



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE CLÍNICA E ODONTOLOGIA PREVENTIVA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

LIA PONTES ARRUDA PORTO

**PREVALÊNCIA E AVALIAÇÃO DAS REPETIÇÕES DOS EXAMES DE
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO**

Recife

2020

LIA PONTES ARRUDA PORTO

**PREVALÊNCIA E AVALIAÇÃO DAS REPETIÇÕES DOS EXAMES DE
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Odontologia. Área de concentração: Clínica Integrada.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Luiza dos Anjos Pontual

Co-orientador: Prof. Dr. Vinícius Saito Monteiro de Barros

Recife

2020

Ficha catalográfica elaborada pela
Bibliotecária: Elaine Freitas, CRB4-1790

P853p	<p>Porto, Lia Pontes Arruda Prevalência e avaliação das repetições dos exames de tomografia computadorizada de feixe cônico / Lia Pontes Arruda Porto. - 2020. 78 f.: il.</p> <p>Orientadora: Maria Luiza dos Anjos Pontual. Coorientador: Vinícius Saito Monteiro de Barros. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde (CCS). Pós-graduação em Odontologia. Recife, 2020. Inclui referências e anexo.</p> <p>1. Controle de Qualidade. 2. Diagnóstico por Imagem. 3. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. I. Pontual, Maria Luiza dos Anjos (Orientadora). II. Barros, Vinícius Saito Monteiro de (Coorientador). III. Título.</p> <p>617.6 CDD (22.ed.)</p>	UFPE (CCS2021-109)
-------	---	--------------------



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
CEP 50670-901 - AV. PROF. MORAES REGO, 1235 - RECIFE - PE
TELEFONE: (81) 2126-8817 - E-MAIL: ppgodonto2@gmail.com

Lia Pontes Arruda Porto - "PREVALÊNCIA E AVALIAÇÃO DAS REPETIÇÕES DOS EXAMES DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO", Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da universidade Federal de Pernambuco.

Aprovada em 28 de maio de 2020

Orientadora:

Prof.^a Dr.^a Maria Luiza dos Anjos Pontual

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Marcos Ely Almeida Andrade
Centro Universitário Tiradentes de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Eduarda Helena Leandro do Nascimento
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Elaine Judite de Amorim Carvalho
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Maria Luiza dos Anjos Pontual
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Flávia Maria de Moraes Ramos-Perez
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico aos meus filhos Davi e Laura, duas bênçãos que Deus me concedeu e que me trazem felicidade todos os dias, incentivando, assim, minha dedicação profissional e acadêmica. Tudo que faço por vocês é de coração e movido pelo maior de todos os amores.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a **Deus**, porque sem a presença Dele na minha vida, guiando meu caminho, a ideia de cursar o Doutorado não teria acontecido. Sem Ele na minha vida não teria tido força e determinação para concluir o curso.

Agradeço à **Universidade Federal de Pernambuco** pela oportunidade que me foi dada em um momento de transição para uma cidade nova. Recife me recebeu de braços abertos, e o curso e a Universidade preencheram minha vida com metas, amizades e profissionalismo. Jamais irei esquecer o dia da minha aprovação. Foi um dos dias mais felizes da minha vida.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior** por todo auxílio e confiança prestados durante todo meu período de pós-graduação.

Aos proprietários das clínicas onde realizei a pesquisa, sem cujo apoio e colaboração científica esse trabalho não teria sido possível.

Agradeço à minha família, em especial ao meu marido **Artur Porto**, por entender minhas ausências quando foram necessárias; à minha mãe **Dina Pontes**, por sempre estimular meu crescimento profissional; e aos meus sogros **Porto e Rose**, por me incentivarem sempre. Vocês me apoiaram em momentos que achei que não iria aguentar, e com o apoio de vocês consegui seguir em frente para realizar esse meu grande sonho que é ser doutora.

Às professoras **Maria Luiza Pontual**, **Andréa Pontual** e **Flávia Ramos-Perez** por acreditarem no meu potencial, por dividirem comigo seus conhecimentos sobre radiologia odontológica quando fui professora substituta, por me ensinarem muito sobre a arte da docência que é tão fascinante e que tanto amo, e pela amizade que levarei por toda a minha vida.

Aos professores da pós-graduação em Odontologia da UFPE, em especial ao Prof. **Danyel Perez**, Prof. **Gustavo Godoy**, Prof. **Luiz Alcino**, Prof. **Arnaldo Caldas** e Profa. **Renata Cimões**, que souberam transmitir tanto conhecimento de forma tão brilhante e didática, de uma maneira tal que tornou o curso maravilhoso do início ao fim. Muito obrigada!

Aos professores **Helen Khoury** e **Vinícius Saito** do Departamento de Energia Nuclear da UFPE por terem me acolhido com tanto amor e disponibilidade, e por terem me guiado com um tema bastante relacionado com a prática clínica na radiologia odontológica.

Ao meu grande amigo **Caio Belém**, cuja vida me trouxe para dividir as responsabilidades de professor substituto e que fez dessa jornada um lindo caminho, com muita responsabilidade, mas também com muitas risadas, alegrias e leveza. Foi um prazer dividir esse tempo com você!

Aos meus colegas e agora amigos da vida, que trouxeram conhecimento das mais diversas áreas de especialidade da Odontologia, agregando ainda mais valor ao curso, e que tornaram o aprendizado bastante leve e divertido. Em especial, agradeço aos meus grandes amigos **Daniela Siqueira**, **Pedro Henrique**, **João Aroucha** e **Rafaella Souza**, que me deram muita força e alegria e tornaram esse curso ainda mais especial.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a prevalência e os motivos das repetições dos exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) em três serviços de radiologia odontológica, verificando possíveis associações entre os grupos de indicação dos exames com o tomógrafo onde foi realizada a aquisição, e entre as repetições com a idade dos pacientes, as indicações dos exames, clínica de radiologia odontológica e aparelho tomográfico utilizado. Os bancos de dados e imagens de um período médio de 7 meses dessas clínicas foram acessados retrospectivamente nos computadores conectados aos aparelhos tomográficos utilizados na presente pesquisa, que foram o i-CAT e PreXion 3D. Todos os exames incluídos estavam salvos nesses computadores. Os motivos das repetições foram avaliados pela pesquisadora juntamente com os operadores dos tomógrafos. Todos os dados clínicos e imaginológicos obtidos foram tabulados e submetidos à análise estatística descritiva e dos testes qui-quadrado de Pearson ou exato de Fisher. Um total de 2696 pacientes foram incluídos na pesquisa, correspondendo a 1241 com exames realizados no tomógrafo i-CAT e 1455 no PreXion 3D. A idade dos pacientes variou entre 3 e 91 anos, com uma média de 48,7 anos, e a maioria era do sexo feminino (63%). As indicações que tiveram maior prevalência foram endodontia (42%), implante (37%) e avaliação de terceiro molar (6%). As regiões mais escaneadas pelos tomógrafos foram maxila (53%) e mandíbula (34%). O percentual de repetições foi de 19,8%, sendo observadas de uma a onze repetições do exame no mesmo paciente. O motivo de repetição que mais ocorreu foi a movimentação do paciente (65%), seguido do motivo “não justificado” (16%) e imagem cortada (11%). Quando os grupos de indicação foram associados com o tipo de tomógrafo onde foi realizada a aquisição, foram encontradas prevalências significativamente maiores de exames no tomógrafo i-CAT para as categorias “indicação não informada”, Dolphin, dor/parestesia, seios maxilares, articulação temporomandibular, cirurgia, ortodontia e avaliação geral, e no tomógrafo PreXion nos grupos de endodontia e implante. Pacientes com idade inferior a 10 anos, com indicação para endodontia, implante ou avaliação de terceiro molar, que realizaram o exame tomográfico no tomógrafo PreXion apresentaram um percentual maior de repetições ($p < 0,05$), havendo também uma diferença significativa entre as clínicas avaliadas. Conclui-se que a prevalência de repetições

em exames de TCFC foi alta, havendo uma diferença significativa entre as clínicas avaliadas. A causa mais frequente das repetições foi a movimentação do paciente e há uma maior prevalência de repetições para pacientes com idade inferior a 10 anos, com indicação para tratamento endodôntico, colocação de implantes e avaliação de terceiros molares, e no tomógrafo PreXion.

Palavras-chave: Controle de Qualidade. Diagnóstico por Imagem. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the prevalence and reasons for repetition of cone beam computed tomography (CBCT) exams in three dental radiology services, checking for possible associations between the indication groups of the exams with the tomograph where the acquisition was performed, and between repetitions with the age of the patients, the indications for the exams, the dental radiology clinic and the tomographic device used. The databases and images of an average period of 7 months of these clinics were accessed retrospectively on the computers connected to the tomographic devices used in the present research, which were the i-CAT and PreXion 3D. All included exams were saved on these computers. The reasons for the repetitions were evaluated by the researcher together with the operators of the tomographs. All clinical and imaging data obtained were tabulated and submitted to descriptive statistical analysis and Pearson's chi-square or Fisher's exact tests. A total of 2696 patients were included in the survey, corresponding to 1241 with examinations performed on the i-CAT scanner and 1455 on the PreXion 3D. The age of the patients ranged between 3 and 91 years, with an average of 48.7 years, and the majority were female (63%). The most prevalent indications were endodontics (42%), implant (37%) and third molar evaluation (6%). The regions most scanned by CBCT scanners were maxilla (53%) and mandible (34%). The percentage of repetitions was 19.8%, with one to eleven repetitions of the exam being observed in the same patient. The repetition reason that most occurred was the patient's movement (65%), followed by the "not justified" reason (16%) and cut image (11%). When the indication groups were associated with the type of CBCT scanner where the acquisition was performed, significantly higher prevalences of exams were found on the i-CAT scanner for the categories "uninformed indication", Dolphin, pain / paresthesia, maxillary sinuses, temporomandibular joint, surgery, orthodontics and general evaluation, and on the PreXion tomograph in the endodontic and implant groups. Patients under the age of 10 years, with an indication for endodontics, implantation or third molar evaluation, who underwent the tomographic examination on the PreXion tomography had a higher percentage of repetitions ($p < 0.05$), with a significant difference between clinics evaluated. It is concluded that the prevalence of repetitions in CBCT exams was high, with a significant difference between the clinics evaluated. The most frequent cause

of the repetitions was the patient's movement and there is a higher prevalence of repetitions for patients under the age of 10 years, with indication for endodontic treatment, placement of implants and evaluation of third molars, and on the PreXion scanner.

Keywords: Quality control. Diagnostic Imaging. Cone-beam Computed Tomography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O feixe em leque (esquerdo) no qual a TC médica se baseia abrange apenas uma fatia de tecido, enquanto o feixe cônico da TCFC (direito) abrange uma região tridimensional com uma única rotação de 360° ou menos.....	19
Figura 2 – Reconstruções axial (A), tridimensional (B), coronal (C) e sagital (D) de imagem de TCFC do tomógrafo PreXion 3D.....	21
Figura 3 – Órgãos atingidos pelos feixes de radiação durante exame radiográfico odontológico.....	35
Figura 4 – Artefato de movimento caracterizado pelo efeito de borda dupla evidente principalmente na região anterior da maxila em imagem axial de TCFC.....	42
Figura 5 – Tomógrafos i-CAT Classic (A), i-CAT Next Generation (B) e PreXion 3D (C).....	46
Figura 6 – Banco de dados do tomógrafo i-CAT Next Generation, onde os registros das aquisições são visualizados ao clicar no nome do paciente.....	48
Figura 7 – Banco de dados do tomógrafo PreXion 3D, onde os números dos registros de pacientes que tenham a mesma descrição (finalidade do exame) e que repetiram o exame aparecem mais de uma vez, em sequência. Os nomes dos pacientes foram cobertos para preservar suas identidades.....	48
Figura 8 – Reconstrução tridimensional da imagem do paciente que repetiu o exame da maxila devido à presença do aparelho auditivo.....	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Sexo dos pacientes avaliados no tomógrafo i-CAT.....	52
Gráfico 2 –	Sexo dos pacientes avaliados no tomógrafo PreXion.....	52
Gráfico 3 –	Indicações dos exames tomográficos avaliados.....	52
Gráfico 4 –	Regiões escaneadas pelas tomografias realizadas separadamente nos tomógrafos PreXion e i-CAT.....	54
Gráfico 5 –	Prevalência e percentual de repetições de acordo com os tomógrafos avaliados.....	55
Gráfico 6 –	Prevalência e percentual de repetições de acordo com o tomógrafo e as clínicas avaliadas.....	55
Gráfico 7 –	Prevalência e percentual dos motivos das repetições dos exames tomográficos avaliados.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Resumo dos valores de Referência de Diagnóstico Nacional (DRLs) para as radiografias intraoral, panorâmica, cefalométrica e TCFC.....	30
Tabela 2 –	Especificações dos aparelhos de TCFC avaliados neste estudo.....	46
Tabela 3 –	Distribuição dos exames avaliados de acordo com os tomógrafos e clínicas incluídas na pesquisa.....	51
Tabela 4 –	Valores mínimos, máximos, médias e desvios-padrões das idades dos pacientes incluídos na amostra de acordo com os tomógrafos utilizados.....	51
Tabela 5 –	Distribuição dos exames por grupo de indicação nos tomógrafos avaliados.....	53
Tabela 6 –	Distribuição das repetições entre os tomógrafos avaliados.....	56
Tabela 7 –	Distribuição das repetições entre as clínicas de radiologia odontológica avaliadas.....	56
Tabela 8 –	Distribuição das repetições de acordo com a variável idade categorizada.....	57
Tabela 9 –	Distribuição das repetições entre os tipos de indicação do exame tomográfico em todas as clínicas avaliadas.....	57
Tabela 10 –	Distribuição dos motivos das repetições por clínica e aparelho tomográfico.....	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	TC <i>versus</i> TCFC	17
2.2	INDICAÇÕES DA TCFC	21
2.2.1	Implantodontia	22
2.2.2	Endodontia	23
2.2.3	Avaliação de terceiros molares	25
2.2.4	Ortodontia	26
2.2.5	Diagnóstico Oral	27
2.3	DOSE DE RADIAÇÃO EM TCFC	28
2.4	PRINCÍPIOS DE RADIOPROTEÇÃO	37
2.5	QUALIDADE DA IMAGEM NA TCFC	39
3	OBJETIVOS	44
3.1	OBJETIVO GERAL	44
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	44
4	MATERIAIS E MÉTODOS	45
4.1	DELINEAMENTO DO ESTUDO	45
4.2	UNIVERSO E SELEÇÃO DA AMOSTRA	45
4.3	OBTENÇÃO DOS DADOS SECUNDÁRIOS	49
4.4	AVALIAÇÃO DOS EXAMES REPETIDOS	50
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	50
5	RESULTADOS	51
6	DISCUSSÃO	61
7	CONCLUSÕES	68
	REFERÊNCIAS	69
	ANEXO A - APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UFPE	73

1 INTRODUÇÃO

Desde suas primeiras aplicações, a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) tem sido cada vez mais utilizada para avaliação tridimensional da região craniofacial. Desta forma, é considerada, em muitos casos, o exame de escolha, pois fornece imagem de alta resolução e confiabilidade de diagnóstico.

Apesar de todas essas vantagens, ainda existem muitas questões sobre o uso desse método na avaliação rotineira dos pacientes, especialmente em relação à dose de radiação em pacientes com idade pediátrica. Apesar de geralmente utilizar uma dose de radiação consideravelmente menor que a tomografia computadorizada multislice, a dose de radiação requerida é maior que a utilizada em outras técnicas radiográficas convencionais (Feraçalli et al., 2017).

Adicionalmente, sabe-se que o uso de radiação ionizante é potencialmente prejudicial para o paciente, não existindo um limite seguro ou "zona de segurança" para exposição à radiação. Toda exposição aumenta cumulativamente o risco de indução de câncer (Scarfe et al., 2017), principalmente em órgãos próximos à região que está sendo escaneada, tais como cérebro, olho, glândulas salivares e glândula tireóide (Aanenson et al., 2018). Em exames de TCFC, o aumento da dose de radiação ionizante traz maior responsabilidade ao profissional, de modo que seja possível obter uma relação benefício/risco positiva (Brown et al., 2014).

Portanto, no uso da TCFC na Odontologia, deve-se seguir a diretriz da justificativa, ou seja, somente deve ser indicado se houver um histórico do paciente e informações clínicas disponíveis, se houver expectativa de adicionar novas informações, e se as radiografias bidimensionais não responderem à pergunta diagnóstica (European Commission, 2012; Pauwels, 2015). E, quando justificada, a exposição deve ser executada seguindo o princípio ALARA (*“as low as reasonably achievable”*), um acrônimo de “tão baixo quanto razoavelmente possível” ou, mais recentemente, o conceito chamado de ALADA (*“as low as diagnostically acceptable”*), “tão baixo quanto aceitável em termos de diagnóstico”, através do uso de parâmetros de exposição individualizados, colimação do feixe e proteção de órgãos radiosensíveis do feixe primário e da radiação dispersa (Jaju; Jaju, 2015; Hoogeveen et al., 2016).

Na literatura, apenas três estudos avaliaram a taxa de repetição dos exames de TCFC, restringindo-se à avaliação das repetições relacionadas com artefatos de movimentação (Donaldson et al., 2013; Spin-Neto et al. 2015; Nardi et al., 2017b). Faltam estudos que avaliem a prevalência geral de repetições de exames de TCFC e os motivos relacionados a essas repetições. Assim, o presente trabalho pretende avaliar a prevalência e os motivos das repetições dos exames de TCFC em três serviços privados de radiologia odontológica, verificando possíveis associações entre os grupos de indicação dos exames com o tomógrafo onde foi realizada a aquisição e entre as repetições com a idade dos pacientes, as indicações dos exames, clínica de radiologia odontológica e aparelho tomográfico utilizado. Em virtude do grande número de solicitações desses exames na Odontologia, é essencial verificar se o princípio da justificativa é seguido pelos operadores dos tomógrafos e clínicas de radiologia odontológica durante a realização desses exames, principalmente nos casos de repetição, para que os riscos aos pacientes sejam os menores possíveis e para que as repetições sejam evitadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TC *versus* TCFC

O diagnóstico por imagem é um complemento importante para a avaliação clínica do paciente odontológico. Historicamente, isso foi realizado por radiografia de projeção intra ou extraoral (Scarfe et al., 2012). Atualmente, várias técnicas radiográficas têm sido utilizadas para diagnosticar e monitorar o processo de tratamento em procedimentos odontológicos (Ghanbarnezhad Farshi et al., 2019).

Em 1972, os achados independentes de Hounsfield e Cormack revolucionaram a imagem diagnóstica médica com a invenção do aparelho de tomografia computadorizada (TC). Pela primeira vez, os médicos tiveram acesso a dispositivos de raios X que podiam gerar imagens transversais estreitas, geralmente perpendiculares ao longo eixo do corpo humano, daí o termo ‘tomografia axial computadorizada’ ou ‘tomografia computadorizada’. Essa tecnologia foi a primeira aplicação eletrônica prática do princípio tomográfico na imagem diagnóstica e forneceu imagens que eliminaram a sobreposição de estruturas anatômicas adjacentes inerentes à radiografia convencional de projeção simples e a falta de nitidez da tomografia analógica (Angelopoulos et al., 2012).

O dispositivo de TC cria imagens de um paciente usando um tubo de raios X rigidamente ligado a um detector localizado do outro lado do paciente. Juntos, o tubo e o detector circundam o paciente, varrendo um estreito feixe de raios X através de uma fatia fina de cada vez. A reconstrução dos dados de atenuação de raios X transmitidos por algoritmos de software específicos produz fatias de imagem adjacentes do volume da imagem, geralmente no plano axial, perpendicular ao longo eixo do objeto. A aquisição de TC foi posteriormente refinada para incorporar um movimento síncrono helicoidal ou espiral, feixe em forma de leque e aquisição de detector de múltiplas fatias (multislice), permitindo tempos de exposição rápidos e imagens de alta qualidade para produzir um conjunto de dados volumétricos. Embora a TC esteja disponível há mais de quatro décadas, sua aplicação clínica na Odontologia tem sido limitada devido ao alto custo do equipamento, acesso limitado por conta dos requisitos de certificado em algumas jurisdições, e à alta dose de radiação (Angelopoulos et al., 2012; Scarfe et al., 2012).

Um outro tipo de tomografia computadorizada, chamada de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), teve seu protótipo demonstrado em 1983,

permitindo a aquisição mais rápida de dados para uma região de interesse usando um detector de radiação comparativamente mais barato que a TC convencional. Entretanto, a transferência de tecnologia para a Odontologia ocorreu pela primeira vez em 1995 e a primeira unidade comercial de TCFC foi introduzida na Europa em 1999. Esta unidade, o NewTom DVT 9000, tornou-se a primeira unidade de TCFC comercializada especificamente para o mercado odontológico, revolucionando a imagiologia oral e maxilofacial (Angelopoulos et al., 2012; Scarfe et al., 2012).

