



## Rugoscopia palatina

### USO DA TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO TRIDIMENSIONAL NA RUGOSCOPIA PALATINA

#### *The use of 3D printing technology on palatine rugoscopy*

Graziela Santos de Oliveira<sup>1</sup>, Jeidson Antônio Moraes Marques<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduada em Odontologia e Pós-Graduada em Odontologia Legal pela Uningá, Lauro de Freitas-BA, Brasil.

<sup>2</sup> Doutorado em Odontologia Preventiva e Saúde pela FOA/ UNESP e Pós-Doutorando em Medicina Dentária Forense pela Universidade de Coimbra-Portugal.

#### Informação sobre o artigo

Recebido: 26 Ago 2015

Aceito em: 12 Jan 2016

#### Autor para correspondência

Graziela Santos de Oliveira

\*Alameda Praia de Alcobaça, 110

Condomínio Vila da Praia casa 18, Stella Maris

Salvador-BA, Brasil CEP: 41600-130

Email: [grazisoliv@gmail.com](mailto:grazisoliv@gmail.com)

## RESUMO

A Rugoscopia Palatina é um processo pelo qual se pode obter a identificação humana. As rugas palatinas se encontram na parte anterior do palato e correspondem aos requisitos para aplicação na identificação humana. Além das técnicas tradicionais, hoje, com o aprimoramento da tecnologia digital, já é possível também obter as rugas através da digitalização 3D. E mais, utilizar a impressão 3D de modelos de estudos computadorizados e aplicar nas técnicas periciais. Diante disso, o trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade das rugas palatinas nos modelos impressos em 3D e o potencial uso em perícias forenses. Foram selecionados quatro modelos do arco superior para digitalização em 3D com uso de um tomógrafo computadorizado de feixe cônico (i-CAT). Estes foram exportados para o programa InVesalius, depois MeshLab e por último o *software* Repetier-Host. Os modelos obtidos foram nas cores: amarelo, verde e cinza – plástico ABS e; incolor – plástico PLA. O modelo amarelo recebeu acabamento com acetona PA e o verde com líquido acrílico. Os demais modelos não receberam acabamento com produtos químicos. Para análise das rugas palatinas foram utilizados três critérios: primeiro - que o avaliador utilizasse o tipo de classificação de Ubaldo Carrea; segundo - comparar o grau de nitidez das rugas entre os modelos impressos e; terceiro - comparar a qualidade de lisura entre os modelos. O modelo amarelo apresentou-se com lisura superficial maior quando comparado ao verde, no entanto, a nitidez para avaliação das

rugos foi melhor no modelo verde. Concluiu-se que a tecnologia tridimensional pode ser usada na análise das rugas palatinas no âmbito forense, pois as alterações sofridas durante a digitalização e impressão dos modelos são mínimas. Deve-se ficar atento ao material plástico e o pós-processamento do modelo impresso com produtos químicos.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Impressão Tridimensional; Odontologia Legal; Rugosopia Palatina.

## **INTRODUÇÃO**

A Rugosopia Palatina é o processo pelo qual se pode obter a identificação humana<sup>1</sup>, sendo fundamentada no estudo de identificação e individualização através da forma, tamanho e posição das pregas/rugas ou cristas palatinas. Estas se encontram na parte anterior do palato da mucosa, sendo possível sua aplicação na identificação tanto no cadáver recente como no indivíduo vivo<sup>2-4</sup>.

O conjunto das rugas é espécie-específico, sendo assimétrico nos humanos, o que os diferencia dos demais mamíferos e ainda correspondem aos requisitos técnicos para aplicação na identificação humana, que são: Unicidade ou Individualidade, Imutabilidade, Perenidade, Praticabilidade e Classificabilidade<sup>5</sup>.

Histologicamente, as rugas palatinas são formadas no terceiro mês de vida intrauterina e originadas do tecido conjuntivo

denso da submucosa, fibroso e são recobertas pelo epitélio estratificado<sup>3,5-7</sup>. Anatomicamente estão dispostas na mucosa do palato duro, identificando a rafe palatina, um sulco ântero-posterior, central, limitado por um conjunto de cristas lineares<sup>5,7</sup>.

