

UNIVERSIDADE PAULISTA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

**Avaliação da correlação de imagens da  
tomografia por emissão de pósitrons  
(PET- fluoreto), com as alterações  
perirradiculares da cavidade oral**

Ana Laura Pion de Carvalho

Dissertação apresentada à Faculdade  
de Odontologia da Universidade  
Paulista, como parte dos requisitos  
para obtenção do título de Mestre em  
Endodontia

São Paulo  
2010

**Avaliação da correlação de imagens da tomografia por  
emissão de pósitrons (PET- fluoreto), com as alterações  
perirradiculares da cavidade oral**

Dissertação apresentada à Faculdade  
de Odontologia da Universidade  
Paulista, como parte dos requisitos  
para obtenção do título de Mestre em  
Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Harry Davidowicz

São Paulo

2010

A meus avós, Leônico, Cecília, Orlando e Lourdes, por me ensinarem o verdadeiro significado da palavra família.

A meus pais, Fernando e Fátima, por todo o amor, carinho, dedicação, apoio e exemplo a mim transmitidos. Sem vocês não seria quem sou hoje.

A meu irmão André, por toda a paciência e cumplicidade.

Aos tios Denise, Eduardo, Júnior, Rita, Cecília, Orlando e Rodrigo, pela presença em todos os momentos de minha vida.

Às irmãs de coração Tatiana Noda, Maria Carolina Camargo Vieira e Mariana Gasparetto, pelo apoio em todos os momentos e cumplicidade.

A meu querido orientador, mestre e amigo Prof. Dr. Harry Davidowicz, que vem me guiando dentro de minha vida com muito carinho, dedicação, confiança e paciência, conduzindo-me a mais uma conquista na minha vida acadêmica.

Ao Dr. Jairo Wagner, pela seriedade, ensinamentos e tempo dedicados, permitindo este importante passo em minha vida.

À Dr<sup>a</sup>. Solange Amorim Nogueira, por toda a ajuda, dedicação e carinho destinados a este estudo.



## AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Medicina Nuclear do Hospital Israelita Albert Einstein;

À Dr<sup>a</sup>. Lilian Yuri Itaya Yamaga, pelo tempo dedicado a realização deste estudo;

A meus eternos mestres da disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Paulista:

Prof. Dr. Abílio Albuquerque Maranhão de Moura;

Prof. Dr. Fábio Strefezza;

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Leni Hamaoka;

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Camilla Freitas Carvalho.

Ao Sr. Emerson Eli Nunes Cunha, técnico em radiologia da Universidade Paulista.

À CAPES-PROSUP (Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Pessoal de Nível Superior) pela oportunidade da bolsa de estudos concedida.

## RESUMO

O estabelecimento do correto diagnóstico constitui condição essencial para a instituição da terapia adequada. Em Odontologia, é importante a manutenção do elemento dentário no sistema estomatognático, e para tal utilizam-se os meios terapêuticos disponíveis. O diagnóstico precoce de focos de infecção dentários é de fundamental importância para prevenir a ocorrência de infecção sistêmica. Dentre os diversos métodos utilizados para complementar os achados radiológicos das alterações ósseas destaca-se a tomografia por emissão de pósitrons (PET/CT), que permite a fusão de achados morfológicos com alterações metabólicas. Com o objetivo de estabelecer o diagnóstico precoce e acurado de processos infecciosos dentários, especialmente em pacientes com risco adicional pela presença de infecção ativa, foram estudados aleatoriamente oito pacientes, por meio de exames radiológicos convencionais, seguidos de tomografia por emissão de pósitrons com fluoreto de sódio- $^{18}\text{F}$  (PET-fluoreto). Os exames PET foram realizados no Serviço de Medicina Nuclear do Hospital Israelita Albert Einstein. Para isso, administrou-se Fluoreto- $^{18}\text{F}$  ( $\text{NaF-}^{18}\text{F}$ ) via endovenosa. Após o período de acúmulo de 30 minutos, foi realizado o protocolo de aquisição de imagens. Este protocolo incluiu imagens do topo da cabeça ao terço médio do pescoço. Todas as imagens foram analisadas por um médico nuclear e um endodontista, com experiência em PET/CT. Após a análise das imagens, os resultados foram avaliados estatisticamente. Nos resultados obtidos por meio do exame radiográfico intrabucal pela técnica panorâmica

observaram-se 6 imagens positivas, em um total de 2,34% da amostra. Já o exame radiográfico intrabucal pela técnica periapical mostrou 7 imagens positivas, em um total de 2,73% da amostra, e o exame de PET revelou 39 imagens positivas, correspondendo a 15,23% do total de áreas estudadas, havendo diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% pela análise de variância quando comparados os resultados obtidos por meio do PET/CT com os obtidos pelos exames radiográficos com a técnica periapical e panorâmica. Pode-se concluir que o PET/CT permitiu identificar as alterações periapicais em maior número quando comparadas aos exames radiográficos; o exame radiográfico pela técnica periapical identificou as alterações periapicais em maior número quando comparado com o exame radiográfico panorâmico, o exame de PET/CT mostrou-se de grande interesse por permitir a união da precocidade de diagnóstico com detalhamento de imagem, apresentando exata localização das alterações inflamatórias/infecciosas por causa da presença do CT.

Palavras-Chave: PET/CT, PET-<sup>18</sup>F-fluoreto de sódio, Endodontia, Diagnóstico

## ABSTRACT

The establishment of a correct diagnosis is a basic condition for the institution for the right therapeutic. In Odontology an important issue is the maintenance of the dental element in the oral system and for this purpose therapeutical methods available are used. Although when there are cases of infection in the organism of special patients that can't occur, an early diagnosis is very important. In order to add complementary information to radiographic exams with bone disturbance many resources can be found, and one of them is positron emission tomography (PET/CT) which allows the fusion of morphological with metabolic findings. With the objective to establish an early and accurate diagnosis of infectious foci in populations with additional risk for systemic active infection, eight patients were chosen randomly, then the anamneses and radiographic exams were done, followed by PET/CT. Those exams were done at the Nuclear Medicine Service of Hospital Israelita Albert Einstein. For that,  $^{18}\text{F}$ -Fluoride ( $^{18}\text{F}$ -NaF) were dispensed intravenous. After the period of accumulation of 30 minutes, the image acquisition protocol was taken. This protocol includes images from the top of the head to the neck. All of the images were analyzed by a nuclear physician and an endodontist with experience in PET/CT. After the image analyzes, statistics were done. In the results obtained through radiograph exams with the panoramic technique 6 positive images were found, in a total of 2.34% of the total sample. The intrabucal radiograph exam by the periapical technique showed 7 positive images, in a total of 2.73% of the total sample and PET exam revealed 39 positive images, corresponding to

15.23% of the total studied areas, showing statistical significance by the level of 5% of variance analyzes when compared the results obtained through PET/CT with the radiograph exams with the panoramic and periapical techniques. We could conclude that PET/CT allowed to identify the endodontic infections in a larger number when compared with the radiograph exams; the radiograph exam by the periapical technique identified endodontic infections in a larger number when compared with the panoramic exam, and the PET/CT exam showed of great interest by allowing the union of the diagnosis precocity with the image detail, presenting exact localization of inflammatory/infectious alterations due to the presence of the CT.

Key Words: PET/CT, PET-<sup>18</sup>F-fluoride, Endodontics, Diagnosis

## TABELA DE SÍMBOLOS

NaF-<sup>18</sup>F: Fluoreto de sódio marcado com Flúor-18; radiofármaco

FDG: Flúor deoxiglicose; radiofármaco

PET-FDG: radiofármaco utilizado junto à tomografia por emissão de pósitrons

PET-<sup>18</sup>F: Radioifármaco utilizado junto à tomografia por emissão de pósitrons

<sup>99m</sup>Tc: Tecnécio-99m; radiofármaco

<sup>99m</sup>Tc-MDP: Tecnécio-99-metileno difosfonato; radiofármaco

 : Via Endovenosa

kg: Kilogramas

kVp: Kilovolts de pico

mAs: Miliâmpere segundo

MBq: Megabecquerel

mCi: Millicurie

mim: Minuto

mm: Milímetro

PET: Positron Emission Tomography

PET/CT: Positron Emission Tomography/ Computed Tomography

ROI: Region of Interest

SPECT: Single Photon Emission Computed Tomography

SUV: Standard Uptake Value

SUV<sub>MAX</sub>: Standard Uptake Value Maximum

## LISTA DE FIGURAS

Fig.1: paciente em posição para realização do exame radiográfico panorâmico

Fig.2: Paciente posicionado para realização do exame radiográfico periapical pela técnica do paralelismo com o posicionador intrabucal tipo Hanshin (Jon, Brasil).

Fig.3: Vista frontal (A) e lateral (B) dos posicionadores intrabucais tipo Hanshin (Jon, Brasil).

Fig.4A: imagem obtida através da tomografia helicoidal em corte coronal em região de primeiros molares; 4B:imagem obtida através da tomografia por emissão de pósitrons com marcação nas áreas hipercaptantes; 4C: imagem corrigida (associação da imagem dinâmica com a imagem estática); 4D: localização exata da hipercaptação.

Fig. 5: Visão interior da capela para a obtenção do radiofármaco Fluoreto-<sup>18</sup>F

Fig.6: Paciente em posição para exame de PET/CT.

Fig.7: Aparato utilizado para impedir movimentação da cabeça durante o exame.

Fig.8: Aparelho PET/CT scanner comercial (Discovery ST, GE Medical Systems, EUA).

Fig.9: Sala de controle do PET.

Fig. 10: Odontograma

Fig. 11: Exame radiográfico pela técnica panorâmica

Fig. 12: Exame radiográfico pela técnica periapical do paralelismo.

Fig. 13A: representação da tomografia por emissão de pósitrons (PET); 13B: representação da tomografia (CT); 13C: Região de Interesse (ROI) desenhada sobre as áreas suspeitas, mostrando hipercaptação dos elementos 14, 15 e 16 após observação da CT.

Fig. 14A: representação da tomografia por emissão de pósitrons (PET); 14B: representação da tomografia (CT); 14C: Região de Interesse

(ROI) desenhada sobre as áreas suspeitas, mostrando hipercaptação do elemento 14 após observação da CT.

Fig. 15A: representação da tomografia por emissão de pósitrons (PET); 15B: representação da tomografia (CT); 15C: Região de Interesse (ROI) desenhada sobre as áreas suspeitas, mostrando hipercaptação dos elementos 14 e 24 após observação da CT.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Imagens positivas para alterações periapicais, segundo os exames complementares

## LISTA DE TABELAS

Tabela I – Parâmetros de aquisição e processamento no estudo PET/CT.

Tabela II – Áreas observadas com imagens sugestivas de alterações periapicais, para os exames complementares analisados, e suas respectivas porcentagens.



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Doenças do Periápice.....	4
2.2. Diagnóstico radiológico.....	6
2.3. Radiofármacos .....	8
2.3.1. Fluoreto de sódio marcado com Flúor-18 (NaF- <sup>18</sup> F).....	8
2.3.1.1. Produção do Fluoreto .....	8
2.3.1.2. Farmacodinâmica do Fluoreto .....	9
2.4. Cintilografia .....	10
2.5. SPECT .....	14
2.6. Tomografia por emissão de pósitrons (PET) .....	16
2.6.1. Utilização do NaF- <sup>18</sup> F e FDG junto ao PET/CT .....	18
3. PROPOSIÇÃO .....	22
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	23
4.1. Material.....	23
4.2. Métodos .....	23
4.2.1. Protocolo de Imagem: .....	30
4.2.2. Análise das Imagens:.....	33
5. RESULTADOS .....	35
5. DISCUSSÃO .....	37
6. CONCLUSÕES .....	45
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXO 1 .....	54
ANEXO 2.....	59

## 1. INTRODUÇÃO

O estabelecimento do correto diagnóstico é condição essencial para a instituição da terapia adequada.