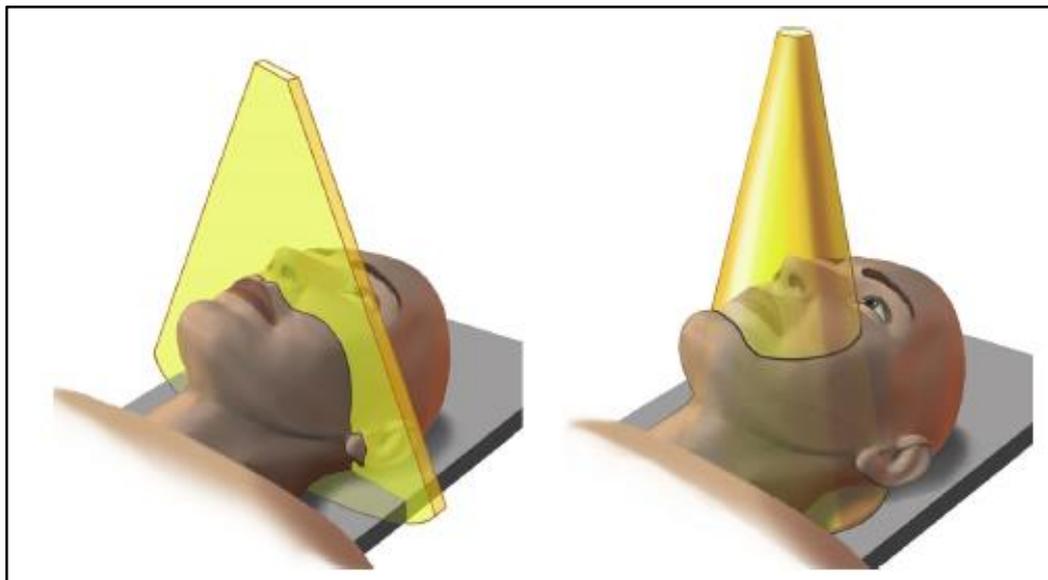
A unidade de TCFC compreende uma plataforma rotativa ou um pórtico de imagem capaz de realizar uma única ou várias varreduras rotacionais parciais ou completas, a depender do tipo de tomógrafo. Uma fonte de raios X e um sensor de área digital alternativo giram de forma síncrona em torno de um eixo fixo de rotação centralizado na cabeça do paciente. Um feixe de radiação ionizante piramidal ou em cone divergente é direcionado para o meio da região de interesse (ROI) em um sensor de raios X no lado oposto, com a área de imagem dentro de um campo de visão (FOV) determinado pela colimação física aplicada. Durante a rotação, muitas imagens de projeção planar sequencial única (de 150 a mais de 1.000) são adquiridas do FOV em uma rotação completa ou parcial de 180° ou superior. Essas projeções de imagem individuais constituem os dados primários brutos e são denominadas individualmente como base, quadro ou imagem bruta. A série completa de imagens é chamada de dados de projeção. Esses dados digitais são reconstruídos para criar um conjunto de dados volumétrico tridimensional composto por elementos de volume isotópico cuboidal (voxels) através de uma sequência de algoritmos de software em um processo chamado reconstrução primária. Posteriormente, são fornecidas imagens ortogonais (ou seja, imagens perpendiculares nos três planos) que seccionam o conjunto de dados volumétrico, conhecido como reconstrução secundária (Scarfe et al., 2017).

As semelhanças e diferenças entre TCFC e TC podem ser comparadas em todas as quatro etapas do processo de aquisição de imagens: geração de raios X, detecção de raios X, reconstrução de imagens e exibição. Embora o tamanho do ponto focal não seja diferente da TC (0,5 - 0,8 mm nominalmente), diferentemente da TC, o ânodo é estacionário em muitos sistemas de TCFC. A corrente do tubo geralmente é muito menor do que na TC, o que reduz a potência do gerador e a produção de calor. Finalmente, na maioria dos sistemas de TCFC, a geração de raios X é pulsada para

coincidir com a ativação do detector. A geração de feixes de raios X pulsados é preferível, pois reduz significativamente o tempo total de exposição e, portanto, a produção de calor, com menor dose de radiação para os pacientes (Angelopoulos et al., 2012).

Ao contrário do TC convencional, a TCFC usa uma fonte divergente de radiação ionizante em forma cônica ou piramidal (Figura 1), e um detector de área para fornecer várias imagens de transmissão integradas, formando diretamente informações volumétricas (Scarfe et al., 2012). A maioria dos equipamentos modernos de TCFC utiliza detectores de tela plana, onde os raios X são primeiramente convertidos em fótons de luz por um material cintilador para, posteriormente, a luz ser detectada nos fotodiodos e, finalmente, lida em todo o conjunto do detector para compilar uma imagem digital de dados brutos de projeção. Os detectores de tela plana oferecem maior resolução espacial e maior alcance dinâmico, e são menos complicados em comparação aos dispositivos de carga acoplada (CCD) que gradualmente se tornaram obsoletos como detectores de TCFC (Kiljunen et al., 2015).

Figura 1 - O feixe em leque (esquerdo) no qual a TC médica se baseia abrange apenas uma fatia de tecido, enquanto o feixe cônico da TCFC (direito) abrange uma região tridimensional com uma única rotação de 360° ou menos.



Fonte: MacDonald (2015).

O processo de reconstrução da imagem pode ser realizado em um computador pessoal na técnica de TCFC, ao contrário da TC, na qual o

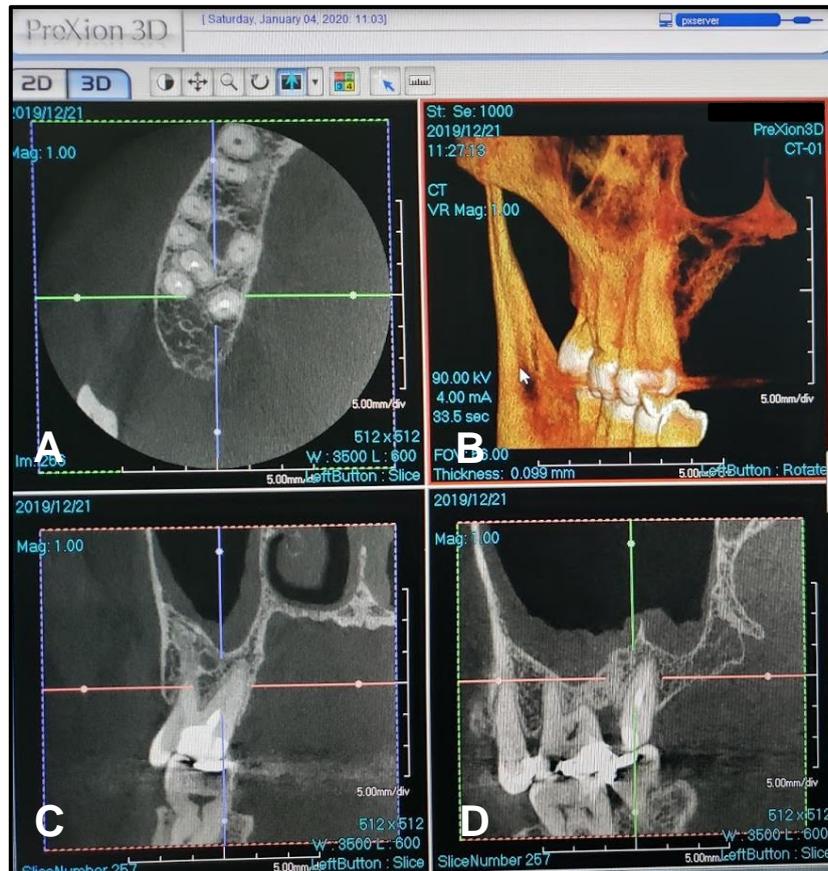
processamento de dados requer estações de trabalho especiais. Além disso, nos aparelhos de TCFC, nenhum controle sobre o método de reconstrução é fornecido ao operador, diferentemente da TC, onde os usuários dos aparelhos com multidetectores podem selecionar um núcleo de reconstrução, também conhecido como filtro ou algoritmo por alguns fornecedores, com base em aplicações clínicas específicas (Angelopoulos et al., 2012).

Em relação à exibição da TC multislice, os dados geralmente são transferidos da estação de trabalho onde foram adquiridos para um console separado onde são formatados. No entanto, na TCFC, a aquisição e a visualização de imagens geralmente são realizadas no mesmo computador (Angelopoulos et al., 2012).

Dentre as vantagens oferecidas pela técnica da TCFC estão a dose reduzida fornecida ao paciente em comparação com a tomografia multislice, além de ser um exame mais barato e amplamente disponível, desempenhando um papel vital no diagnóstico de estruturas de tecidos duros da região dentomaxilofacial (Liang et al., 2010). Ainda em comparação com a tomografia multislice, o aumento da nitidez da TCFC permite a visualização de pequenas estruturas na área odontológica (por exemplo, lesões radiculares). Outras vantagens estão relacionadas ao desempenho de imagem da TCFC em comparação com as modalidades de imagem bidimensional (por exemplo, radiografia intraoral e panorâmica). A capacidade de adquirir uma imagem tridimensional (Figura 2) pode resultar em recursos de diagnóstico superiores e em um planejamento de tratamento mais preciso em comparação com as radiografias bidimensionais (Pauwels, 2015).

Em 2007, o i-CAT Next Generation (Imaging Sciences International) foi lançado. Esta máquina oferece uma escolha de tamanhos de voxel para geração de imagens e é capaz de fornecer aquisições mais rápidas de TCFC do que seu antecessor (i-CAT Classic). O tomógrafo também foi modificado para fornecer uma aquisição com FOV maior, na qual o detector de raios X gira para o modo retrato (Davies et al., 2012), muito indicado para a área de ortodontia e cirurgia Maxilofacial.

Figura 2 - Reconstruções axial (A), tridimensional (B), coronal (C) e sagital (D) de imagem de TCFC do tomógrafo PreXion 3D.



Fonte: A autora (2020).

2.2 INDICAÇÕES DA TCFC

Para a maioria das aplicações clínicas, as imagens de TCFC são consideradas por permitir medições lineares altamente precisas e confiáveis. Isso porque, durante a reconstrução na técnica de feixe cônico, várias imagens de base planas são reconstruídas para gerar conjuntos de dados volumétricos, que são processados por software para fornecer várias projeções inter-relacionais do complexo maxilofacial. Imagens transversais sequenciais, contíguas e de cortes finos em reconstruções multiplanares (MPR) geralmente são criadas para representar estruturas anatômicas em planos transaxiais lineares curvos ou achatados, possibilitando medições lineares (Fokas et al., 2018).

Devido a todas essas vantagens anteriormente citadas, a TCFC tem sido cada vez mais utilizada na prática da radiologia odontológica desde 2001 para

planejamento de implantes, avaliação de condições patológicas ósseas e dentárias, planejamento de tratamento ortodôntico, imagem da articulação temporomandibular etc. (Vassileva; Stoyanov, 2010).

2.2.1 Implantodontia

Atualmente, a imagem de TCFC é bastante requisitada na Odontologia e tornou-se popular nos procedimentos de diagnóstico, especialmente na implantodontia. Nesta área da Odontologia, a avaliação pré-cirúrgica tridimensional é frequentemente necessária para identificar estruturas anatômicas vitais (por exemplo, canal mandibular, assoalho do seio maxilar, forame mental) e avaliar a quantidade e qualidade ósseas, o que maximizará o potencial de sucesso dos implantes inseridos (Fokas et al., 2018). Outro motivo para o crescente uso da digitalização da TCFC é a crescente popularidade da cirurgia guiada por computador, que depende do planejamento digital com base em imagens de alta qualidade da TCFC. No entanto, a acessibilidade da TCFC odontológica, devido ao seu tamanho compacto, dose razoável, baixo custo e facilidade de uso, é provavelmente o principal contribuinte para seu crescente sucesso (Jacobs et al., 2018).

Fokas et al. (2018) conduziram uma revisão sistemática cujo objetivo foi avaliar as evidências disponíveis sobre a precisão das medições lineares ao usar a TCFC especificamente na implantodontia. O principal critério de inclusão foi que as medições lineares tivessem sido realizadas para avaliação quantitativa (por exemplo, altura e largura) do osso alveolar em locais edêntulos ou medindo distâncias de estruturas anatômicas importantes, comparando esses valores com dados clínicos (humanos) ou ex vivo. A maioria dos estudos mostrou uma precisão submilimétrica das medidas da TCFC. Um tamanho de voxel de 0,3 a 0,4 mm é adequado para fornecer imagens de TCFC de qualidade diagnóstica aceitável para o planejamento de implantes dentários. Os autores concluíram que a TCFC pode ser considerada uma ferramenta de diagnóstico apropriada para o planejamento tridimensional pré-operatório. No entanto, uma margem de segurança de 2 mm para estruturas anatômicas adjacentes deve ser considerada devido à falta de homogeneidade dos dados e a falta de evidências conclusivas de estudos clínicos. Como a maioria dos estudos foi ex vivo (isto é, crânios secos ou cadáveres), os resultados devem ser considerados ótimos. Na prática clínica, a precisão e a confiabilidade das medidas

lineares nas imagens de TCFC são provavelmente reduzidas por fatores como movimento do paciente, artefatos metálicos, parâmetros de exposição, software utilizado e procedimentos manuais vs. automatizados.

De acordo com a Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial, a TCFC com FOV reduzido deve ser considerada como modalidade de imagem de escolha para a colocação cirúrgica de implantes (Special Committee to Revise the Joint AAE/AAOMR Position Statement on use of CBCT in Endodontics, 2015). Para manutenção e acompanhamento a longo prazo de implantes dentários, deve-se utilizar medidas ósseas peri-implantares bidimensionais através de radiografias periapicais padronizadas. Após a inserção de implantes dentários, o uso da imagem da TCFC deve ser restrito a complicações pós-operatórias específicas (como trauma neurovascular iatrogênico), recuperação necessária do implante e acompanhamento de procedimentos cirúrgicos complexos (Jacobs et al., 2018).

2.2.2 Endodontia

Na endodontia, o uso da TCFC está aumentando rapidamente em todo o mundo, e isso se reflete nas declarações de posição publicadas por várias sociedades especializadas. A Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial e a Associação Americana de Endodontistas emitiram uma declaração de posição conjunta com o intuito de fornecer orientação científica aos clínicos sobre o uso da TCFC no tratamento endodôntico, observando que essas orientações não se destinam a substituir o julgamento independente de um cirurgião-dentista à luz das condições e necessidades de um paciente específico (Special Committee to Revise the Joint AAE/AAOMR Position Statement on use of CBCT in Endodontics, 2015).

Sua principal recomendação é o uso consistente de pequenos FOVs para fins endodônticos, pois estes geralmente são confinados a um único dente e sua área adjacente, reduzindo o volume de tecido exposto. Outro benefício dos FOVs pequenos é que eles podem ser reconstruídos em tamanhos menores de voxel, e quanto menor o tamanho do voxel, maior a resolução espacial, sendo benéfico para várias aplicações endodônticas (Pauwels, 2015; Special Committee to Revise the Joint AAE/AAOMR Position Statement on use of CBCT in Endodontics, 2015).

O tamanho do FOV também é importante em outro aspecto. Enquanto FOVs pequenos e médios são adequados para a geração de imagens das arcadas dentárias, o FOV grande incluirá áreas extragnáticas, tais como olhos, cérebro e pescoço, que estão fora do âmbito do dentista (MacDonald, 2015). Vale ressaltar que para a mesma unidade de TCFC, quanto maior o FOV, maior a dose efetiva para o paciente. No entanto, o FOV comparável em diferentes unidades de TCFC produz uma variedade de exposições à radiação (Scarfe et al., 2017).

Para um diagnóstico satisfatório, a TCFC na endodontia requer detalhes e resolução excepcionalmente altos para avaliar o complexo sistema de canais radiculares e do periodonto, mas atenção deve ser dada ao momento de aquisição da imagem, visto que as imagens geradas podem ser facilmente degradadas pelo movimento sutil do paciente (Patel et al., 2019).

As outras recomendações referem-se às indicações específicas da TCFC na endodontia e citam que as radiografias intraorais devem ser consideradas a modalidade de imagem de escolha na avaliação do paciente endodôntico. A TCFC com FOV reduzido deve ser considerada a modalidade de imagem de escolha nos seguintes casos: para diagnóstico em pacientes que apresentem sinais e sintomas clínicos contraditórios ou inespecíficos associados a dentes endodonticamente não tratados ou tratados previamente; dentes com potencial para canais extras e suspeita de morfologia complexa; para localização de canais calcificados; se o exame clínico e a radiografia intraoral não forem conclusivos na detecção de fratura radicular vertical; ao avaliar a não cicatrização de tratamento endodôntico prévio; nos casos de retratamento não-cirúrgico para avaliar complicações do tratamento endodôntico, como extravasamento de material de obturação do canal radicular, fratura de instrumentos endodônticos e localização de perfurações; para planejamento de tratamento pré-cirúrgico com o intuito de localizar o ápice radicular e avaliar a proximidade de estruturas anatômicas adjacentes; para diagnóstico e tratamento de trauma dento-alveolar limitado, fraturas radiculares, luxação e/ou deslocamento de dentes e fraturas alveolares localizadas, na ausência de outras lesões maxilofaciais ou de tecidos moles que possam exigir outras modalidades avançadas de imagem; na localização e diferenciação de reabsorções externas e internas, para a determinação de tratamento e prognóstico adequados (Special Committee to Revise the Joint AAE/AAOMR Position Statement on use of CBCT in Endodontics, 2015).

2.2.3 Avaliação de terceiros molares

A extração dos terceiros molares inferiores é a cirurgia oral e maxilofacial mais amplamente realizada. A lesão do nervo alveolar inferior (NAI) é uma complicação rara, mas grave, afetando a função do sistema estomatognático e a qualidade de vida dos pacientes, com incidência entre 0,4 e 6%. O exame de imagem surge como o primeiro passo para avaliar o risco de lesão neurológica antes da cirurgia (Gu et al., 2018).

A radiografia panorâmica é o método de imagem padrão para avaliação pré-operatória antes da remoção dos terceiros molares inferiores. Entretanto, não é possível avaliar a relação entre o terceiro molar inferior e o canal mandibular na direção bucolingual. Assim, os cirurgiões orais têm utilizado a TCFC como uma ferramenta adicional para avaliar dados pré-operatórios detalhados, pois fornece imagens transversais (Gu et al., 2018; Araujo et al., 2019).

Araujo et al. (2019) realizaram uma revisão sistemática para determinar se o uso da TCFC e as informações adicionais fornecidas modificam a avaliação pré-operatória da remoção de terceiros molares inferiores quando comparadas à radiografia panorâmica e, conseqüentemente, resultam em uma abordagem cirúrgica diferente. Os resultados mostraram que a imagem tridimensional não alterou a abordagem cirúrgica quando comparada à radiografia panorâmica. No entanto, a TCFC é indicada quando sinais suspeitos de proximidade da raiz com o canal mandibular são revelados na radiografia panorâmica. A imagem tridimensional pode fornecer informações adicionais sobre a relação entre o terceiro molar inferior e o canal mandibular, dar confiança ao cirurgião e, conseqüentemente, impedir movimentos prejudiciais durante a cirurgia que possam causar distúrbios neurossensoriais do NAI.

De acordo com o relatório publicado pelo projeto SedentexCT, a TCFC deve ser indicada previamente à remoção de terceiros molares nos casos “onde radiografias convencionais sugerem uma inter-relação entre um terceiro molar inferior e o canal mandibular, e quando a decisão da remoção cirúrgica for tomada, a TCFC pode ser indicada” (European Commission, 2012).

Desde que o grupo de trabalho SedentexCT entregou sua diretriz, vários trabalhos com diferentes níveis de evidência foram publicados sobre o tema de

imagiologia e gerenciamento do terceiro molar inferior. A Academia Europeia de Radiologia Dentomaxilofacial (EADMFR) decidiu, então, publicar um documento de posicionamento sobre o tema que foi estudado mais extensivamente nos últimos anos, especificamente o uso da TCFC antes da remoção dos terceiros molares inferiores para evitar distúrbios sensoriais do NAI no pós-operatório. De acordo com esse relatório, há evidências suficientes que mostram que: a TCFC não deve ser usada rotineiramente na avaliação de terceiros molares inferiores para extração ou coronectomia; a imagem panorâmica na maioria dos casos leva ao mesmo resultado do paciente, com custos mais baixos e menores doses de radiação; antes da remoção completa de um terceiro molar inferior, a TCFC não reduz a frequência de distúrbios sensoriais ao NAI no pós-operatório em comparação com a imagem panorâmica convencional; a TCFC não reduz o tempo de operação, o número de analgésicos ou complicações que levam ao contato com o cirurgião; para avaliação dos fatores de risco para um distúrbio sensitivo pós-operatório do NAI após a remoção de um terceiro molar inferior, a TCFC não apresenta desempenho melhor do que a imagem panorâmica convencional. Por todos esses motivos, a recomendação geral é que a imagem de TCFC do terceiro molar inferior só deve ser aplicada quando o cirurgião tiver uma pergunta clínica muito específica em um caso individual de um paciente que não possa ser respondida por imagem convencional (panorâmica e/ou intraoral) e vá além das recomendações, conforme indicado acima (Matzen; Berkhout, 2019).

