

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

JAQUELINE WERMEIER RIPPEL

ANÁLISE DA MICRODUREZA E DO CONTEÚDO MINERAL E ORGÂNICO DE
DENTES DE ANIMAIS E HUMANOS

Porto Alegre

2016

JAQUELINE WERMEIER RIPPEL

ANÁLISE DA MICRODUREZA E DO CONTEÚDO MINERAL E ORGÂNICO DE
DENTES DE ANIMAIS E HUMANOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de
Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande
do Sul, como requisito parcial para a obtenção do
título de Cirurgiã-Dentista.

Orientador: Prof. Dr.Fabício Mezzomo Collares

Porto Alegre

2016

CIP - Catalogação na Publicação

Wermeier Rippel, Jaqueline
Análise da microdureza e do conteúdo mineral e orgânico de dentes de animais e humanos. / Jaqueline Wermeier Rippel. -- 2016.
41 f.

Orientador: Fabrício Mezzomo Collares.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Curso de Odontologia, Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. avaliar o conteúdo mineral e orgânico do esmalte e da dentina. 2. Avaliar a microdureza superficial de dentes de animais e de humanos. I. Mezzomo Collares, Fabrício, orient. II. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais, **Lotario e Lori**, pelo amor incondicional dedicado a mim e à família admirável que criaram, pelos constantes apoio e incentivo na busca pelos meus sonhos, pelo exemplo de dedicação incansável, e também pelos tantos sacrifícios realizados para que, hoje, eu pudesse chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por ter me proporcionado o estudo, incentivado e dado bons exemplos, e principalmente por ser o meu maior porto seguro. A realização deste sonho só é possível graças a vocês.

Às minhas irmãs por sempre terem se feito presentes, minhas doses diárias de carinho, amor e alegria. Por compreender minhas ausências e meus momentos de aflição.

Ao meu namorado **Guilherme**, pelo apoio em todos os momentos, aprendizado nas mais diversas situações, carinho incondicional, paciência e amor.

Ao Doutorando **Felipe Weidenbach Degrazia**, pelo exemplo de humildade, inesgotável paciência e disponibilidade em esclarecer minhas dúvidas.

Ao professor **Fabício Mezzomo Collares**, pela orientação no desenvolvimento deste trabalho. Por compartilhar seus conhecimentos, incentivar o conhecimento, sendo grande exemplo de dedicação à pesquisa que vem a contribuir com melhorias na odontologia.

À Professora **Susana Maria Werner Samuel**, pelo grande exemplo de liderança, dedicação e conduta profissional, pela orientação e apoio durante toda a graduação.

Ao **Grupo PET**, vocês tornaram mais agradável e leve a convivência do dia-a-dia, compartilharam aprendizados e histórias, foram mais que colegas de trabalho, foram acima de tudo, amigos.

Aos meus grandes **amigos**, tanto os que cresceram e estiveram comigo desde sempre, de Crissiumal a Porto Alegre, quanto aos que a Odontologia me presenteou.

À **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, pelo curso de excelência e incansável aprimoramento na qualidade da formação.

A **Deus**, por guiar, confortar, ser fonte de força e esperança. Agradeço pelas graças recebidas ao longo desses anos, e por mais esta etapa concluída.

"Cada sonho que você deixa para trás, é um pedaço do seu futuro que deixa de existir". (Steve Jobs)

RESUMO

RIPPEL, Jaqueline Wermeier. **Análise da microdureza e do conteúdo mineral e orgânico de dentes de animais e humanos**. 2016. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

O objetivo deste estudo foi avaliar a microdureza, conteúdo mineral e orgânica do esmalte e da dentina, de dentes animais e humanos. Os dentes foram divididos conforme sua espécie (humanos, bovinos, e ovinos), em 7 grupos (n=5): G_{ovino} : ovino, G_{bov12m} : bovino – 12 meses, G_{bov24m} : bovino - 24 meses, G_{bov36m} : bovino - 36 meses, G_{bov48m} : bovino - 48 meses, $G_{\text{bov+60m}}$: bovino - +60 meses e G_{humano} (controle): incisivos humanos. Após a extração, as coroas dentárias foram cortadas no longo eixo do dente, resultando em duas metades: mesial e distal, e no sentido vestibulo-lingual, resultando em 3 partes: terço incisal, terço médio e terço cervical. A análise de microdureza Knoop em esmalte (superficial e profundo) e em dentina (superficial, média e profunda), foi obtida por meio da média de três endentações em esmalte e nove em dentina, distantes 100 μm entre si. A determinação dos picos de Fosfato/Carbonato e amida foi feita pela Microscopia Raman vibracional, nos mesmos locais em que foram analisadas a microdureza Knoop. A microdureza do esmalte humano foi superior a das demais espécies estudadas. A microdureza do tecido dentinário foi similar entre os grupos. O grupo ovino apresentou valores inferiores na taxa Fosfato/Carbonato da dentina quando comparado ao grupo controle. O colágeno representado pela ligação da amida na dentina foi semelhante entre os grupos bovino e humano. A microdureza e a taxa Fosfato/Carbonato do esmalte e dentina, respectivamente, foram diminuindo com o aumento da idade dos dentes bovinos. Sugere-se que ocorre uma perda mineral com o passar dos anos, resultando na diminuição da microdureza dos dentes bovinos. O grupo que apresentou maior similaridade ao humano foi o bovino – 24 meses. Baseado nos resultados deste estudo, não é recomendada a substituição do esmalte humano por esmalte bovino ou ovino em estudos de translação. A dentina de dentes bovinos de 12 e 24 meses de idade apresentam semelhança com a dentina humana.

Palavras-chave: Dentes bovinos. Dentes ovinos. Dentes humanos. Microdureza Knoop.

ABSTRACT

RIPPEL, Jaqueline Wermeier. **Analysis of microhardness and mineral and organic content of animal and human teeth**. 2016. 41 p. Final Paper (Graduation in Dentistry) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

The aim of this study was to evaluate microhardness, mineral and organic amount of enamel and dentin from animal and human teeth. The teeth were divided according to their kind (human, bovine and ovine), in 7 groups (n=5): G_{ovino} : ovine, G_{bov12m} : bovine – 12 months, G_{bov24m} : bovine - 24 months, G_{bov36m} : bovine - 36 months, G_{bov48m} : bovine - 48 months, $G_{bov+60m}$: bovine - +60 months e G_{humano} (control): human incisors. After extraction, dental crowns were cut in the long axis of the tooth, resulting in two halves: mesial and distal, and buccal/lingual, resulting in 3 parts: incisal third, middle third and cervical third. The Knoop microhardness analysis on enamel (superficial and deep) and on dentine (superficial, middle and deep) was obtained after three indentations in enamel and nine in dentin, 100 μm of distance from each other. Determination of the calcium/phosphate and amide peaks were made by Raman spectroscopy at the same location of Knoop microhardness analysis. Microhardness of human enamel was higher than other species studied. Microhardness of the dentin tissue was similar between groups. The ovine group showed lower values of Phosphate/Carbonate rate of dentin compared to control group. Collagen represented by amide bond dentin was similar in bovine and human groups. Microhardness and Phosphate/Carbonate rate of enamel and dentin, respectively, decreased with older age of bovines. Mineral loss over the years is suggested due to the decrease of microhardness of bovine teeth. The group with the highest similarity to the human was the Bovine-24 months. Based on the results of this study, enamel from bovine or ovine teeth should not be used to replace human teeth in translational studies. Dentin of Bovine-12 and 24 months are similar to human dentin.

Keywords: Bovine teeth. Ovine teeth. Human teeth. Knoop microhardness.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.2	OBJETIVOS	11
2	ARTIGO CIENTÍFICO	12
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
	REFERÊNCIAS	40
	ANEXO A – TERMO DE DOAÇÃO BANCO DE DENTES	42
	ANEXO B – CARTA DE DOAÇÃO	43

1 INTRODUÇÃO

A obtenção de dentes humanos como material para estudo por alunos de graduação ou para pesquisa odontológica está cada vez mais difícil (CAMPOS; CAMPOS; VITRAL, 2008). Em virtude de mudanças no paradigma da Odontologia, os tratamentos restauradores tradicionais estão cedendo espaço a uma ideologia de prevenção e promoção de saúde (MATOS et al., 2008), o que promove o desenvolvimento de novas técnicas e materiais para tratamentos mais conservadores (REIS et al., 2004). Além disso, há um aumento da produção científica, aliada ao severo controle pelos Comitês de Ética em Pesquisa (CAMPOS; CAMPOS; VITRAL, 2008). Estes fatos reduziram a disponibilidade de dentes. Por essa razão, vários estudos avaliaram a possibilidade de substituir dentes humanos por dentes de outros mamíferos. Segundo estes estudos a vantagem do dente bovino sobre o humano é a possibilidade de padronizar a idade dos dentes, o grau de esclerose da dentina, a quantidade de desgaste do dente, e os fatores ambientais, além de estes dentes não apresentarem cáries e histórico de fluoretação (BEDRAN-DE-CASTRO; PEREIRA; THOMPSON, 2004; CAMARGO; MARQUES; DE CARA, 2008; WEGEHAUPT, WIDMER; ATTIN, 2010).

Vários tipos de dentes animais têm sido utilizados como material em estudos *in vitro* e experiências dentárias *in situ* (YASSEN; PLATT; HARA, 2011). Os mais comuns são dentes de primatas (POOLE; SHELLIS; TYLER, 1981), de bovinos (FEATHERSTONE; MELLBERG, 1981), de suínos (ABUABARA et al., 2004; LOPES et al., 2006), de equinos (EDMUNDS; WHITTAKER; GREEN, 1988), e os dentes de tubarão (TAKAGI; LIAO; CHOW, 2000). Os dentes humanos são morfológica e histologicamente semelhantes aos dentes de outros mamíferos (CAMPOS; CAMPOS; VITRAL, 2008). A semelhança entre os dentes humanos e bovinos foi comprovada por outros autores que demonstraram grau semelhante na razão Fosfato/Carbonato durante a desmineralização e a remineralização (FEAGIN; KOULOURIDES; PIGMAN, 1969), número e diâmetro dos túbulos dentinários em coroas dentárias (SCHILKE et al., 2000), permeabilidade da dentina (SCHMALZ et al., 2001), e a microdureza do esmalte em grupos etários mais velhos (FONSECA et al., 2008). Diferenças morfológicas, na composição química, e nas propriedades físicas entre os humanos e bovinos devem ser consideradas na interpretação dos resultados obtidos a partir de qualquer experimento utilizando dente bovino (YASSEN; PLATT; HARA, 2011).