Nas situações nas quais o cirurgião-dentista não consegue identificar a origem da dor dental ou dor orofacial, a associação mais frequente da causa ou desconforto tem sido atribuída às desordens do nervo trigêmeo. Termos diagnósticos, como nevralgia, causalgia, hiperalgesia e anestesia dolorosa são utilizados dependendo dos sintomas dos pacientes (Gordon & Dionne, 1997)<sup>22</sup>. Nestes casos, pode-se ter sempre a presença de causas dentárias associadas ou não às patologias supracitadas.

Nesse particular, destaca-se o diagnóstico das alterações pulpares, periapicais e periodontais, cuja análise semiótica implica diversos recursos de ordem clínica e radiográfica, algumas vezes carentes de total exatidão.

Sob o ponto de vista odontológico, importa considerar que os meios terapêuticos disponíveis visam, em grande parte, à manutenção do elemento dentário no sistema estomatognático. Porém, em casos de pacientes especiais, nos quais não podem ocorrer focos infecciosos sistêmicos, quando presentes devem ser eliminados o mais rapidamente possível. O diagnóstico precoce de processo infeccioso dentário é de fundamental importância na condução do tratamento da patologia sistêmica do paciente, como são os casos de pacientes portadores de neoplasias, diabetes,

doenças cardiovasculares, infecções respiratórias e artrite reumatoide (Mealey, 1999)<sup>31</sup>.

Autores como Garcia *et al.* (1976)<sup>19</sup>, Jorge *et al.*, (2008)<sup>26</sup> e Tonomaru-Filho *et al.* (2009)<sup>43</sup> afirmam que a detecção de alterações periapicais através de métodos utilizados rotineiramente em Odontologia ocorre apenas tardiamente, gerando atraso no início do tratamento adequado, o que pode acarretar maior dano tecidual e prognóstico menos favorável.

Tradicionalmente, em endodontia se utiliza o exame radiográfico convencional para o diagnóstico das alterações dentoalveolares. Estas, no entanto, só apresentam achados significantes nas imagens radiográficas periapicais quando existe perda ou alteração de 30% a 40% dos cristais de cálcio da área afetada para podermos ter uma alteração na imagem radiográfica (Garcia *et al.* 1977, Jorge *et al.*, 2008; Tonomaru-Filho *et al.* 2009)<sup>20,26,43</sup>.

O avanço das técnicas de diagnóstico por imagem em geral, e em particular as aplicadas à Odontologia, entre as quais a radiografia digital, tomografia computadorizada, ultrassonografia, ressonância magnética e a cintilografia com fosfatos, permite maior detalhamento e maior sensibilidade para a detecção de lesões (Garcia *et al.* 1979, Souza *et al.* 2003, Walivaara *et al.* 2007)<sup>21,38,47</sup>.

Sendo assim, através da complementação do exame radiográfico de rotina com exames de imagem chamados de nova geração poderemos ter

diagnósticos mais próximos da realidade metabólica e estrutural das alterações patológicas (Garcia *et al.* 1979, Souza *et al.* 2003, Walivaara *et al.* 2007)<sup>21,38,47</sup>.

Entre os exames acima citados, a cintilografia óssea é método de obtenção de imagens por meio da detecção e do registro das radiações gama emitidas por um radioisótopo ou radiofármaco específico previamente injetado na corrente sanguínea do paciente e captado seletivamente pelo órgão em estudo. Traz resultados com alta precocidade em relação ao início de alteração tecidual por causa da sua característica de “mensurar” as diferentes situações metabólicas em determinado tecido (Finn & Schlyer, 2002)<sup>15</sup>.

Sabemos que quanto mais precoce o diagnóstico, maiores as chances de melhores prognósticos - odontológico e sistêmico -, o que embasa pesquisa mais profunda a partir de exames de medicina nuclear para a detecção de processos patológicos endodônticos e/ou periodontais (Shimamoto *et. al.*, 2008)<sup>37</sup>.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Doenças do Periapíce

Os agentes etiológicos como a cárie, entre outros, produzem no dente condições anatomoclínicas que levam à perda tecidual, com consequente envolvimento pulpar em virtude da interação dentina/polpa, por meio de situações inflamatórias agudas e crônicas ou manifestações de caráter degenerativo, e finalmente pela mortificação pulpar (Figueiredo *et al.*, 2003)<sup>14</sup>.

O tecido conjuntivo frouxo pulpar comporta-se de forma semelhante a outros tecidos conjuntivos quando sofre agressão. Sabe-se que, independentemente da natureza do agente irritante, as reações de defesa do tecido conjuntivo se fazem por meio da instalação de reação inflamatória, cuja severidade é proporcional à intensidade do agente agressor. Normalmente, a inflamação objetiva localizar, depurar e expulsar o agente agressor. Assim, o irritante, ao atingir a polpa, provoca reações defensivas que variam de acordo com sua intensidade, desde hiperemia até supuração, ou mesmo necrose (Estrela, 2004)<sup>12</sup>.

As alterações inflamatórias pulpares, quando não tratadas em tempo hábil, evoluem para morte tecidual. Este fato é de fácil compreensão, uma vez que este tecido pulpar apresentará todos os sinais flogísticos da inflamação, em que o edema tem papel fundamental. Como este tecido encontra-se confinado no elemento dentário, o edema comprimirá os vasos, impedindo a chegada de elementos figurados e a drenagem de metabólitos da inflamação. Assim como as toxinas microbianas e os produtos tóxicos da

decomposição pulpar promoverão a lise dos tecidos periapicais (Lopes & Siqueira, 2004)<sup>30</sup>.

Ocorrida a mortificação do tecido pulpar, desaparecem os sinais funcionais de evidenciadores clínicos da vitalidade, diferentes níveis de dor e respostas aos testes térmicos e elétricos. Desse modo, os testes térmicos e elétrico não conduzem a qualquer tipo de resposta sensitiva (Scarano *et al.*, 2007)<sup>34</sup>.

Relativamente ao mecanismo de defesa até então feito pelo tecido pulpar, ele passa a ser desempenhado pelos circumapicais do ápice dentário, traduzido, de início, por infiltrado leucocitário, ou seja, a patologia localiza-se na região periapical do dente, sendo o conteúdo necrótico do canal a causa destas alterações em região de periápice, onde poderão se iniciar processos agudos ou crônicos provenientes da lise tecidual do periodonto apical e do próprio dente (reabsorção) (Cohen & Hargreaves, 2007)<sup>6</sup>.

Portanto, em casos de pacientes especiais nos quais não podem ocorrer focos infecciosos sistêmicos, quando presentes devem ser eliminados o mais rapidamente possível. O diagnóstico precoce é de fundamental importância na condução do tratamento da patologia sistêmica do paciente (Shimamoto *et al.*, 2008)<sup>37</sup>.

Atualmente, a endodontia dispõe de novos recursos auxiliares, como a cintilografia e a tomografia por emissão de pósitrons (PET) para o diagnóstico precoce e a exata localização do foco infeccioso.

## **2.2. Diagnóstico radiológico**

Inicialmente, é essencial a compreensão do papel do exame radiográfico chamado de “rotina”, no qual entendemos estar englobadas as radiografias periapicais e panorâmicas. Exames imaginológicos de maior complexidade terão sua indicação quando os dados observados pelos exames supracitados se mostrarem insuficientes para correto diagnóstico. Nesta linha de ideia, os raios X em Odontologia ocupam lugar de grande importância, pois são o único exame por imagem de rotina dentro da clínica odontológica. Em especial, o acometimento dos tecidos envolvidos pelas patologias endodônticas, cirurgias e traumas tem por condição básica sua utilização para um correto diagnóstico e preservação (Leonardo & Leal, 1998)<sup>29</sup>.

Salienta-se que a inflamação pulpar não se evidencia pelo exame radiográfico. A radiografia presta informações relativas às condições das estruturas dentárias e às eventuais modificações volumétricas e morfológicas da cavidade pulpar, e mostra ainda como se apresenta a região óssea do dente suspeito e dos vizinhos, com relação aos aspectos periodontais e periapicais (Freitas *et al.*, 2000)<sup>18</sup>.

Deve-se observar na radiografia a presença de cáries, câmara pulpar, nódulos pulpares, o endodonto, qualidades das obturações endodônticas, fratura de instrumentos ou corpos estranhos, fraturas radiculares, reabsorções internas e externas, e a existência de lesões radiolúcidas, sugerindo necrose pulpar (Whaites *et al.*, 2003)<sup>46</sup>.

Muitas controvérsias existem no que se refere às desvantagens das radiografias panorâmicas em oferecer menos definição ou detalhes do que as radiografias periapicais. Grande parte das alterações periapicais é composta por achados radiográficos, pois as alterações periapicais inflamatórias frequentemente estão presentes sem sintomas clínicos. Sendo assim, o exame radiográfico é de vital importância principalmente para avaliar as condições periapicais. A utilização das radiografias panorâmicas vem sendo desprezada para exame mais acurado do órgão dental, sendo importante sua visão para as arcadas, principalmente em casos de patologias mais extensas, nas quais o limite de tamanho da radiografia periapical é inviável para a total visualização da lesão (Lopes & Siqueira, 2004)<sup>30</sup>.

Estrela *et al.* (2008)<sup>13</sup> realizaram estudo com finalidade de avaliar os métodos diagnósticos da periodontite apical. Foram analisadas 888 imagens de pacientes portadores da periodontite apical, sendo as imagens obtidas por meio da tomografia “cone beam” e radiografias panorâmicas e periapicais. Os autores concluíram que a periodontite apical pode ser diagnosticada com a radiografia panorâmica e com a radiografia periapical. Porém, em estágio mais avançado em relação à tomografia “cone beam”, mostrou-se precisa na identificação da periodontite apical com maior sensibilidade.

Recentemente, a tomografia computadorizada “cone beam” (CBCT, feixe cônico) método mais sensível que uma tomografia computadorizada



volumétrica helicoidal, introduziu a terceira dimensão na Odontologia, beneficiando especialidades que até então não usufruíam da CT médica por falta de especificidade, permitindo a visualização de imagens tridimensionais, em que um novo plano é adicionado a profundidade, melhor detalhamento de imagem, com distinção de estruturas delicadas, como do esmalte, dentina, cavidade pulpar e cortical alveolar, e também menor radiação absorvida pelo paciente. Sua aplicação clínica permite elevada acurácia, e se direciona à cirurgia, implantodontia, ortodontia, endodontia, periodontia, distúrbio temporomandibular, diagnóstico por imagens (Swennen *et al.*, 2009)<sup>40</sup>.

### **2.3. Radiofármacos**

Bartelstone (1954)<sup>3</sup> afirmou que os radioisótopos podem ser utilizados como marcadores, promovendo nível da radiação não patológico por serem química, física e fisiologicamente bem tolerados. Acentua que o organismo não consegue distinguir substâncias marcadas de não marcadas, fato, contudo, plenamente perceptível pelos aparelhos determinados a essa função. Afirma ainda que a cintilografia consiste na captação de raios gama, emitidos por marcador radioativo associado a um fármaco, por meio de câmara especial (Gama-Câmera). Esse radiofármaco, injetado previamente no paciente por via endovenosa, acumula-se em maior quantidade nas regiões cujo metabolismo apresenta-se alterado e com afinidade do fármaco utilizado.