Muitas são as classificações das rugas palatinas por diferentes autores. A classificação de Trobo Hermosa (1932) consiste na divisão de grupo: Simples – uso de letras maiúsculas de ‘A’ a ‘F’, e; Composta - que resulta da união de duas ou mais rugas, representada pela letra ‘X’<sup>3</sup>. Ubaldo Carrea (1937) as divide em quatro tipos de acordo com a direção. São os tipos de rugas: I - ruga palatina com direção pósterio-anterior; II - ruga palatina perpendicular à rafe palatina mediana; III - ruga palatina com direção ântero-posterior e; IV - ruga palatina orientada em várias direções. Já Martins dos Santos (1946) facilitou a caracterização

individual das rugas, dividindo-as conforme a sua localização em: Ruga Inicial: representada por uma letra maiúscula, é a ruga mais anterior do lado direito da rafe palatina mediana; Rugas Complementares: representadas por números, são as restantes rugas que se situam do lado direito da rafe palatina mediana; Ruga Subinicial: também representada por uma letra maiúscula, é a ruga mais anterior situada no lado esquerdo da rafe palatina mediana e; Rugas Subcomplementares: são as restantes rugas que se encontram do lado esquerdo da rafe palatina mediana<sup>3,5</sup>.

Algumas técnicas podem ser empregadas para se obter as rugas palatinas para estudo. Uma delas é a moldagem de impressão do arco superior com alginato ou silicone para obtenção do modelo em gesso e após contorno das rugas com a grafite pode realizar a fotocópia do modelo em folha de papel<sup>3,8</sup>. Outra técnica utilizada é a fotografia do palato com o auxílio de um espelho intrabucal<sup>5</sup>.

Hoje, com o aprimoramento da tecnologia digital, já é possível também obter as rugas palatinas através da digitalização com o uso

de tomógrafos computadorizados que nos dá uma precisão maior com a tecnologia tridimensional.

A tomografia computadorizada (TC) é um método radiológico não invasivo, rápido, fidedigno e de alta precisão diagnóstica que permite obter a reprodução de uma secção do corpo humano em quaisquer uns dos três planos do espaço, utilizando o computador como elemento centralizador dos complexos mecanismos relacionados à técnica<sup>9-10</sup>.

O advento da tomografia computadorizada de feixe cônico representa o desenvolvimento de um tomógrafo relativamente pequeno e de menor custo<sup>11</sup>, especialmente indicado para a região dentomaxilofacial. O desenvolvimento desta nova tecnologia está provendo à Odontologia a reprodução da imagem tridimensional dos tecidos mineralizados maxilofaciais, com mínima distorção e dose de radiação significativamente reduzida em comparação a TC tradicional<sup>12</sup>.

A natureza digital da TC permite introduzir melhoras na qualidade da imagem por meio da computação gráfica e diferente das

radiografias convencionais, o fator de magnificação da TC é nulo, ou seja, a imagem em TC reproduz o tamanho real do objeto digitalizado<sup>13</sup>.

A análise das imagens pode ser feita por sobreposição destas, tanto de forma manual ou por imagens digitalizadas. Estas podem ser feitas através do escaneamento das imagens ou de fotografias digitais e podem ser manipuladas através do programa Photoshop ou Gimp<sup>14</sup>.

Em 1973, Kogon e Ling (*apud* MARTINS FILHO *et al.*, 2009)<sup>2</sup> em seu estudo descreveram uma técnica de sobreposição de fotografias que pode ser aplicada facilmente com equipamento de fotografia convencional para a comparação de rugas palatinas, utilizando um software específico. Permitindo assim uma melhora significativa no reconhecimento e identificação de indivíduos<sup>15</sup>.