2.2.4 Ortodontia

Na ortodontia, o objetivo das imagens radiográficas é complementar as informações clínicas que suportam o diagnóstico clínico de condições esqueléticas e dentárias, tecidos moles e inter-relações dentomaxilofaciais. Entretanto, as limitações inerentes à radiografia bidimensional para a avaliação maxilofacial é reconhecida há décadas. Isso inclui ampliação, distorção desproporcional, sobreposição de detalhes anatômicos, erros e artefatos devido à projeção de raios X e posicionamento do paciente, e erros de medição cefalométrica devido a dificuldades inerentes na identificação de pontos de referência (Scarfe et al., 2017). A vantagem mais marcante que a TCFC trouxe para a ortodontia é a possibilidade dos dados serem reconstruídos para fornecer imagens únicas anteriormente indisponíveis na prática ortodôntica, e permitir a visualização das estruturas anatômicas faciais e da dentição em 3D a partir

de ângulos infinitos. A segunda vantagem é a possibilidade de criar imagens convencionais, como imagens radiográficas panorâmicas e cefalogramas laterais e póstero-anteriores a partir de uma única aquisição tomográfica. A TCFC também permite determinar tridimensionalmente diferenças de tamanho, forma e volume em estruturas bilaterais, bem como alterações de crescimento. Além disso, não há ampliação associada à TCFC porque a visualização tridimensional é gerada a partir de dados brutos usando um algoritmo matemático, o posicionamento incorreto da cabeça do paciente pode ser compensado durante a digitalização, apresenta uma melhor qualidade da imagem através da exclusão de estruturas sobrepostas não relacionadas à área de digitalização, e sobreposição de imagens faciais 2D ou 3D em imagens de TCFC (Leonardi, 2019).

Por conta dessas vantagens, essa técnica está sendo cada vez mais solicitada pelos ortodontistas. Entretanto, atenção deve ser dada à exposição à radiação ionizante dos pacientes jovens, que compreendem a maior parte de seus pacientes. Além de serem mais susceptíveis aos riscos da radiação, um tratamento ortodôntico geralmente incorpora vários exames radiográficos, portanto, a dose de radiação cumulativa de TCFC ao longo do tempo deve ser considerada (Scarfe et al., 2017).

De acordo com as recomendações atuais do Conselho de Assuntos Científicos da Associação Americana de Odontologia (ADA-CSA), a imagem da TCFC deve ser realizada “apenas quando o cirurgião-dentista espera que o rendimento do diagnóstico beneficie o atendimento ao paciente, aumente a segurança do paciente ou melhore resultados clínicos significativamente”. Quanto à adequação da imagem da TCFC na ortodontia, a ADA-CSA declara: “Os dentistas devem usar julgamento profissional na prescrição e realização de exames de TCFC por recomendações de consultoria das diretrizes disponíveis da TCFC e considerando a situação clínica específica e as necessidades de cada paciente” (American Dental Association Council on Scientific Affairs, 2012).

2.2.5 Diagnóstico Oral

Outras indicações para a TCFC são a avaliação pré-cirúrgica de dentes não irrompidos e a investigação/avaliação de patologia intraóssea, que no exame clínico

e na radiografia dentária convencional podem apresentar relações de proximidade com os dentes adjacentes e com outras estruturas, tais como canal mandibular, fossa submandibular, seio maxilar e canal nasopalatino (MacDonald, 2015).

2.3 DOSE DE RADIAÇÃO EM TCFC

A TCFC odontológica foi introduzida para substituir a TC médica da região craniofacial e diminuir a dose total de radiação para o paciente. Diferentemente da tomografia computadorizada multislice (a tomografia computadorizada padrão utilizada em medicina), a TCFC usa um feixe cônico. Isso significa que, uma vez que o cone irradia um volume maior em uma única rotação, a dose de radiação transmitida é muito menor que um feixe em leque (MacDonald, 2015). No entanto, devido à falta de diretrizes rígidas e à ignorância sobre o papel da TCFC na Odontologia, tornou-se um substituto para a radiografia convencional, incluindo radiografias periapicais, interproximais e panorâmicas (Jaju; Jaju, 2015).

Apesar do benefício geral da TCFC na prática odontológica e maxilofacial, há uma preocupação contínua com a dose de radiação associada (Pauwels et al., 2019). Comparando-se a dose de radiação da TCFC com radiografias bidimensionais, enquanto as doses efetivas para radiografias intraoral, panorâmica e cefalométrica convencionais estão na faixa de 1 a 8 μSv , a dose da TCFC odontológica pode ser dez vezes superior a essa quantidade, mesmo em condições de baixa dose, sendo necessário cuidado (Hayashi et al., 2018). Além disso, semelhante à grande faixa existente com relação à qualidade da imagem, uma grande variedade de doses é observada na TCFC, sobrepondo-se às doses da TC com multidetectores (Pauwels, 2015).

Signorelli et al. (2016) realizaram um estudo cujo objetivo foi determinar as doses de radiação de diferentes modos de TCFC no tomógrafo KaVo 3D eXam (KaVo Dental GmbH, Biberach / Riß, Alemanha) em comparação com um conjunto convencional de radiografias ortodônticas (COR) por meio de dosimetria em um *phantom*, onde foram colocados dosímetros termoluminescentes em locais selecionados na região da cabeça e pescoço. O modo vertical grande (altura de exposição de 17cm, tensão de tubo de 120 kV, corrente do tubo de 5 mA, tempo de exposição de 8,9 s, tempo de exposição de 3,7 s) causou alta exposição à radiação

com 131,7 μSv ; no modo normal (altura de exposição reduzida para 13 cm e com os outros parâmetros não alterados) observaram uma redução perceptível na exposição à radiação para 91 μSv e uma redução adicional no modo rápido (77,2 μSv), que apresentava altura de exposição reduzida de 13 cm, tempo de exposição de 5 s, tempo de exposição de 2 s e os outros parâmetros inalterados. Já a dose efetiva geral para um COR foi de 35,81 μSv , sendo de 8,90 μSv para os cefalogramas pósterio-antteriores (PA); 21,87 μSv para a radiografia digital panorâmica (OPG); e 5,03 μSv para os cefalogramas laterais convencionais (LC). Embora apenas uma TCFC possa substituir todas as radiografias convencionais, um conjunto de COR ainda requeriria 2 a 4 vezes menos radiação que uma TCFC. Dependendo do modo de aquisição, a dose de radiação de uma TCFC foi cerca de 3 a 6 vezes uma OPG, 8 a 14 vezes uma PA e 15 a 26 vezes uma LC. Os autores concluíram que a TCFC não deve ser recomendada para todos os pacientes ortodônticos como substituto de um COR.

A Saúde Pública da Inglaterra e suas organizações predecessoras realizam revisões nacionais dos índices de doses de pacientes em intervalos regulares há mais de duas décadas. No documento mais recentemente publicado, foi demonstrada a dose mediana e os níveis de referência de diagnóstico nacional (DRLs) para a radiografia dentária (Tabela 1). Foram coletadas medições de doses de pacientes feitas em um total de 11.331 aparelhos de radiografia intraoral, 1.500 de radiografia panorâmica, 152 de radiografia cefalométrica e 215 de TCFC, sendo a primeira vez que foram coletados dados referentes à radiografia cefalométrica e TCFC. DRLs foram tipicamente fixados em um percentil de 75 da distribuição da dose. Os resultados mostram que a TCFC está associada a doses mais altas do paciente do que outras formas de imagem dentária. Comparando-se com os valores anteriormente propostos, observou-se que os DRLs para radiografia intraoral de adultos diminuíram significativamente (29%) quando comparado ao valor anterior, e os DRLs para radiografia panorâmica foram ligeiramente reduzidos (redução de 13% para adultos e de 10% para crianças). Isso pode ser explicado pela redução da dose proporcionada pela adoção de sistemas intraorais digitais e pelo uso de equipamentos com maior potencial operacional (Public Health England, 2019).

Tabela 1 - Resumo dos valores de Referência de Diagnóstico Nacional (DRLs) para as radiografias intraoral, panorâmica, cefalométrica e TCFC.

Tipo de radiografia	Tamanho do paciente (indicação clínica)	DRLs
Intraoral	Molar inferior de adulto	1,2*
	Molar inferior de criança	0,7*
Panorâmica	Padrão para adulto	81 [†]
	Padrão para criança	60 [†]
Cefalométrica	Lateral para adulto	35 [†]
	Lateral para criança	24 [†]
TCFC	Adulto (imagiologia antes da colocação de um implante na região de molar superior)	265 [†]
	Criança (imagem de um canino superior impactado de uma criança de 12 anos)	169 [†]

*Doses de entrada do paciente (mGy)

[†]Produto dose-área (mGy.cm²)

Fonte: Public Health England (2019).

Existem vários métodos para reduzir a exposição à radiação nos pacientes quando a imagem de TCFC é usada. O mais simples é reduzir o campo de visão (FOV) da unidade de TCFC para cobrir uma região específica de interesse, colimando o feixe de raios X e, portanto, limitando a área de exposição (Scarfe et al., 2017). Ludlow e Ivanovic (2008) relataram que, em geral, as doses efetivas para dispositivos de TCFC diminuíram com menores campos de visão (FOV). A dose de um FOV grande da TCFC variou de 68 a 1073 μ Sv e no FOV médio variou de 69 a 560 μ Sv. Em um FOV médio comparável, um tomógrafo multislice de 64 canais (Somatom Sensation, Siemens Medical Solutions EUA, Malvern, Pensilvânia) produziu 530 μ Sv nas configurações padrão e 860 μ Sv usando controle automático da exposição.

A exposição também pode ser minimizada pelo ajuste das configurações de exposição (kVp e mA) e uma redução no número de imagens de base (Scarfe et al., 2017). Desde o advento da tecnologia de feixe cônico, alguns tomógrafos apresentaram melhorias acentuadas nos componentes de hardware e software que reduziram a dose de radiação para o paciente. Essas melhorias incluem mudanças na tecnologia do sensor, um campo de visão menor (dependendo da indicação), e técnica de radiação pulsada seguindo o princípio ALARA: "o mais baixo quanto razoavelmente possível" (Jaju; Jaju, 2015).

Além desses fatores, os parâmetros técnicos implementados pelos operadores de equipamentos de TCFC ou estabelecidos pelos fabricantes, bem como as características de cada aparelho, podem afetar diretamente a dose de radiação a qual o paciente será exposto (Oliveira et al., 2015). As doses absorvidas de radiação nos exames de TCFC dependem de características do equipamento, como o uso de feixe pulsado ou contínuo, e dos parâmetros de aquisição, destacando o tamanho do campo de visão (FOV) e o tempo de aquisição (Andrade et al., 2014). Oliveira et al. (2015) também citaram a falta de uniformidade na configuração dos equipamentos, que apresentam faixas de tensão diferentes e alterações no ângulo de rotação, devendo os riscos envolvidos nos exames de TCFC sempre serem examinados, levando em consideração a irradiação de órgãos sensíveis que não fazem parte da investigação diagnóstica inicial. Evitar regiões de alto risco relativo de radiação (por exemplo, olhos e glândula tireóide) também pode reduzir o risco para os pacientes. Recomenda-se, sempre que possível, a utilização de blindagem de proteção do paciente, como aventais de chumbo para o tronco e colares de tireóide (Scarfe et al., 2017).

A absorção de raios X varia substancialmente com o tamanho e a forma da anatomia que está sendo radiografada, bem como a distribuição de tecidos de diferentes densidades dentro dessa anatomia. A medição da dose absorvida em tecidos ou órgãos específicos permite estimar o dano potencial a um tecido de interesse (Ludlow et al. 2015). A dose absorvida descreve a quantidade de radiação absorvida em um ponto ou a quantidade de energia que a fonte de radiação deposita por unidade de massa de tecido ou órgão e é medida em *gray* (Gy) (Aanenson et al., 2018). Embora útil para fins de controle de qualidade, a dose absorvida de radiação não fornece indicação de risco estocástico (McGuigan et al., 2018).

A dose efetiva (E), relatada em Sieverts (Sv), é uma quantidade de dose de radiação que apresenta correlações diretas ao risco biológico (Ludlow et al. 2015; McGuigan et al., 2018), indicando o risco de ocorrência de um efeito estocástico como resultado do protocolo de exposição testado (Hoogeveen et al., 2016). É o índice atualmente aceito de risco de dose de radiação decorrente da exposição à radiação ionizante ao qual os trabalhadores são expostos. A dose efetiva não pode ser medida durante uma aquisição de TCFC, sendo um valor calculado, e representa a dose transmitida ao corpo como um todo. “E” é um total ponderado, com base na

suscetibilidade relativa, da dose absorvida em tecidos e órgãos específicos. Atualmente, “E” não leva em consideração as variações de suscetibilidade dos pacientes, como sexo e idade (Aanenson et al., 2018; Scarfe et al., 2017).

O produto dose-área (DAP) pode se correlacionar moderadamente bem com a dose efetiva da TCFC. DAP é uma medida do kerma no ar ou a quantidade de energia cinética liberada por unidade de massa quando o feixe de raios X é direcionado pelo ar multiplicado pela área da seção transversal do feixe de raios X incidente no paciente. O DAP é medido em unidades de $\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$ e é uma unidade que tem sido amplamente utilizada na radiografia convencional (Aanenson et al., 2018).

Khoury et al. (2015) avaliaram o DAP e as doses absorvidas pela pele na região dos olhos, glândulas salivares e tireóide do paciente a partir de exames de mandíbula realizados com três aparelhos de TCFC: i-CAT classic, Gendex CB-500 e PreXion 3D. Para a avaliação dosimétrica, foi utilizado um simulador antropomórfico de cabeça (modelo RS-250) para simular um paciente adulto. Os exames de TCFC foram realizados utilizando protocolos padrão e de alta resolução para aquisição de mandíbula em pacientes adultos. Durante a exposição do *phantom*, o DAP foi medido utilizando uma câmara ionizante, e as doses absorvidas na região dos olhos, tireóide e glândulas salivares foram estimadas a partir do uso de dosímetros de termoluminescência (TLDs) posicionados na superfície do *phantom*. Os valores de DAP variaram de 26 a 138 mGy m^2 , e foram cerca de duas vezes maiores para os protocolos de alta resolução em todos os tomógrafos avaliados. As digitalizações de alta resolução realizadas com o PreXion 3D resultaram nos maiores valores de DAP, 33% mais altos que os do i-CAT e 63% mais altos que os valores do tomógrafo Gendex. As doses absorvidas pelos TLDs no PreXion 3D resultaram nos valores mais altos de dose. Em geral, as glândulas salivares (parótida e submandibular) receberam doses mais altas porque o campo de radiação está localizado próximo a essa região. Os autores concluíram que o DAP e as doses absorvidas apresentaram os valores mais altos para o PreXion 3D devido ao uso do modo de exposição contínua e a um produto de alta corrente.

Ghanbarnezhad Farshi et al. (2019) avaliaram as doses de exposição recebidas por 64 pacientes durante exames tomográficos com TCFC utilizando dosímetros termoluminescentes (TLDs) ligados às pálpebras dos olhos, glândulas

parótidas e tireóide em dois centros de imagem. O centro A utilizava o aparelho NewTom VGi e no centro B era utilizado o tomógrafo Planmeca Promax 3D. No centro A, a tensão do tubo foi fixada em 110 kVp, o FOV foi fixado em $15 \times 15 \text{ cm}^2$ e para o centro B foram utilizadas diferentes tensões do tubo (72-78 kVp) e mAs (146-160), mas o FOV foi fixado a $8 \times 8 \text{ cm}^2$. No centro A, as doses mais altas e mais baixas foram recebidas pelos olhos e pela glândula tireóide, respectivamente, enquanto que no centro B as doses mais altas e mais baixas foram detectadas nas glândulas parótidas e nos olhos, respectivamente. A dose de superfície de entrada dos olhos revelou uma diferença significativa entre os dois centros; no centro B, foi 86,4% menor que o centro A, concluindo-se que a seleção inadequada de configurações de exposição, especialmente o tamanho do FOV, pode aumentar seriamente a dose ao paciente.

Por outro lado, Oliveira et al. (2015) observaram que o tomógrafo Gendex CBX500, mesmo utilizando voltagem mais alta (120 kV) e FOV maior (140 mm x 85 mm), apresentou doses menores nos cristalinos do que o tomógrafo CS 9000, o que pode ter sido influenciado por outros fatores, tais como filtração, quantidade de feixes pulsáteis e miliamperagem. Assim, apesar do CS 9000 ter FOV limitado, não resultou em doses reduzidas.

Vale ressaltar que a seleção de FOV é específica para cada sistema. Em vários sistemas, o volume de digitalização pode ser adaptado de acordo com as demandas clínicas. Em outros, apenas uma única seleção de FOV está presente (Liang, 2010).

Nardi et al. (2017a) avaliaram a dose efetiva e a qualidade da imagem da TCFC em comparação com a TC multislice (TCMS) nas aquisições da cabeça, coluna cervical, orelha e arcos dentários (maxila e mandíbula concomitantemente). Um *phantom* Alderson-Rando[®] de cabeça e pescoço equipado com 74 dosímetros de termoluminescência foi exposto de acordo com cinco protocolos diferentes na TCFC (NewTom5G) e quatro protocolos diferentes em TCMS (SOMATOM[®] Sensation 64). A TCFC dos arcos dentários foi estudada com dois FOVs diferentes: pequeno (8 X 8 cm) e médio (12 X 8 cm). A avaliação quantitativa da qualidade da imagem foi implementada medindo a resolução espacial e de contraste, representada pela função de transferência de modulação (MTF) e a relação contraste/ruído (CNR), respectivamente. A dose efetiva medida para TCFC foi de 7,2%, 13,1%, 54,7%, 69,5%

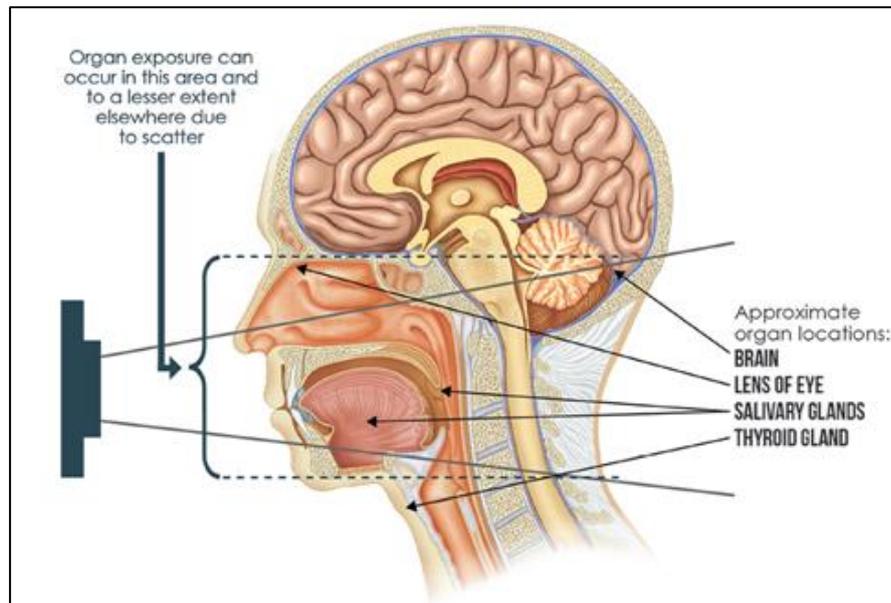
e 84,7% da dose efetiva de TCMS na coluna cervical, cabeça, orelha, arcos dentários com FOV pequeno e arcos dentários com FOV médio, respectivamente. Na TCFC, as doses mais elevadas de órgãos foram as da cadeia ossicular (19,0 mGy) e das glândulas salivares (12,0 mGy) nas aquisições de orelha e de arcos dentários, respectivamente. Na TCMS, a dose mais alta foi a que afetou a glândula tireóide (49,0 mGy) na varredura da coluna cervical, seguida pelas lentes oculares (42,3 mGy) e a cadeia ossicular (37,7 mGy) na varredura auditiva. A TCMS da cabeça e da coluna cervical mostrou CNR maior que a TCFC, enquanto a CNR da orelha e dos arcos dentários mostrou valores comparáveis. Os autores concluíram que a TCFC é preferível à TCMS para a imagem volumétrica da orelha e dos arcos dentários devido à sua menor dose de radiação e à resolução espacial significativamente maior.