#### **2.3.1. Fluoreto de sódio marcado com Flúor-18 (NaF-<sup>18</sup>F)**

##### **2.3.1.1. Produção do Fluoreto**

Historicamente, as razões para o recente interesse no uso do Fluoreto- $^{18}\text{F}$  ( $\text{NaF-}^{18}\text{F}$ ) para avaliação do metabolismo ósseo são sua alta afinidade pelo tecido ósseo e sua fácil produção em uma reação de alta velocidade, utilizando-se reação de dois passos que começa com o alvo de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  (Thrall & Ziessman, 2001)<sup>42</sup>.

Fluoreto- $^{18}\text{F}$  ( $\text{NaF-}^{18}\text{F}$ ) pode ser produzido utilizando-se tempos de irradiações curtas que são alcançados com os ciclotrons cíclicos, que vêm a ser um acelerador de partículas. O Fluoreto- $^{18}\text{F}$ , que é produzido nesta reação, é coletado como sendo  $^{18}\text{F}^-$ , pela passagem da água enriquecida por meio da troca de íons. Nos casos em que o Fluoreto- $^{18}\text{F}$  é utilizado para a avaliação do tecido ósseo, nenhum outro processamento químico é necessário (Grant *et al.* 2008)<sup>23</sup>.


### 2.3.1.2. Farmacodinâmica do Fluoreto

Após a administração (EV), o Fluoreto- $^{18}\text{F}$  é rapidamente removido do plasma, pois pode ser substituído no organismo facilmente por um grupo hidroxila  $[\text{OH}^-]$  na molécula ou substituído a uma posição na qual sua presença não alterará significativamente o comportamento biológico da molécula. Seu tempo de meia-vida é de 110 min. Basicamente, todo o Fluoreto- $^{18}\text{F}$  depositado no tecido ósseo pelo sangue permanece neste tecido. A retenção do elemento radioativo junto ao tecido ósseo será realizada por causa da troca de íons  $^{18}\text{F}^-$  íons  $[\text{OH}^-]$  na superfície da matriz de hidroxiapatita. Em um segundo momento, os íons de Fluoreto- $^{18}\text{F}$  migrarão para a matriz cristalina do osso, onde serão mantidos até a remodelação óssea. Uma hora após a administração do Fluoreto- $^{18}\text{F}$ , haverá

somente 10% da dose remanescente injetada na corrente sanguínea do paciente. Assim, aproximadamente 30% da dose administrada do Fluoreto- $^{18}\text{F}$  se ligará aos eritrócitos do sangue, sendo facilmente transferido para a superfície do tecido ósseo (Grant *et al.* 2008)<sup>23</sup>.

## 2.4.Cintilografia

Tendo sido a cintilografia o primeiro método de imagem molecular aplicado à Odontologia (Corey *et al.*, 1961)<sup>7</sup>, cabe breve histórico para embasamento do presente estudo.

A cintilografia baseia-se na detecção, por equipamento dedicado (câmara de cintilação), da radiação emitida por radiofármaco ou radioisótopo, previamente injetado  no paciente, gerando imagens por meio de processo físico. O diagnóstico pela cintilografia óssea teve seu início com Corey *et al.*, (1961)<sup>7</sup>, que utilizavam o estrôncio-85 ( $^{85}\text{Sr}$ ) e o cálcio-47 ( $^{47}\text{Ca}$ ). Atualmente, utilizam-se compostos fosfatados, os quais apresentam eficientes resultados nos mapeamentos cintilográficos ósseos.

A cintilografia vem a ser técnica da Medicina Nuclear, que possui como características os radionucléidos utilizados, que são emissores de radiação gama, como o tecnécio-99m, iodo-131, gálio-67, índio-111, produzidos em reatores nucleares, e têm meia-vida que varia de horas até dias, sendo, portanto, estocáveis, permitindo logística de distribuição mesmo aos serviços de Medicina Nuclear distantes do centro de produção. Quanto

ao tipo de captação nas cintilografias cujos isótopos emitem radiação gama ocorre nas câmaras de cintilação ou gama câmaras (Bergstedt, 1975)<sup>4</sup>.

Jones & Paton (1976)<sup>25</sup>, estudaram cintilografias crâniofaciais em situações de normalidade após a administração, em humanos de tecnécio 99m – polifosfatado ou trimetrofosfatado. Dentre os ossos observados, a maxila e a mandíbula, por vista lateral, apresentaram-se como barras paralelas, com áreas de maior ou menor “aquecimento”. Na vista anterior, a mandíbula evidenciou imagem de semiarco, com captação crescente, e a maxila de semiarco paralelo à mandíbula. Realçam os autores que a cintilografia é de grande valia no diagnóstico de tumores ósseos primários e metastáticos, displasias fibrosas, doença de Paget e lesões de maxila e mandíbula relacionadas a problemas dentais.

Garcia *et al.*<sup>19</sup>, em 1976, verificaram, a partir de estudos em cães, que o exame cintilográfico mostrava-se positivo na detecção de alterações periapicais, sete a dez dias após o desencadeamento de uma pulpíte, enquanto os primeiros sinais radiográficos manifestavam-se a partir da quarta e sexta semana após o início da patologia. Ademais, ressaltam que as alterações de origem endodôntica ou periodontal propiciam imagens cintilográficas positivas, e mencionam ainda que as tomadas cintilográficas anteriores e laterais são suficientes para este tipo de diagnóstico complementar. Por último, lembram a maior inocuidade deste exame quando confrontadas com exames de raios X, face ao baixo nível de radiação e rápida eliminação do radioisótopo pelo organismo.

Davidowicz *et al.*<sup>11</sup>, em 1994, realizou estudo com a finalidade de comparar os elementos diagnósticos fornecidos pela cintilografia óssea e exames radiográficos obtidos por meio das técnicas periapical do paralelismo e panorâmica na detecção de alterações periapicais. Para isso foram selecionados seis pacientes, em que os exames radiográficos pelas técnicas periapical do paralelismo e panorâmica foram feitos. O exame cintilográfico foi realizado sendo administrado a cada paciente, por via endovenosa, o radiofármaco tecnécio-99-metilenodifosfonato ( $^{99m}\text{Tc-MDP}$ ). Os resultados dos exames cintilográficos foram comparados aos resultados obtidos pelos exames radiográficos, e o autor concluiu que a cintilografia permitiu identificar maior número de alterações periapicais quando comparada aos exames radiográficos pelas técnicas periapical do paralelismo e panorâmica, porém não permitiu identificar a sede exata das alterações periapicais.

Com a finalidade de avaliar a aplicação dos recursos diagnósticos fornecidos pela cintilografia em casos de implantes osteointegrados, Davidowicz *et al.* (1994)<sup>10</sup> selecionaram um paciente portador de implantes osteointegrados em maxila e mandíbula, sendo que os implantes osteointegrados em mandíbula haviam sido realizados fazia uma semana, enquanto os implantes em maxila haviam sido realizados fazia 14 meses. Após o exame cintilográfico com a utilização do radiofármaco tecnécio-99m ( $^{99m}\text{Tc}$ ), os resultados mostraram que houve maior precisão na detecção de alterações em tecido ósseo. Os autores observaram maior atividade metabólica na área de mandíbula, e ausência de atividade metabólica em

maxila, concluindo, portanto, que a observação da atividade metabólica no tecido ósseo ou sua ausência é essencial para o controle desse tipo de terapia.

Com a finalidade de avaliar uma técnica coadjuvante ao mapeamento cintilográfico dos ossos da face por meio de dispositivo intrabucal individualizador de áreas e dentes, previamente confrontada com a técnica periapical do paralelismo, Davidowicz (1994)<sup>9</sup> selecionou seis pacientes aleatoriamente. Cada paciente foi submetido a exames radiográficos pela técnica periapical do paralelismo. O radiofármaco tecnécio-99-metilenodifosfonato ( $^{99m}\text{Tc-MDP}$ ) foi administrado a cada paciente por via endovenosa. Os resultados dos exames cintilográficos foram comparados aos resultados obtidos pelos exames radiográficos, e o autor concluiu que a cintilografia mostrou-se mais sensível quanto à precocidade de detecção de uma alteração quando comparada à radiografia; a utilização do aparato intrabucal para blindagem de raios gama possibilitou perfeita correlação das imagens cintilográficas hipercaptantes com os elementos dentários da região de interesse, e que o exame cintilográfico deve ser associado a exames radiográficos e clínicos para obtenção de diagnóstico o mais detalhado possível.

A cintilografia tem, entre outras indicações: doenças neoplásicas, traumas, doenças inflamatórias, doenças metabólicas, alterações vasculares e ósseas (Thrall & Ziessman, 2001)<sup>42</sup>.

Arias *et al.* (2004)<sup>1</sup> realizaram estudo com o objetivo de avaliar as imagens obtidas por meio do mapeamento cintilográfico ósseo de mandíbula, em pacientes com a história odontológica avaliada. Foram levados em consideração principalmente casos nos quais houve algum tipo de resultado positivo para o exame cintilográfico e nenhum tratamento odontológico recente. Para isto, 98 pacientes foram selecionados e submetidos à cintilografia dos ossos da face. Os resultados mostraram que a associação entre o exame cintilográfico e a história odontológica do paciente foi coincidente em 66 pacientes; em cinco pacientes os resultados da cintilografia mostraram alguma alteração do órgão dental e tecidos mineralizados vizinhos, desconhecida pelo paciente. Os autores concluíram que áreas hipercaptantes resultantes do exame cintilográfico podem ser comuns em casos nos quais o paciente desconheça a alteração presente, indicando assim atividade metabólica óssea silenciosa, devendo, portanto, ser abordada pelo cirurgião-dentista.

## **2.5. SPECT**

A tomografia computadorizada por emissão de fóton único (Single photon emission computed tomography) é técnica da Medicina Nuclear que possui como características os radionucléidos utilizados, que são emissores de radiação gama. Quanto ao tipo de captação utilizado no SPECT cujos isótopos emitem radiação gama, usam-se as câmaras de cintilação ou gamacâmaras, sendo que a gamacâmara irá girar ao redor do paciente, gerando imagens a partir de vários ângulos diferentes, mas apenas um ângulo de projeção sendo detectado por vez (Turkington, 2002)<sup>44</sup>.

Estudo desenvolvido por Nishimura *et al.*<sup>33</sup>, em 2002, avaliou a fisiopatologia da sinusite odontogênica maxilar usando-se a cintilografia óssea e sequencialmente o SPECT. Assim, 32 dos 80 pacientes submetidos à tomografia computadorizada foram examinados utilizando-se o SPECT. A partir dos resultados foram avaliadas a mucosa e as lesões ósseas de ambas as imagens. A relação entre os sintomas clínicos, alterações na mucosa ao redor do osso alveolar e radiolusclência ao redor do dente foi avaliada. O tecido ósseo e a mucosa mapeados pelo SPECT mostraram o local exato da lesão, auxiliando significativamente seu diagnóstico definitivo.

Atualmente, alguns trabalhos publicados na área médica demonstram que o SPECT dos ossos dentro da área odontológico-estomatológica auxilia a diagnosticar com precocidade, como é o caso do estudo de Bambini *et al.* (2004)<sup>2</sup>, que teve por objetivo mostrar a influência imediata da atividade osteoblástica por meio do SPECT. Para isso, foram instalados implantes dentários em pacientes saudáveis do sexo feminino. A investigação do SPECT foi realizada primeiramente 30 dias após a colocação dos implantes dentários, e uma segunda tomada após 90 dias da colocação dos implantes, somando-se tomadas tomográficas do crânio. Os resultados obtidos mostraram atividade celular nas áreas examinadas em ambas as tomadas, porém com a diferença de uma menor área hipercaptante na segunda tomada por causa da menor atividade osteoblástica, que tende a diminuir no segundo mês após a instalação dos implantes, mostrando que o caso se orienta para o equilíbrio metabólico (normocaptante).