As técnicas periciais podem lançar mão de recursos tecnológicos desenvolvidos para outros fins e que podem ajudar na investigação de crimes. Um exemplo desses recursos é a prototipagem rápida. Esta obtém um modelo físico (em 3D) com as

mesmas características geométricas do virtual. Os modelos são baseados nas imagens tomográficas computadorizadas ou digitalizados tridimensionalmente a partir do objeto de estudo. Para isso, utiliza-se um *scanner* 3D ou tomógrafo de feixe cônico. Dessa forma é possível gerar a reconstrução tridimensional do modelo em estudo<sup>14</sup>.

Hoje, com o avanço da tecnologia, um modelo de estudo computadorizado pode ser impresso utilizando tecnologia de impressão 3D. Esta vem se aprimorando significativamente nos últimos 10 anos. As impressoras têm a capacidade para imprimir em qualquer escala a partir de quase todos os tipos de materiais. Sendo uma vantagem dessa nova técnica a resolução espacial de captar detalhes microscópicos de estruturas selecionadas<sup>16</sup>.

Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade das Rugas Palatinas nos modelos de impressão 3D e o potencial uso em perícias forenses.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Este estudo qualitativo consistiu na análise de 04 (quatro)

modelos do arco dental superior, selecionados aleatoriamente.

Posteriormente foi feita a digitalização em 3D dos modelos de gesso dos arcos dentais utilizando um tomógrafo computadorizado de feixe cônico (i-CAT ®) para fins de pesquisa.

Os modelos em 3D capturados no tomógrafo foram exportados para um programa específico, InVesalius, que tem a finalidade de ler o arquivo no formato "DICOM" e o transforma em arquivo tridimensional. Esses arquivos em 3D foram abertos no *software* MeshLab em formato "STL", que é um arquivo com capacidade imprimível.

A etapa subsequente foi utilizar outro programa, Repetier-Host, que é usado para preparar as imagens 3D para impressão. Essa preparação é feita em fatiamento ou linhas e pode ser utilizada em qualquer tipo de impressora 3D. A utilizada neste projeto foi a de marca Sethi3D® de fabricação no Brasil.

Foram utilizados 02 (dois) tipos de materiais plásticos para impressão dos modelos: 1. Plástico ABS e; 2. Plástico PLA (material biodegradável). Sendo que as cores

disponíveis foram: amarelo, verde, cinza e incolor (biodegradável).

Após impressão dos arquivos na impressora Sethi3D®, alguns modelos passaram por processo de acabamento e polimento. Foram usadas as substâncias: acetona P.A (vapor) no modelo de cor amarelo e; líquido de acrílico – monômero de metil metacrilato – (vapor) no modelo de cor verde. Nos demais modelos não foram feitos acabamento e polimento para posterior avaliação, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Materiais e acabamento utilizados nos modelos.

<b>Modelos (cor)</b>	<b>Material</b>	<b>Acabamento</b>
Amarelo	Plástico ABS	Acetona PA
Verde	Plástico ABS	Líquido Acrílico
Cinza	Plástico ABS	-
Incolor	Plástico PLA	-

Vale ressaltar que no modelo incolor foram feitos riscos com grafite 0.7 B (lado esquerdo) e com papel carbono preto (lado direito) para melhor visualização das rugas palatinas. Este foi o único que se utilizou o modelo em gesso para comparação e classificação das rugas palatinas.

A avaliação da qualidade das rugas palatinas nos modelos impressos foi feita por um profissional da Odontologia Legal. Como critérios: 1. Foi solicitado pelos autores deste artigo que o avaliador utilizasse o tipo de classificação das rugas segundo Ubaldo Carrea (1937); 2. Comparação do grau de nitidez das rugas entre os modelos impressos e; 3. Comparação da qualidade de lisura entre os modelos, já que os materiais para acabamento e polimento foram diferentes.

O método de classificação das rugas escolhido pelos autores foi aleatório, já que o objetivo era avaliar a qualidade das rugas nos modelos impressos e um potencial uso em perícias forenses. E como são vastas as classificações das rugas por vários autores, qualquer um poderia ser utilizado neste método comparativo.