A sub-região do dente (YAMAMOTO, 2014) o tipo de dente, o tempo de armazenamento dos dentes (COLLARES et al., 2013), número de túbulos dentinários por

mm² e o seu diâmetro, bem como a quantidade relativa de dentina intratubular e intertubular (LOPES et al., 2003) desempenham um papel importante no resultado de testes de resistência de união. Sabe-se que quanto maior o teor orgânico, maior é a probabilidade de degradação do colágeno (COLLARES et al., 2013) Sendo assim; mensurar a quantidade de matriz orgânica e inorgânica e a sua composição pode explicar diferenças encontradas na resistência de união (YAMAMOTO, 2014). A maior percentagem de túbulos na superfície dentinária de dentes humanos em comparação aos bovinos mostrou uma melhor infiltração de resina na dentina humana (PASHLEY et al., 1995). A diferença de idade de dentes bovinos parece influenciar na radiodensidade, na dureza e na composição do esmalte e da dentina (FONSECA et al., 2008).

Não há até o momento, relatos na literatura, de comparações entre taxa de Fosfato/Carbonato, amida e microdureza em dentes humanos e bovinos com diferentes idades, separados em profundidades de cada terço dental. Portanto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar o esmalte e a dentina de dentes de diferentes animais e dentes humanos quanto à microdureza, ao conteúdo inorgânico e ao conteúdo orgânico da dentina.

1.2 OBJETIVOS

Com base no exposto, os objetivos do presente estudo foram:

- a) avaliar o conteúdo mineral e orgânico do esmalte e da dentina;
- b) Avaliar a microdureza superficial de dentes de animais e de humanos.

2 ARTIGO CIENTÍFICO

Este trabalho de conclusão de curso se apresenta na forma de artigo científico, escrito na língua portuguesa e segue as normas do periódico Archives of Oral Biology, ao qual será submetido.

Archives Of Oral Biology

**AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA E DO CONTEÚDO MINERAL E ORGÂNICO
DE DENTES DE ANIMAIS E HUMANOS**

Jaqueline Wermeier Rippel ^a, Felipe Weidenbach Degrazia ^a, Vicente Castelo Branco
Leitune ^a, Susana Maria Werner Samuel ^a, Fabrício Mezzomo Collares ^a

^a Laboratório de Materiais Dentários, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, R. Ramiro Barcelos 2492, Porto Alegre 90035-004, RS, Brasil.

* Autor correspondente:

Fabrício Mezzomo Collares

Laboratório de Materiais Dentários, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, R. Ramiro Barcelos 2492, Porto Alegre 90035-004, RS, Brasil. Tel.: +55 51
33085198, +55 51 9281-9320.

Endereço de e-mail: fabricao.collares@ufrgs.br

Palavras-chave: Dentes bovinos, Dentes ovinos, Dentes humanos, Microdureza Knoop.

2.1 RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a microdureza, conteúdo mineral e orgânica do esmalte e da dentina, de dentes animais e humanos. Os dentes foram divididos conforme sua espécie (humanos, bovinos, e ovinos), em 7 grupos (n=5): G_{ovino} : ovino, G_{bov12m} : bovino – 12 meses, G_{bov24m} : bovino - 24 meses, G_{bov36m} : bovino - 36 meses, G_{bov48m} : bovino - 48 meses, $G_{\text{bov+60m}}$: bovino - +60 meses e G_{humano} (controle): incisivos humanos. Após a extração, as coroas dentárias foram cortadas no longo eixo do dente, resultando em duas metades: mesial e distal, e no sentido vestibulo-lingual, resultando em 3 partes: terço incisal, terço médio e terço cervical. A análise de microdureza Knoop em esmalte (superficial e profundo) e em dentina (superficial, média e profunda), foi obtida por meio da média de três endentações em esmalte e nove em dentina, distantes 100 μm entre si. A determinação dos picos de Fosfato/Carbonato e amida foi feita pela Microscopia Raman vibracional, nos mesmos locais em que foram analisadas a microdureza Knoop. A microdureza do esmalte humano foi superior a das demais espécies estudadas. A microdureza do tecido dentinário foi similar entre os grupos. O grupo ovino apresentou valores inferiores na taxa Fosfato/Carbonato da dentina quando comparado ao grupo controle. O colágeno representado pela ligação da amida na dentina foi semelhante entre os grupos bovino e humano. A microdureza e a taxa Fosfato/Carbonato do esmalte e dentina, respectivamente, foram diminuindo com o aumento da idade dos dentes bovinos. Sugere-se que ocorre uma perda mineral com o passar dos anos, resultando na diminuição da microdureza dos dentes bovinos. O grupo que apresentou maior similaridade ao humano foi o bovino – 24 meses. Baseado nos resultados deste estudo, não é recomendada a substituição do esmalte humano por esmalte bovino ou ovino em estudos de translação. A dentina de dentes bovinos de 12 e 24 meses de idade apresentam semelhança com a dentina humana.

Palavras-chave: Dentes bovinos, Dentes ovinos, Dentes humanos, Microdureza Knoop.

2.2 INTRODUÇÃO

A obtenção de dentes humanos como material para estudo por alunos de graduação ou para pesquisa odontológica está cada vez mais difícil (CAMPOS; CAMPOS; VITRAL, 2008). Em virtude de mudanças no paradigma da Odontologia, os tratamentos restauradores tradicionais estão cedendo espaço a uma ideologia de prevenção e promoção de saúde (MATOS et al., 2008), o que promove o desenvolvimento de novas técnicas e materiais para tratamentos mais conservadores (REIS et al., 2004). Além disso, há um aumento da produção científica, aliada ao severo controle pelos Comitês de Ética em Pesquisa (CAMPOS; CAMPOS; VITRAL, 2008). Estes fatos reduziram a disponibilidade de dentes. Por essa razão, vários estudos avaliaram a possibilidade de substituir dentes humanos por dentes de outros mamíferos. Segundo estes estudos a vantagem do dente bovino sobre o humano é a possibilidade de padronizar a idade dos dentes, o grau de esclerose da dentina, a quantidade de desgaste do dente, e os fatores ambientais, além de estes dentes não apresentarem cáries e histórico de fluoretação (BEDRAN-DE-CASTRO; PEREIRA; THOMPSON, 2004; CAMARGO; MARQUES; DE CARA, 2008; WEGEHAUPT, WIDMER; ATTIN, 2010).

Vários tipos de dentes animais têm sido utilizados como material em estudos *in vitro* e experiências dentárias *in situ* (YASSEN; PLATT; HARA, 2011). Os mais comuns são dentes de primatas (POOLE; SHELLIS; TYLER, 1981), de bovinos (FEATHERSTONE; MELLBERG, 1981), de suínos (ABUABARA et al., 2004; LOPES et al., 2006), de equinos (EDMUNDS; WHITTAKER; GREEN, 1988), e os dentes de tubarão (TAKAGI; LIAO; CHOW, 2000). Os dentes humanos são morfológica e histologicamente semelhantes aos dentes de outros mamíferos (CAMPOS; CAMPOS; VITRAL, 2008). A semelhança entre os dentes humanos e bovinos foi comprovada por outros autores que demonstraram grau semelhante na razão Fosfato/Carbonato durante a desmineralização e a remineralização (FEAGIN; KOULOURIDES; PIGMAN, 1969), número e diâmetro dos túbulos dentinários em coroas dentárias (SCHILKE et al., 2000), permeabilidade da dentina (SCHMALZ et al., 2001), e a microdureza do esmalte em grupos etários mais velhos (FONSECA et al., 2008). Diferenças morfológicas, na composição química, e nas propriedades físicas entre os humanos e bovinos devem ser consideradas na interpretação dos resultados obtidos a partir de qualquer experimento utilizando dente bovino (YASSEN; PLATT; HARA, 2011).

A sub-região do dente (YAMAMOTO, 2014) o tipo de dente, o tempo de armazenamento dos dentes (COLLARES et al., 2013), número de túbulos dentinários por mm² e o seu diâmetro, bem como a quantidade relativa de dentina intratubular e intertubular (LOPES et al., 2003) desempenham um papel importante no resultado de testes de resistência de união. Sabe-se que quanto maior o teor orgânico, maior é a probabilidade de degradação do colágeno (COLLARES et al., 2013) Sendo assim; mensurar a quantidade de matriz orgânica e inorgânica e a sua composição pode explicar diferenças encontradas na resistência de união (YAMAMOTO, 2014). A maior percentagem de túbulos na superfície dentinária de dentes humanos em comparação aos bovinos mostrou uma melhor infiltração de resina na dentina humana (PASHLEY et al., 1995). A diferença de idade de dentes bovinos parece influenciar na radiodensidade, na dureza e na composição do esmalte e da dentina (FONSECA et al., 2008).

Não há até o momento, relatos na literatura, de comparações entre taxa de Fosfato/Carbonato, amida e microdureza em dentes humanos e bovinos com diferentes idades, separados em profundidades de cada terço dental. Portanto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar o esmalte e a dentina de dentes de diferentes animais e dentes humanos quanto à microdureza, ao conteúdo inorgânico e ao conteúdo orgânico da dentina.