O estudo realizado por Moreira *et al.* (2005)<sup>32</sup> teve por objetivo avaliar o valor clínico da fusão de imagens realizado pelo Single Photon Emission Computed Tomography/Computed Tomography (SPECT/CT) na análise das imagens obtidas de pacientes com suspeita de tumores neuroendócrinos. Para isso, 12 pacientes foram selecionados e, após a injeção do radiofármaco, as imagens obtidas foram analisadas. Os resultados mostraram que em seis pacientes o resultado foi negativo no quesito malignidade para o tumor, e nos outros seis o resultado foi positivo no quesito malignidade; do total, seis pacientes foram casos positivos, em que o SPECT/CT auxiliou no diagnóstico do tumor. Assim, os autores concluíram que a combinação do SPECT/CT foi de grande valia para o auxílio do diagnóstico final dos tumores sob o ponto de vista de precocidade e detalhamento.

## **2.6. Tomografia por emissão de pósitrons (PET)**

PET é uma técnica da Medicina Nuclear baseada na administração ao paciente de substância radioativa que se fixa em órgão ou tecido, e ali permanece por tempo suficiente para ser detectada por equipamentos especiais que produzem as imagens de sua distribuição (Thrall & Ziessman, 2001)<sup>42</sup>.

Uma das características da PET é que os radionuclídeos utilizados são emissores de pósitrons, sendo o pósitron a anti-partícula do elétron, tendo, portanto, sua carga positiva. Os radioisótopos emissores de pósitrons, como carbono-11, nitrogênio-13, oxigênio-14 e flúor-18, são produzidos em

ciclotrons, que são aceleradores de partículas, têm em geral meia-vida curta, de poucos minutos, não permitindo que sejam estocados. Para a sua utilização, portanto, é necessário que haja um ciclotron próximo ao serviço de Medicina Nuclear (Finn & Schlyer, 2002)<sup>15</sup>.

Quanto ao aparelho utilizado em PET, por causa da emissão de pósitrons, são necessários equipamentos cujos detectores estão dispostos em anéis que detectam em coincidência a radiação emitida pela aniquilação de pósitrons (“PET scanners”) (Tukington, 2002)<sup>44</sup>.

Os “PET scanners” podem estar associados a tomógrafos convencionais (tomografia computadorizada–CT), o que permite que num mesmo equipamento sejam adquiridas simultaneamente imagens morfológicas (CT) e metabólicas (PET), sendo este tomógrafo helicoidal multislicer. Tais equipamentos híbridos são conhecidos como PET/CT, porém apresentam como desvantagem o custo elevado (Correia et al, 2005)<sup>8</sup>.

O radiofármaco mais utilizado em PET é a FDG (fluorodeoxiglicose marcada com flúor-18), que é um análogo da glicose e segue o mesmo trajeto metabólico da glicose nos tecidos. Por falta de enzimas específicas, a FDG, diferentemente da glicose, é retida no interior das células, o que permite que seja detectada a sua distribuição pelos equipamentos sensíveis aos isótopos emissores de pósitrons (“PET scanners”). Os processos inflamatórios, infecciosos e tumorais em atividade têm grande afeição por glicose e, portanto, o uso de FDG está indicado no diagnóstico e controle

evolutivo de pacientes portadores de neoplasias e de lesões inflamatórias e infecciosas (Grant et al. 2008)<sup>23</sup>.

Outro radiofármaco de PET que pode ser utilizado na avaliação das alterações metabólicas ósseas é o fluoreto de sódio marcado com flúor-18 (NaF-<sup>18</sup>F ou Fluoreto-<sup>18</sup>F) (Schmitz et al., 2008)<sup>36</sup>.

Segundo Tanimoto et al. (2010)<sup>41</sup>, o critério utilizado para a avaliação das neoplasias, processos inflamatórios ou infecciosos, é o Standard Uptake Value (SUV), que vem a ser a média da quantidade do radiofármaco presente na região alterada quando comparado com a média do mesmo no restante do corpo. Esses valores são obtidos a partir de cálculo matemático:

$$\text{SUV} = \frac{\text{Concentração tecidual (mCi/g)}}{\text{Dose administrada/peso corporal (g)}}$$

### 2.6.1. Utilização do NaF-<sup>18</sup>F e FDG junto ao PET/CT

No estudo feito por Hustinx et al. (1999)<sup>24</sup>, verificou-se a eficácia do FDG em sua capacidade de diferenciar focos tumorais de focos infecciosos. Para isso foram selecionados 21 pacientes. Cada um deles foi submetido ao exame duas vezes. A primeira, com 70 minutos, e a segunda, com 98 minutos. Os resultados obtidos sugeriram que quando realizado o exame duas vezes, somado à anamnese e ao exame clínico, houve auxílio na diferenciação entre lesões malignas, inflamações e de tecidos normais.

No intuito de se verificar a eficácia do exame PET-FDG, Kresnik *et al.* (2001)<sup>27</sup> desenvolveram estudo procurando diagnosticar tumores de cabeça e pescoço, comparado-os aos diagnósticos obtidos por meio da ultrassonografia, radiografia e tomografia computadorizada. Para isso, foram selecionados 54 pacientes com possíveis tumores primários ou recorrentes. Os resultados obtidos mostraram que o PET-FDG soma informações clínicas na detecção de tumores primários ou metástases com grande precocidade, devendo, portanto, ser utilizado mais frequentemente na prática clínica.

Com o objetivo de verificar a eficácia de PET-FDG, Correia *et al.* (2005)<sup>8</sup> implementaram estudo com 63 pacientes com câncer de cabeça e pescoço recorrente. Os resultados obtidos mostraram que quando realizada a tomografia computadorizada associada à tomografia por emissão de pósitrons (PET/CT), houve maior facilidade na localização do tumor, muitas vezes ainda incipiente quando feita somente a tomografia computadorizada.

Xing & Wessel (2005)<sup>45</sup> afirmam que PET/CT é uma técnica de diagnóstico por imagem que pode detectar alterações em certos tecidos ou órgãos precocemente, geralmente antes do progresso da doença. O teste detecta aumento do metabolismo da glicose, que costuma ser maior em tumores malignos quando comparados com tecidos normais. Ainda afirmam os autores, que por ser exame funcional, não mostra as regiões anatômicas tão bem quanto a tomografia computadorizada.

Com o objetivo de investigar o acúmulo de altas concentrações de FDG em infecções na cavidade oral com o auxílio da tomografia por emissão

de pósitrons/tomografia computadorizada (PET/CT), Shimamoto *et al.* (2008)<sup>37</sup> selecionaram 103 pacientes nos quais foram realizados os exames clínicos e radiográficos para se avaliar as condições dentárias. As infecções dentárias foram classificadas em seis blocos, sendo a severidade da cárie dental classificada em cinco níveis, doença periodontal e periodontite apical classificadas em três níveis, segundo sua severidade. Os achados foram classificados por dois radiologistas. Os autores concluíram que, com exceção de cárie dental, a doença periodontal e a periodontite apical causam altas concentrações de FDG na cavidade oral, devendo, portanto, serem levadas em consideração na análise das imagens de PET-FDG de paciente com tumor de cabeça e pescoço.

Laverick *et al.* (2009)<sup>28</sup> desenvolveram estudo para avaliar a capacidade de diagnóstico em casos de suspeita de hiperplasia condilar por meio do Fluoreto-<sup>18</sup>F. Para isso, cinco pacientes com suspeita de hiperplasia condilar foram selecionados. Os resultados obtidos pelo exame de PET/CT foram coerentes com os achados operatórios em todos os pacientes, sugerindo-se, portanto, que o PET-<sup>18</sup>F é método eficaz no diagnóstico de hiperplasia condilar.

Em 2009, Wilde *et al.*<sup>48</sup> dedicaram-se a estudo que buscava testar a sensibilidade de PET-<sup>18</sup>F e PET-FDG no diagnóstico de osteorradionecrose em mandíbula. Assim, nove pacientes foram selecionados para diagnóstico e avaliação da severidade desta alteração. Os resultados atestaram que enquanto o PET-<sup>18</sup>F se mostrou método sensível para o diagnóstico da

osteorradiationecrose, o PET-FDG pode ser útil na avaliação da severidade da alteração.

Embasado no supracitado torna-se de interesse do presente estudo avaliar a sensibilidade e detalhamento para processos periapicais por meio de PET/CT (Fluoreto-<sup>18</sup>F).

### **3. PROPOSIÇÃO**

O presente estudo teve como propósito comparar os elementos diagnósticos fornecidos pela tomografia por emissão de pósitrons com Fluoreto-<sup>18</sup>F com alterações perirradiculares da cavidade oral, obtidas por meio das técnicas radiográficas panorâmica e periapical.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Material**

- Película para radiografia panorâmica (Kodak, Insight, EUA);
- Película para radiografia periapical (Kodak, Insight, EUA);
- Aparelho de Raios x periapical (Dabi Atlante, Brasil);
- Aparelho de Raios x panorâmico (Dabi Atlante, Brasil);
- Posicionadores intrabuciais tipo Hanshin (Jon, Brasil);
- Avental plumbífero (Konex, Brasil);
- Câmara escura para revelação radiográfica (Jon, Brasil);
- Soluções químicas reveladora e fixadora (Kodak, EUA);
- Fluoreto-<sup>18</sup>F (IPEM – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Brasil);
- Seringa para manutenção de posição de afastamento maxila/mandíbula (Injecta, Brasil);
- “ PET/CT scanner” PET/CT (Discovery ST, GE Medical Systems, EUA)

### **4.2. Métodos**

Após aprovação do comitê de ética nº 041/10 CEP/ICS/UNIP, foram selecionadas 256 áreas dentárias em mandíbulas e maxilas analisadas (oito



pacientes) de ambos os sexos, com idade de 27 a 48 anos, aleatoriamente, para estudo das possíveis alterações periapicais com marcação por meio do exame de PET/CT.

Após anamnese e exame clínico (Anexo 1), cada paciente, já portador de exame panorâmico realizado em aparelho de raios X panorâmico (aparelho de raios X panorâmico HF100, Dabi Atlante, 70Kv, Brasil) (Figura 1), foi submetido a exames radiográficos periapicais (aparelho de raios X Dabi Atlante, Dabi Spectro 70X Eletronic, 70Kv, Brasil) (Figura 2) pela técnica periapical do paralelismo. Para tal, utilizamos filmes radiográficos (Kodak, Insight, EUA) associados aos posicionadores intrabuciais tipo Hanshin (Jon, Brasil) e avental plumbífero para proteção das gônadas e tireóide (Figura 3).



Fig.1: paciente em posição para realização do exame radiográfico panorâmico



Fig.2: Paciente posicionado para realização do exame radiográfico periapical pela técnica do paralelismo com o posicionador intrabucal tipo Hanshin (Jon, Brasil).