O risco real de procedimentos radiográficos de baixa dose, como a radiografia odontológica, incluindo a TCFC, é difícil de avaliar e baseia-se em suposições conservadoras, pois não existem dados para estabelecer a ocorrência de câncer após a exposição a esses níveis. No entanto, é geralmente aceito que qualquer aumento na dose, por menor que seja, resulta em um aumento incremental no risco. Portanto, não há limite seguro ou "zona de segurança" para exposição à radiação em imagens de diagnóstico. Toda exposição aumenta cumulativamente o risco de indução de câncer (Scarfe et al., 2017).

Esse risco existe porque, durante a aquisição de uma TCFC, os raios X podem passar através de vários órgãos, além das estruturas maxilofaciais, como cérebro, lentes do olho, glândulas salivares e glândula tireóide (Figura 3). Raios X também podem ser espalhados por estruturas ósseas ou pelo tomógrafo, expondo outros órgãos (Aanenson et al., 2018).

A lesão por radiação em organismos resulta ou na morte de um grande número de células (efeitos determinísticos), ocasionando, por exemplo, a catarata, ou em danos subletais ao genoma das células individuais (efeitos estocásticos) que resultam na formação do câncer ou mutações hereditárias. Os efeitos determinísticos da radiação são observados quando a exposição à radiação para um órgão ou tecido excede um limiar particular, sendo a gravidade da alteração proporcional à dose. Já para o efeito estocástico, qualquer dose de radiação tem o potencial para induzir esse efeito e a probabilidade dele existir aumenta conforme a dose de radiação é aumentada (White; Pharoah, 2015).

Figura 3 - Órgãos atingidos pelos feixes de radiação durante exame radiográfico odontológico.



Fonte: Aanenson et al. (2018).

Assim, apesar de resultar em doses relativamente baixas para os pacientes comparando-se à tomografia multislice, é importante levar em consideração esses fatores, para que os pacientes sejam selecionados adequadamente para esse exame, as imagens sejam adquiridas em condições ideais e todo o campo de imagem possa ser interpretado após a geração de imagens (Hayashi et al., 2018). Esses tomógrafos de TCFC devem ser utilizados com cautela e as opções de parâmetros devem levar em consideração a real necessidade clínica, visto que, na aquisição, alguns órgãos radiosensíveis são afetados (Andrade et al., 2014).

A preocupação com os riscos de radiação associados a essa modalidade de imagem existe principalmente em crianças (Oenning et al., 2018). Pacientes mais jovens são mais sensíveis à radiação do que os adultos (ou seja, o risco de câncer por dose unitária de radiação ionizante é maior nos pacientes mais jovens). O tamanho físico é um problema, porque o posicionamento anatômico da tireóide, cérebro e glândulas salivares é um pouco mais compactado em pacientes mais jovens, e a dispersão de raios X das estruturas ósseas é mais significativa devido à proximidade dos órgãos (Aanenson et al., 2018). Além disso, pacientes mais jovens têm uma expectativa de vida mais longa para que os efeitos da exposição à radiação se apresentem como câncer; as doses de órgãos, principalmente as glândulas salivares,

e as doses efetivas para crianças na técnica da TCFC são, em média, 30% mais altas do que para adolescentes com a mesma exposição. Devido a essas considerações, as crianças podem ser duas a dez vezes mais sensíveis à carcinogênese por radiação do que os adultos. Isso se traduz em um risco de mortalidade para crianças de três a cinco vezes maior que o risco de adultos para a mesma exposição (Scarfe et al., 2017).

Yeh e Chen (2018) avaliaram a dose de radiação do paciente e estimaram o risco de câncer na TCFC dentária de acordo com os cálculos pelo método de simulação de Monte Carlo com o tomógrafo i-CAT (Imaging Sciences International Inc., PA, EUA). As doses de órgãos e doses efetivas foram calculadas usando o software de simulação de Monte Carlo baseado em computador pessoal (PCXMC 2.0 Rotation). O risco de câncer resultante da exposição à radiação ionizante foi estimado usando o modelo de relatório BEIR VII (Efeitos biológicos da radiação ionizante VII), e o risco de morte induzida pela exposição (REID) foi avaliado pelo software PCXMC 2.0 Rotation. Os autores observaram que a dose efetiva total foi de 30,99 μSv na linha central do feixe de raios X. A maior contribuição para a dose efetiva de todas as posições simuladas foi da tireóide (37,50 μSv). Os valores de REID foram consideravelmente mais altos no sexo feminino do que no masculino, e o risco de radiação diminuiu com o aumento da idade em ambos os sexos. A diminuição do risco de radiação tornou-se mais suave em indivíduos com mais de 30 anos de idade. Os maiores valores de REID foram nos indivíduos de 10 anos de idade, sendo aproximadamente o dobro dos valores dos indivíduos de 30 anos de idade para todos os cânceres. A maior mudança foi demonstrada no câncer de mama de mulheres. Valores reduzidos de REID foram encontrados com o aumento da idade na exposição para todos os cânceres em ambos os sexos. Os autores concluíram que o risco de câncer diminui com o aumento da idade, porque as crianças têm mais anos de vida durante os quais um potencial câncer pode ser expresso. Como as crianças em crescimento têm uma proporção maior de células em divisão, elas são inerentemente mais vulneráveis à radiação. Além disso, o menor tamanho corporal das crianças infere um aumento potencial de risco, porque os órgãos adjacentes recebem doses maiores de radiação por dispersão.

Portanto, as condições de exposição às quais os pacientes se submetem devem ser rigorosamente monitoradas visto que parâmetros otimizados reduzem os

riscos de efeitos biológicos (Oliveira et al., 2015). Entretanto, as unidades de TCFC não são fáceis de usar. A equipe odontológica exige consideravelmente mais treinamento do que o tempo fornecido pelo fornecedor/fabricante na instalação. O treinamento do fornecedor/fabricante tende a se concentrar mais no software, não fornecendo atenção adequada à técnica de aquisição. Assim, para domínio da técnica, a equipe odontológica precisará de bastante prática. Embora seja quase inevitável, especialmente no início, que uma falha ocasional possa exigir uma outra exposição do paciente, essa deve ser a exceção, pois o princípio ALARA (tão baixo quanto razoavelmente possível) é ainda mais relevante na prática odontológica de hoje devido ao amplo acesso à TCFC. Idealmente, um *phantom* anatômico da cabeça deve ser usado para treinar a equipe ou praticar a técnica de um programa desconhecido antes de expor o paciente (MacDonald et al., 2013).

2.4 PRINCÍPIOS DE RADIOPROTEÇÃO

Embora seja incontestável que a TCFC tenha um lugar importante na imagiologia odontológica e tenha a capacidade de melhorar o tratamento do paciente em muitos casos, é importante moderar o otimismo geral e continuar enfatizando a importância das questões de proteção radiológica associadas ao uso dessa modalidade (Pauwels, 2015). Sempre que a radiação ionizante for usada para fins clínicos, os princípios fundamentais da proteção contra radiação devem ser aplicados e os requisitos legais reconhecidos (Horner et al., 2009). Embora o risco da imagem dentomaxilofacial seja pequeno para um indivíduo, quando multiplicado pela grande população de pacientes expostos à imagem de diagnóstico, o risco de radiação se torna um problema de saúde pública significativo (Jaju; Jaju, 2015).

O projeto SEDENTEXCT (Segurança e eficácia de uma nova e emergente modalidade de radiografia dentária) foi um projeto colaborativo apoiado pelo Sétimo Programa-Quadro da Comunidade Europeia de Energia Atômica (Euratom) para atividades de pesquisa e treinamento em energia nuclear, que teve como objetivo adquirir as principais informações necessárias para o uso clínico sólido e cientificamente fundamentado da TCFC em imagens dentárias e maxilofaciais. Com base em uma extensa revisão da literatura e auxiliada por trabalho experimental sobre dose de radiação, qualidade de imagem e eficácia diagnóstica realizada no projeto, foram adotadas diretrizes baseadas em evidências. As presentes diretrizes

concentram-se na implementação prática dos principais elementos do sistema de proteção contra radiação, ou seja, na justificativa da exposição do paciente e na otimização da proteção do paciente e da equipe (European Commission, 2012).

A justificativa baseia-se no princípio de que o uso de radiação deve resultar em mais benefícios do que danos ao paciente (Yeung et al., 2019). Fundamentalmente, o usuário precisa estar ciente das vantagens e desvantagens muito específicas dessa técnica em relação a outras imagens dentárias e ser capaz de equilibrar os benefícios potenciais com os possíveis efeitos prejudiciais do aumento da exposição à radiação (Patel et al., 2019).

Esse princípio trata de um aspecto crucial, pois o uso excessivo da tomografia na Odontologia aumentaria consideravelmente a dose coletiva. O uso da TCFC na Odontologia só pode ser considerado justificado se houver histórico do paciente e informações clínicas disponíveis, se houver expectativa de adicionar novas informações, e se as radiografias bidimensionais não responderem (ou não se espera que responda) à pergunta diagnóstica. A repetição do exame de TCFC deve ser evitada, a menos que cada exame possa ser individualmente justificado. Além disso, esse exame não deve ser indicado se a avaliação de tecidos moles for necessária, pois apenas a tomografia multislice ou a ressonância magnética fornece a resolução de contraste necessária para imagem de tecidos moles (European Commission, 2012; Pauwels, 2015).

O último relatório da Academia Europeia de Radiologia Dentária e Maxilofacial (EADMFR) foi desenvolvido em 2009 e abordava os principais princípios de proteção radiológica: justificativa, otimização e redução de dose, além de questões de treinamento e competência. O documento cita que todos os envolvidos com a TCFC devem ter recebido treinamento teórico e prático adequado para fins de práticas radiológicas, além de competência relevante em proteção contra radiação. São necessários educação e treinamento contínuos após a qualificação, principalmente quando novos equipamentos ou técnicas de TCFC são adotados (Horner et al., 2009; Brown et al., 2014).

Quanto à otimização de exposição ao paciente, protocolos de baixa dose têm sido sugeridos e aplicados. Eles englobam procedimentos que diminuem os fatores de exposição sem perda inaceitável da qualidade da imagem para fins de diagnóstico. Após determinar um FOV otimizado para um paciente em particular, uma

aquisição de TCFC pode ser adquirida com doses de radiação ainda mais baixas, usando configurações de redução de dose pré-definidas pelos fabricantes ou ajustando manualmente os parâmetros de imagem para os quais a máquina de TCFC permite. Geralmente, os chamados protocolos de baixa dose podem ser alcançados reduzindo a corrente do tubo (mA), o tempo de exposição, a resolução (ou seja, aumentando o tamanho do voxel), o número de projeções e/ou adotando um modo de rotação parcial (por exemplo, 180° em vez de rotação de 360°). Esses protocolos foram relatados para diversas especialidades, tais como odontopediatria, ortodontia, endodontia, implantodontia, periodontia e cirurgia oral e maxilofacial. No entanto, a maior parte da literatura disponível está relacionada a estudos não clínicos. Além disso, há uma falta de declarações de posicionamento ou diretrizes de órgãos competentes sobre o uso de protocolos de doses baixas na Odontologia (Yeung et al., 2019).

2.5 QUALIDADE DA IMAGEM NA TCFC

Atenção deve ser dada também à qualidade das imagens. Se “imagens bonitas” estiverem sendo obtidas quando apenas uma imagem de diagnóstico é necessária, faz-se um desserviço ao paciente. Especialistas em imagem devem educar os colegas cirurgiões-dentistas sobre a diferença de risco entre imagens “diagnosticadas como aceitáveis” e “bonitas”. Isso leva a um novo conceito chamado de ALADA “tão baixo quanto aceitável em termos de diagnóstico”, que é uma modificação de ALARA, “tão baixo quanto razoavelmente possível”. A implementação desse conceito ALADA exigiria a regulamentação estrita das diretrizes para encaminhamentos de TCFC, seguida de uma avaliação baseada na evidência da qualidade da imagem para tarefas de diagnóstico específicas com exposição e doses associadas a um determinado nível de qualidade da imagem (Jaju; Jaju, 2015).

As imagens da TCFC possuem “ruído” inerente que reduz a nitidez da imagem e produz uma resolução limitada de contraste de tecidos moles. A qualidade da imagem também é afetada por artefatos de imagem, como listras, sombreamento, anéis e distorção devido a altas áreas de atenuação (como restaurações metálicas), e a resolução espacial inerente pode limitar a visualização adequada de estruturas na região dento-alveolar (Scarfe et al., 2017).

A precisão das imagens reformatadas da TCFC é afetada por muitos fatores. Isso inclui as características da máquina (por exemplo, resolução nominal, qualidade da imagem), exposição à radiação (kV, mA e o número de imagens de base), o software usado para reconstrução da imagem e medição dimensional, artefatos de movimento do paciente e as limitações do clínico na interpretação das imagens (Fokas et al., 2018).

Diversas configurações de escaneamento e reconstrução influenciam diretamente a qualidade da imagem adquirida, o que afeta a visibilidade radiográfica das estruturas anatômicas e o nível de ruído da imagem. A seleção do tamanho do FOV, por exemplo, determina o tamanho do voxel usado, que pode ser definido pela resolução de pixels no plano 'xy' e espessura da fatia no plano 'z'. O tamanho do voxel da imagem, altamente correlacionado com a resolução espacial, desempenha um papel importante na qualidade resultante da imagem, proporcionando um maior grau de detalhe. Quanto menor o voxel, maior a resolução espacial, podendo assim influenciar as tarefas de diagnóstico em alguns campos de aplicação, como endodontia e avaliação de traumas. Já em outras áreas, como no planejamento de implantes, um tamanho de voxel de 0,3 a 0,4 mm parece ser suficiente para fornecer a precisão necessária (Liang, 2010; Kiljunen et al., 2015; Fokas et al., 2018).

Entretanto, a resolução espacial também está inversamente correlacionada com o ruído da imagem e a relação contraste/ruído. Como tal, um FOV reduzido com uma configuração de tamanho de voxel reduzido não se traduz diretamente em melhor qualidade de imagem ou maior resolução espacial, porque o nível de ruído também pode ser substancialmente aumentado (Liang, 2010). Isso ocorre porque pixels menores capturam menos fótons de raios X, resultando em mais ruído na imagem e, assim, a dose de radiação pode ter que ser aumentada (Kiljunen et al., 2015).

Apesar da operação do equipamento de TCFC ser tecnicamente simples e operacionalmente semelhante, em alguns aspectos, à radiografia panorâmica, a maioria das unidades desse tomógrafo oferece inúmeras opções nas configurações de exposição disponíveis. A seleção adequada desses parâmetros é necessária para otimizar a qualidade da imagem e minimizar a exposição à radiação de acordo com o princípio ALARA (o mais baixo possível) ou ALAP (tão baixo quanto prático) (Scarfe et al., 2017).

Os artefatos também afetarão a qualidade das imagens de diagnóstico. Artefatos são discrepâncias entre a imagem visual reconstruída e o conteúdo real do sujeito em estudo. Esses artefatos podem deteriorar a qualidade da imagem, às vezes significativamente (Makins, 2014; Fokas et al., 2018). Isso porque, quando os artefatos estão presentes nas imagens radiográficas, os valores da escala de cinza na imagem não refletem com precisão os valores de atenuação do sujeito. Além disso, estruturas podem aparecer em imagens que realmente não existem no paciente. Esses artefatos podem ocorrer devido ao movimento do paciente, ao processo de captura e reconstrução da imagem ou ao mau funcionamento do sistema de imagem. Qualquer que seja a fonte ou aparência dos artefatos de imagem, sua presença degrada a precisão da imagem em relação às características reais do sujeito (Makins, 2014).

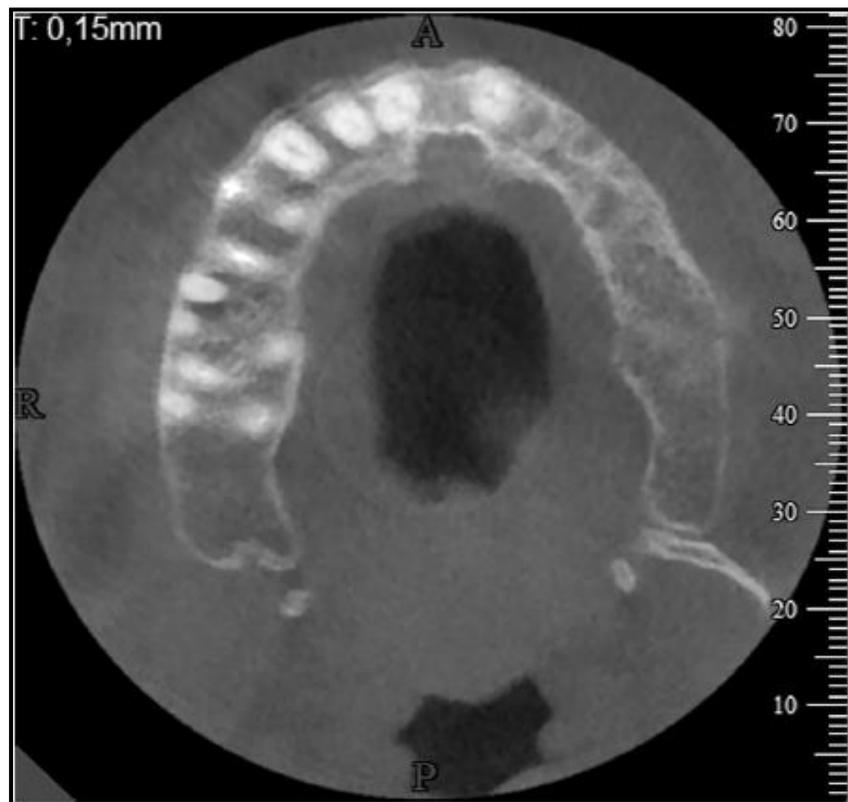
Um dos artefatos mais frequentes na TCFC é resultado do movimento do paciente (Figura 4). Quando os tecidos dentro do volume da imagem se movem durante a aquisição da digitalização, o registro incorreto de voxels de dados ocorre, que se apresenta como uma margem dupla da estrutura ou falta de nitidez da imagem. O efeito desses artefatos pode ser crucial para aprimorar as tarefas de diagnóstico, como medições precisas ou identificação de estruturas anatômicas importantes, tais como canal mandibular, crista alveolar e assoalho do seio maxilar (Fokas et al., 2018).

Muitos fatores podem estar relacionados ao movimento da cabeça do paciente durante o exame de TCFC. Eles são representados pela posição da cabeça, posição do queixo, presença/ausência de rolos de algodão para estabilizar a mandíbula do paciente, o braço da unidade de TCFC tocando o cabelo do paciente, abrir ou fechar os olhos do paciente e a idade do paciente (Nardi et al., 2017b).

Uma forma de tentar amenizar os artefatos de movimento do paciente é estabilizar a cabeça do paciente. Isso é permitido na TCFC, diferentemente da TC, porque os fabricantes fornecem dispositivos específicos para estabilizar a cabeça do paciente durante o exame (Fokas et al., 2018). Muitas unidades incorporam cadeiras embutidas com faixas colocadas na testa do paciente para reduzir o movimento durante as aquisições. As unidades baseadas em plataformas de máquinas panorâmicas geralmente têm pás posicionadas contra as têmporas do paciente ou uma placa de rosto aberta na qual o paciente repousa a testa. Ter o paciente sentado em uma cadeira e abaixar a unidade para o paciente reduzirá as chances de movimento. Além disso, algumas unidades possuem tempos de aquisição variáveis.

Uma redução no tempo de digitalização, diminuindo o arco de digitalização, reduz o número de imagens de base disponíveis para reconstruir o volume tridimensional, o que reduz a qualidade geral da imagem. No entanto, a imagem resultante é compatível com muitas tarefas de diagnóstico e é uma boa opção para pacientes com movimentos involuntários (Makins, 2014).

Figura 4 – Artefato de movimento caracterizado pelo efeito de borda dupla evidente principalmente na região anterior da maxila em imagem axial de TCFC.



Fonte: Nardi et al. (2015).