## **RESULTADOS**

A partir do uso da tecnologia digital foram obtidos 4 modelos do arco superior em impressão 3D nas cores: amarelo, verde, cinza e incolor.

De acordo com o avaliador, no modelo de cor amarelo (Figura 1)

a qualidade da lisura permitiu uma boa visualização das rugas palatinas. Sendo que essas puderam ser classificadas de acordo com a classificação de Carrea em tipo I de ambos os lados (direito e esquerdo).



Figura 1. Modelo 3D impresso em plástico ABS amarelo.

No modelo de cor verde (Figura 2), o avaliador percebeu que a qualidade da visualização foi superior quando comparado com o modelo amarelo. A impressão das rugas apresentou maior precisão de nitidez, mesmo com a lisura inferior ao modelo anterior. Pela classificação de Carrea são do tipo II para ambos os lados. Não foi relatado limitação quanto à nitidez durante a análise.

Na avaliação do modelo de cor cinza (Figura 3), o observador considerou a qualidade de nitidez

das rugas palatinas aquém dos modelos verde e amarelo. A falta do acabamento e polimento com algum produto químico limitou a visualização da análise das rugas. Foram classificadas do tipo I, no lado esquerdo e, do tipo II, no lado direito. O orifício deixado no centro do palato do modelo impresso comprometeu a visualização das rugas complementares e subcomplementares, do lado direito e esquerdo respectivamente, classificação esta dada por Martins dos Santos, em 1946<sup>3,5</sup>.



Figura 2. Modelo 3D impresso em plástico ABS verde.

Por último, o modelo incolor (Figura 4), que utilizou um material diferente dos demais para impressão foi considerado com total limitação de visualização e nitidez na região anterior do palato. Mesmo com os riscos de grafite e papel

carbono na região das rugas, feitos para melhorar a qualidade na visualização, não foi possível classificá-las. No modelo de gesso, que corresponde a essa cópia de impressão, as rugas puderam ser classificadas em tipo IV lado esquerdo e tipo II do lado direito - Tabela 2.



Figura 3. Modelo 3D impresso em plástico ABS cinza.



Figura 4. Modelo 3D impresso em plástico PLA incolor.

Tabela 2. Classificação das rugas palatinas nos modelos impressos em 3D.

<b>Modelos (cor)</b>	<b>Classificação (Carrea)</b>
Amarelo	Tipo I (ambos os lados)
Verde	Tipo II (ambos os lados)
Cinza	Tipo I (esquerdo) Tipo II (direito)
Incolor	--

## **DISCUSSÃO**

É sabido que as rugas palatinas não se alteram na sua forma nem em quantidade, mas o seu comprimento aumenta significativamente com a idade<sup>17</sup>. Isso faz com que a Rugoscopia Palatina seja utilizada como um método de identificação confiável, preenchendo os requisitos básicos para identificação humana. Apesar de não ser considerada como um método primário para identificação forense.

O uso das rugas para identificação humana se dá por um método comparativo, assim, faz-se necessário o modelo do arco dental superior, seja em gesso ou arquivo digital prévio. Uma vez que, podem ser obtidas inevitavelmente com uma moldagem padrão para Ortodontia ou Prótese Dentária.

Tradicionalmente a moldagem é feita com material do tipo alginato ou silicona e com moldeiras pré-fabricadas para em seguida o molde ser vazado em gesso tipo pedra ou especial, e assim, ser obtido o modelo com a impressão das rugas.

Por muitas décadas a análise dos modelos em gesso era feita apenas manualmente. Com o avanço da tecnologia muitos profissionais lançaram mão da tecnologia digital 3D<sup>18</sup>. Isso é comprovado com as análises de marcas de mordida feitas em alimentos e em modelos de gesso de pessoas suspeitas<sup>14</sup>. Dessa forma, com modelos de gesso em mãos é possível analisar também as rugas palatinas, uma vez que estas se localizam na região mais anterior do palato do arco superior<sup>3,5</sup>.