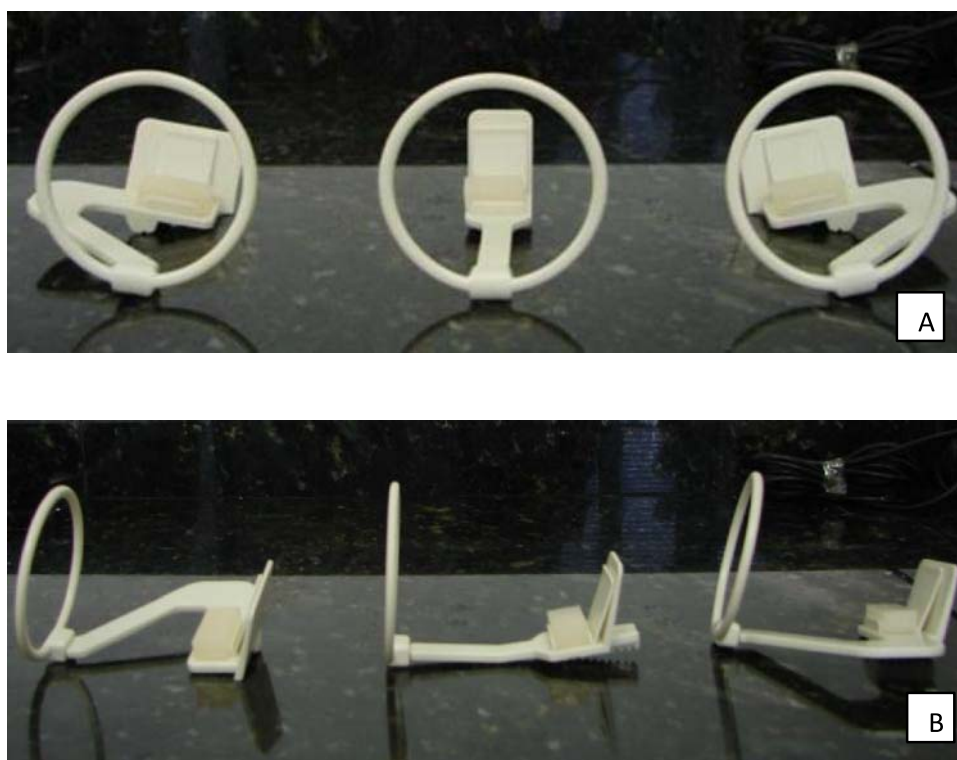


Fig.3: Vista frontal (A) e lateral (B) dos posicionadores intrabucais tipo Hanshin (Jon, Brasil)

As películas foram processadas em câmara escura, com auxílio de soluções químicas (Kodak, EUA), sendo 1 min e 30s em solução reveladora, 10min em água e 10min em solução fixadora, segundo protocolo da Universidade Paulista.

Para se diagnosticar alterações incipientes, e objetivando complementar o diagnóstico no quesito precocidade e detalhamento, foi realizado o exame de PET/CT (Fig. 4).

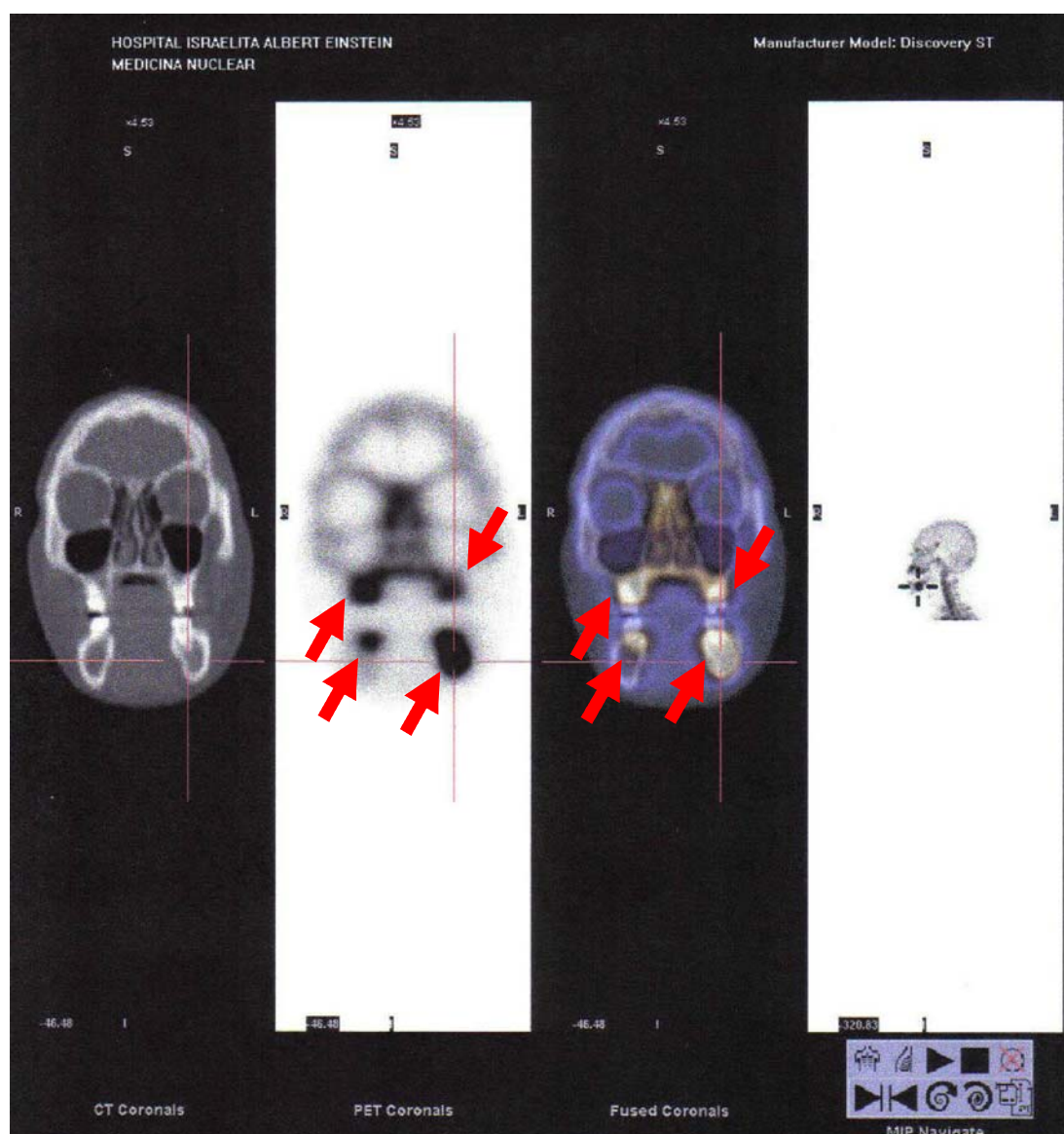


Fig.4A: imagem obtida através da tomografia helicoidal em corte coronal em região de primeiros molares; 4B:imagem obtida através da tomografia por emissão de pósitrons com marcação nas áreas hipercaptantes; 4C: imagem corrigida (associação da imagem dinâmica com a imagem estática); 4D: localização exata da hipercaptação.

Todos os pacientes assinaram termo de consentimento para a utilização do radiofármaco que, em detalhes, explica o seu uso e suas contraindicações (Anexo 2).

Esses exames foram realizados no Serviço de Medicina Nuclear do Hospital Israelita Albert Einstein (HIAE). Para isso, foi administrado EV o radiofármaco Fluoreto- $^{18}\text{F}$  (Figura 5).



Fig. 5: Visão interior da capela para a obtenção do radiofármaco Fluoreto- $^{18}\text{F}$



#### 4.2.1. Protocolo de Imagem:

Foi administrada atividade de 370 MBq (aproximadamente 10 mCi) de  $\text{NaF-}^{18}\text{F}$  EV nos pacientes para o estudo, sendo essa dose calculada para paciente adulto de aproximadamente 70kg. Após o período de 30 minutos, foi realizado o protocolo de aquisição de imagens (Figura 6). O protocolo incluiu imagens do topo da cabeça ao terço médio do pescoço, com o paciente na posição supina e os braços para baixo. A cabeça dos pacientes foi imobilizada por aparato desenvolvido para impedir movimentação da área que foi analisada, impedindo alterações nas imagens (Figura 7). Os pacientes ocluíram uma seringa hipodérmica de 1mL para a manutenção de posição de afastamento maxila/mandíbula (Injecta, Brasil).



Fig.6.: Paciente em posição para exame de PET/CT.



Fig.7: Aparato utilizado para impedir movimentação da cabeça durante o exame.

Todos os estudos foram feitos em aparelho PET/CT comercial (Discovery ST, GE Medical Systems, EUA) (Figura 8). Os parâmetros de aquisição e processamento de imagens estão demonstrados na Tabela 1.





Fig.8: Aparelho PET/CT scanner comercial (Discovery ST, GE Medical Systems, EUA).

Parâmetros	PET/CT
Técnica CT	140kVp, 210mAs
Colimação do CT (mm)	3,75
Tempo de aquisição por segmento (min)	4
Iteração	2
Subset	15
Contraste intravenoso iodado	Não
Intervalo após injeção (min)	30

Tabela I – Parâmetros de aquisição e processamento no estudo PET/CT.

#### 4.2.2. Análise das Imagens:

Todas as imagens foram analisadas por um médico nuclear e um endodontista com experiência em PET/CT. Para quantificar possíveis processos inflamatórios/infecciosos nas imagens de PET, utilizou-se o critério semiquantitativo SUV (“standard uptake value”), que vem a ser a média da quantidade do radiofármaco presente na região alterada quando comparado à média do mesmo no restante do corpo das regiões suspeitas após o estudo.

Considerando-se que os dentes são estruturas que não apresentam acúmulo do radiofármaco em situações fisiológicas, os valores de SUV das áreas consideradas suspeitas foram comparados qualitativamente às áreas de captação fisiológica.



Figura 9: Sala de controle do PET

Após a análise das imagens, os resultados foram submetidos à análise estatística e porcentual.

## 5. RESULTADOS

Das 256 áreas dentárias em mandíbula e maxila analisadas (oito pacientes) em relação à presença de imagens sugestivas de alterações periapicais da cavidade oral, foi observado que através do exame radiográfico intrabucal pela técnica panorâmica observaram-se seis imagens positivas, em um total de 2,34% da amostra. Já o exame radiográfico intrabucal pela técnica periapical mostrou sete imagens positivas, em um total de 2,73% da amostra (tabela II e gráfico1).

A tomografia por emissão de pósitrons, por sua vez, revelou 39 imagens positivas, correspondendo a 15,23% do total de áreas estudadas (tabela II e 1 gráfico).

Frente aos dados obtidos e posicionados na Tabela II, constatou-se, pela comparação do valor calculado segundo a análise de variância de um único fator, que há diferença estatisticamente significativa ao nível de 5%, quando comparados os resultados obtidos por meio do PET/CT com os obtidos pelos exames radiográficos com a técnica periapical e panorâmica.

A análise estatística dos resultados obtidos pelas técnicas radiográficas periapical e panorâmica não revelou diferença estatisticamente significativa ao nível de 5%, segundo a análise de variância de um único fator, quando comparados os resultados obtidos entre as técnicas radiográficas.

	Total de dentes	Radiografia Periapical	Radiografia Panorâmica	PET/CT
Nº	256	7	6	39
%	100	2,73	2,34	15,23

Tabela II – Áreas observadas com imagens sugestivas de alterações periapicais, para os exames complementares analisados, e suas respectivas porcentagens.

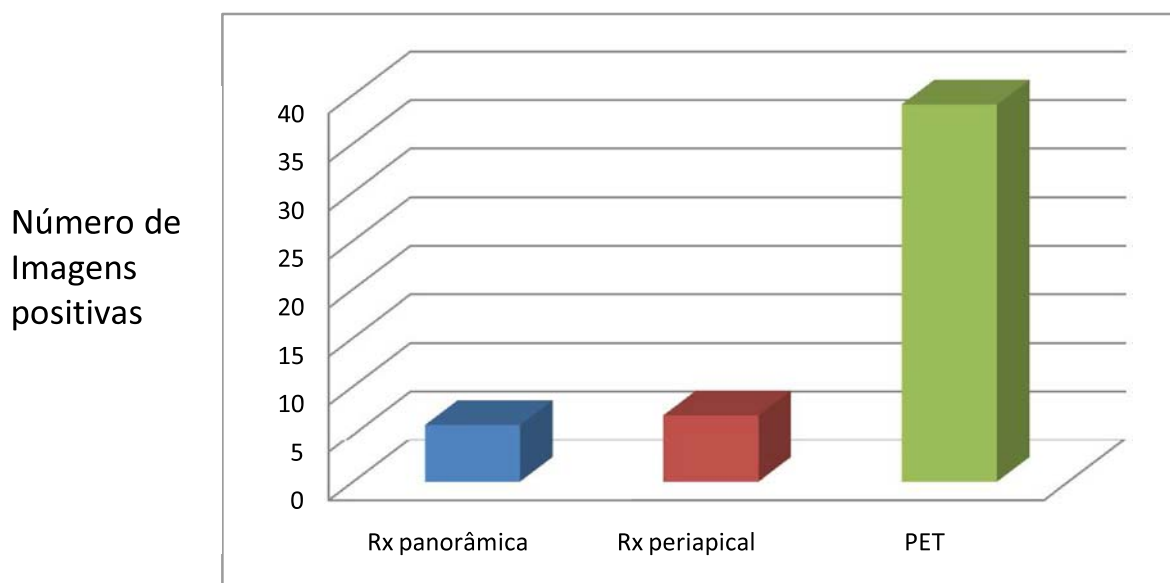


Gráfico 1 - Imagens positivas para alterações periapicais, segundo os exames complementares.