2.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Local de realização

No presente estudo laboratorial *in vitro*, o preparo das amostras, os testes de microdureza Knoop e de Microscopia Raman vibracional foram realizados no Laboratório de Materiais Dentários (LAMAD) na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Considerações éticas

O presente estudo foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e do Comitê de Pesquisa da Faculdade de Odontologia da UFRGS. Os dentes humanos utilizados no estudo foram obtidos no banco de dentes da Faculdade de Odontologia (anexo a). Os dentes não humanos utilizados no estudo foram provenientes de animais de corte, abatidos exclusivamente para consumo da carne, e que seriam descartados (anexo b).

Amostra

Os dentes de animais foram obtidos de animais abatidos em frigorífico devidamente regulamentado e os dentes de humanos obtidos do banco de dentes da Faculdade de Odontologia. No experimento, foram utilizados 35 dentes.

Os dentes extraídos foram limpos (remoção de cálculo e fibras do ligamento periodontal) com curetas Gracey e lâminas de bisturi. Após as coroas dentárias foram cortadas com discos diamantados, em baixa rotação sob irrigação constante, no longo eixo do dente, resultando em duas partes: mesial e distal, e no sentido vestibulo-lingual, resultando em 3 partes: terço incisal, terço médio e terço cervical.

Distribuição dos grupos

Os dentes foram divididos conforme sua espécie (humanos, bovinos, e ovinos), em 7 grupos (n=5): G_{ovino} : ovino, G_{bov12m} : bovino – 12 meses, G_{bov24m} : bovino - 24 meses, G_{bov36m} : bovino - 36 meses, G_{bov48m} : bovino - 48 meses, $G_{\text{bov+60m}}$: bovino - +60 meses e G_{humano}

(controle): incisivos humanos. O valor médio de microdureza Knoop em esmalte (superficial e profundo) foi obtido pela média de três endentações em cada sub-região, distantes 100 µm entre si. Da mesma forma, em dentina (superficial, média e profunda), a microdureza foi obtida pela da média de nove endentações em cada sub-região, distantes 100 µm entre si.

Microdureza Knoop

Todos os dentes foram armazenados em água destilada a 4° por no máximo 3 meses antes da realização dos testes. Os corpos de prova foram incluídos, em uma matriz de pvc, com resina acrílica quimicamente ativada (Artigos Odontológico Clássico LTDA., Campo Limpo Paulista – SP, Brasil). Posteriormente, os corpos de prova foram lixados com lixas de carbetto de silício na sequência de granulação de 600, 1000 e 1200 por um minuto em cada, e em seguida foram polidos com pano metalográfico impregnado com suspensão de alumina de granulação de 1µm (Arotec S/A Industria e comércio – SP, Brasil) por dois minutos, ambos procedimentos foram realizados na politriz Aropol (Arotec S/A Indústria e Comércio – SP). Os corpos de prova foram limpos em banho ultrasônico (Cristófoli Equipamentos de Biossegurança, Ltda) com água destilada por 180 segundos.

Foi realizado o teste de microdureza Knoop em esmalte (sub-região superficial e profunda) e dentina (sub-região superficial, média e profunda). O valor médio de microdureza foi obtido pela média de três endentações em cada sub-região do esmalte e nove endentações em cada sub-região da dentina, distantes 100 µm entre si. O número de microdureza Knoop (KHN) foi obtido pela medida da diagonal maior (d) de uma penetração losangular, deixada pelo edentador de diamante de formato piramidal com base losangular. O valor da diagonal maior foi medido em µm, diretamente na tela do computador acoplado ao durômetro (Shimadzu, Japão). A carga aplicada (c) foi de 25g durante 10s em dentina e 50g por 10s em esmalte. O cálculo da microdureza Knoop foi realizado de acordo com a equação:

$$\mathbf{KHN = 14228 \times c \times d^2}$$

onde:

KHN é o número de microdureza Knoop

14228 é o valor de uma constante

c é a carga aplicada (g)

d é a diagonal maior deixada pela penetração (μm)

Microscopia Raman

Após o corte longitudinal das amostras dos sete grupos de dentes, uma metade foi utilizada para as medidas de microdureza knoop, e a outra metade foi utilizada na análise pela Microscopia Raman vibracional. Foram analisados esmalte (superficial e profundo) e dentina (superficial, média e profunda). O mapeamento foi feito conforme a microdureza Knoop, obtido pela média de três pontos em cada sub-região do esmalte e nove pontos em cada sub-região da dentina, distantes 100 μm entre si. Um diodo laser 100mW de intensidade, com comprimento de onda 785nm e resolução espectral de $\sim 3,5$ centímetros, durante 3 segundos e 5 co-adições, com a amplitude de análise será 440-1800 cm^{-1} , foi realizado em um espectrómetro de Raman SENTERRA (Bruker Optics, Ettlingen, Alemanha).

Pós-processamento foi realizado em Opus 7.2 software e consistiu em análise com modelagem que permitiu distinguir o espectro de componentes da dentina e do esmalte. Os espectros foram integrados sobre a imagem levando-se em consideração dos picos do fosfato, carbonato e colágeno.

Análise dos resultados

A normalidade dos valores obtidos foi testada pelo teste Kolmogorov-Smirnov. O teste estatístico escolhido foi o ANOVA e, aplicado o teste de comparações múltiplas de Tukey, com nível de significância de 0,05 de significância.

2.4 RESULTADOS

Os resultados de microdureza Knoop para as diferentes sub-regiões dos terços de esmalte incisal, médio e cervical estão apresentados na tabela 1. Pode-se observar que nas sub-regiões superficial do terço incisal e profunda do terço médio, somente o grupo bovino - 24 meses ($320 \pm 8,9505$) não apresentou diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo humano ($350,83 \pm 22,47$). Na sub-região profunda dos terços incisal e cervical, e na sub-região superficial do terço médio, todos os grupos de animais (bovino e ovino) foram diferentes ($p < 0,05$) do grupo controle (G_{humano}). A sub-região superficial do terço cervical apresentou diferença estatística apenas entre o grupo bovino - 48 meses ($267,93 \pm 4,02$) e o grupo humano ($320 \pm 24,06$).

Na tabela 2, estão ilustrados os resultados de microdureza Knoop nas diferentes sub-regiões dos terços de dentina incisal, médio e cervical. A sub-região superficial do terço incisal mostrou diferença estatística significativa entre o grupo controle ($66,06 \pm 5,35$) e o grupo bovino de 36 e 48 meses. A sub-região média do terço incisal apresentou apenas o grupo bovino - 12 meses ($71,83 \pm 2,06$) diferente do grupo humano ($58,59 \pm 5,2505$). A sub-região profunda do terço incisal não mostrou diferença estatística significativa entre os grupos animais (ovino, bovino) e humano. No terço médio, a sub-região superficial demonstrou somente o grupo bovino - 36 meses ($54,65 \pm 1,78$) como sendo diferente do grupo humano ($63,84 \pm 6,19$). A sub-região média do terço médio teve apenas os grupos de bovinos 24 e +60 meses semelhantes ao grupo controle (G_{humano}). A sub-região profunda do terço médio apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos bovino 36 ($35,14 \pm 2,57$), +60 meses ($35,64 \pm 4,92$) e humanos ($52,59 \pm 2,52$). No terço cervical, as sub-regiões superficial e profunda apresentaram diferença estatisticamente significativa entre o grupo controle (humano), e os grupos bovino 36, 48 e +60 meses. Da mesma forma ocorreu com a sub-região média do terço cervical, que apresentou as sub-regiões G_{bov36m} , G_{bov48m} e $G_{\text{bov+60m}}$ e G_{ovino} com diferença estatística significativa em relação ao grupo controle.

A tabela 3 mostra a taxa de Fosfato/Carbonato presente nas sub-regiões dos diferentes terços de esmalte. Pode-se inferir que somente o grupo de dentes bovinos - 12 meses (G_{bov12m}) mostrou diferença estatisticamente significativa em comparação ao grupo humano (G_{humano}), na sub-região superficial dos terços incisal, médio e cervical, e na sub-região profunda dos terços incisal e cervical.

Os resultados da taxa Fosfato/Carbonato presentes nas diferentes sub-regiões dos terços de dentina incisal, médio e cervical estão apresentados na tabela 4. Todos os grupos de

dentes bovinos (G_{bov12m} , G_{bov12m} , G_{bov36m} , G_{bov48m} e $G_{\text{bov+60m}}$) apresentaram similaridade em relação ao grupo humano em todas as sub-regiões dos terços incisal, médio e cervical. Unicamente o grupo ovino (G_{ovino}) apresentou diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo controle (G_{humano}) em todas as sub-regiões do terço incisal, médio, e na sub-região profunda do terço cervical.

A tabela 5 apresenta a quantidade de colágeno, representado pela ligação da amida, presente nas diferentes sub-regiões dos terços incisal, médio e cervical da dentina. A sub-região média dos terços incisal e cervical, e a sub-região profunda dos terços incisal, médio e cervical demonstra similaridade entre todos os grupos (ovino, bovino e humano). A sub-região superficial do terço incisal apresenta diferença ($p < 0,05$) entre o grupo controle (74.25 ± 23.47) e os grupos bovino – 12 meses (26.35 ± 18.58) e +60 meses (19.88 ± 18.42). Todos os grupos de animais (ovino e bovino) foram diferentes do grupo controle na sub-região superficial do terço médio. Na sub-região média do terço médio, os grupos bovino de 24 (18.30 ± 16.14) e 36 meses (20.78 ± 15.17) mostraram diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo controle (52.81 ± 13.18). No terço cervical, a sub-região superficial apresentou apenas entre o grupo humano e bovino +60 meses similaridade, os demais grupos bovino 12, 24, 36 e 48 meses foram diferentes ($p < 0,05$) do grupo humano.