Para alguns autores os modelos digitais não comprometem o planejamento e são confiáveis para avaliação de diagnóstico, assim como os de gesso<sup>18-19</sup>. O que possibilita o seu uso na Odontologia Forense, não apenas para análise dos dentes, mas também das rugas palatinas como método de identificação humana.

Outros autores compararam três processos de digitalização tridimensional para obtenção de partes humanas impressas em 3D. E concluíram que os três processos (Scanner a Laser de ponto – fixo –, Scanner a Laser de Linha por Transangulação – móvel – e Fotogrametria) mostraram-se satisfatórios, porém a Fotogrametria apresentou em média 5mm de erro para aplicação de impressão 3D de partes humanas<sup>20</sup>.

Os modelos digitais obtidos por meio do *scanner* de superfície são importantes instrumentos de trabalho e pesquisa por possuírem um grande potencial para investigações devido à facilidade do uso e por permitirem inúmeras avaliações nos modelos de estudo<sup>21</sup>. Relacionando com o trabalho pericial dos odontologistas, pode ser considerado facilitador para uma avaliação comparativa *post mortem* das rugas palatinas quando apenas tiver acesso ao modelo digital do arco superior. Assim, será possível a moldagem do arco superior do cadáver (caso o tecido mole esteja conservado) e ser feito a comparação do *ante* (modelo digital) e *post mortem* de três formas. Sendo: 1. Diretamente

com o modelo de gesso *post mortem*; 2. Ambos em arquivo digital e; 3. Se o perito tiver acesso a um equipamento de impressora 3D e fazer uma comparação entre os modelos impressos.

Com o objetivo de criar modelos impressos em tecnologia 3D de doença do tipo cardiopatia congênita e comparar com medidas de ecocardiografia convencional 2D, no campo médico, alguns autores concluíram que os modelos impressos tiveram medidas tecnicamente viáveis. Ainda afirmaram que a tecnologia de impressão 3D é uma ferramenta acessível para tomada de decisão e planejamento para crianças com cardiopatias congênitas<sup>16</sup>.

A prototipagem rápida (modelo impresso em 3D) é um conjunto de métodos usados para fabricar objetos físicos diretamente de fontes de dados gerados em computadores. Assim, ligam os materiais camada a camada de forma a construir o objeto desejado, que na área da saúde é denominado biomodelos<sup>22</sup>.

Os protótipos não são criados, e sim copiados a partir da captura de imagens da região de interesse por um tomógrafo<sup>23</sup>. Os

cortes axiais são empilhados por meio de programas específicos para gerar a reconstrução tridimensional para posteriormente esse modelo ser enviado a uma impressora tridimensional, fazendo com que a reprodução seja realizada e, após esta etapa, os protótipos são submetidos ao pós-processamento, no intuito de torná-los mais resistentes<sup>22</sup>.

No âmbito forense os protótipos podem ser utilizados em casos que os peritos tenham apenas o modelo digital ou nos casos em que seja necessário o estudo do modelo em gesso por tempo prolongado. E com a finalidade de preservar e não danificar o modelo, pois o gesso é um material friável e de fácil destruição, em uma situação de queda, por exemplo.

Geralmente o material utilizado nos equipamentos é um termoplástico tipo ABS (acrilonitrilo butadieno estireno), PLA (ácido polilático) e similares<sup>24</sup>. O plástico ABS é um dos termoplásticos de Engenharia mais utilizado. Seus compostos de 3 monômeros possui ótima resistência ao impacto, excelente resistência ao calor e ao ataque de produtos químicos e boa

processabilidade<sup>25</sup>. Todas essas vantagens foram conferidas durante e após a impressão dos modelos (amarelo, verde e cinza) neste estudo. Na área pericial essas vantagens são relevantes, uma vez que seja necessário o transporte do modelo para análises, bem como a conservação prolongada e sem riscos de danificá-lo, até a conclusão de uma identificação humana.