## 5. DISCUSSÃO

O diagnóstico dentro da Odontologia, em especial para a endodontia, necessita de maior número de dados a serem coletados, que, neste caso, serão fornecidos pelo exame clínico e complementares, associados à anamnese inicial. Quando agrupados os sinais e sintomas, poderá haver a diretriz da intervenção na patologia em questão.

Assim, os recursos diagnósticos apresentam grande importância para a terapia adotada. O conhecimento sobre o assunto que o profissional possui também é de grande importância para interpretação e análise dos dados obtidos (Estrela, 2004)<sup>12</sup>.

Dentro da Odontologia, a endodontia é a especialidade que pode enfrentar alguma dificuldade no diagnóstico das alterações periapicais, pois os achados radiográficos e clínicos nem sempre coincidem com os achados histológicos.

Quanto ao diagnóstico das alterações periapicais, há muito tempo se faz uso dos exames radiográficos, que é método estático bidimensional, que não permite, com frequência, análise integral dessas patologias, especialmente se se tratar de alterações periapicais nas fases mais iniciais (Lopes & Siqueira, 2004)<sup>30</sup>.

Apesar de todas as inovações técnicas no campo da radiologia, a evidenciação radiográfica das alterações periapicais e periodontais somente é possível decorrido certo prazo após seu estabelecimento, fato que se deve

à necessidade da alteração estrutural do tecido mineralizado conforme a sensibilidade do exame. Acresça-se a isso a ausência de detalhamento estrutural dos tecidos mineralizados proporcionada pelos exames radiográficos, e o fato de a perda óssea observada radiograficamente ser sempre de dimensão menor que a perda real, ou seja, observam-se estruturas tridimensionais em exame bidimensional, quando não tomográfico (Freitas *et al.*, 2000)<sup>18</sup>.

Braz *et al.* (2009)<sup>5</sup> e Fonseca *et al.* (2009)<sup>16</sup> sugerem a utilização da tomografia computadorizada para detalhamento tridimensional do órgão dental, assim como outras estruturas da cavidade oral, alegando que outras técnicas radiográficas representam projeção em dois planos; contudo, ainda estamos em exames estáticos que dependem da alteração da estrutura.

Portanto, apesar do exame radiográfico ser de rotina dentro da clínica odontológica e de fácil acesso, apresenta certas limitações, conduzindo o profissional a buscar recursos auxiliares mais específicos para a situação em questão, que complementem as deficiências, o que não implica seu abandono.

Dentre os diversos recursos empregados no diagnóstico por imagem, há a cintilografia, cuja utilização tornou-se possível na Odontologia graças à introdução, por Subramanian & McFee (1977)<sup>39</sup>, dos compostos fosfatados marcados com tecnécio-99m (<sup>99m</sup>Tc), tendo sua aplicação em alterações periapicais já sido demonstrada por autores como Garcia *et al.* (1976)<sup>19</sup> e Bergstedt (1975)<sup>4</sup>.

O emprego da cintilografia dentro da Odontologia no Brasil ocorreu a partir dos estudos de Serson *et al.*<sup>35</sup>, em 1974, verificando a hipercaptação do radioisótopo estrôncio-85 (<sup>85</sup>Sr) frente a implantes dentários com agulhas de tântalos.

Com o objetivo de se obter dados a partir de exames complementares, o mais próximo possível do momento desencadeador das alterações periapicais endodônticas, Davidowicz *et al.*(1994)<sup>11</sup> comparou os elementos diagnósticos fornecidos pela cintilografia com exames radiográficos frente às alterações periapicais. A partir dos resultados obtidos, o autor verificou que a cintilografia mostrou áreas hipercaptantes nas quais o exame radiográfico não constatou nenhuma alteração, porém sem precisão exata da área em questão. Ainda em 1994<sup>9</sup>, o autor criou um dispositivo em que foi possível determinar a sede exata da área hipercaptante, unindo, portanto, a precocidade da cintilografia à determinação da área em questão. Dessa forma, o mapeamento cintilográfico dos ossos da face passou a ocupar importante lugar no diagnóstico endodôntico, frente a imagens sugestivas de alterações periapicais pós-tratamento endodôntico, dores frustras, fraturas, reações periapicais incipientes, entre outras, abrindo novo caminho dentro do chamado diagnóstico dinâmico por imagens.

Ainda na mesma linha de ideia, Arias *et al.* (2004)<sup>1</sup> desenvolveram estudo no qual confrontaram os resultados obtidos por meio da cintilografia e história odontológica do paciente e concluíram que a presença de áreas hipercaptantes nas quais o paciente desconhecia a alteração presente, indica atividade metabólica óssea silenciosa, devendo, portanto, ser



abordada pelo cirurgião-dentista. O que mostra a importância da Medicina Nuclear dentro da Odontologia, pois por esses exames será possível diagnosticar precocemente alterações metabólicas não visíveis ao exame radiográfico.

Buscando a evolução da Odontologia no campo do diagnóstico por imagens dinâmicas, o presente estudo avaliou as alterações metabólicas em osso alveolar frente ao exame de tomografia por emissão de pósitrons (PET/CT), que são aparelhos denominados híbridos. Isto é, em um mesmo aparelho, há a associação do método dinâmico metabólico a um tomógrafo convencional (CT), que vem a ser um método morfológico estático, sendo assim a precocidade somada à boa localização da patologia.

Deve-se entender que o exame de PET/CT é diferente do mapeamento cintilográfico dos ossos, desde seus radiofármacos/radioisótopos utilizados, forma de captura da radiação, sensibilidade e apresentação dos resultados

Cabe ressaltar que no presente estudo utilizou-se o radiofármaco  $\text{NaF-}^{18}\text{F}$ , por apresentar grande afinidade pelo tecido ósseo, como demonstrado por Grant *et al.* (2008)<sup>23</sup> e Laverick *et al.* (2009)<sup>28</sup>.

Em relação ao radiofármaco  $\text{NaF-}^{18}\text{F}$ , pode-se afirmar que é de fácil obtenção a partir de uma reação de dois passos em uma reação de alta velocidade, que começa com o alvo de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  e de simples utilização. Quanto às características radioativas do Fluoreto- $^{18}\text{F}$ , há um tempo de meia-vida de 110 minutos (o que permitirá que os exames sejam feitos em curto espaço de tempo, aproximadamente uma hora após a administração), e sua

fácil eliminação pelo organismo, porém apresenta custo elevado quando utilizado junto ao PET/CT, fatos em concordância com os autores Thrall & Ziessman (2001)<sup>42</sup>, Fowler & Ding (2002)<sup>17</sup>, Grant *et al.*(2008)<sup>23</sup>, Laverick *et al.* (2009)<sup>28</sup> e Wilde *et al.* (2009)<sup>48</sup>.

Apesar de PET/CT e cintilografia serem técnicas da Medicina Nuclear, existem entre elas diferenças significantes. Uma das características de PET é que os radionuclídeos utilizados são emissores de pósitrons, diferentes daqueles utilizados para as cintilografias, que são emissores de radiação gama. Os radioisótopos emissores de pósitrons, como carbono-11, nitrogênio-13, oxigênio-14 e flúor-18, são produzidos em ciclotrons, que são aceleradores de partículas, e têm em geral meia-vida curta, de poucos minutos, não permitindo que sejam estocados. Para a sua utilização, portanto, é necessário que haja um ciclotron próximo ao serviço de Medicina Nuclear. Os emissores de radiação gama utilizados em cintilografias, como tecnécio-99m, iodo-131, gálio-67, índio-111, são produzidos em reatores nucleares e têm meia-vida que varia de horas a dias, sendo, portanto, estocáveis, permitindo logística de distribuição mesmo aos serviços de Medicina Nuclear distantes do centro de produção (Finn & Schlyer, 2002)<sup>15</sup>.

Outra diferença importante entre PET e cintilografia é o equipamento utilizado. Para as cintilografias cujos isótopos emitem radiação gama utilizam-se as câmaras de cintilação ou gamacâmaras. Em PET, por causa da emissão de pósitrons, são necessários equipamentos cujos detectores estão dispostos em anéis que detectam, em coincidência, a radiação emitida pela aniquilação de pósitrons ("PET scanners").

Nos resultados obtidos a partir desta pesquisa, constatamos que em certas situações, como é o caso de sinusopatias, ou até mesmo processos eruptivos dos terceiros molares, houve hipercaptação das áreas em questão. Sendo assim, afirmamos que as sinusopatias são contraindicação para o exame, estando de acordo com autores como Davidowicz *et al.* (1994)<sup>11</sup>, Shimamoto *et al.*, (2008)<sup>37</sup> e Laverick *et al.* (2009)<sup>28</sup>. Os processos eruptivos encontrados devem ser confrontados com os exames radiográficos, avaliando o estágio de processo, também em acordo com autores como Davidowicz (1994)<sup>9</sup> e Wild *et al.* (2009)<sup>48</sup>, o que vai ao encontro do nosso estudo: nenhum exame complementar é absoluto unicamente em seus achados.

Em alguns casos, nos quais o exame radiográfico não constatou a presença de destruição do tecido mineralizado do dente, o PET/CT acusou a existência de áreas de hipercaptação, em regiões sugestivas de correspondência às regiões periapicais desses dentes. Sendo, nesse caso, confrontados com os resultados obtidos pelo exame clínico, teste de vitalidade pulpar e teste de percussão, podendo referir processos necróticos e/ou inflamatórios aos elementos dentários em questão. O tratamento endodôntico foi feito em dois casos, devido à comparação dos achados clínicos, radiográficos e do PET/CT, constatando-se que a necrose pulpar estava de acordo com os resultados obtidos por meio do PET/CT, fato que encontra embasamento em estudos como Shimamoto *et al.* (2008)<sup>37</sup>, Laverick *et al.* (2009)<sup>28</sup> e Wild *et al.* (2009)<sup>48</sup>.

Ainda dentro dessa ótica, inferimos que a inflamação pulpar não se restringe unicamente a este sítio, implicando alterações circulatórias na região periapical, responsáveis por reabsorções impossíveis de detecção pelos exames radiográficos, indo ao encontro dos resultados obtidos nos trabalhos realizados por Davidowicz, *et al.*(1994)<sup>11</sup> e Davodowicz (1994)<sup>9</sup>; e Shimamoto *et al.*, (2008)<sup>37</sup>.

Ao analisarmos a Tabela II, verifica-se que o número de imagens sugestivas de alterações ósseas alveolares, quando se trata do exame de PET/CT (39), é maior do que quando comparado aos exames radiográficos periapical (7) e panorâmica (6), estatisticamente significativa ao nível de 5%, fato também observado por autores como Shimamoto *et al.* (2009)<sup>37</sup>, Laverick *et al.* (2009)<sup>28</sup>.