Nardi et al. (2017b) realizaram uma pesquisa cujo principal objetivo era avaliar a taxa de repetição do exame tomográfico devido a artefatos de movimento no tomógrafo NewTom 5G CBCT (QR, Verona, Itália), utilizando três tipos diferentes de apoio da cabeça e associando com a idade do paciente. Setecentos e cinquenta pacientes foram divididos em três grupos, dependendo do apoio de cabeça utilizado: apoio de cabeça em espuma, apoio de cabeça em espuma com alça de cabeça e capacete. No total, 361 pacientes (48,2%) apresentaram artefatos de movimento, mas o exame somente foi repetido em 41 casos (5,4%) após avaliação por dois radiologistas experientes. A porcentagem de repetição do exame foi de 5,3%, 3,8% e

10,6% em pacientes com ≤ 18 anos, 19-65 anos e ≥ 66 anos, respectivamente, e a maioria dos exames repetidos ocorreu em idades limítrofes, de 6 a 9 anos e de 75 a 83 anos. Isso pode provar que havia uma capacidade diferente de manter o controle muscular da cabeça e do pescoço e, também, das crianças em seguir as instruções do operador. A taxa de repetição do exame mostrou valores semelhantes entre os apoios de cabeça em pacientes com menos de 66 anos de idade. Entretanto, em pacientes com mais de 65 anos de idade, o capacete para apoio de cabeça diminuiu a taxa de repetição do exame.

Spin-Neto et al. (2015) avaliaram os fatores relacionados à movimentação do paciente e à repetição do exame. A prevalência de movimentação encontrada foi de 21%. Ser criança foi o principal fator relacionado ao movimento. Para pacientes na faixa etária ≤ 15 anos, o risco de movimento foi 11 vezes maior do que para pacientes na faixa etária ≥ 31 anos. O percentual de repetições encontrado foi de 6,4%.

Nos casos em que forem detectados artefatos de movimento do paciente, é altamente recomendável repetir a aquisição, principalmente se a precisão do diagnóstico da imagem estiver potencialmente comprometida (Fokas et al., 2018). Entretanto, as diretrizes europeias mais atuais (European Commission, 2012) citam que um máximo de 5% de todos os exames de TCFC pode ser considerado inaceitável no diagnóstico e exigir repetição. O alcance dessa meta de 5% não deve ser visto como uma desculpa para relaxar os esforços para melhorar a qualidade ou interromper as avaliações da qualidade da imagem.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar a prevalência e os motivos das repetições dos exames de TCFC em três serviços privados de radiologia odontológica.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Quantificar os exames e as repetições realizadas no mesmo paciente;
- b) Identificar os motivos das repetições dos exames;
- c) Associar os grupos de indicação do exame com o tomógrafo onde foi realizada a aquisição;
- d) Associar as repetições dos exames com a idade dos pacientes, as indicações dos exames, clínica de radiologia odontológica e aparelho tomográfico utilizado.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Esta pesquisa foi um estudo retrospectivo e observacional, onde os bancos de dados e imagens tomográficas de três serviços privados de radiologia odontológica foram acessados retrospectivamente para a coleta dos dados.

Antes de iniciar a coleta de dados, o projeto foi submetido para avaliação e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Pernambuco (Anexo A), obtendo o CAAE de número 29009920.9.0000.5208.

4.2 UNIVERSO E SELEÇÃO DA AMOSTRA

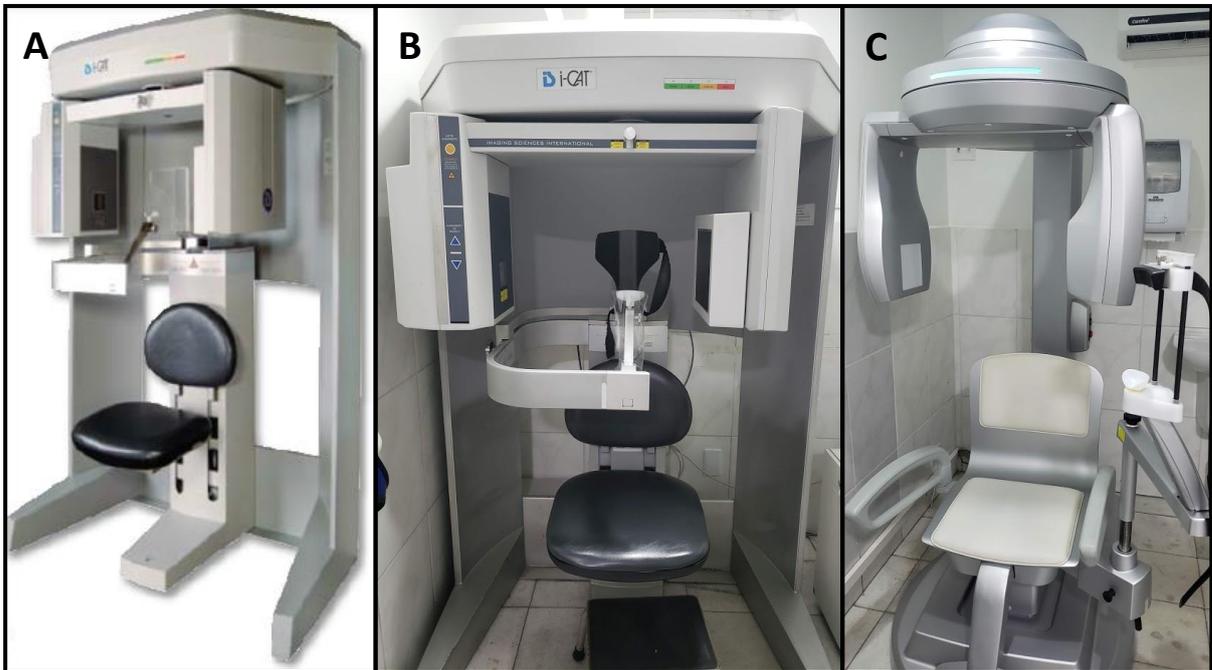
O universo do presente projeto foi composto pelos dados e imagens arquivadas no computador dos tomógrafos de três serviços de radiologia odontológica. Para a seleção da amostra, a pesquisadora realizou visitas em três clínicas privadas de radiologia odontológica que possuem aparelhos de TCFC conforme listado no Quadro 1. Os aparelhos tomográficos avaliados foram o i-CAT Classic (Imaging Sciences International), i-CAT Next Generation (Imaging Sciences International) e PreXion 3D (PreXion Inc.) (Figura 5). As especificações de cada um deles estão listadas na tabela 2. A clínica A está localizada na cidade de Recife-PE e as clínicas B e C na cidade de Fortaleza-CE.

Quadro 1 - Clínicas visitadas com seus respectivos tomógrafos.

CLÍNICA A	CLÍNICA B	CLÍNICA C
i-CAT Next Generation PreXion 3D	i-CAT Classic PreXion 3D	i-CAT Classic

Fonte: A autora (2020).

Figura 5 - Tomógrafos i-CAT Classic (A), i-CAT Next Generation (B) e PreXion 3D (C).



Fontes: Andrade (2013) (A) e A autora (2020) (B e C).

Tabela 2 - Especificações dos aparelhos de TCFC avaliados neste estudo.

ESPECIFICAÇÕES	i-CAT NEXT GENERATION	PREXION 3D	i-CAT CLASSIC
Posição do paciente	Sentado	Sentado	Sentado
Detector	Plano	Plano	Plano
Tensão do tubo (kV)	120	90	120
Corrente (mA)	Variável	Fixa (4mA)	Fixa (7 mA)
Tempo de rotação (s)	5; 8,9 ou 26,9	16,9 - 33,5	10,0 - 40,0
Modo de exposição	Pulsado	Contínuo	Pulsado
Tamanho do voxel (mm)	0,125; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4	0,146; 0,25	0,2; 0,25; 0,3; 0,4
Tamanho do FOV	Padrão: 4, 6, 8, 10, 13 cm X 16 cm; 8cm X 8cm; Personalizado: de 2-13 cm X 16cm; Estendido: 17 X 23	5,6 X 5,6 cm 8,1 X 7,6 cm	6 X 16 cm 16 X 22 cm

Fontes: Andrade (2013); Manuais dos tomógrafos.

A amostra foi selecionada retrospectivamente no banco de dados dos computadores conectados aos tomógrafos. Mesmo que as clínicas tivessem um backup de exames tomográficos salvo em outro computador, não seria possível a inclusão desses exames na amostra porque as clínicas somente salvam as imagens finais dos pacientes, ou seja, se porventura os pacientes repetiram o exame, não seria

possível saber visto que os exames repetidos foram descartados, sendo essa informação essencial para a realização desta pesquisa.

Os exames foram selecionados retrospectivamente a partir do dia no qual a pesquisadora esteve na clínica. Os exames selecionados para a amostra foram realizados no período entre 10/06/2019 e 28/01/2020 na clínica A, 08/01/2020 e 12/03/2020 na clínica B, e 09/02/2019 a 19/02/2020 na clínica C. O espaço de tempo médio nos quais os exames selecionados foram realizados foi de 7 meses.

Todos os exames incluídos na amostra estavam armazenados nesses computadores, não existindo nenhum critério de exclusão. No i-CAT Next Generation, isso foi possível pelo fato de ficarem registradas todas as aquisições dos pacientes que constam na lista do computador conectado ao tomógrafo (Figura 6). Quando uma imagem é removida durante um backup, por exemplo, automaticamente aquele paciente tem seu nome removido da lista do banco de dados daquele tomógrafo. No i-CAT Classic e no PreXion 3D, a lista de pacientes que visualizamos no computador do tomógrafo é independente da lista de imagens. Como os operadores dos tomógrafos não são orientados a remover a lista de banco de dados, nela constam os nomes de todos os pacientes que já realizaram exame naquele tomógrafo. No PreXion, caso o exame tenha sido repetido, o nome do paciente constará mais de uma vez na lista, em sequência, sendo possível afirmar que aquele paciente repetiu o exame (Figura 7). Quando o HD do computador está cheio e é necessário realizar um backup, as imagens saíram do registro do paciente, mas seu nome não sai da lista, sendo ainda possível saber se aquele paciente repetiu ou não o exame. Na prática, visualiza-se o nome do paciente mais de uma vez (o número de vezes que o exame foi repetido), mas quando o técnico clica duas vezes para abrir o exame, ele não aparece. No i-CAT classic, o registro do nome do paciente aparece apenas uma vez e os registros das repetições que porventura tenham ocorrido aparecem dentro do registro desse paciente. Vale ressaltar que os operadores dos tomógrafos não são orientados a apagar as listas dos nomes dos pacientes do banco de dados nem os registros das aquisições. Assim, mesmo que os registros desses dois tomógrafos funcionem de maneira diferente, eles são fidedignos para as informações que foram coletadas no presente estudo.

Figura 6 - Banco de dados do tomógrafo i-CAT Next Generation, onde os registros das aquisições são visualizados ao clicar no nome do paciente. Os nomes dos pacientes foram cobertos para preservar suas identidades.

The screenshot shows the i-CATVisionO software interface. At the top, there is a menu bar with 'Arquivo', 'Ferramentas', 'Tela', and 'Ajuda'. Below the menu is a title bar 'Lista de estudo'. The main area contains a table with columns: 'Nome do paciente', 'Id do paciente', 'Data de nascimento', and 'Sexo'. The patient names are redacted with a black box. Below this table is another table with columns: 'Tipo de ar...', 'Data/hora do estudo', and 'Campo de visão'.

Nome do paciente	Id do paciente	Data de nascimento	Sexo
[Redacted]	611726	18/2/1966	M
[Redacted]	611716	26/2/1984	F
[Redacted]	611711	29/6/1999	F
[Redacted]	611688	24/4/1947	M
[Redacted]	611674	14/9/1962	M
[Redacted]	611656	3/11/1975	F
[Redacted]	611652	12/5/1958	M
[Redacted]	611644	26/7/1959	M
[Redacted]	611613	2/5/1942	F
[Redacted]	611598	20/10/1984	F
[Redacted]	611597	29/10/1968	F
[Redacted]	611583	6/1/1983	M
[Redacted]	611572	14/3/1978	F
[Redacted]	611569	27/4/1979	F
[Redacted]	611565	16/4/1951	F
[Redacted]	611552	20/1/1965	F
[Redacted]	611534	18/7/1962	F
[Redacted]	611532	23/5/1951	M
[Redacted]	611528	7/7/1999	F

Tipo de ar...	Data/hora do estudo	Campo de visão
RAW_CT	28/1/2020 11:42 C	68,00
CT	28/1/2020 11:42 C	68,00
RAW_CT	28/1/2020 11:36 C	74,00
CT	28/1/2020 11:36 C	74,00

Fonte: A autora (2020).

Figura 7 - Banco de dados do tomógrafo PreXion 3D, onde os números dos registros de pacientes que tenham a mesma descrição (finalidade do exame) e que repetiram o exame aparecem mais de uma vez, em sequência. Os nomes dos pacientes foram cobertos para preservar suas identidades.

The screenshot shows the PreXion3D Viewer software interface. At the top, there is a title bar 'PreXion3D Viewer' and a status bar with the date and time '[Friday, March 06, 2020, 16:45]'. Below the title bar is a table with columns: '#', 'RU', 'Patient ID', 'Patient', 'Study Date, Time', 'Age', 'Sex', and 'Description'. The patient names are redacted with a black box.

#	RU	Patient ID	Patient	Study Date, Time	Age	Sex	Description
8.	P	636594	[Redacted]	2020/01/08 10:57:44	74	M	Implante 12
8.	P	636481	[Redacted]	2020/01/08 10:42:02	61	M	localiza 26
8.	P	636481	[Redacted]	2020/01/08 10:23:40	61	M	localiza 26
8.	P	636564	[Redacted]	2020/01/08 10:10:07	57	F	fratura 47
8.	P	636562	[Redacted]	2020/01/08 10:03:01	62	M	Implante 27
8.	P	636562	[Redacted]	2020/01/08 09:56:39	62	M	Implante 27
8.	P	636556	[Redacted]	2020/01/08 09:44:26	56	F	fratura 36 37
8.	P	635434	[Redacted]	2020/01/08 09:15:05	22	F	localizacao 48
8.	P	636530	[Redacted]	2020/01/08 09:10:21	22	F	localizacao 38
8.	P	636530	[Redacted]	2020/01/08 08:59:30	26	F	localizacao 22
8.	P	636526	[Redacted]	2020/01/08 08:45:42	40	M	localiza 18-48
8.	P	636526	[Redacted]	2020/01/08 08:41:29	40	M	localiza 28 38
8.	P	636520	[Redacted]	2020/01/08 08:22:43	28	M	localiza 13 23
8.	P	636466	[Redacted]	2020/01/07 17:02:40	44	F	fratura 16
8.	P	636466	[Redacted]	2020/01/07 16:55:29	44	F	fratura 16
8.	P	636454	[Redacted]	2020/01/07 16:35:08	32	F	localizacao 38
8.	P	636454	[Redacted]	2020/01/07 16:30:35	32	F	localizacao 38
8.	P	636442	[Redacted]	2020/01/07 15:57:04	27	F	implante arcada
8.	P	636413	[Redacted]	2020/01/07 15:19:53	48	F	Fratura 11
8.	P	636369	[Redacted]	2020/01/07 14:57:33	25	M	Fratura 21

Fonte: A autora (2020).

4.3 OBTENÇÃO DOS DADOS SECUNDÁRIOS

Durante as visitas às clínicas de radiologia odontológica, a pesquisadora acessou os computadores onde são realizadas as aquisições tomográficas desses aparelhos e coletou os dados referentes aos pacientes, incluindo nome, sexo, idade e número do registro, e os dados referentes à aquisição tomográfica, incluindo data do exame, indicação da realização do exame, clínica de radiologia odontológica, tomógrafo utilizado, região escaneada, kilovtagem (Kv), miliamperagem (mA), tempo de aquisição da imagem, campo de visão (FOV), voxel da imagem, se houve ou não repetição, o motivo e o número de repetições.

A idade foi coletada em anos e posteriormente categorizada baseada em uma modificação das categorias sugeridas pela Organização Mundial de Saúde (OMS). As categorias foram divididas em idade entre: 0 e 9 anos (criança); 10 e 19 anos (adolescente); 20 e 24 anos (jovem); 25 e 44 anos (adulto jovem); 45 e 59 anos (adulto); e idade igual ou maior que 60 anos (idosos).

As indicações dos exames foram levantadas pela pesquisadora nos registros das clínicas, que eram realizados em papel ou no sistema computacional. Baseado nos achados, as indicações foram subdivididas em: endodontia, implante, terceiro molar, dente incluso, articulação temporomandibular (ATM), cirurgia, lesão, dolphin, periodontia, ortodontia, dor/parestesia, avaliação geral, seios maxilares, deformidade facial, avaliação de corpo estranho, bruxismo. Caso não tenha registrado o motivo da solicitação do exame, foi colocado “não informado”.

A região escaneada foi categorizada em maxila, mandíbula, maxila e mandíbula, face completa ou articulação temporomandibular, a depender do tamanho do FOV do exame e do que era visualizado na imagem.

Os motivos das repetições foram subdivididos em: movimentação do paciente, imagem com a região de interesse cortada, enquadramento imperfeito do objetivo do exame na imagem, erro de resolução (técnico escolheu errado o tamanho do FOV ou voxel baseado na indicação do exame), aquisição do dente/arcada errada, presença de artefatos na imagem (prótese removível, aparelho auditivo ou colete de chumbo), erro no protocolo de periodontia (aquisição do exame sem expandex para

separação labial) e erro do tomógrafo. Caso o motivo não tenha sido identificado na imagem, o exame entrou na categoria “não justificado”.

4.4 AVALIAÇÃO DOS EXAMES REPETIDOS

Para a verificação dos motivos das repetições, todas as imagens repetidas foram abertas e visualizadas por completo no computador dos tomógrafos. Caso houvesse alguma dúvida por parte da pesquisadora sobre o real motivo da repetição, os operadores dos tomógrafos das respectivas clínicas foram chamados para esclarecimento. Nos casos onde não foi visualizado nenhum motivo pelo qual o exame tenha sido repetido, ou seja, nem mesmo o técnico soube informar porque repetiu aquele exame, o exame foi colocado na categoria de motivo “não justificado”. Se mais de um motivo de repetição tenha sido visualizado nos exames repetidos, mesmo que tenha sido no mesmo exame, todos eles foram listados pela pesquisadora.

Todas as imagens dos pacientes que repetiram o exame tomográfico foram exportadas em formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) para um HD externo.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados clínicos e imaginológicos obtidos foram tabulados pela pesquisadora em tabela do Excel e, posteriormente, submetidos à análise estatística para determinação de prevalências e possíveis associações entre as variáveis analisadas pelo programa SPSS versão 21 para Windows (SPSS Inc., Chicago). As possíveis associações entre os grupos de indicação do exame e o tomógrafo onde foi realizada a aquisição, e entre a idade dos pacientes categorizada em faixas etárias, indicação do exame, clínica de radiologia odontológica e aparelho tomográfico utilizado com a ocorrência de repetição do exame foram verificadas com o teste qui-quadrado de Pearson ou exato de Fisher, a depender da distribuição da amostra. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

Exames de 2696 pacientes foram incluídos na pesquisa. Um total de 1241 pacientes realizou o exame no tomógrafo i-CAT e 1455 no PreXion 3D. A distribuição do total de pacientes avaliados de acordo com as três clínicas de radiologia odontológica e com os tomógrafos incluídos na pesquisa está descrita na tabela 3.

Tabela 3 - Distribuição dos exames avaliados de acordo com os tomógrafos e clínicas incluídas na pesquisa.

TOMÓGRAFO	CLÍNICAS		
	CLÍNICA A	CLÍNICA B	CLÍNICA C*
i-CAT	789	300	152
PreXion	825	630	--

*A clínica C possuía somente o tomógrafo i-CAT.

Fonte: A autora (2020).

A idade dos pacientes variou entre 3 e 91 anos, com uma média de 48,7 anos nos exames envolvendo ambos os tomógrafos (Tabela 4). Após categorizar a idade, observou-se a seguinte distribuição: 0,5% eram crianças com idade entre 0 e 9 anos (N = 14); 5,2% eram adolescentes, com idade entre 10 e 19 anos (N = 139); 3,9% apresentavam-se com idade entre 20 e 24 anos (N = 105); 29,8% eram adultos jovens entre 25 e 44 anos (N = 803); 32% tinham entre 45 e 59 anos (N = 862); e 28,7% tinham idade igual ou maior que 60 anos (N = 773).

Tabela 4 - Valores mínimos, máximos, médias e desvios-padrões das idades dos pacientes incluídos na amostra de acordo com os tomógrafos utilizados.

TOMÓGRAFO	IDADE			
	MÍNIMA	MÁXIMA	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO
PreXion + i-CAT	3	91	48,7	16,92
PreXion	3	91	47,07	16,71
i-CAT	6	91	50,61	16,98

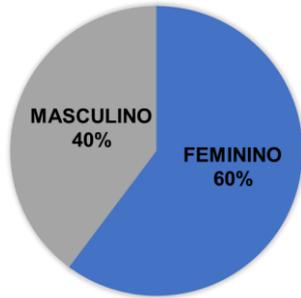
Fonte: A autora (2020).