2.5 DISCUSSÃO

A pesquisa na Odontologia que utiliza dentes como forma de translacionar o conhecimento básico para aplicado é de grande monta na literatura. Uma das formas mais comuns de translação é a utilização de dentes humanos extraídos para mimetizar procedimentos restauradores, tais como restaurações de resina composta, amálgama e ionômero de vidro passando pela análise da interface adesiva chegando em materiais seladores de canais radiculares. Entretanto, o uso do dente humano como pesquisa sofreu uma restrição de uso a partir do momento do estabelecimento do dente como um órgão humano (Moreira et al., 2009), sendo necessário em cada projeto de pesquisa o consentimento livre e esclarecido referente à coleta, depósito, armazenamento e utilização de material biológico humano formalizado por meio de TCLE, em biobanco devidamente regulamentado (Resolução CNS nº 441, 2011). Logo, o órgão dentário antes usado indiscriminadamente, passou a ser usado em menor escala e dentes animais foram crescendo em sua utilização na literatura. Entretanto, apesar da composição ser basicamente hidroxiapatita e colágeno, a estrutura e proporção dos componentes, prismas, cristais e túbulos são diferentes podendo alterar o resultado da translação dos resultados encontrados com estas espécies animais. Além disso, na pesquisa científica, a eliminação do maior número possível de variáveis é de grande valia na busca de uma consequente redução no tamanho da amostra (Campos, Campos & Vitral, 2008), sendo a maturidade do dente uma dessas variáveis a ser considerada, pode-se padronizar pela faixa etária já que os dentes são conseguidos de animais que normalmente são sacrificados numa mesma idade (Titley, Torneck, Smith, Adibfar, 1988). O presente estudo avaliou a diferença da concentração mineral, orgânica e da microdureza knoop entre as espécies humana, ovina e bovina de diferentes idades encontrando diferenças entre as espécies.

A composição do esmalte humano é de 92-96% em volume de hidróxiapatita (Gwinnett, 1992) apresentando cristais e prismas bem definidos sob uma superfície de esmalte aprismático. No presente estudo a microdureza do esmalte humano variou entre 310 e 350 para o terço médio profundo e incisal superficial, respectivamente, estando de acordo com a literatura (Merecith et al., 1996; Maia et al., 2008). Apesar de não apresentar diferença estatística com algumas idades de dentes bovinos em regiões específicas, a microdureza do esmalte humano foi superior às demais espécies. O mesmo não pode ser observado quando se comparou a taxa Fosfato/Carbonato, que demonstrou não haver diferença entre as espécies. O resultado das diferenças das microdurezas pode ser explicado pelas diferentes morfologias dos

tecidos humanos e animal (Fonseca et al., 2008). No estudo de Fonseca et al., 2008, todos os dentes bovinos apresentaram a microestrutura do esmalte similar, com uma maior presença de substância interprismática que os dentes humanos, e estruturas semelhantes às fibrilas em torno dos prismas. Logo, deve-se atentar para a realização de ensaios que envolvam a desmineralização desta superfície apenas baseada na dureza do material, quando a morfologia pode influenciar o padrão de desmineralização, dificultando a translação dos resultados (Katchburian, 2012).

Diferente do esmalte, a dentina é constituída de 70% material inorgânico, 18% matéria orgânica e 12% água (Mjor, 1972). Em relação a microdureza, observa-se na tabela 2 que a dentina humana variou de 49 e 66 para o terço incisal superficial e cervical profundo, respectivamente; sendo o grupo bovino – 24 meses o único a apresentar similaridade ao humano em todos os terços ($p < 0,05$). Os valores de microdureza encontrados na dentina de bovinos foram semelhantes ao grupo humano, e variaram de 35 e 74 para o terço médio sub-região média (bovino - 12 meses) e terço cervical profundo (bovino - 36 meses), respectivamente, similar a um estudo prévio (Kielbassa et al., 1997). Essa similaridade entre todas as idades de dentes bovinos e humanos também pode ser demonstrada na quantificação mineral de Fosfato/Carbonato na dentina, somente o grupo ovino apresentou valores inferiores ($p < 0,05$) ao grupo controle. Contudo, a morfologia da dentina, bem como a quantidade orgânica e mineral são variáveis que afetam os resultados dos testes de adesão de materiais odontológicos, como relatado em estudo no qual a maior porcentagem de túbulos dentinários pode resultar numa melhor penetração de um ácido em dentina humana permitindo uma maior quantidade de dissolução da dentina em amostras humanas (Wegehaupt, Gries, Wiegand & Attin, 2008). Grupos de dentes bovinos de maior idade parecem apresentar dentina mais peritubular, e menor número de túbulos (Fonseca et al., 2008). Comparado à dentina humana, dentes bovinos parecem ter menos dentina intertubular e uma estrutura menos coesa com várias falhas claramente aparente (Fonseca et al., 2008). Essas diferenças na microestrutura da dentina desempenham um papel importante nas propriedades mecânicas (Kinney, Balooch, Marshall, Marshall, 1999).

Dentes bovinos de diferentes idades apresentam características distintas (Fonseca et al., 2008) em relação a alterações nas propriedades das fibrilas de colágeno, redução do teor de água, elasticidade e energia de fratura (Arola & Reprogl, 2006; Bajaj et al., 2006; Arola & Reprogl, 2005). Corroborando com esses achados, o grupo de dentes bovinos de 12 meses apresentou quantidade superior ($p < 0,05$) na taxa Fosfato/Carbonato, comparado aos demais grupos (Tab. 3). Nas figuras 1 e 2, a microdureza do esmalte e dentina, respectivamente, foi

diminuindo conforme o aumento da idade dos dentes bovinos. Segundo estudo, a dentina jovem normalmente exibe um comportamento linear-elástico que é seguido pela deformação plástica até à falha não-linear, e dentina de bovinos mais velhos apenas exibe uma deformação linear elástica, fraturando antes de qualquer deformação plástica (Arola & Reprogl, 2005). Contudo, pode-se perceber também o decréscimo na taxa Fosfato/Carbonato conforme o aumento da idade do grupo de dentes bovinos (Fig. 3). Através dos resultados do presente estudo, sugere-se que a perda de mineral que ocorre progressivamente com o passar dos anos (Nanci, 2008) pode ser uma das causas da diferença de microdureza entre as idades bovinas.

É uma regra geral que, como para o osso, o conteúdo mineral da dentina é responsável pela dureza e a rede de colágeno para a elasticidade (Martin & Boardman, 1993), porém, um estudo mostrou que, embora quase de 70-75% da porção mineral da dentina é extrafibrilar, a mineralização do colágeno intrafibrilar é fundamental para a elasticidade e a dureza, justificando a necessidade em caracterizar a matéria orgânica do tecido dentinário (Kinney, Habelitz, Marshall, Marshall, 2003). No presente estudo, o colágeno representado pela ligação da amida na dentina foi semelhante entre os grupos bovino e humano, conforme demonstrado na tabela 5.

2.6 CONCLUSÃO

Baseado nos resultados encontrados neste estudo, não recomenda-se a substituição do esmalte humano por esmalte bovino ou ovino em estudos de translação. A dentina de dentes bovinos de 12 e 24 meses de idade apresentam semelhança com a dentina humana.

2.7 REFERÊNCIAS

- Abuabara, A., Santos, A.J., Aguiar, F.H., Lovadino, J.R. (2004). Evaluation of microleakage in human, bovine and swine enamels. *Brazilian Oral Research*, 18, 312-316.
- Arola, D.D., Reprogl, R.K. (2006). Tubule orientation and the fatigue strength of human dentin. *Biomaterials*, 27, 2131-40.
- Arola, D., Reprogl, R.K. (2005). Effects of aging on the mechanical behavior of human dentin. *Biomaterials*, 26, 4051-61.
- Bajaj, D., Sundaram, N., Nazari, A., Arola, D. (2006). Age, dehydration and fatigue crack growth in dentin. *Biomaterials*, 27, 2507-17.
- Bedran-de-Castro, A. K., Pereira, P. N., Thompson, J. Y. (2004). Influence of load cycling and tubule orientation on ultimate tensile strength of dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 6, 191-4.
- Camargo, M. A., Marques, M. M., de Cara, A. A., (2008). Morphological analysis of human and bovine dentine by scanning electron microscope investigation. *Archives of Oral Biology*, 53, 105-108.
- Campos, M. I. C., Campos, C. N., Vitral, R. W. F. (2008). O Uso de Dentes Bovinos como Substitutos de Dentes Humanos em Pesquisas Odontológicas: Uma Revisão da Literatura. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*, 8, 127- 132.
- Collares, M. C., Rodrigues, S. B., Leitune, V. C. B., Celeste, R. K., Araújo, F. B., Samuel, S. M. W. (2013). Chlorhexidine Application in Adhesive Procedures: A Meta-Regression Analysis. *Journal Adhesive Dentistry*, 15, 11-18.
- Edmunds, D.H., Whittaker, D.K., Green, R.M. (1988). Suitability of human, bovine, equine, and ovine tooth enamel for studies of artificial bacterial carious lesions. *Caries Research*, 22, 327-336.
- Feagin, F., Koulourides, T., Pigman, W. (1969). The characterization of enamel surface demineralization, remineralization, and associated hardness changes in human and bovine material. *Archives of Oral Biology*, 14, 1407-1417.
- Featherstone, J.D., Mellberg, J.R. (1981). Relative rates of progress of artificial carious lesions in bovine, ovine and human enamel. *Caries Research*, 15, 109-114.
- Fonseca, R. B., Haiter-Neto, F., Carlo, H. L., Soares, C. J., Sinhoreti, M. A. C., Puppini-Rontani, R.M., Correr-Sobrinho, L. (2008). Radiodensity and hardness of enamel and dentin of human and bovine teeth, varying bovine teeth age. *Archives of Oral Biology*, 53, 1023 – 1029.
- Gwinnett, A.J. (1992) Structure and composition of enamel. *Operative Dentistry*, 5, 10-7.
- Katcburian, E. (2012). *Histologia e embriologia oral: texto, atlas, correlações clínicas*. (3ª ed.) Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, (capítulo 2).