O plástico PLA, por ser um poliéster termoplástico feito com ácido láctico a partir de fontes renováveis é considerado um material biodegradável. Também com vantagem de ser compostável, ter poder de incineração e ser reciclável. Vale ressaltar que, para sua característica de reciclagem, a proporção deve ser de 1% de PLA e 99% de resinas convencionais ou o próprio PLA puro<sup>26</sup>.

Diversos programas podem ser utilizados com a capacidade de processar as imagens no formato DICOM, bidimensionais, e convertê-las em um modelo tridimensional no formato STL a ser utilizado pela máquina de prototipagem para confeccionar os biomodelos<sup>23</sup>.

Neste estudo o *software* utilizado foi o InVesalius. Este

*software*, assim como os demais utilizados para área médica, funciona utilizando uma série de imagens bidimensionais captadas por ressonância magnética ou tomografia computadorizada para construir um modelo tridimensional virtual. A vantagem em relação aos outros é por ser um *software* brasileiro, livre, gratuito e opera em computadores comuns e possui uma interface de fácil operação, já que foi desenvolvido com a cooperação constante de profissionais da área médica<sup>27</sup>.

A vantagem de se realizar a impressão dos modelos é para perpetuar a peça, caso em algum momento da fase de investigação pericial haja um problema técnico em um computador que esteja sendo usado com os arquivos. Dessa forma, o protótipo se manterá mais viável para análises.

Os materiais pós-impressão 3D dos modelos utilizados nesta pesquisa foram o líquido acrílico e acetona PA. A acetona é um produto químico utilizado após impressão das peças com o intuito de deixar um acabamento com superfície lisa, no entanto, foi observado remoção de detalhes das peças. E por isso é necessária a

atenção do perito em todas as fases de processamento do modelo.

As peças de plástico ABS podem ser totalmente submersas em acetona por 10 segundos e rapidamente removidas e lavada com água destilada. Porém não é um método recomendado para modelos com geometrias complexas, pois atua por dissolução da superfície, podendo até derreter completamente um modelo impresso em 3D<sup>28</sup>.

Sendo assim, por considerarmos as rugas palatinas estruturas com formas geométricas complexas, optou-se pela técnica do depósito de vapor nos modelos estudados. Uma vez que, esta técnica apesar de mais demorada é mais controlável e mais facilmente aplicada e é ideal para modelos que possuam formas complexas<sup>28</sup>. Uma vez que o objetivo é manter a cópia do modelo o mais próximo possível do original.

Corroborando com a descrição acima, o modelo amarelo, no qual foi utilizada a acetona PA, mostrou-se com mais lisura de superfície. Sendo possível ver os detalhes das rugas palatinas. Ressalta-se que, nos casos periciais, todo detalhe deve ser

considerado para que a identificação humana seja eficaz, uma vez que, as rugas são consideradas únicas para cada pessoa. Deve-se ficar atento ao acabamento da peça, pois se for utilizado o produto fora do tempo programado de cada fabricante, o risco de um insucesso na identificação é grande.

O modelo de cor verde que recebeu o líquido acrílico no acabamento mostrou ainda mais nítido e rico nos detalhes. O líquido acrílico também é chamado de monômero de metil metacrilato. Na sua composição pode-se encontrar acetona, ácido cianídrico e álcool metílico. É considerado um produto químico bastante inflamável e quando exposto a luz tende a polimerizar, por isso é adicionado um inibidor que pode ser: hidroquinona, metil éter de hidroquinona ou topano<sup>29</sup>.

## **CONCLUSÃO**

Fundamentado na metodologia empregada e nos resultados obtidos, conclui-se que a tecnologia digital tridimensional pode ser usada com segurança na área forense. Uma vez que as alterações que podem sofrer as

estruturas digitalizadas e impressas são mínimas, não comprometendo a análise das rugas palatinas.

Por outro lado, o pós-processamento das estruturas impressas em 3D deve receber um pouco mais de atenção, pois, os produtos químicos utilizados para adquirir uma lisura superficial da peça podem danificar as mesmas se o uso for de forma errônea.