Dentre os resultados obtidos em nosso estudo, verificamos que não houve diferença estatisticamente significativa quando comparadas as técnicas radiográficas panorâmica e periapical, pois possivelmente houve evolução dos aparelhos radiográficos panorâmicos no decorrer dos anos. Fato este que discorda dos resultados obtidos por Davidowicz *et al.* (1994)<sup>11</sup> e Shimamoto *et al.* (2008)<sup>37</sup>.

Portanto, devido a associação dos "PET scanners" a tomógrafos convencionais haverá melhor detalhamento de imagem associados a precocidade do diagnóstico, fato este que não era possível até então com a cintilografia. A desvantagem do PET em relação à cintilografia vem a ser o

custo elevado do exame quando comparado ao exame do mapeamento cintilográfico (Grant et al. 2008)<sup>23</sup>.

Frente aos resultados obtidos pode-se dizer que o PET/CT é método alternativo de exame capaz de auxiliar situações da clínica odontológica diária, que não podem ser solucionados apenas com o auxílio dos exames complementares rotineiros. Por isso, o exame radiográfico deve ser considerado um auxiliar de grande importância, e ambos os exames se complementam no diagnóstico.

Finalmente, pode-se afirmar que um maior número de estudos envolvendo PET/CT e Odontologia é necessário, possibilitando a consolidação do exame dentro do diagnóstico dessa especialidade médica.

## 6. CONCLUSÕES

Frente aos resultados obtidos, conclui-se:

- 6.1. No que tange à detecção de alterações periapicais, a tomografia por emissão de pósitrons (PET/CT) permitiu identificá-las em maior número, quando comparada aos exames radiográficos pelas técnicas periapical e panorâmica;
- 6.2. O exame radiográfico pela técnica periapical identificou as alterações periapicais em maior número, quando comparado ao exame radiográfico panorâmico;
- 6.3. O exame de PET/CT mostrou-se de grande interesse por permitir a união da precocidade de diagnóstico ao detalhamento de imagem;

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARIAS, J.A.; PARDO C.; OLMOS, A.; CUADRADO, M.L.; RUIBAL, A.  
Dental diseases and radionuclide imaging of the jaw. *Nucl Med Commun*, v.25, n.3, p.305-10, 2004.
2. BAMBINI, F; MEME, L; PROCACCINI, M; ROSSI, B; LO MUZIO, L.  
Bone scintigraphy and SPECT in the evaluation of the osseointegrative response to immediate loading of endosseous implants: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants*, v.19, n.1. p.80-6, 2004.
3. BARELSTONE, H.J. Radioactive isotopes in dental science. *Int. dent. J.*, v.4, n.5, p.629- 53, 1954.
4. BERGESTEDT, H.F. Bone scintigraphy of facial skeleton with  $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -diphosphonate. *Acta Radiol Diagn*, v.16, n.4, p.337-341, 1975.
5. BRAZ, A.K.; KYOTOKU, B.B.; GOMES, A.S. In vitro tomographic image of human pulp-dentin complex: optical coherence tomography and histology. *J Endod*, v.35, n.9, p.1218-21, 2009.
6. COHEN, S. & HARGREAVES, K.M. *Caminhos da polpa*. 9.ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2007. 1079p.
7. COREY , K.R.; KENNY, P.; GREENBER, E.; PAZIANOS, A.; PEARSON, O.H.; LAUGHLIN, J.S. The use of calcium 47 in diagnostic studies of patients with bone lesions. *Am j Roentgenol*, v.85, p.955-975,1961.

8. CORREIA, L.M.; PRIANTE, A.V.; CARVALHO, A.L.; TORRES, I.G.; LIMA, E.N.P. Initial results and clinical application of non dedicated 18-FDG/PET in head and neck oncology. *Appl cancer res*, v.25, n.1, p.25-31, 2005.
9. DAVIDOWICZ, H. Diagnóstico por imagem e seu uso em Endodontia. In: Congresso Internacional do Litoral Paulista, 1994, Santos, Anais do VII Congresso Internacional do Litoral Paulista. Santos, 1994. v.7.
10. DAVIDOWICZ, H.; LASCALA, C.A.; THOM, A.F.; MOURA, A.A.M. Aplicação de recursos diagnósticos fornecidos pela cintilografia em casos de implantes osteointegrados. *Rev. ABO Nac*, v.2, n.2, p.88-92, 1994.
11. DAVIDOWICZ, H.; SIMÕES, W; MOURA, A.A.M. Detecção de alterações periapicais frente à cintilografia e aos exames radiográficos periapical. In: Reunião Científica da Sociedade Brasileira de Pesquisas Odontológicas, 1994, São Paulo. Anais da Sociedade Brasileira de Pesquisas Odontológicas. São Paulo: SBPqO. 1994. v.8. p.43.
12. ESTRELA, C. Diagnóstico das doenças da polpa e do periápice. In: BOTTINO, M.A. *Livro do ano de odontologia*. 1.ed. São Paulo: Artes Médicas; 2004.p.50-78.
13. ESTRELA, C; BUENO, M.R.; LELES, C.R.; AZEVEDO, B.; AZEVEDO, J.R. Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. *J Endod*, v.34, n.3, p.273-9, 2008.



- 14.FIGUEIREDO, M.A.S.; ESTRELA, C.; FIGUEIREDO, J.AP. Métodos de diagnóstico em endodontia. In: Estrela C, Figueiredo JAP. *Endodontia: Princípios biológicos e mecânicos*. 2.ed. São Paulo: Artes Médicas, 2003. p.24-29.
- 15.FINN, R.D.; SCHLYER, D.J. Production of radionuclides for PET. In: WAHL, R.L. *Principles and practice of PET and PET/CT*. 2.ed. Philadelphia:Lippincott Williams &Wilkins, 2002. p. 1-15.
- 16.FONSECA, D.D.; KYOTOKU, B.B.; MAIA, A.M.; GOMES, A.S. In vitro imaging of remaining dentin and pulp chamber by optical coherence tomography: comparison between 850 and 1280 nm. *J Biomed Opt.*, v.12, n.2, p.024009, 2009.
- 17.FOWLER, J.S.; DING, Y.S. Radiotracer Chemistry. In: WAHL, R.L. *Principles and practice of PET and PET/CT*. 2.ed. Philadelphia:Lippincott Williams &Wilkins, 2002. p. 16-46.
- 18.FREITAS, A.; ROSA, J.E.; SOUZA, I.F. *Radiologia Odontológica*. 5.ed. São Paulo: Artes Médicas, 2000, p.508.
- 19.GARCIA, D.A.; JANSON, D.; KAPUR, K.K. Bone imaging and semiconductor probe measurements of Technetium 99m Polyphosphate in the detection of periapical pathology in the dog. *Arch. Oral Biol*, v. 21, n.3, p.167- 74, 1976.
- 20.GARCIA, D.A.; TOW, D.E.; JANSON, D.; SULLIVAN, T.M.; NEEDERMAN, R. Jaw imaging in clinical dental diagnosis. *J Nucl. Med*, v. 18, n.6, p.604, 1977.

21. GARCIA, D. Radionuclide imaging of alveolar bone. *J Periodont*, v.50, n.4, p.35- 42, 1979.
22. GORDON, S.M.; DIONNE, R.A. Prevention of pain. *Compend*, v.18, n.28, p. 239- 52, 1997.
23. GRANT, F.D.; FAHEY, F.H.; PACKARD, A.B.; DAVIS, R.T.; ALAVI, A.; TREVES, S.T. Skeletal PET with  $^{18}\text{F}$ -Fluoride: applying a new technology to an old tracer. *J Nucl Med*, v.49, n.1, p.68-78, 2008.
24. HUSTINX, R.; SMITH, R.J.L.; BERNARD, F.; ROSENTHAL, D.I.; MACHTAY, M.; FARBER, L.A.; ALAVI, A. Dual time point fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography: a potential method to differentiate malignancy from inflammation and normal tissue in the head and neck. *Eur J Nucl Med*, v.26, n.10, p.1345-1348, 1999.
25. JONES, B.E.; PATON, D.D. Bone scans of the facial bones: normal anatomy. *Amer J surg*, v.132, n.3, p.341- 5, 1976.
26. JORGE E.G.; TONOMARU-FILHO, M.; GONÇALVES, M.; TONOMARU, J.M. Detection of periapical lesion development by conventional radiography or computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.106, n.1, p. e56-61, 2008.
27. KRESNIK, E.; MIKOSCH, P.; GALLOWISCH, H.J.; KOGLER, D.; WIESER, S.; HEINISCH, M.; UNTERWEGER, O.; RAUNIK, W.; KUMNIG, G.; GOMEZ, I.; GRUNBACHER, G.; LIND, P. Evaluation of head and neck cancer with  $^{18}\text{F}$ -FDG PET: a comparison with conventional methods. *Eur J of Nucl Med*, v.28, n.7, p.816-821, 2001.

- 28.LAVERICK, S.; BOUNDS, G.; WONG, W.L. [18F]-fluoride positron emission tomography for imaging condylar hyperplasia. *Br J Oral Maxillofac Surg*, v.47, n.3, p.196-9, 2009.
- 29.LEONARDO, M.R.; LEAL, J.M. *Endodontia: tratamento de canais radiculares*. 3.ed. São Paulo: Medicina panamericana, 1998. 902p.
- 30.LOPES, H.P. & SIQUEIRA, J.F. *Endodontia: Biologia e Técnica*. 2.ed. Rio de Janeiro:Ed. Medsi-Guanabara Koogan S.A. 2004.964p.
- 31.MEALEY, B.L. Influence of periodontal infections on systemic health. *Periodontol 2000*, v.21, p.197-209, 1999.
- 32.MOREIRA, A.P.; DUARTE, L.H.; VIEIRA, F.; JOÃO, F.; LIMA, J.P. Value of SPECT/CT image fusion in the assessment of neuroendocrine tumors with <sup>111</sup>In-Pentetreotide Scintigraphy. *Rev Esp Med Nucl*, v.24, n.1, p.14-8, 2005.
- 33.NISHIMURA, T.; LIZUKA, T. Evaluation of the pathophysiology of odontogenic maxillary sinusitis using bone scintigraphy. *Int J Oral Maxillofac Surg*, v.31, n.4, p.389-396, 2002.
- 34.SCARANO, A.; DI CARLO, F.; QUARANTA, A.; PIATTELLI, A. Injury of the inferior alveolar nerve after overfilling the root canal with endodontic cement: a case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.104; n.1, e56-9, 2007.
- 35.SERSON, D.; BARBOSA, J.E.V.; CARDOSO, O.M.; NUNES, J.E.O. Isótopos radioativos em implantologia oral. *Rev Assoc Paul Cir Dent*, v.28, n.5, p.276-284, 1974.