- Kielbassa, A.M., Beetz, I., Schendera, A., Hellwig, E. (1997). Irradiation effects on microhardness of fluoridated and non-fluoridated bovine dentin. *European Journal of Oral Science*, 105, 444–7.
- Kinney, J.H., Balooch, M., Marshall, Jr.G.W., Marshall, S.J. (1999). A micromechanics model of the elastic properties of human dentine. *Archives of Oral Biology*, 44, 813–22.
- Kinney, J.H., Habelitz, S., Marshall, S.J., Marshall, G.W. (2003). The importance of intrafibrillar mineralization of collagen on the mechanical properties of dentin. *Journal of Dental Research*, 82, 957–61.
- Lopes, F.M., Markarian, R.A., Sendyk, C.L., Duarte, C.P., Arana-Chavez, V.E. (2006) Swine teeth as potential substitutes for in vitro studies in tooth adhesion: a SEM observation. *Archives of Oral Biology*, 51, 548-551.
- Lopes, M. B., Sinhoret, M. A., Correr Sobrinho, L., Consani, S. (2003). Comparative study of the dental substrate used in shear bond strength tests. *Brazilian Oral Research*, 17, 171–175.
- Maia, E., Baratieri, L.N., Andrada, M.A.C., Monteiro, Junior. S., Vieira, L.C. (2008). The influence of two home-applied bleaching agents on enamel microhardness: an in situ study. *Journal of Dentistry*, 36, 2–7.
- Martin, R.B., Boardman D.L. (1993). The effects of collagen fiber orientation, porosity, density, and mineralization on bovine cortical bone bending properties. *Journal of Biomechanics*, 26, 1047–54.
- Matos, I. C., Sab, T. B. B., Juliboni, N. C., Guerra, R. F., Miranda, M. S. (2008). Utilização de dentes bovinos como possível substituto aos dentes humanos nos testes in vitro: revisão de literatura. *UFES Revista Odontológica*, 10, 58-63.
- Meredith, N., Sherriff, M., Setchell, D.J., Swanson, S.A.V. (1996). Measurement of the microhardness and Young's modulus of human enamel and dentine using an indentation technique. *Archives of Oral Biology*, 41, 539–45.
- Mjor, I.A., (1972). Human coronal dentine: structure and reactions. *Oral Surgical Oral Medicine Oral Pathology*, 33, 810–23.
- Moreira, L., Genari, B., Stello, R., Collares, F.M., Samuel, S.m.w. (2009). Banco de Dentes Humanos para o Ensino e Pesquisa em Odontologia. *Revista da Faculdade de Odontologia*, 50, 34-37.
- Nanci, A. (2008). *Ten cate's oral histology: development, structure and function*. (7^a ed.). Montreal: elsevier, (capítulo 7).
- Pashley, D. H., Sano, H., Ciucchi, B., Yoshiyama, M., Carvalho, R. M. (1995). Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dental Materials*, 11, 117–125.
- Poole, D.F., Shellis, R.P., Tyler, J.E. (1981). Rates of formation in vitro of dental caries-like enamel lesions in man and some non-human primates. *Archives of Oral Biology*, 26, 413-417.

- Reis, A. F., Giannini, M., Kavaguchi, A., Soares, C. J., Line, S. R. P. (2004). Comparison of Microtensile Bond Strength to Enamel and Dentin of Human, Bovine, and Porcine Teeth. *Journal of Adhesive Dentistry*, 6, 117–121.
- Schilke, R., Lisson, J.A., Baub, O., Geurtsen, W. (2000). Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Archives of Oral Biology*, 45, 355-361.
- Schmalz, G., Hiller, K. A., Nunez, L. J., Stoll, J., Weis, K. (2001). Permeability characteristics of bovine and human dentin under different pretreatment conditions. *Journal of Endodontics*, 27, 23–30.
- Takagi, S., Liao, H., Chow, L.C. (2000). Effect of tooth-bound fluoride on enamel demineralization/ remineralization in vitro. *Caries Research*, 34, 281-288.
- Titley, K.C., Torneck, C.D., Smith, D.C., Adibfar A. (1988). Adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. *Journal of Dental Research*, 67, 1523-8.
- Wegehaupt, F., Gries, D., Wiegand, A., Attin, T. (2008) “Is bovine dentine an appropriate substitute for human dentine in erosion/abrasion tests? *Journal of Oral Rehabilitation*, 35, 390–394.
- Wegehaupt, F. J., Widmer, R., Attin, T. (2010). Is bovine dentine an appropriate substitute in abrasion studies? *Clinical Oral Investigation*, 14, 201–205.
- Yamamoto, L. T. Influência da dentina bovina e do dispositivo de microtração na resistência de união de sistemas adesivos. 01 de dezembro de 2014. 87 f. Dissertação (mestrado em odontologia) - Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Campus de São José dos Campos, São José dos Campos. 2014.
- Yassen, G. H., Platt, J. A, Hara, A. T. (2011). Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. *Journal of Oral Science*, 53, 273-282.

2.8 TABELAS

Tabela 1. Microdureza Knoop nos diferentes terços de esmalte.

	INCISAL		MÉDIO		CERVICAL	
	Superficial	Profunda	Superficial	Profunda	Superficial	Profunda
G _{ovino}	282,91±30,00 ^{CD}	291,66±40,45 ^B	272,13±24,40 ^B	253,26±23,85 ^B	297,41±30,18 ^{ABC}	272,91±29,76 ^B
G _{bov12m}	308,06±3,75 ^{BC}	269,53±4,93 ^{BC}	283,53±14,25 ^B	249,13±12,98 ^B	292,33±12,06 ^{BC}	272,26±22,40 ^B
G _{bov24m}	320±8,95 ^{AB}	256,44±18,22 ^{BC}	329,58±14,63 ^B	258,41±23,92 ^A	329,58±14,63 ^A	258,41±23,92 ^B
G _{bov36m}	287,33±13,52 ^{BCD}	256,83±9,95 ^{BC}	281,16±25,26 ^B	265,83±5,49 ^B	294,73±16,59 ^{ABC}	250,66±1,33 ^B
G _{bov48m}	263,08±12,25 ^{CD}	259,33±2,75 ^{BC}	263,5±16,79 ^B	250,5±19,21 ^B	267,93±4,02 ^C	252,53±7,33 ^B
G _{bov+60m}	296,73±12,46 ^{BCD}	232,93±4,97 ^C	288,2±9,75 ^B	250,26±11,98 ^B	298,53±7,98 ^{ABC}	263,13±7,14 ^B
G _{humano}	350,83±22,48 ^A	341±19,27 ^A	342,66±8,85 ^A	310,2±29,33 ^A	320±24,06 ^{AB}	332,08±19,69 ^A

Letras diferentes significam diferença estatística para a mesma coluna.

Tabela 2. Microdureza Knoop nos diferentes terços de dentina.

	INCISAL			MÉDIO			CERVICAL		
	Superficial	Média	Profunda	Superficial	Média	Profunda	Superficial	Média	Profunda
G _{ovino}	71,31±4,53 ^A	57,51±3,89 ^B	42,19±5,51 ^A	65,31±4,58 ^{AB}	54,62±4,43 ^C	41,73±7,85 ^{BC}	58,91±4,03 ^{AB}	55,95±2,39 ^B	45,42±8,38 ^{BC}
G _{bov12m}	72,25±3,11 ^A	71,83±2,06 ^A	45,61±6,33 ^A	70,97±3,78 ^A	74,57±2,20 ^A	49,71±5,31 ^{AB}	63,38±3,89 ^A	67,64±2,42 ^A	43,23±3,55 ^{BCD}
G _{bov24m}	57,91±3,50 ^{BC}	61,68±3,17 ^B	52,37±5,65 ^A	61,23±6,48 ^{BCD}	65,4±2,81 ^B	55,01±4,72 ^{AB}	61,23±6,48 ^{AB}	65,4±2,81 ^A	55,00±4,72 ^A
G _{bov36m}	58,82±6,03 ^C	57,84±4,99 ^B	43,86±4,41 ^A	54,66±1,78 ^D	51,17±1,46 ^C	35,14±2,57 ^C	48,96±1,53 ^C	48,46±1,36 ^C	35,47±1,78 ^D
G _{bov48m}	53,27±4,76 ^C	54,97±2,69 ^B	42,36±4,17 ^A	56,67±1,13 ^{CD}	54,96±1,78 ^C	42,77±3,00 ^{BC}	47,16±0,74 ^C	48,78±1,09 ^C	40,48±2,75 ^{CD}
G _{bov+60m}	61,27±3,16 ^{BC}	62,19±2,57 ^B	43,46±5,56 ^A	57,09±1,25 ^{BCD}	63,16±1,97 ^B	35,64±4,92 ^C	52,63±1,02 ^{BC}	57,24±1,33 ^B	39,49±2,46 ^{CD}
G _{humano}	66,06±5,35 ^{AB}	58,59±5,25 ^B	51,06±4,26 ^A	63,84±6,19 ^{ABC}	61,57±4,23 ^B	52,59±2,52 ^{AB}	63,63±5,78 ^A	65,47±2,60 ^A	49,78±2,90 ^{AB}

Letras diferentes significam diferença estatística para a mesma coluna.

Tabela 3. Taxa de Fosfato/Carbonato presente nos diferentes terços de esmalte.