Deve-se ficar atento ao material plástico para impressão dos modelos em 3D. Nem todos os materiais possuem a mesma metodologia de uso e nem concedem um resultado favorável para análise detalhada das rugas palatinas.

A técnica de impressão 3D apesar de ser eficaz - assim comprovada em trabalhos publicados - talvez ainda esteja um pouco distante de ser incorporada nos casos para identificação humana, no que diz respeito às rugas palatinas. Isso se dá principalmente porque a Rugoscopia Palatina não é considerada um método primário de identificação, apesar de preencher todos os requisitos básicos. Pois a dificuldade de encontrar o tecido mole sem degradação é grande,

ainda mais em casos de desastres em massa.

## ABSTRACT

Palatal rugoscopy is the name given to the study of palatal rugae situated on the anterior hard palate of the mouth in order to meet the criteria requested to the Human Identification. Besides the standard forensic techniques, it has already been possible to obtain palatal rugae images through scanning three-dimensional (3D) technology. It is also feasible to use 3D printed models in computerized studies and technical forensic application. This study aims to evaluate the qualities of palatine rugae in 3D printing models and potential use for forensics. It was chosen four models of upper alveolar arch to be 3D scanned and an i-CAT cone beam computed tomography was used. These scanning models were exported to InVesalius, afterwards to MeshLab and finally Repetier-Host software. The following colors obtained were yellow, green and gray. It was used both ABS and colorless PLA thermoplastic. The yellow model was finished with acetone PA and the green model with liquid acrylic. The other models were not finished with chemicals. Three criteria were used to analyze palatine rugae. First, it was used Ubaldo Carrea's classification. Second, the sharpness of rugae were compared by the printing models. Third, the quality of models was compared among themselves. The yellow model has better smooth surface compared to the green one. However, the green model was the best to evaluate the sharpness of rugae. It has been concluded that 3D technology can be used to analyze palatine rugae in forensic science, because the differences of models undergone by scanning and printing were minimal. It should be aware of the plastic material and the post-processing methods of the models printed with chemicals.

## KEYWORDS

3D Printing; Forensic Dentistry; Palatine Rugoscopy.

## REFERÊNCIAS

1. França GV. Medicina Legal. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2012.
2. Martins Filho IE et al. Palatal rugae patterns as bioindicators of identification in Forensic Dentistry. RFO. 2009; 14(3): 227-33.
3. Tornavoi DC, Silva RHA. Rugoscopia palatina e a aplicabilidade na identificação humana em odontologia legal: revisão de literatura. Saúde, Ética & Justiça. 2010; 15(1): 28-34.
4. Miranda RF, Lima LNC, Tinoco RLR, Rabello PM, Costa e Silva APS, Daruge Junior E. Palatal rugoscopy as a method of human identification. Odonto. 2011; 19(38): 71-9.
5. Borborema ML. Rugoscopia Palatina. In: Vanrell JP. Odontologia Legal e Antropologia Forense. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2009. p. 285-6.