Com relação ao sexo dos pacientes avaliados em todas as clínicas de radiologia odontológica incluídas no estudo, 37% foram do sexo masculino (N = 1000)

e 63% do sexo feminino (N = 1696). Os gráficos 1 e 2 apresentam a distribuição dos pacientes de acordo com o sexo nos tomógrafos i-CAT e PreXion, respectivamente.

Gráfico 1 - Sexo dos pacientes avaliados no tomógrafo i-CAT.

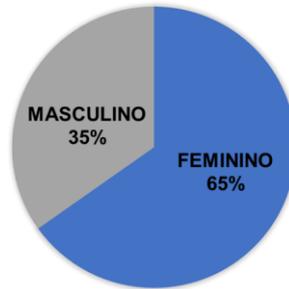
SEXO TOMÓGRAFO I-CAT



Fonte: A autora (2020).

Gráfico 2 - Sexo dos pacientes avaliados no tomógrafo PreXion.

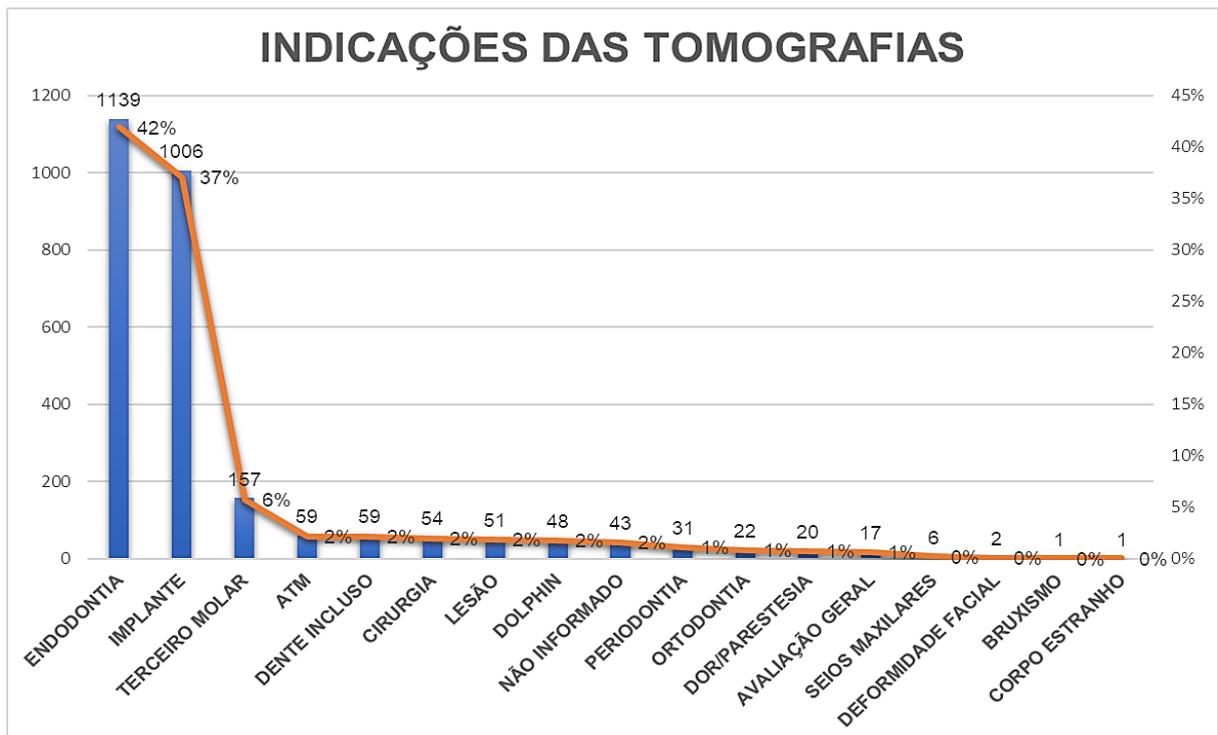
SEXO TOMÓGRAFO PREXION



Fonte: A autora (2020).

As indicações dos exames que tiveram maior prevalência foram: endodontia (42%, N = 1139), implante (37%, N = 1006) e avaliação de terceiro molar (6%, N = 157) (Gráfico 3). O total correspondeu a 2716, porque vinte pacientes apresentaram dois tipos de indicação para a realização do exame.

Gráfico 3 - Indicações dos exames tomográficos avaliados.



Fonte: A autora (2020).

Quando os grupos de indicação foram associados com o tipo de tomógrafo onde foi realizada a aquisição, foram encontrados resultados significativos em dez categorias de indicação (Tabela 5). Nas categorias “indicação não informada”, dolphin, dor/parestesia e seios maxilares, todos os exames foram realizados no tomógrafo i-CAT. Já no grupo de endodontia, a maioria foi realizada no PreXion, diferentemente dos grupos de implante, ATM, cirurgia, ortodontia e avaliação geral, que realizaram a maioria dos exames no i-CAT.

Tabela 5 - Distribuição dos exames por grupo de indicação nos tomógrafos avaliados.

INDICAÇÃO	TOMÓGRAFO				TOTAL N	VALOR DE p^{\S}
	PREXION		I-CAT			
	N	%	N	%		
Endodontia	1069	93,9	70	6,1	1139	0,000*
Implante	192	19,1	814	80,9	1006	0,000*
Terceiro molar	92	58,6	65	41,4	157	0,23
Dente incluso	32	54,2	27	45,8	59	0,967
ATM	1	1,7	58	98,3	59	0,000*
Cirurgia	21	38,9	33	61,1	54	0,025*
Lesão	24	47,1	27	52,9	51	0,318
Dolphin	0	0	48	100	48	0,000*
Não informada	0	0	43	100	43	0,000*
Periodontia	13	41,9	18	58,1	31	0,176
Ortodontia	6	27,3	16	72,7	22	0,012*
Dor/parestesia	0	0	20	100	20	0,000*
Avaliação geral	5	29,4	12	70,6	17	0,042*
Seios maxilares	0	0	6	100	6	0,009*
Deformidade facial	0	0	2	100	2	0,212
Corpo estranho	0	0	1	100	1	0,46
Bruxismo	0	0	1	100	1	0,46

[§] Teste qui-quadrado de Pearson ou exato de Fischer a depender da distribuição da amostra.

* Valor de p estatisticamente significante ($p < 0,05$).

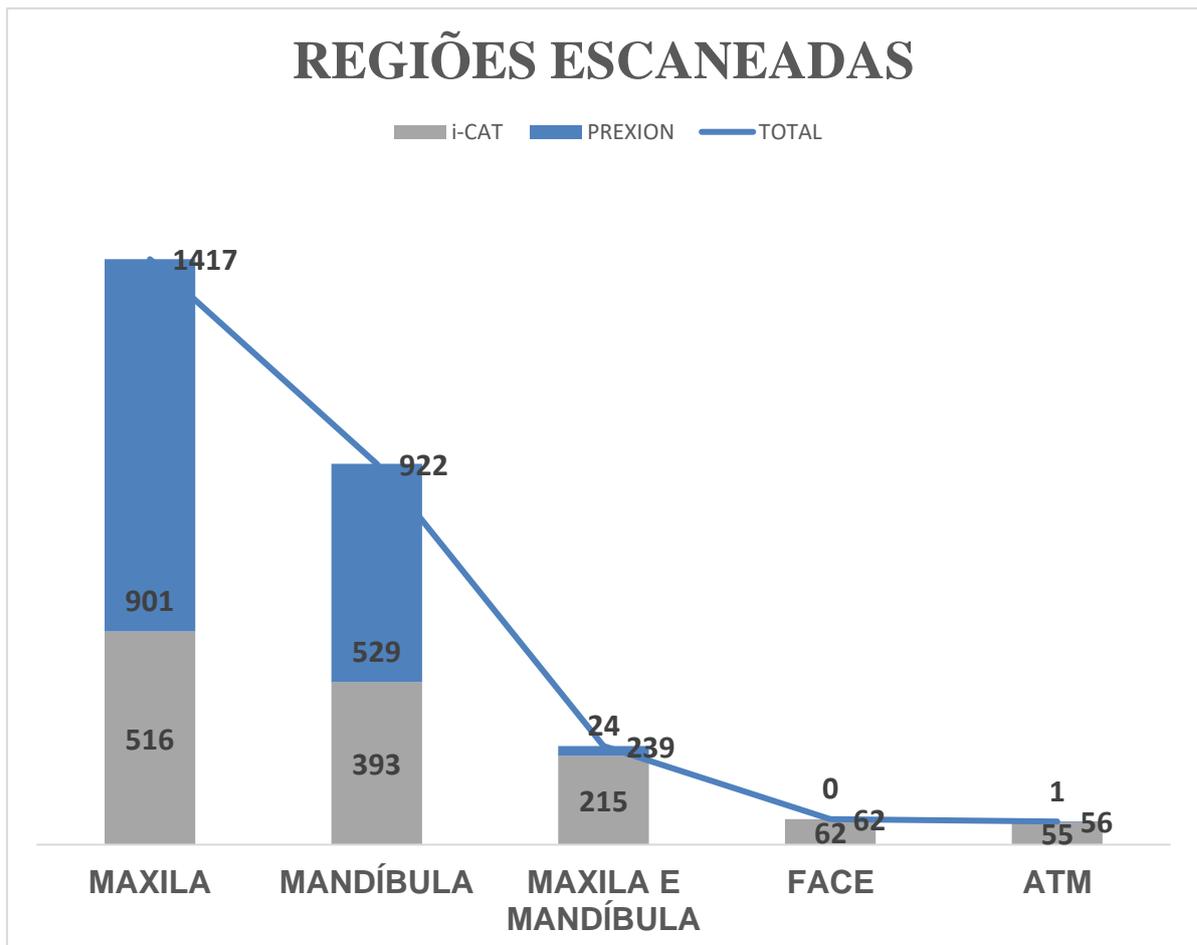
Fonte: A autora (2020).

As regiões mais escaneadas pelos tomógrafos foram maxila (53%, N = 1417) seguida pela mandíbula (34%, N = 922). A distribuição das regiões escaneadas separadamente pelos tomógrafos i-CAT e PreXion encontra-se no gráfico 4. Observe-se que poucos exames da região de maxila e mandíbula, ATM e nenhum exame de

face foram realizados no PreXion em virtude deste tomógrafo apresentar um FOV reduzido.

Com relação às repetições, a maioria dos pacientes não repetiu a aquisição tomográfica (80,2%, N = 2161). Entretanto, 535 exames foram repetidos, correspondendo a 19,8% dos exames totais avaliados. Foram observadas de uma a onze repetições do exame no mesmo paciente. Dentre os pacientes que repetiram a tomografia, a maioria repetiu apenas uma vez (84,8% das repetições, N = 454), seguido por duas vezes (13%, N = 70), três vezes (0,7%, N = 4) e quatro vezes (0,7%, N = 4). Cinco, sete e onze repetições foram observadas em um paciente.

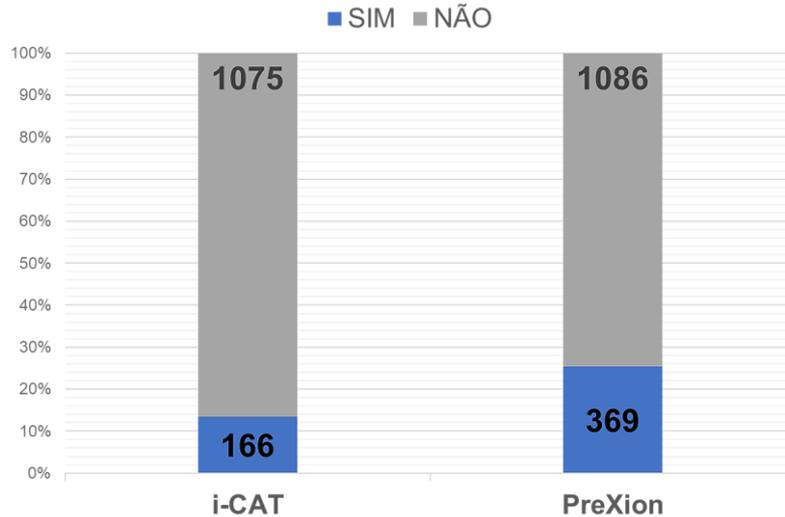
Gráfico 4 - Regiões escaneadas pelas tomografias realizadas separadamente nos tomógrafos PreXion e i-CAT.



Fonte: A autora (2020).

Analisando-se o percentual e o número de repetições de acordo com o tomógrafo onde foi realizada a aquisição (Gráfico 5), observa-se que os exames realizados no PreXion foram mais repetidos (25,4%, N = 369) do que os exames realizados no tomógrafo i-CAT (13,4%, N = 166).

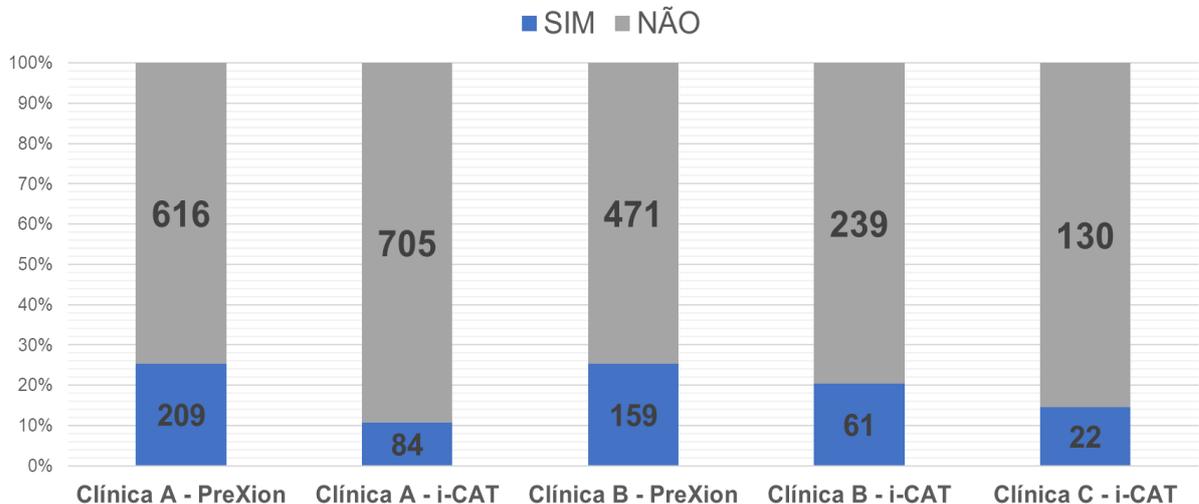
Gráfico 5 - Prevalência e percentual de repetições de acordo com os tomógrafos avaliados.



Fonte: A autora (2020).

O gráfico 6 apresenta a prevalência e o percentual de repetições de acordo com o tomógrafo e as clínicas avaliadas. O percentual de repetição dos exames foi de 23,65% para a clínica B; 18,15% para a clínica A; 14,47% para a clínica C.

Gráfico 6 - Prevalência e percentual de repetições de acordo com o tomógrafo e as clínicas avaliadas.



Fonte: A autora (2020).

As possíveis associações entre o tipo de tomógrafo e a clínica de radiologia odontológica onde foi realizado o exame tomográfico com a ocorrência de repetição do exame também foram avaliadas através de teste qui-quadrado. Os resultados encontram-se dispostos nas tabelas 6 e 7, respectivamente. Observa-se que houve um resultado significativo nas duas associações, indicando que a escolha da clínica de radiologia odontológica e do tomógrafo influenciam na ocorrência de repetição do exame tomógrafo.

Tabela 6 - Distribuição das repetições entre os tomógrafos avaliados.

TOMÓGRAFO	REPETIÇÃO				Valor de $p^{\$}$
	NÃO		SIM		
	N	%	N	%	
PREXION	1086	74,6	369	25,4	0,000*
i-CAT	1075	86,6	166	13,4	
TOTAL	2161	80,2	535	19,8	

§Teste qui-quadrado de Pearson.

*Valor de p estatisticamente significativa.

Fonte: A autora (2020).

Tabela 7 - Distribuição das repetições entre as clínicas de radiologia odontológica avaliadas.

CLÍNICA	REPETIÇÃO				Valor de $p^{\$}$
	NÃO		SIM		
	N	%	N	%	
CLÍNICA A	1321	81,8	293	18,2	0,001*
CLÍNICA B	710	76,3	220	23,7	
CLÍNICA C	130	85,5	22	14,5	
TOTAL	2161	80,2	535	19,8	

§Teste qui-quadrado de Pearson.

*Valor de p estatisticamente significativa.

Fonte: A autora (2020).

A tabela 8 apresenta a distribuição das repetições entre as categorias de idade adotadas no presente estudo. Verifica-se um maior percentual de repetições na faixa etária entre 0 e 9 anos (35,7%), sendo esse resultado significativo ($p < 0,05$), indicando que a idade é um fator determinante para a ocorrência de repetição do exame de TCFC.

Tabela 8 - Distribuição das repetições de acordo com a variável idade categorizada.

IDADE CATEGORIZADA	REPETIÇÃO				Valor de p^{\S}
	NÃO		SIM		
	N	%	N	%	
0-9 ANOS	9	64,3	5	35,7	0,000*
10-19 ANOS	119	85,6	20	14,4	
20-24 ANOS	92	87,6	13	12,4	
25-44 ANOS	675	84,1	128	15,9	
45-59 ANOS	683	79,2	179	20,8	
≥60 ANOS	583	75,4	190	24,6	
TOTAL	2161	80,2	535	19,8	

§Teste qui-quadrado de Pearson.

*Valor de p estatisticamente significativa.

Fonte: A autora (2020).

A tabela 9 apresenta a distribuição das repetições entre os diferentes tipos de indicação da tomografia. A indicação que apresentou o maior número de repetições foi a endodontia, seguida de implante. Quando foi verificada uma possível associação entre o tipo de indicação do exame e a repetição do mesmo, observou-se um resultado significativo com as indicações de endodontia, implante e avaliação de terceiro molar ($p < 0,05$).

Tabela 9 - Distribuição das repetições entre os tipos de indicação do exame tomográfico em todas as clínicas avaliadas.

INDICAÇÃO	REPETIÇÃO				Valor de p^{\S}
	NÃO		SIM		
	N	%	N	%	
Endodontia	823	72,3	316	27,7	0,000*
Implante	863	85,8	143	14,2	0,000*
Terceiro molar	144	91,7	13	8,3	0,000*
Lesão	40	78,4	11	21,6	0,755
Dolphin	38	79,2	10	20,8	0,862
Periodontia	22	71	9	29	0,197
Cirurgia	45	83,3	9	16,7	0,554
Dente incluso	50	84,7	9	15,3	0,371
ATM	51	87,9	7	12,1	0,133
Não informado	38	88,4	5	11,6	0,173
Avaliação geral	13	76,5	4	23,5	0,759
Seios maxilares	5	83,3	1	16,7	1,000
Dor/Parestesia	19	95	1	5	0,154
Ortodontia	21	95,5	1	4,5	0,102
Bruxismo	0	0	1	100	0,198
Corpo estranho	0	0	1	100	0,198
Deformidade facial	2	100	0	0	1,000

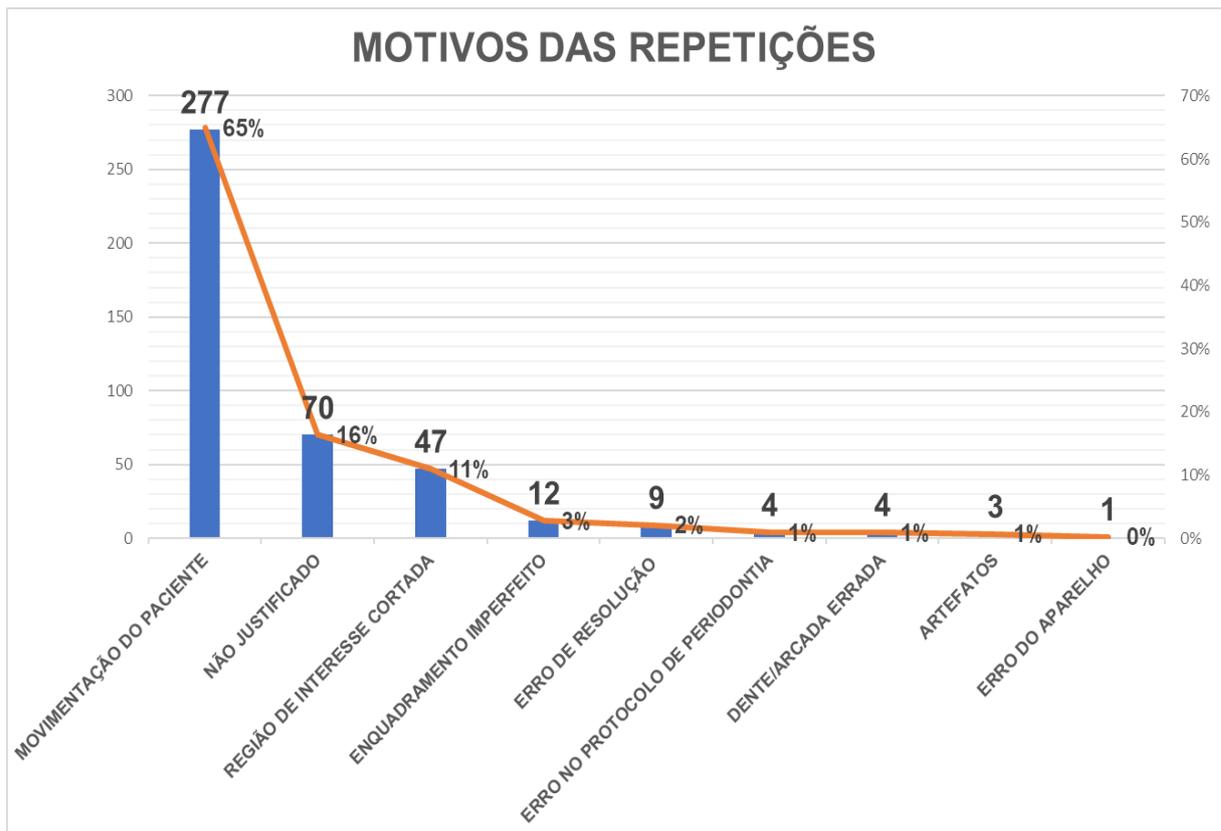
§Teste qui-quadrado de Pearson ou Exato de Fisher a depender da distribuição da amostra.