	INCISAL		MÉDIO		CERVICAL	
	Superficial	Profunda	Superficial	Profunda	Superficial	Profunda
G _{ovino}	0,037±0.001 ^B	0,045±0.001 ^B	0,045±0.01 ^{AB}	0.048±0.001 ^A	0,046±0.012 ^{AB}	0,051±0.012 ^{AB}
G _{bov12m}	0,067±0.008 ^A	0,066±0.005 ^A	0,059±0.01 ^A	0.061±0.004 ^A	0,058±0.009 ^A	0,064±0.007 ^A
G _{bov24m}	0,045±0.01	0,057±0.009 ^{AB}	0,040±0.004 ^B	0.057±0.007 ^A	0,044±0.003 ^{AB}	0,048±0.021 ^{AB}
G _{bov36m}	0,032±0.017 ^B	0,040±0.02 ^B	0,048±0.019 ^{AB}	0.065±0.027 ^A	0,042±0.004 ^{AB}	0,050±0.005 ^{AB}
G _{bov48m}	0,039±0.001 ^B	0,056±0.004 ^{AB}	0,038±0.003 ^B	0.058±0.005 ^A	0,049±0.014 ^{AB}	0,052±0.008 ^{AB}
G _{bov+60m}	0,048±0.007 ^B	0,049±0.008 ^{AB}	0,039±0.004 ^B	0.050±0.003 ^A	0,041±0.001 ^{AB}	0,055±0.005 ^{AB}
G _{humano}	0,032±0.004 ^B	0,045±0.002 ^B	0,037±0.003 ^B	0.048±0.005 ^A	0,030±0.018 ^B	0,035±0.018 ^B

Letras diferentes significam diferença estatística para a mesma coluna.

Tabela 4. Taxa de Fosfato/Carbonato presente nos diferentes terços de dentina.

	INCISAL			MÉDIO			CERVICAL		
	Superficial	Média	Profunda	Superficial	Média	Profunda	Superficial	Média	Profunda
G _{ovino}	0,041±0.012 ^C	0,030±0.025 ^B	0,025±0.021 ^B	0,046±0.012 ^B	0,026±0.018 ^B	0,028±0.017 ^B	0,059±0.022 ^A	0,055±0.038 ^A	0,040±0.023 ^A
G _{bov12m}	0,079±0.006 ^A	0,076±0.004 ^A	0,067±0.010 ^A	0,075±0.001 ^A	0,073±0.004 ^A	0,062±0.005 ^A	0,073±0.002 ^A	0,067±0.005 ^A	0,056±0.004 ^{AB}
G _{bov24m}	0,067±0.007 ^{AB}	0,075±0.003 ^A	0,074±0.003 ^A	0,075±0.001 ^A	0,070±0.002 ^A	0,067±0.004 ^A	0,064±0.013 ^A	0,071±0.002 ^A	0,062±0.004 ^B
G _{bov36m}	0,056±0.019 ^B	0,063±0.006 ^{AB}	0,057±0.015 ^A	0,070±0.002 ^A	0,063±0.003 ^A	0,063±0.005 ^A	0,070±0.002 ^A	0,072±0.008 ^A	0,062±0.006 ^B
G _{bov48m}	0,071±0.004 ^{AB}	0,071±0.013 ^A	0,066±0.002 ^A	0,073±0.007 ^A	0,074±0.012 ^A	0,069±0.009 ^A	0,068±0.011 ^A	0,072±0.007 ^A	0,065±0.006 ^B
G _{bov+60m}	0,064±0.005 ^{AB}	0,073±0.006 ^A	0,063±0.005 ^A	0,066±0.01 ^A	0,068±0.011 ^A	0,059±0.006 ^A	0,073±0.004 ^A	0,073±0.007 ^A	0,064±0.006 ^B
G _{humano}	0,066±0.005 ^{AB}	0,065±0.012 ^A	0,069±0.006 ^A	0,074±0.005 ^A	0,072±0.006 ^A	0,074±0.005 ^A	0,063±0.004 ^A	0,065±0.006 ^A	0,067±0.005 ^B

Letras diferentes significam diferença estatística para a mesma coluna.

Tabela 5. Intensidade de ligação da amida, representando o colágeno, presente nos diferentes terços de dentina.

	INCISAL			MÉDIO			CERVICAL		
	Superficial	Média	Profunda	Superficial	Média	Profunda	Superficial	Média	Profunda
G _{bov12m}	26,35±18.58 ^B	22,18±18.09 ^A	31,18±25.38 ^A	26,37±16.62 ^B	25,82±16.57 ^{AB}	32,40±19.58 ^A	23,71±11.81 ^B	26,65±21.52 ^A	37,90±25.04 ^A
G _{bov24m}	29,34±14.76 ^{AB}	37,35±21.22 ^A	29,17±14.27 ^A	21,72±16.18 ^B	18,30±16.14 ^B	25,36±25.91 ^A	23,31±16.13 ^B	25,46±13.22 ^A	30,58±14.71 ^A
G _{bov36m}	43,01±41.61 ^{AB}	32,06±35.38 ^A	32,95±22.89 ^A	27,52±17.04 ^B	20,78±15.17 ^B	35,95±23.57 ^A	28,79±16.09 ^B	24,76±17.63 ^A	33,45±22.13 ^A
G _{bov48m}	29,37±15.20 ^{AB}	33,08±17.49 ^A	38,72±18.63 ^A	30,98±12.51 ^B	23,01±14.77 ^{AB}	42,96±19.94 ^A	21,14±18.15 ^B	17,72±18.04 ^A	24,31±21.38 ^A
G _{bov+60m}	19,88±18.42 ^B	14,22±13.95 ^A	18,06±14.24 ^A	22,16±15.69 ^B	22,65±17.38 ^{AB}	23,59±17.74 ^A	37,85±14.21 ^{AB}	27,46±12.98 ^A	27,48±15.94 ^A
G _{humano}	74,25±23.47 ^A	52,72±19.28 ^A	43,60±16.72 ^A	74,19±23.34 ^A	52,81±13.18 ^A	50,86±14.54 ^A	95,14±75.10 ^A	64,44±42.01 ^A	65,40±40.74 ^A

Letras diferentes significam diferença estatística para a mesma coluna.

2.9 FIGURAS

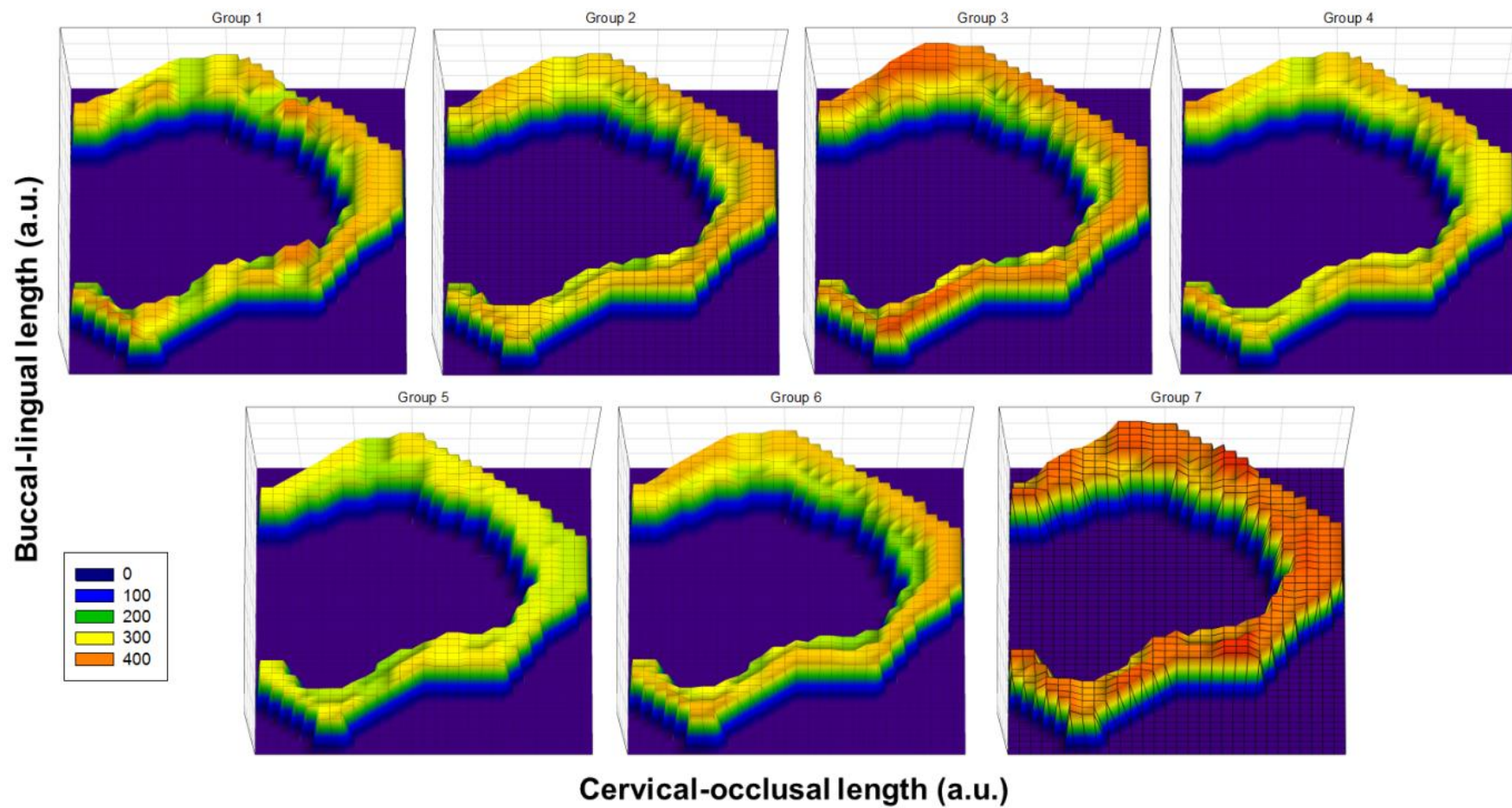


Figura 1. Microdureza Knoop nos diferentes terços do esmalte.