6. Almeida MA. et al. Stability of the palatal rugae as landmarks for analysis of dental casts. *Angle Orthod.* 1995; 65(1): 43-8.
7. Bansode SC, Kulkarni MM. Importance of palatal rugae in individual identification. *J Forensic Dent Sci.* 2009; 1: 77-81. DOI: 10.4103/0974-2948.60378.
8. Sharma P, Saxena S, Rathod V. Comparative reliability of cheiloscopy and palatoscopy in human identification. *Indian J Dent Res.* 2009; 20: 453-57. DOI: 10.4103/0970-9290.59451.
9. Rodrigues A F, Vitral RWF. Aplicações da Tomografia Computadorizada na Odontologia. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr.* 2007; 7(3): 317-24.
10. Garib DG, Raymundo Jr R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2007; 12(2): 139-56.
11. Zamora N, Llamasb JM, Cibrián R, Gandiab JL, Paredesa V. Cephalometric measurements from 3D reconstructed images compared with conventional 2D images. *Angle Orthodontist.* 2011; 81(5): 856-64. DOI: 10.2319/121210-717.1.
12. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical Applications of Cone-Beam Computed Tomography in Dental Practice. *J Can Dent Assoc.* 2006; 72(1): 75–80.
13. Cavalcanti MGP, Ruprecht A, Vannier MW. Evaluation of an ossifying fibroma using three-dimensional computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2001; 30: 342-5.
14. Marques J, Musse J, Caetano C, Corte-Real F, Corte-Real AT. Analysis of Bite Marks in Foodstuffs by Computed Tomography (Cone Beam CT) - 3D Reconstruction. *JFOS.* 2013; 31(1): 1-7.
15. Paiva LAS, Melani RFH, Oliveira SVT. Identificação humana através da sobreposição de imagens. *Saúde, Ética & Justiça.* 2005; 10(1/2): 1-5.
16. Olivieri LJ, Krieger A, Loke Y, Nath DS, Kim PCW, Sable CA. Three-Dimensional Printing of Intracardiac Defects from Three-Dimensional Echocardiographic Images: Feasibility and Relative Accuracy. *Journal of the American Society of Echocardiography.* 2015 ;28(4):392-7. DOI: 10.1016/j.echo.2014.12.016.
17. Kapali S et al. Palatal rugae patterns in Australian Aborigines and Caucasians. *Australian Dent J.* 1997; 42(2): 129-33.
18. Oliveira DD, Ruellas ACO, Drummond MEL, Pantuzo MCG, Lanna AMQ. Confiabilidade do uso de modelos digitais tridimensionais como exame auxiliar ao diagnóstico ortodôntico: um estudo piloto. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2007; 12(1): 84-93.
19. Benedicto EM. Alterações ântero-posteriores e transversais das rugas palatinas após expansão rápida da maxila assistida cirurgicamente em modelos digitalizados. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Odontologia da Unicamp. Piracicaba, SP; 2013. 53p.
20. Silva FP, Salvalaio CL, Kindlein Junior W. Análise Comparativa de Processos de

Digitalização 3D para Modelos de Partes Humanas. 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design; 13 a 16 outubro de 2010; Universidade Anhembi Morumbi.

21. Souza MV, Vasconcelos EC, Janson G, Garib D, Pinzanc A. Accuracy and reproducibility of 3-dimensional digital model measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012; 142(2):269-73. DOI: 10.1016/j.ajodo.2011.12.028..

22. Gorni AA. Introdução à prototipagem rápida e seus processos. Atualizada em 10 set 2003; [acesso em 03 abr 2015]. Disponível em: <http://www.gorni.eng.br/protrap.html>.

23. Safira LC, Maciel AS, Souto-Maior JCC, Azevedo RA, Cavalcante WC, Francischone CE, et al. Aplicação dos biomodelos de prototipagem rápida na Odontologia, confeccionados pela técnica da impressão tridimensional. *R Ci méd biol.* 2010; 9(3): 240-6.

24. Takagaki LK. Tecnologia de impressão 3D. *Revista Inovação Tecnológica - São Paulo.* 2012; 2(2): 28-40.

25. Engeplas – Plásticos. Curitiba. [acesso em 30 mar 2015]. Disponível em: <http://www.engeplas.com.br/solucoes/plasticos.asp>.

26. PLA: O plástico Compostável. c2011-2013 – [acesso em 30 mar 2015]. Disponível em: <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/37/738-pla-o-plastico-compostavel.html>.

27. Valente L. O software para cirurgias InVesalius, desenvolvido por

centro de pesquisa, é liberado para uso público. *Cienc. Cult.* [online]. 2008; 60(1): 8-9.

28. Acetona Dip / Vapor Depósito. c2013 – [acesso em 30 mar 2015]. Disponível em: <http://www.kraftwurx.com/pt/3d-printing-community/18-3d-printing-design-a-product-advice/572-smoothing-3d-printed-models>.

29. Uma aula sobre acrílicos. São Paulo. c2008 – [acesso em 30 mar 2015]. Disponível em: <http://www.classico.com.br/pt/info/aulaacrilico.html>.