*Valor de p estatisticamente significativa.

Fonte: A autora (2020).

O gráfico 7 lista os motivos das repetições de todos os pacientes avaliados. Vale ressaltar que em catorze exames foram encontrados dois motivos de repetição do exame. Do total de pacientes que repetiram a tomografia (N = 535), não foi possível identificar o motivo da repetição em 122 deles pelo fato da imagem não estar mais arquivada no computador do tomógrafo PreXion.

Gráfico 7 – Prevalência e percentual dos motivos das repetições dos exames tomográficos avaliados.



Fonte: A autora (2020).

O motivo que mais ocorreu foi o paciente ter se movimentado durante a aquisição, gerando uma imagem distorcida, tremida, sem nitidez (65%, N = 277), correspondendo a 10,27% da amostra do estudo. Na faixa etária de 0 a 9 anos, todas as repetições ocorreram por motivo de movimentação do paciente. O motivo “não justificado” refere-se às imagens onde não foi possível a identificação do porquê do operador do tomógrafo ter repetido, apesar de todas as imagens repetidas e finais dos pacientes que repetiram o exame terem sido visualizadas com os respectivos operadores de cada clínica. Este motivo teve a segunda maior prevalência (16%, N = 70). Apenas os erros de movimentação do paciente e erro do aparelho não se referem

a erros devidos à deficiência técnica ou falta de atenção dos operadores dos tomógrafos que realizam os exames, somando um total de 149 casos.

Dentre os três pacientes que apresentaram artefatos na imagem (prótese removível, aparelho auditivo e colete de chumbo), apenas a repetição pelo motivo da presença de prótese removível estaria justificada, visto que a prótese está sobreposta à área da indicação do exame que era para colocação de implante na maxila e mandíbula. O aparelho auditivo não aparece encobrendo a região da maxila que foi escaneada para avaliação de bruxismo (Figura 8), e nem o colete de chumbo se sobrepõe à ATM que é a indicação deste exame.

Os motivos das repetições por clínica e aparelho tomográfico estão listados na tabela 10. Observa-se que a movimentação do paciente foi o motivo mais prevalente em todas as clínicas avaliadas, seguido da repetição não justificada, que não foi identificada na clínica C.

Tabela 10 - Distribuição dos motivos das repetições por clínica e aparelho tomográfico.

MOTIVO	CLÍNICA A		CLÍNICA A		CLÍNICA B		CLÍNICA B		CLÍNICA C		TOTAL	
	PreXion		i-CAT		PreXion		i-CAT		i-CAT		N	%
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
Movimentação do paciente	73	83%	58	68%	95	56%	32	52%	19	86%	277	65%
Não justificado	8	9%	17	20%	28	16%	17	27%	0	0%	70	16%
Região de interesse cortada	4	5%	3	4%	30	18%	9	15%	1	5%	47	11%
Enquadramento imperfeito	0	0%	1	1%	7	4%	4	6%	0	0%	12	3%
Erro de resolução	0	0%	0	0%	7	4%	0	0%	2	9%	9	2%
Erro no protocolo de Periodontia	0	0%	1	1%	3	2%	0	0%	0	0%	4	1%
Dente/arcada errada	3	3%	1	1%	0	0%	0	0%	0	0%	4	1%
Artefatos	0	0%	3	4%	0	0%	0	0%	0	0%	3	1%
Erro do aparelho	0	0%	1	1%	0	0%	0	0%	0	0%	1	0%
TOTAL	88	100%	85	100%	170	100%	62	100%	22	100%	427	100%

Fonte: A autora (2020).

Figura 8 – Reconstrução tridimensional da imagem do paciente que repetiu o exame da maxila devido à presença do aparelho auditivo.



Fonte: A autora (2020).

6 DISCUSSÃO

O percentual de repetições dos exames de TCFC no nosso estudo (19,8%) é maior que o máximo recomendado pelo Projeto SEDENTEXCT (5%) (European Commission, 2012), que ainda cita que essa taxa não deve ser vista como uma desculpa para relaxar os esforços para melhorar a qualidade ou interromper as avaliações da qualidade da imagem. Assim, atenção deve ser dada às justificativas dessas repetições.

Com relação à associação entre o tomógrafo utilizado e a ocorrência de repetição do exame, foi observado que os exames realizados no PreXion foram mais repetidos (25,4%) do que os exames realizados no tomógrafo i-CAT (13,4%) ($p < 0,05$). Como todas as aquisições do tomógrafo PreXion na clínica A (que foi a clínica onde mais exames do PreXion foram avaliados) foram realizadas com o seu tempo máximo de rotação (33,5s), a chance do paciente se movimentar e, conseqüentemente, necessitar de uma repetição é maior do que no i-CAT, que apresenta uma variação de tempo de aquisição de cinco a quarenta segundos.

A associação entre a clínica de radiologia odontológica onde foi realizado o exame tomógrafo e a ocorrência de repetição do exame também apresentou um resultado significativo. Alguns fatores podem ter influenciado neste resultado, dentre eles a experiência dos operadores dos tomógrafos e o fato da maioria dos exames tomográficos encaminhados para a clínica que apresentou maior prevalência de repetição ser realizada no PreXion 3D, inclusive aqueles com indicação de exodontia de terceiros molares e colocação de implante.

Com relação ao número de repetições, chamou atenção o fato de um dos pacientes ter repetido o exame onze vezes. Esse paciente era do sexo masculino, tinha 51 anos no momento do exame, que era da região da mandíbula e, apesar de não ter nenhuma doença neurológica aparente, se movimentou em onze aquisições. As imagens estavam realmente duplicadas, dificultando o diagnóstico para a colocação de implantes, que era a finalidade do exame. Entretanto, é preocupante o fato da clínica não ter nenhum limite de número de repetições e nenhum protocolo estabelecido nesses casos. Uma forma de tentar amenizar os artefatos de movimento do paciente é estabilizar a cabeça do paciente ou reduzir o tempo de aquisição da imagem através da mudança dos parâmetros da imagem (Makins, 2014). Apesar de

Nardi et al. (2017b) terem concluído em sua pesquisa que a redução do tempo de aquisição tomográfica não está associada à redução de artefatos de movimento e/ou repetição de exames de TCFC, em virtude de seus resultados mostrarem que os pacientes jovens, que realizaram aquisição tomográfica com um tempo de aquisição reduzido, apresentaram um alto percentual de repetição, é sabido que tempos de aquisição mais longos podem aumentar as chances de movimento do paciente e a frequência desses artefatos (Makins, 2014; Fokas et al., 2018). Assim, diminuir o tempo de aquisição reduz a probabilidade de movimentação do paciente, mas essa está também relacionada a outros fatores, tais como a quantidade de imagens adquiridas em determinado protocolo de aquisição.

Avaliando-se os motivos que levaram os operadores dos tomógrafos a repetir os exames tomográficos, o motivo que mais ocorreu em todas as clínicas avaliadas foi o paciente ter se movimentado durante a aquisição, gerando uma imagem duplicada ou distorcida (10,27%), sendo superior ao encontrado por Donaldson et al. (2013), Spin-Neto et al. (2015) e Nardi et al. (2017b), que encontraram taxas de repetição bem menores, de 0,5%, 6,4% e 5,4% respectivamente, apesar de terem avaliado as repetições relacionadas apenas à movimentação do paciente. Nos exames tomográficos, o paciente deve permanecer parado durante toda a aquisição porque, quando há movimentação durante a aquisição da imagem, forma-se uma imagem duplicada ou com falta de nitidez, podendo comprometer as tarefas de diagnóstico (Makins, 2014; Fokas et al., 2018). É importante os operadores dos tomógrafos e radiologistas estarem cientes da presença de artefatos e estarem familiarizados com suas características para aprimorar a extração de informações de diagnóstico das imagens de TCFC (Makins, 2014). Entretanto, em alguns casos, as alterações na imagem eram muito discretas e talvez não causariam uma alteração na avaliação do exame. Idealmente, o equilíbrio entre a detecção do movimento do paciente e um “limiar” diagnóstico para quando esse movimento é prejudicial à imagem deve definir a necessidade de repetição do exame (Spin-Neto et al., 2015). Sugere-se que pesquisas futuras avaliem a indicação e consequente necessidade de repetição do exame tomográfico. Na prática, o que se observa é que a maioria dos cirurgiões-dentistas atuais recebeu treinamento insuficiente na interpretação das imagens de TCFC, e não foram treinados para

justificar ou executar aquisições tomográficas. Essa deficiência na educação odontológica deve ser tratada (Brown et al., 2014).

Aqueles exames repetidos onde não foi visualizado nenhum motivo para o qual o exame tenha sido repetido entraram na categoria de motivo “não justificado” e apresentaram a segunda maior prevalência. Esse fato é relevante visto que a repetição do exame de TCFC somente deve ocorrer nos casos em que ela esteja individualmente justificada. Um dos critérios para a justificativa é quando há expectativa de se adicionar novas informações ao exame (European Commission, 2012; Pauwels, 2015). Entretanto, nesses casos “não justificados”, a imagem final estava muito semelhante senão igual à imagem que foi repetida. Assim, em virtude do grande número de exames com repetição não justificada, evidencia-se a necessidade de um melhor treinamento dos operadores dos tomógrafos, e de um monitoramento do princípio da justificativa na repetição dos exames, evitando-se uma exposição à radiação desnecessária ao paciente.

Dentre os motivos encontrados durante a análise das imagens, apenas os erros de movimentação do paciente e os erros relacionados ao funcionamento do aparelho não se referem a erros devidos à deficiência técnica ou falta de atenção dos operadores dos tomógrafos. Ou seja, 34,89% dos casos de repetição repetiram o exame devido a erros relacionados ao operador do tomógrafo, tais como a falta de atenção do técnico se o paciente estava com aparelho removível na boca, aquisição do dente errado, erro na escolha e na execução do protocolo adequado de acordo com a indicação do exame, ou simplesmente pelo fato do objeto relacionado à indicação do exame (como por exemplo, o terceiro molar) não estar perfeitamente centralizado na imagem, apesar de não ter sido cortado da imagem (enquadramento imperfeito).

Quarenta e sete exames foram repetidos por estarem com a imagem cortada no local do objeto de diagnóstico relacionado à indicação do exame. Vale ressaltar que a maioria das unidades modernas de TCFC possui a geração de uma visão “scout” no início da aquisição. Isso permite que o operador determine se o paciente foi posicionado de maneira ideal antes de prosseguir com a exposição total. A visualização de um “scout” transmite apenas uma fração da dose do exame geral, e, caso o paciente não esteja bem posicionado, evita uma exposição desnecessária

do paciente à radiação ionizante (MacDonald, 2015). Nos casos do i-CAT e do PreXion, ambos possibilitam uma visão “scout” antes da aquisição total. Portanto, essas repetições novamente estão relacionadas a erros dos operadores dos tomógrafos.

Avaliando-se a idade dos pacientes da amostra, apesar da idade mínima ter sido de três anos, os pacientes com idade menor que dez anos corresponderam a apenas 0,5% dos pacientes. Estes achados demonstram que a indicação de exames de TCFC nessa faixa etária não é rotineira. Entretanto, apesar de terem sido apenas catorze pacientes nessa faixa etária, cinco deles (35,7%) repetiram o exame devido à movimentação do paciente, sendo a faixa etária com o maior percentual de repetições ($p < 0,05$). Portanto, a idade é um fator determinante para a ocorrência de repetição do exame de TCFC, tendo que ter uma atenção redobrada durante a aquisição tomográfica de pacientes pediátricos em virtude dos efeitos estocásticos da radiação que podem vir a aparecer no futuro. Pacientes mais jovens (<10 anos) terão um risco inerentemente aumentado de indução de câncer devido à exposição à radiação pelo fato de possuírem um crescimento celular aumentado, além de uma maior duração do período de latência (devido à maior expectativa de vida) durante o qual um câncer pode ser expresso. Entre 10 e 15 anos, a idade deixa de ter um impacto substancial na magnitude do risco da exposição à radiação (Aanenson et al., 2018).

Spin-Neto et al. (2015) e Nardi et al. (2017b) encontraram uma correlação entre a repetição do exame tomográfico devido a artefatos de movimento com a idade do paciente. Enquanto Spin-Neto et al. (2015) observaram uma maior taxa de repetição nas crianças, Nardi et al. (2017b) identificaram um percentual de repetição maior no grupo com a faixa etária mais avançada. Estes autores observaram que, em pacientes com mais de 65 anos de idade, os artefatos de movimento que necessitaram de repetição do exame foram duas vezes o realizado em pacientes com idade ≤ 18 anos e quase o triplo em comparação aos realizados em pacientes de 19 a 65 anos. Apesar disso, observaram que a maioria dos exames repetidos ocorreu em idades limítrofes, entre 6 e 9 anos e entre 75 e 83 anos. Isso pode provar que havia uma capacidade diferente de manter o controle muscular da cabeça e do pescoço e, também, das crianças em seguir as instruções do operador. O fornecimento de instruções corretas ao paciente antes da digitalização é ainda mais importante para as crianças e idosos para se obter um desempenho adequado no exame.

No presente estudo, a maioria das indicações foi da categoria de endodontia, refletindo a tendência de indicação da TCFC no diagnóstico do complexo sistema de canais radiculares. Além disso, foi a categoria de indicação que apresentou significativamente o maior número de repetições. Isso pode ser justificado pelo fato de que nas clínicas A e B, que possuem os dois tomógrafos avaliados, todos os exames com indicação de endodontia são realizados no tomógrafo PreXion. É importante lembrar que o protocolo que as clínicas utilizam no tomógrafo PreXion apresenta FOV e voxel reduzidos, com maior tempo de aquisição, resultando em cortes mais finos e com melhor resolução do que o i-CAT classic (Andrade et al., 2014). Deste modo, qualquer discreta movimentação do paciente durante a aquisição resulta em imagem distorcida.

No tratamento com implantes dentários, o uso da TCFC facilita o diagnóstico e melhora o planejamento (Fokas et al., 2018). Segundo Pauwels (2015), a aplicação mais comum da TCFC na Odontologia é para o planejamento pré-operatório de implantes. Por outro lado, no nosso trabalho, a indicação de implante correspondeu à segunda categoria mais prevalente.

Andrade et al. (2014) verificaram que, na maioria dos órgãos, os valores do produto kerma ar-área eram mais altos no PreXion do que no i-CAT classic. Esses resultados levaram os autores a sugerir que, nos casos com indicação para implante, que não precisa de uma resolução tão alta quanto na endodontia, a realização dos exames no i-CAT é mais indicada. Os achados do nosso estudo corroboram com o recomendado por esses autores, uma vez que maior quantidade de exames para implante foram realizados no tomógrafo i-CAT ao invés de ser realizado no tomógrafo PreXion 3D.

O grupo de indicação de avaliação de terceiro molar foi a terceira categoria de indicação com maior prevalência. De fato, muitos cirurgiões-dentistas encaminham seus pacientes para a realização de TCFC previamente à exodontia de terceiros molares, principalmente os inferiores, devido à proximidade com o nervo alveolar inferior que aumenta o risco de lesão neural. Entretanto, atenção deve ser dada se a solicitação desses exames é feita sem avaliação prévia de exames bidimensionais, como a radiografia panorâmica. De acordo com Jaju e Jaju (2015), a impactação dos terceiros molares inferiores é um desses cenários em que a TCFC é rotineiramente

usada sem avaliação prévia em radiografia panorâmica e com falta de evidência de envolvimento do canal mandibular com as raízes dos dentes impactados.

Quando os grupos de indicação foram associados com o tipo de tomógrafo onde foi realizada a aquisição, foram encontrados outros resultados significativos. Os resultados foram coerentes com relação à área odontológica que precisa ser avaliada em cada tipo de indicação. Nas categorias “indicação não informada”, dor/parestesia e Seios maxilares, todos os exames foram realizados no tomógrafo i-CAT, e nos grupos de ATM, cirurgia, ortodontia e avaliação geral, a maioria também foi realizada no i-CAT, que é um tomógrafo que permite exames com FOV maior.

Os cirurgiões-dentistas estão envolvidos no processo de justificativa, na necessidade de fornecer níveis adequados de informações clínicas ao profissional que realizará o exame e na avaliação/interpretação do exame realizado (Brown et al., 2014). Ao atuar como referenciador, o cirurgião-dentista deve garantir que informações clínicas adequadas sobre o paciente sejam fornecidas à pessoa que assume a responsabilidade pela exposição (European Commission, 2012). A colocação do motivo do encaminhamento do paciente para a realização do exame tomográfico na requisição do exame também é fundamental para uma aquisição tomográfica com os parâmetros adequados. Cada clínica apresenta um protocolo para cada grupo de indicação. Entretanto, quarenta e três pacientes foram encaminhados para as clínicas de radiologia odontológica com requisições que não citavam o motivo da indicação do exame tomográfico. Atualmente, existe uma grande variedade de tomógrafos no mercado. A maioria das unidades é projetada para executar uma tarefa de maneira otimizada. Portanto, o conhecimento da indicação do exame por parte da clínica é essencial para que ela possa garantir que os protocolos adotados pela sua unidade sejam apropriados para a base de pacientes e os serviços que presta (MacDonald, 2015). Ressalta-se, assim, a importância de ser colocado na requisição do exame o motivo da indicação. Os cursos de graduação e pós-graduação, que estão envolvidos na formação do profissional, devem abordar essa questão com mais atenção.

A presente pesquisa apresentou algumas limitações. As avaliações da necessidade de repetição dos exames iniciais foram realizadas pela pesquisadora juntamente com os operadores dos tomógrafos de forma qualitativa. Sugere-se futuras pesquisas com análises quantitativas que avaliem as imagens iniciais e repetidas

selecionadas no presente estudo com o intuito de verificar se a análise do exame repetido seria diferente da análise do exame inicial considerando a tarefa diagnóstica ao qual o exame foi requisitado, confirmando se a repetição foi justificável.

7 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos com a metodologia empregada, foi possível concluir que:

- A prevalência de repetições em exames de TCFC foi alta, sendo observado até onze repetições em um mesmo paciente;
- A causa mais frequente das repetições é a movimentação do paciente, seguido de motivo “não justificado” e imagem cortada;
- Há uma prevalência significativa de aquisições no tomógrafo i-CAT nas indicações para dolphin, dor/parestesia, seios maxilares, ATM, cirurgia, ortodontia, avaliação Geral, Implante e “indicação não informada” e, no tomógrafo PreXion, nas aquisições para endodontia;
- Há uma maior prevalência de repetições para pacientes com idade inferior a 10 anos, com indicação para tratamento endodôntico, colocação de implantes e avaliação de terceiros molares;
- Há uma diferença significativa na prevalência de repetições entre as clínicas e aparelhos tomográficos avaliados.