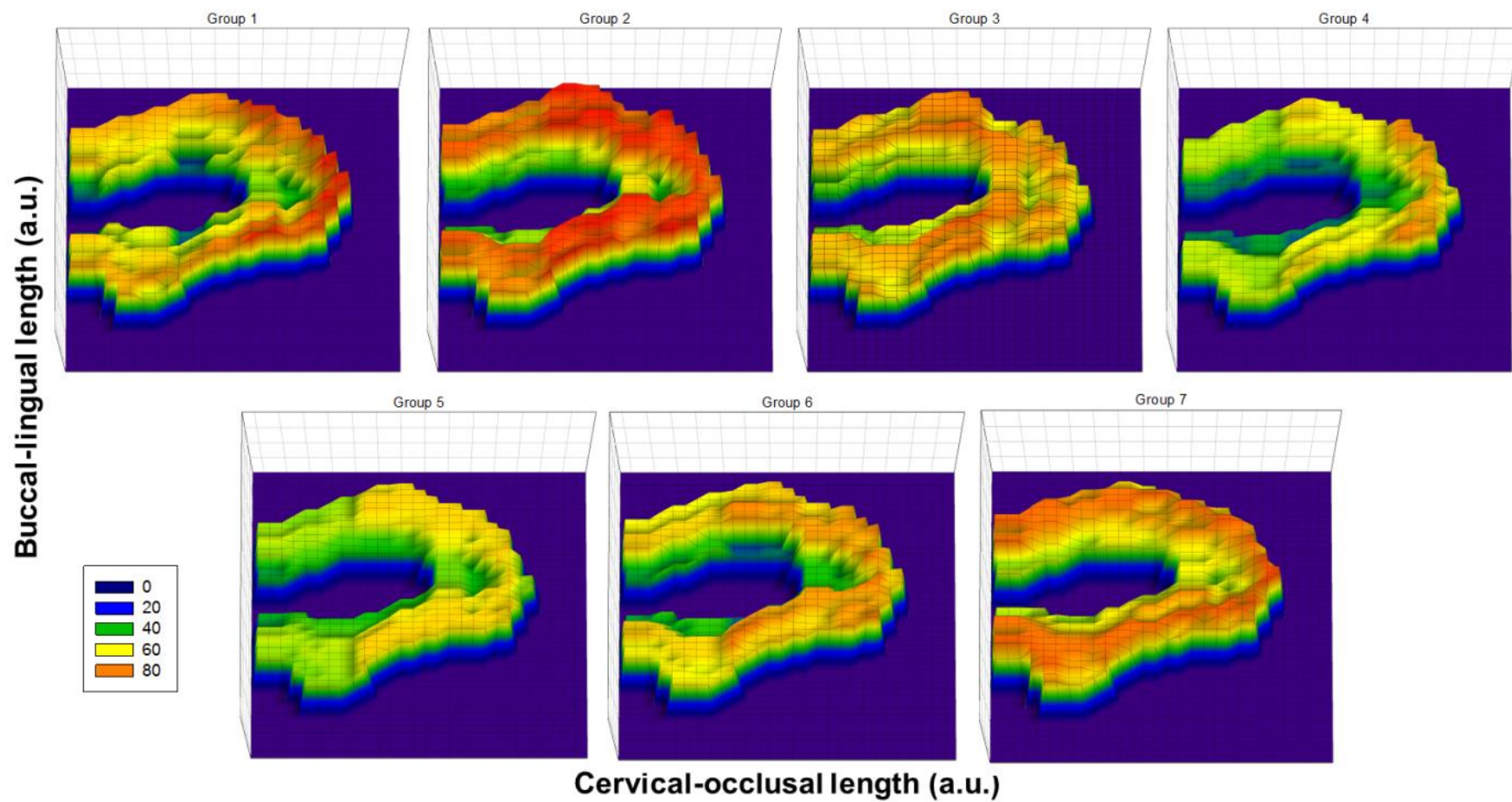


Figura 2. Microdureza Knoop nos diferentes terços de dentina.

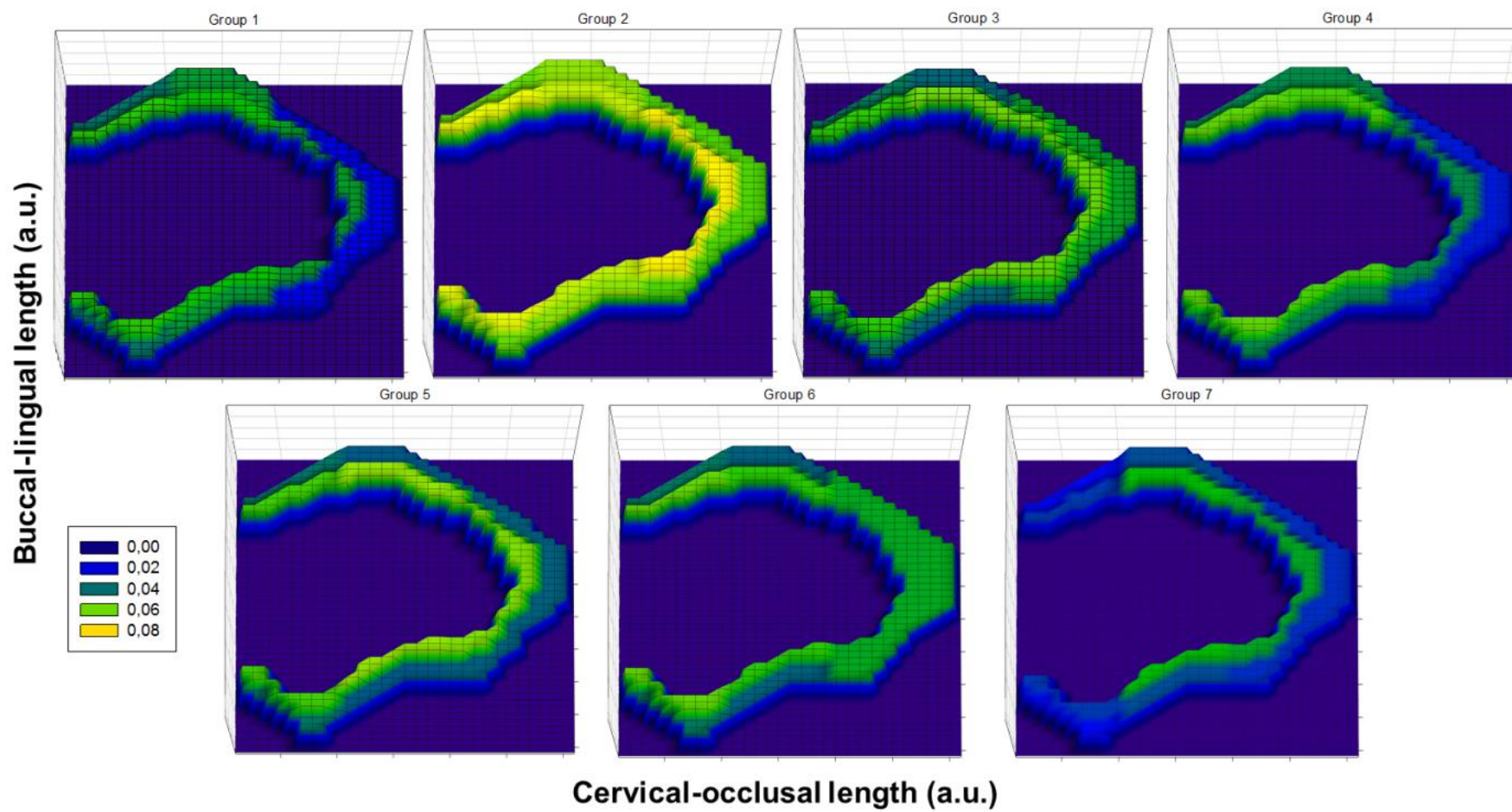


Figura 3. Taxa de Fosfato/Carbonato presente nos diferentes terços de esmalte.

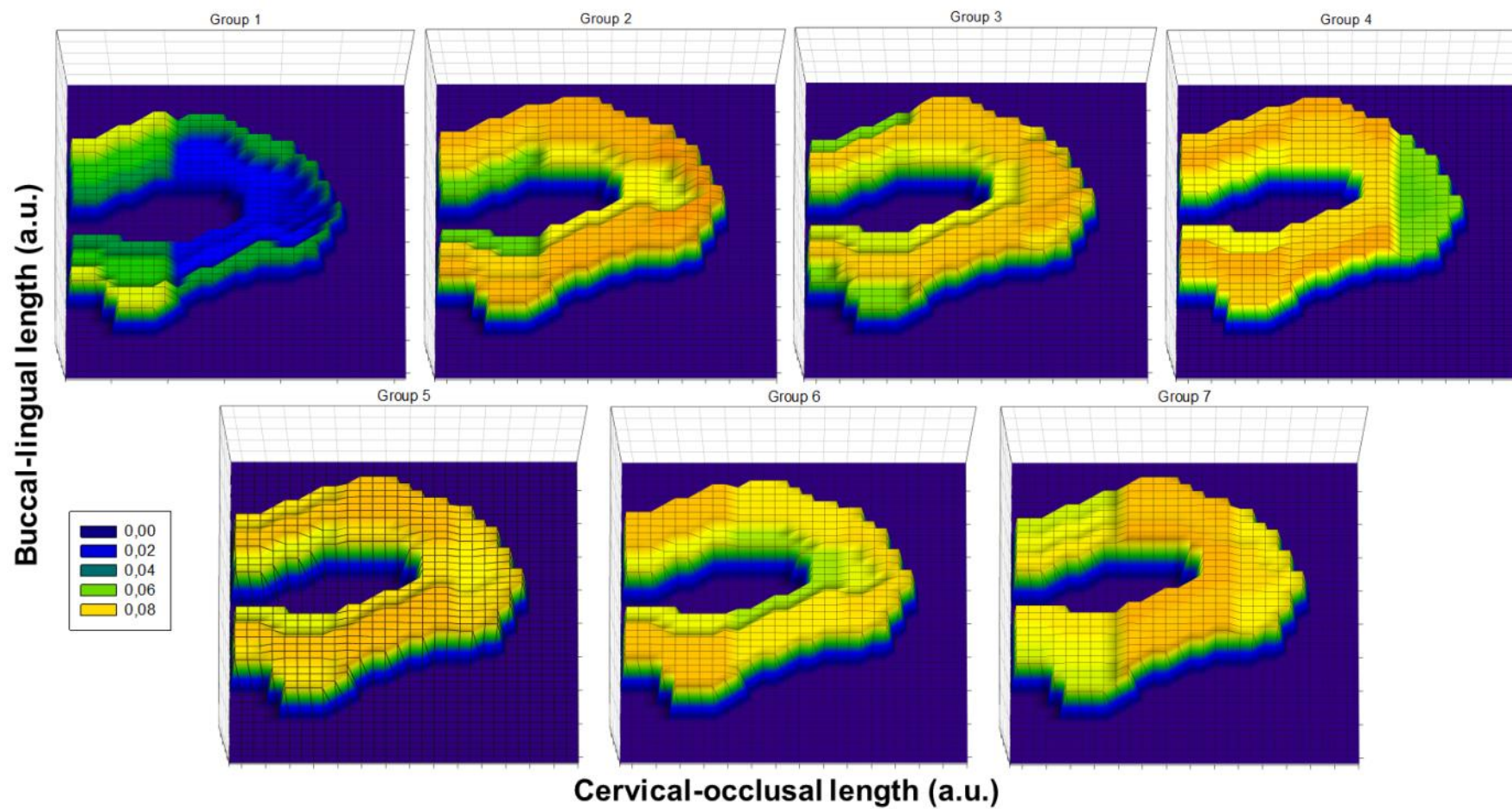


Figura 4. Taxa de Fosfato/Carbonato presente nos diferentes terços da dentina.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados deste estudo demonstram que o esmalte de dentes ovino e bovino não são substitutos adequados ao de dentes humanos. Porém, dentro das limitações do presente estudo, pode-se sugerir a utilização de dentes bovinos de 12 e 24 meses como substitutos à dentina de dentes humanos. Dessa forma, alternativas que apresentem similaridade a microdureza do esmalte humano devem ser buscadas.

A microdureza e a taxa Fosfato/Carbonato do esmalte e da dentina, respectivamente, foram diminuindo conforme o aumento da idade dos dentes bovinos. Sugere-se, portanto, que ocorre uma perda mineral com o passar dos anos nos dentes bovinos, sendo uma das causas da diminuição da microdureza dos mesmos. Entretanto, faz-se necessário analisar outros parâmetros do esmalte e da dentina para melhor caracterizar e compreender todos os mecanismos que afetam as características de microdureza e conteúdos mineral e orgânico destes tecidos.

Assim como os dentes humanos, os dentes bovinos apresentam características que se modificam com a idade (FONSECA et al., 2008). Desta forma os pesquisadores deveriam selecionar os dentes bovinos levando em consideração estas características, pois a idade do animal interfere nas propriedades analisadas.

Neste estudo foi possível concluir que o grupo que apresentou maior similaridade com o dente humano, em relação aos parâmetros de microdureza Knoop, concentração mineral e orgânica, obtidas através da Microscopia Raman vibracional, foi o grupo bovino de 24 meses de idade.

REFERÊNCIAS

- ABUABARA, A. et al. Evaluation of microleakage in human, bovine and swine enamels. **Braz. Oral Res.**, São Paulo, v. 18, no. 4, p. 312-316, 2004.
- BEDRAN-DE-CASTRO, A. K.; PEREIRA, P. N.; THOMPSON, J. Y. Influence of load cycling and tubule orientation on ultimate tensile strength of dentin. **J. Adhes. Dent.**, Chapel Hill, v. 6, no. 3, p. 191-194, 2004.
- CAMARGO, M. A.; MARQUES, M. M.; DE CARA, A. A. Morphological analysis of human and bovine dentine by scanning electron microscope investigation. **Arch. Oral Biol.**, Oxford, v. 53, no. 2, p. 105-108, Feb. 2008.
- CAMPOS, M. I. C.; CAMPOS, C. N.; VITRAL, R. W. F. O Uso de dentes bovinos como substitutos de dentes humanos em pesquisas odontológicas: uma revisão da literatura. **Pesqui. Bras. Odontopediatria Clín. Integr.**, João Pessoa, v. 8, n. 1, p. 127- 132, 2008.
- COLLARES, M. C. et al. Chlorhexidine application in adhesive procedures: a meta-regression analysis. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 15, no. 1, p. 11–18, 2013.
- EDMUNDS, D. H.; WHITTAKER, D. K.; GREEN, R. M. Suitability of human, bovine, equine, and ovine tooth enamel for studies of artificial bacterial carious lesions. **Caries Res.**, Basel, v. 22, no. 6, p. 327-336, 1988.
- FEAGIN, F.; KOULOURIDES, T.; PIGMAN, W. The characterization of enamel surface demineralization, remineralization, and associated hardness changes in human and bovine material. **Arch. Oral Biol.**, Oxford, v. 14, no. 12, p. 1407-1417, 1969.
- FEATHERSTONE, J. D.; MELLBERG, J. R. Relative rates of progress of artificial carious lesions in bovine, ovine and human enamel. **Caries Res.**, Basel, v. 15, no. 1, p. 109-114, 1981.
- FONSECA R. B. et al. Radiodensity and hardness of enamel and dentin of human and bovine teeth, varying bovine teeth age. **Arch. Oral Biol.**, Oxford, v. 53, no. 1, p. 1023 – 1029, 2008.
- KATCBURIAN, E. Conceitos de biomineralização. In: _____. **Histologia e embriologia oral: texto, atlas, correlações clínicas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. p. 11-22.
- KINNEY, J. H. et al. A micromechanics model of the elastic properties of human dentine. **Arch. Oral Biol.**, Oxford, v. 44, n. 10, p. 813–22, 1999.
- KINNEY, J. H. et al. The importance of intrafibrillar mineralization of collagen on the mechanical properties of dentin. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 82, no. 12, p. 957–61, 2003.
- LOPES, F. M. et al. Swine teeth as potential substitutes for in vitro studies in tooth adhesion: a SEM observation. **Arch. Oral Biol.**, Oxford, v. 51, no. 7, p. 548-551, 2006.

LOPES, M. B. et al. Comparative study of the dental substrate used in shear bond strength tests. **Braz. Oral Res.**, São Paulo, v. 17, no. 2, p. 171–175, 2003.

MARTIN, R. B.; BOARDMAN, D. L. The effects of collagen fiber orientation, porosity, density, and mineralization on bovine cortical bone bending properties. **J. Biomech.**, Elmsford, v. 26, no. 9 p. 1047–1054, 1993.

MATOS, I. C. et al. Utilização de dentes bovinos como possível substituto aos dentes humanos nos testes in vitro: revisão de literatura. **UFES Rev. Odontol.**, Vitória, v. 10, n. 2, p. 58-63, 2008.

PASHLEY, D. H. et al. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. **Dent. Mater.**, Washington, v. 11, no. 2, p. 117–125, 1995.

POOLE, D. F.; SHELLIS, R. P.; TYLER, J. E. Rates of formation in vitro of dental caries-like enamel lesions in man and some non-human primates. **Arch. Oral Biol.**, Oxford, v. 26, no. 5, p. 413-417, 1981.

REIS, A. F. et al. Comparison of microtensile bond strength to enamel and dentin of human, bovine, and porcine teeth. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 6, no. 2, p. 117–121, 2004.

SCHILKE, R. et al. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. **Arch. Oral Biol.**, Oxford, v. 45, no. 1, p. 355-361, 2000.

SCHMALZ, G. et al. Permeability characteristics of bovine and human dentin under different pretreatment conditions. **J. Endod.**, Baltimore, v. 27, no. 1, p. 23–30, 2001.

TAKAGI, S.; LIAO, H.; CHOW, L. C. Effect of tooth-bound fluoride on enamel demineralization/ remineralization in vitro. **Caries Res.**, Basel, v. 34, no. 4, p. 281-288, 2000.

TITLEY, K. C. Adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 67, no. 12, p. 1523-1528, 1988.

YAMAMOTO, L. T. **Influência da dentina bovina e do dispositivo de microtração na resistência de união de sistemas adesivos.** 2014. 87 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Campus de São José dos Campos, São José dos Campos. 2014.

YASSEN, G. H.; PLATT, J. A.; HARA, A. T. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. **J. Oral Sci.**, Tokyo, v. 53, no. 3, p. 273-282, 2011.

WEGEHAUPT, F. J.; WIDMER, R.; ATTIN, T. Is bovine dentine an appropriate substitute in abrasion studies? **Clin. Oral Invest.**, Berlin, v. 14, no. 1, p. 201–205, 2010.

ANEXO A – TERMO DE DOAÇÃO BANCO DE DENTES

Anexo 8



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL



Faculdade de Odontologia

Declaração ao Comitê de Ética em Pesquisa

Ofício nº 0003-2010

Declaramos para fim de comprovação no Comitê de Ética em Pesquisa que o Banco de Dentes Humanos desta universidade se compromete, caso seja aprovado o projeto, a fornecer 05 (cinco) permanentes e 05 (cinco) ^{decíduos} dentes humanos para serem usados no projeto de pesquisa intitulado Análise da morfologia, da dureza e da resistência da união de dentes de modelos animais comparados aos humanos.

, sob responsabilidade do (a) professor (a) Susana Maria Werner Samuel

As referidas peças dentárias estão registradas no nosso livro de doações com os Termos de Doação arquivados.

Porto Alegre, 26 de novembro de 2010

Assinatura responsável pelo BDH

ANEXO B – CARTA DE DOAÇÃO

FRIGORÍFICO DO SUL LTDA

CNPJ 053113620001-17

Rincão do Sobrado

Passo do Sobrado, 03 de abril de 2010

À equipe do Laboratório de Materiais Dentários da UFRGS

O Frigorífico do Sul está doando 20 (vinte) mandíbulas bovinas e 10 (dez) mandíbulas ovinas ao Laboratório de Materiais Dentários da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para utilização dos dentes em suas atividades de ensino e pesquisa. Afirmamos que tais mandíbulas são provenientes de animais de corte, abatidos exclusivamente para consumo da carne, e que seriam descartadas.

Atenciosamente,



Ampelio Schena

Diretor Industrial