REFERÊNCIAS

- Aanenson JW, Till JE, Grogan HA. Understanding and communicating radiation dose and risk from cone beam computed tomography in dentistry. *J Prosthet Dent.* 2018;120(3):353-360.
- American Dental Association Council on Scientific Affairs. The use of cone-beam tomography in dentistry. An advisory statement from the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc* 2012;143:899–902.
- Andrade MEA. Dosimetria em tomografia computadorizada de feixe cônico na odontologia. Recife. Tese [Doutorado em Ciências] – Universidade Federal de Pernambuco; 2013.
- Andrade ME, Khoury HJ, Nascimento Neto JB, Kramer R. Dosimetric evaluation of dental implant planning examinations with cone-beam computed tomography. *Radiat Prot Dosimetry.* 2014;158(2):175-180.
- Angelopoulos C, Scarfe WC, Farman AG. A comparison of maxillofacial CBCT and medical CT. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2012;20(1):1-17.
- Araujo GTT, Peralta-Mamani M, Silva AFMD, Rubira CMF, Honório HM, Rubira-Bullen IRF. Influence of cone beam computed tomography versus panoramic radiography on the surgical technique of third molar removal: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2019;48(10):1340-1347.
- Brown J, Jacobs R, Levring Jäghagen E, et al. Basic training requirements for the use of dental CBCT by dentists: a position paper prepared by the European Academy of DentoMaxilloFacial Radiology. *Dentomaxillofac Radiol.* 2014;43(1):20130291.
- Davies J, Johnson B, Drage N. Effective doses from cone beam CT investigation of the jaws. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012;41(1):30-36.
- Donaldson K, O'Connor S, Heath N. Dental cone beam CT image quality possibly reduced by patient movement. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013;42:91866873.
- European Commission. Radiation Protection n. 172. Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology (Evidence-based guidelines). A report prepared by the SEDENTEXCT project. 2012.
- Feragalli B, Rampado O, Abate C, et al. Cone beam computed tomography for dental and maxillofacial imaging: technique improvement and low-dose protocols. *Radiol Med.* 2017;122(8):581-588.
- Fokas G, Vaughn VM, Scarfe WC, Bornstein MM. Accuracy of linear measurements on CBCT images related to presurgical implant treatment planning: A systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29 Suppl 16:393-415.

Ghanbarnezhad Farshi R, Mesbahi A, Johari M, Kara Ü, Gharehaghaji N. Dosimetry of Critical Organs in Maxillofacial Imaging with Cone-beam Computed Tomography. *J Biomed Phys Eng*. 2019;9(1):51-60.

Gu L, Zhu C, Chen K, Liu X, Tang Z. Anatomic study of the position of the mandibular canal and corresponding mandibular third molar on cone-beam computed tomography images. *Surg Radiol Anat*. 2018;40(6):609-614.

Hayashi T, Arai Y, Chikui T, et al. Clinical guidelines for dental cone-beam computed tomography. *Oral Radiol*. 2018;34(2):89-104.

Hoogeveen RC, Hazenoot B, Sanderink GC, Berkhout WE. The value of thyroid shielding in intraoral radiography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2016;45(5):20150407.

Horner K, Islam M, Flygare L, Tsiklakis K, Whaites E. Basic principles for use of dental cone beam computed tomography: consensus guidelines of the European Academy of Dental and Maxillofacial Radiology. *Dentomaxillofac Radiol*. 2009;38(4):187-195.

Jacobs R, Salmon B, Codari M, Hassan B, Bornstein MM. Cone beam computed tomography in implant dentistry: recommendations for clinical use. *BMC Oral Health*. 2018;18(1):88.

Jaju PP, Jaju SP. Cone-beam computed tomography: Time to move from ALARA to ALADA. *Imaging Sci Dent*. 2015;45(4):263-265.

Khoury HJ, Andrade ME, Araujo MW, Brasileiro IV, Kramer R, Huda A. Dosimetric study of mandible examinations performed with three cone-beam computed tomography scanners. *Radiat Prot Dosimetry*. 2015;165(1-4):162-165.

Kiljunen T, Kaasalainen T, Suomalainen A, Kortenesniemi M. Dental cone beam CT: A review. *Phys Med*. 2015;31(8):844-860.

Leonardi R. Cone-beam computed tomography and three-dimensional orthodontics. Where we are and future perspectives. *J Orthod*. 2019;46(1_suppl):45-48.

Liang X, Jacobs R, Hassan B, et al. A comparative evaluation of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) and Multi-Slice CT (MSCT) Part I. On subjective image quality. *Eur J Radiol*. 2010;75(2):265-269.

Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106:106–14.

Ludlow JB, Timothy R, Walker C, et al. Effective dose of dental CBCT-a meta analysis of published data and additional data for nine CBCT units [published correction appears in *Dentomaxillofac Radiol*. 2015;44(7):20159003]. *Dentomaxillofac Radiol*. 2015;44(1):20140197.

MacDonald D. Cone-beam computed tomography and the dentist. *J Investig Clin Dent*. 2015;8(1):10.1111/jicd.12178.

MacDonald D, Ford N, Bunting N. CBCT: training and patient selection. *The Bridge. Magazine of the British Columbia Dental.* 2013.

Makins SR. Artifacts interfering with interpretation of cone beam computed tomography images. *Dent Clin North Am.* 2014;58(3):485-495.

Matzen LH, Berkhout E. Cone beam CT imaging of the mandibular third molar: a position paper prepared by the European Academy of DentoMaxilloFacial Radiology (EADMFR). *Dentomaxillofac Radiol.* 2019;48(5):20190039.

McGuigan MB, Duncan HF, Horner K. An analysis of effective dose optimization and its impact on image quality and diagnostic efficacy relating to dental cone beam computed tomography (CBCT). *Swiss Dent J.* 2018;128(4):297-316.

Nardi C, Borri C, Regini F, et al. Metal and motion artifacts by cone beam computed tomography (CBCT) in dental and maxillofacial study. *Radiol Med.* 2015 Jul;120(7):618-26.

Nardi C, Talamonti C, Pallotta S, et al. Head and neck effective dose and quantitative assessment of image quality: a study to compare cone beam CT and multislice spiral CT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2017a;46(7):20170030.

Nardi C, Taliani GG, Castellani A, De Falco L, Selvi V, Calistri L. Repetition of Examination Due to Motion Artifacts in Horizontal Cone Beam CT: Comparison among Three Different Kinds of Head Support. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2017b;7(4):208-213.

Oenning AC, Jacobs R, Pauwels R, et al. Cone-beam CT in paediatric dentistry: DIMITRA project position statement. *Pediatr Radiol.* 2018;48(3):308-316.

Oliveira MVL, Andrade MEL, Batista WO, Campos PSF. Cone Beam Computed Tomography: Dosimetry for Temporomandibular Joint Exam. *Int J Sci Research.* 2015;4(5):176-79.

Patel S, Brown J, Pimentel T, Kelly RD, Abella F, Durack C. Cone beam computed tomography in Endodontics - a review of the literature. *Int Endod J.* 2019;52(8):1138-1152.

Pauwels R. Cone beam CT for dental and maxillofacial imaging: dose matters. *Radiat Prot Dosimetry.* 2015;165(1-4):156-161.

Public Health England. Dose to patients from dental radiographic X-ray imaging procedures in the UK – 2017 review. July. 2019.

Scarfe WC, Azevedo B, Toghiani S, Farman AG. Cone Beam Computed Tomographic imaging in orthodontics. *Aust Dent J.* 2017;62 Suppl 1:33-50.

Scarfe WC, Li Z, Aboelmaaty W, Scott SA, Farman AG. Maxillofacial cone beam computed tomography: essence, elements and steps to interpretation. *Aust Dent J.* 2012;57 Suppl 1:46-60.

Signorelli L, Patcas R, Peltomäki T, Schätzle M. Radiation dose of cone-beam computed tomography compared to conventional radiographs in orthodontics. *J Orofac Orthop*. 2016;77(1):9-15.

Special Committee to Revise the Joint AAE/AAOMR Position Statement on use of CBCT in Endodontics. AAE and AAOMR Joint Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics 2015 Update. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2015;120(4):508-512.

Spin-Neto R, Matzen LH, Schropp L, Gotfredsen E, Wenzel A. Factors affecting patient movement and re-exposure in cone beam computed tomography examination. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2015;119:572–8.

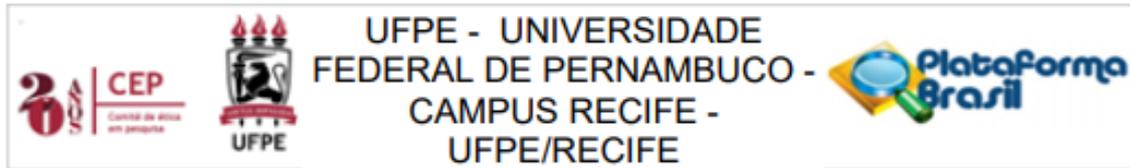
Vassileva J, Stoyanov D. Quality control and patient dosimetry in dental cone beam CT. *Radiat Prot Dosimetry*. 2010;139(1-3):310-312.

White SC, Pharoah MJ. Radiologia oral: princípios e interpretação. 7 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. p. 17-18.

Yeh JK, Chen CH. Estimated radiation risk of cancer from dental cone-beam computed tomography imaging in orthodontics patients. *BMC Oral Health*. 2018;18(1):131.

Yeung AWK, Jacobs R, Bornstein MM. Novel low-dose protocols using cone beam computed tomography in dental medicine: a review focusing on indications, limitations, and future possibilities. *Clin Oral Investig*. 2019;23(6):2573-2581.

ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UFPE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DAS REPETIÇÕES DOS EXAMES DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

Pesquisador: LIA PONTES ARRUDA PORTO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 29009920.9.0000.5208

Instituição Proponente: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.006.920

Apresentação do Projeto:

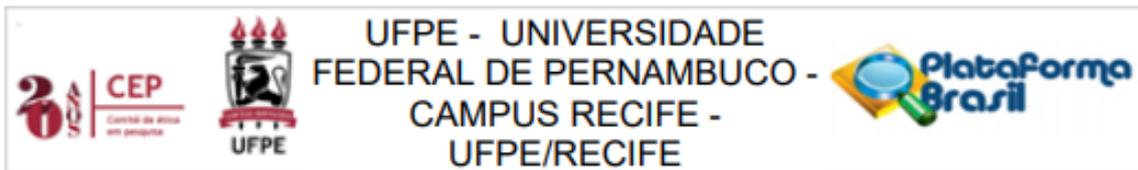
Trata-se de um projeto que tem a finalidade de ser a Tese de doutorado da Cirurgiã-dentista Lia Pontes Arruda Porto, pertencente ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da UFPE, que tem como orientadora a Profa. Dra. Maria Luiza dos Anjos Pontual e Co-orientador: Prof. Dr. Vinícius Saito Monteiro de Barros. Os pesquisadores realizarão um estudo retrospectivo, em um banco de dados com 3500 tomografias computadorizadas, proveniente de arquivos de três clínicas radiológicas, para avaliação da frequência e motivo de repetição desses exames. Os aparelhos tomográficos estudados serão o I-CAT Next Generation, I-CAT Classic e Prexion 3D. A segunda etapa da pesquisa consistirá na avaliação da dose absorvida nos olhos, glândulas parótida e submandibular e tireóide nos tomógrafos I-CAT Next

Generation e Prexion, que ocorrerá a aquisição de imagens tomográficas com um phantom antropomórfico de cabeça para a avaliação da dose de radiação utilizada pelos aparelhos tomográficos.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a prevalência, justificativa e dose de radiação das repetições dos exames de tomografia computadorizada de feixe cônico em três clínicas privadas de Radiologia Odontológica.

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 4.006.920

Objetivos Específicos:

- a) Quantificar os exames de tomografia computadorizada de feixe cônico realizados em determinado período e as repetições realizadas no mesmo paciente;
- b) Avaliar as imagens e encontrar as justificativas dessas repetições;
- c) Associar os números de repetições dos pacientes com as doses totais recebidas;
- d) Estimar a dose de radiação na superfície de um phantom antropomórfico de cabeça de um paciente adulto na região dos olhos, glândulas salivares e tireóide a partir de exames de maxila e/ou mandíbula.

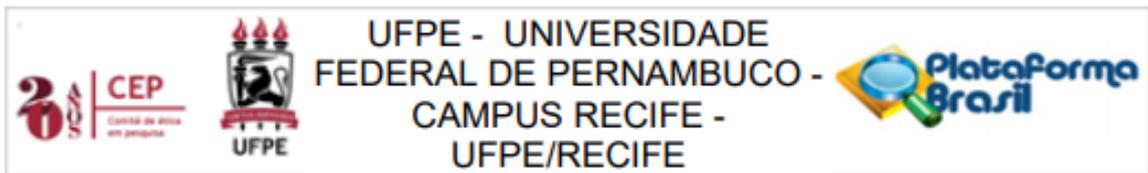
Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Uma vez ocorrendo a manipulação de um banco de dados, os riscos envolvidos dizem respeito ao uso do mesmo. São eles: perda de dados, degradação das imagens tomográficas, quebra de sigilo e consequente exposição das informações contidas nas imagens. Como forma de amenizar, a pesquisadora se compromete com o sigilo das imagens e de qualquer informação obtida. Com relação aos benefícios o presente trabalho pretende avaliar a prevalência das repetições de exames tomográficos na Odontologia e a justificativa e dose dessas aquisições. A obtenção dessas informações será fundamental para estabelecer se o princípio ALARA está sendo cumprido e a dose média de radiação ao qual esses pacientes estão sendo submetidos baseado em análises de doses de radiação de estudos prévios, propiciando fonte de informação para a importante precaução na realização desses exames.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisadora realizará visitas em três clínicas privadas de Radiologia Odontológica que possuem aparelhos de tomografia computadorizada de feixe cônico. Os aparelhos tomográficos avaliados serão ICAT Next Generatio, ICAT Classic e Prexion 3D. A clínica A está localizada na cidade de Recife-PE e as clínicas B e C na cidade de Fortaleza-CE. A amostra será composta por aproximadamente 3500 dados de pacientes e pelas imagens dos pacientes que repetiram o exame. A coletará os dados incluirá nome, sexo, idade e número do registro, e os dados referentes à aquisição tomográfica, incluindo data do exame, motivo da realização do exame, região escaneada (maxila, mandíbula, maxila e mandíbula, face completa ou articulação (temporomandibular), kilovoltagem (Kv), miliamperagem (mA), miliamperagem por segundo (mAs), tempo de aquisição da imagem, campo de visão (FOV), voxel da imagem, se houve ou não repetição e o motivo dessa repetição. As imagens serão, então,

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 4.006.920

avaliadas em ambiente escuro por um radiologista experiente em um monitor full HD LED de 29", utilizando o software OnDemand3DTM Dental. Para avaliar o valor de kerma-ar na região de órgãos de relevância, será utilizado um phantom antropomórfico de cabeça específico para tomografia computadorizada de feixe cônico e exames de imagens convencionais, modelo RS-250, (Radiology Support Devices, EUA) de modo a simular um paciente adulto de porte médio. Anteriormente a cada exposição, serão posicionados no

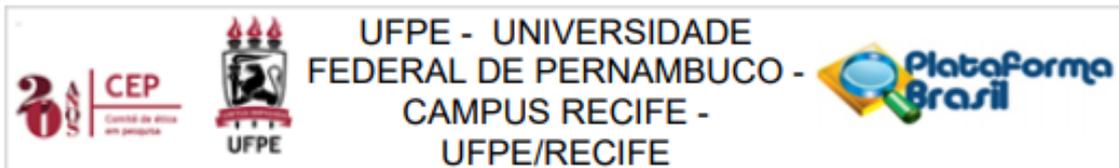
phantom dosímetros termoluminescentes de fluoreto de lítio (TLD LiF-100) encapsulados aos pares em invólucros plásticos, previamente calibrados no Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco (DEN/UFPE). Os conjuntos de dosímetros serão colocados em diferentes pontos da região de cabeça e pescoço do phantom, de modo a determinar a medida da dose na pele do paciente na região de órgãos radiosensíveis: (a) olhos, bilateralmente, (b) glândulas parótidas bilateralmente, (c) tireóide e (d) glândulas submandibulares bilateralmente. Um par de dosímetros será utilizado para avaliar a radiação de fundo. Portanto, não será exposto ao feixe de raios-x do tomógrafo, mas será enviado ao leitor juntamente com os outros dosímetros expostos. As leituras dos dosímetros serão efetuadas no DEN/UFPE, utilizando uma leitora TL, marca Victoreen, modelo 2800. Para cada grupo de dosímetros, serão realizadas três exposições para que seja possível a leitura da dose. As medições serão efetuadas nos tomógrafos I-CAT Next Generation e Prexion que estão situados na cidade de Recife.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

A pesquisadora responsável anexou os seguintes documentos:

- 1- Folha de rosto;
- 2- Termo de compromisso e confidencialidade;
- 3- Carta de anuência das três Clínicas Radiológicas particulares, autorizando a coleta dos dados e o uso de dados;
- 4- A justificativa de Ausência de TCLE;
- 5- Curriculum dos Pesquisadores;
- 6- Projeto de pesquisa formato word;
- 7- Documento informando o vínculo com a pós-graduação;
- 8- Carta de Anuência do do Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco (DEN/UFPE), informando que disponibilizará o dosímetro e que realizarão a leitura das informações da dose de exposição ao tomógrafo.

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 4.006.920

Recomendações:

Não Há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A pesquisadora responsável apresentou um projeto com todos os requisitos éticos para a sua aprovação, obedecendo o que recomenda a Resolução Nº466/12, desta forma este poderá ser executado.

Considerações Finais a critério do CEP:

As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio do Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/CCS/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

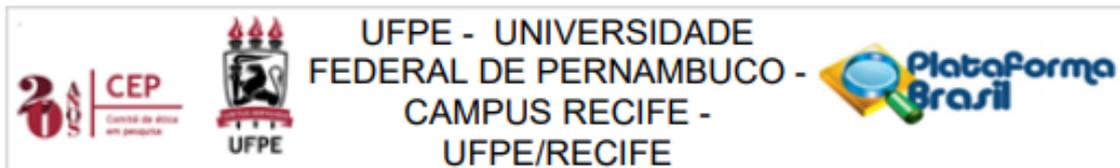
Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). O CEP/CCS/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
----------------	---------	----------	-------	----------

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 4.006.920

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1508009.pdf	07/04/2020 20:07:29		Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto_posgraduacao.pdf	07/04/2020 20:05:52	LIA PONTES ARRUDA PORTO	Aceito
Outros	Cartadeanuencia_DEN_UFPE.pdf	07/04/2020 19:59:27	LIA PONTES ARRUDA PORTO	Aceito
Outros	Cartaderespostaaspendencias.docx	07/04/2020 19:58:54	LIA PONTES ARRUDA PORTO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoCEP.docx	13/02/2020 11:48:25	LIA PONTES ARRUDA PORTO	Aceito
Outros	SIGAUFPE.PDF	13/02/2020 10:52:38	LIA PONTES ARRUDA PORTO	Aceito
Outros	Curriculo_ViniciusSaito.pdf	07/02/2020 19:01:34	LIA PONTES ARRUDA PORTO	Aceito
Outros	Termodecompromissoeconfidencialidade.jpg	07/02/2020 18:59:19	LIA PONTES ARRUDA PORTO	Aceito
Outros	Curriculo_MariaLuizaPontual.pdf	07/02/2020 18:54:47	LIA PONTES ARRUDA PORTO	Aceito
Outros	Curriculo_LiaPorto.pdf	07/02/2020 18:54:00	LIA PONTES ARRUDA PORTO	Aceito
Outros	Autorizacaousodedados_Radiograf.jpg	07/02/2020 18:52:19	LIA PONTES ARRUDA PORTO	Aceito
Outros	Autorizacaousodedados_Perboyre.jpg	07/02/2020 18:50:18	LIA PONTES ARRUDA PORTO	Aceito
Outros	Autorizacaousodedados_Boris.jpg	07/02/2020 18:44:06	LIA PONTES ARRUDA PORTO	Aceito
Outros	Cartadeanuencia_Radiograf.jpg	07/02/2020 18:43:42	LIA PONTES ARRUDA PORTO	Aceito
Outros	Cartadeanuencia_Perboyre.jpg	07/02/2020 18:42:52	LIA PONTES ARRUDA PORTO	Aceito
Outros	Cartadeanuencia_Boris.jpg	07/02/2020 18:42:05	LIA PONTES ARRUDA PORTO	Aceito

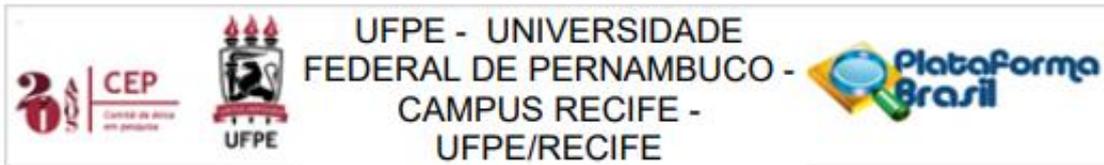
Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 4.006.920

RECIFE, 05 de Maio de 2020

Assinado por:
Gisele Cristina Sena da Silva Pinho
(Coordenador(a))

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br