- 36.SCHMITZ R.E.; ALESSIO, A.M.; KINGHAN, P.E. The physics of PET/CT scanners. In: LIN, E; ALANI, A. *PET and PET/CT: a clinical guide*. 2.ed. New York:Thieme Medical Publisers Inc., 2008, p. 3-14.
- 37.SHIMAMOTO, H.; TATSUMI, M.; KAKIMOTO, N.; HAMADA, S.; SHIMOSEGAWA, E.; MURAKAMI, S.; FURUKAWA, S.; HATAZAWA, J. (18)F-FDG accumulation in the oral cavity is associated with periodontal disease and apical periodontitis: an initial demonstration on PET/CT. *Ann Nucl Med* ,v.22, n.7, p.587-93, 2008.
- 38.SOUZA, L.C.; DAVIDOWICZ, H., WAGNER, J. Análise comparativa de imagens hipercaptantes em maxila e mandíbula, frente ao mapeamento cintilográfico dos ossos da face e o mapeamento cintilográfico dos ossos da face com leucócitos marcados. *Rev Inst Ciênc Saúde*, v.21, n.3, p.249-54, 2003.
- 39.SUBRAMANIAN, G.; McFEE, J.G. A new method of  $^{99m}\text{Tc}$  for skeletal imaging. *Radiology*, v. 98,p.192, 1977.
- 40.SWENNEN, G.R.; MOMMAERTS, M.Y.; ABELOOS, J.; DE CLERCQ, C.; LAMORAL, P.; NEYT, N.; CASSELMAN, J.; SCHUTYSER, F. A cone-beam CT based technique to augment the 3D virtual skull model with a detailed dental surface. *Int J Oral Maxillofac Surg*, v.38, n.1, p.48-57, 2009.
- 41.TANIMOTO, K.; YOSHIKAWA, K.; OBATA, T.; IKEHIRA, H.; SHIRAISHI, T.; WATANABE, K.; SAGA, T.; MIZOE, J.; KAMADA, T.; KATO, A.; MIYAZAKI, M. Role of glucose metabolism and cellularity

- for tumor malignancy evaluation using FDG-PET/CT and MRI. *Nucl Med Commun*, v.31, n.6, p.604-9, 2010.
42. THRALL, J.H.; ZIESSMAN, H.A. Nuclear Medicine: The *requisites*. 2.ed. Missouri: Mosby, 2001.
43. TONOMARU-FILHO, M.; JORGE, E.E.; DUARTE, M.A.H.; GONÇALVES, M.; GUERREIRO-TONOMARU, J.M. Comparative radiographic and histological analyses of periapical lesion development. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.107, n.3, p.442-7, 2009.
44. TURKINGTON, T.G. PET Physics and PET instrumentation. In: WAHL, R.L. *Principles and practice of PET and PET/CT*. 2.ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002. p. 47-57.
45. XING, L.; WESSESL, B. The value of PET/ CT is being over-sold as a clinical tool in radiation of oncology. *Med Phys*, v.32, n.6, p.1457- 59, 2005.
46. WAITHES, E. Princípios de radiologia odontológica. 3.ed. São Paulo: Artes Médicas, 2003. p. 444.
47. WALIVAARA, D.A.; ABRAHAMSSON, P.; ISAKSSON, S.; BLOMQVIST, J.E.; SAMFORS, K.A. Prospective study of periapically infected teeth treated with periapical surgery including ultrasonic preparation and restorative material root-end fillings. *J Oral Maxillofac Surg*, v.65, n.5, p. 931-5, 2007.
48. WILDE, F.; STEINHOFF, K.; FRERICH, B.; SCHULZ, T.; WINTER, K.; HEMPRICH, A.; SABRI, O.; KLUGE, R. Positron-emission

tomography imaging in the diagnosis of bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.107, n.3, p.412-9, 2009.

## ANEXO 1

Paciente leucoderma, sexo masculino, 28 anos de idade, compareceu ao consultório para exame de rotina. Na anamnese não foi relatado nada digno de nota.

### EXAME CLÍNICO

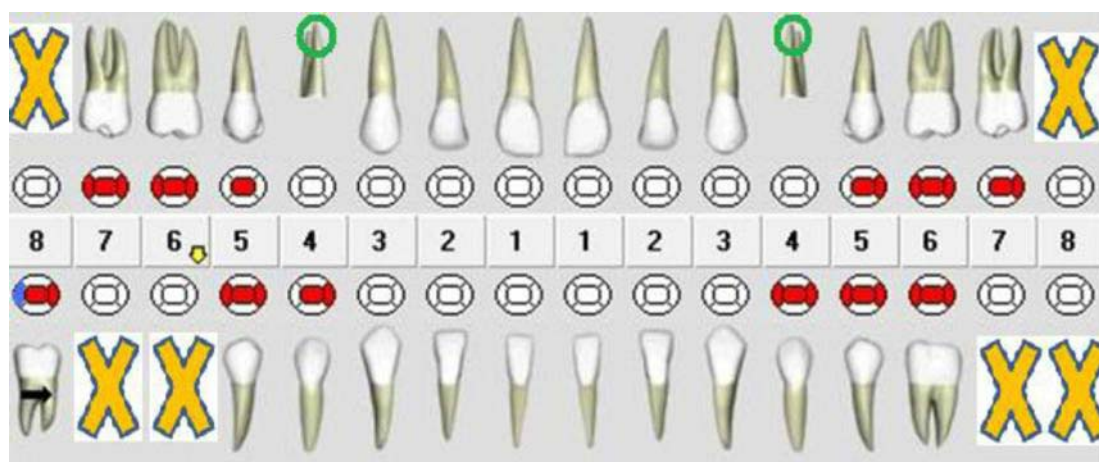


Fig. 10: Odontograma

■ Restauração

■ Cárie

X Elemento dentário ausente

➡ Migração do elemento dentário para mesial

○ Alteração periapical

EXAME RADIOGRÁFICO PANORÂMICO



Fig. 11: Exame radiográfico pela técnica panorâmica



EXAME RADIOGRÁFICO PERIAPICAL PELA TÉCNICA DO  
PARALELISMO

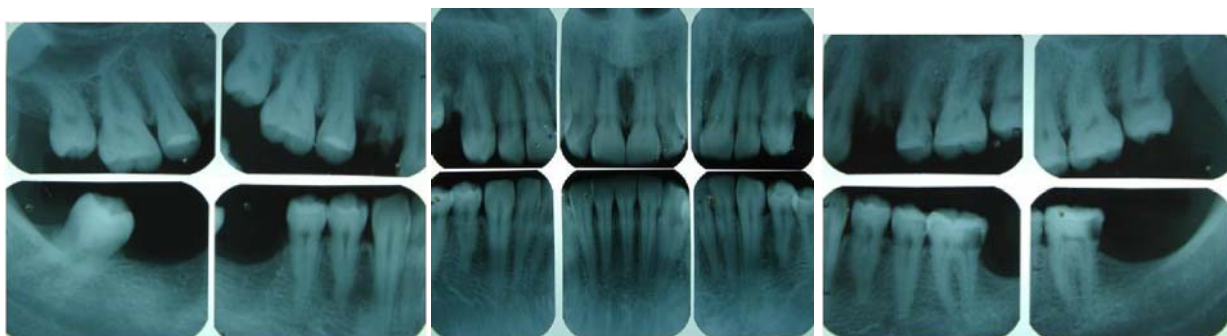


Fig. 12: Exame radiográfico pela técnica periapical do paralelismo

### EXAME DE TOMOGRAFIA POR EMISSÃO DE PÓSITRONS

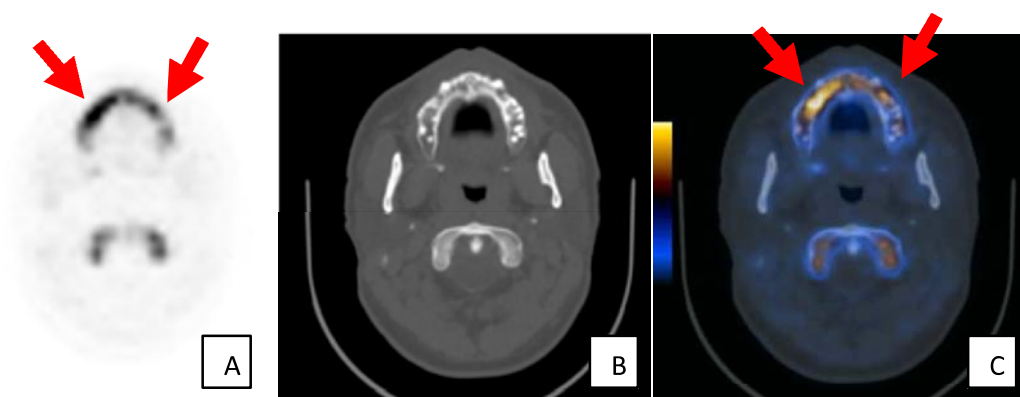


Fig. 13A: representação da tomografia por emissão de pósitrons (PET); 13B: representação da tomografia (CT); 13C: Região de Interesse (ROI) desenhada sobre as áreas suspeitas, mostrando hipercaptação dos elementos 14, 15 e 16 após observação da CT.

Cabe observar que áreas hipercaptantes detectadas no PET nos elementos 15 e 16 não apresentam alterações estruturais quando dos exames radiográficos



Fig. 14A: representação da tomografia por emissão de pósitrons (PET); 14B: representação da tomografia (CT); 14C: Região de Interesse (ROI) desenhada sobre as áreas suspeitas, mostrando hipercaptação do elemento 14 após observação da CT.

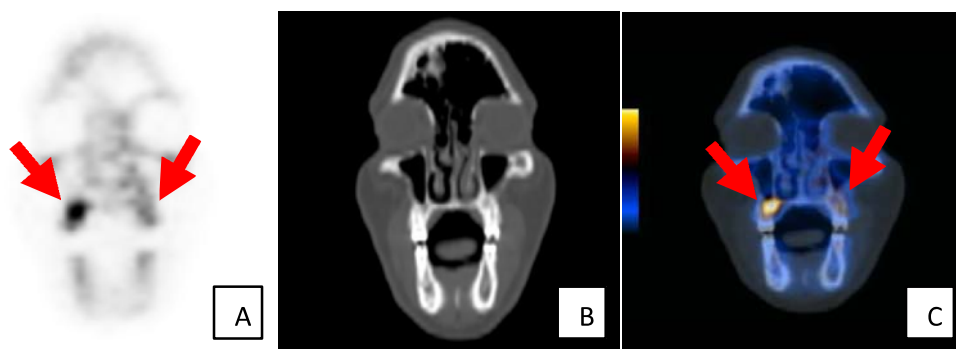


Fig. 15A: representação da tomografia por emissão de pósitrons (PET); 15B: representação da tomografia (CT); 16C: Região de Interesse (ROI) desenhada sobre as áreas suspeitas, mostrando hipercaptação dos elementos 14 e 24 após observação da CT.

**ANEXO 2****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E  
ESCLARECIDO**

Caro Participante:

Gostaríamos de convidá-lo a participar como voluntário da pesquisa intitulada “Avaliação da correlação de imagens da tomografia por emissão de pósitrons (PET- fluoreto), com as alterações perirradiculares da cavidade oral”, que se refere a um projeto de Mestrado da aluna Ana Laura Pion de Carvalho, a qual pertence ao curso de Odontologia da Universidade Paulista e Hospital Israelita Albert Einstein.

O objetivo deste estudo é avaliar a correlação de imagens da tomografia por emissão de pósitrons com  $^{18}\text{F}$ -fluoreto (PET-fluoreto) com as alterações perirradiculares da cavidade oral. Os resultados contribuirão para a inclusão de um novo exame complementar dentro do diagnóstico odontológico.

Sua forma de participação neste estudo consiste na realização do exame de tomografia por emissão de pósitrons (PET/CT), bem como os exames radiográficos solicitados pelos responsáveis pela pesquisa.

Seu nome não será utilizado em qualquer fase da pesquisa, o que garante seu anonimato, e a divulgação dos resultados será feita de forma a não identificar os voluntários.

Não será cobrado nada; não haverá gastos; nem riscos na sua participação neste estudo; não estão previstos ressarcimentos ou indenizações; não haverá benefícios imediatos na sua participação.

Os riscos envolvidos com a sua participação são a contraindicação de gravidez e sua suspeita e aleitamento materno.

Gostaríamos de deixar claro que sua participação é voluntária, e que poderá recusar-se a participar ou retirar o seu consentimento, ou ainda descontinuar sua participação se assim o preferir, sem penalização alguma.

Desde já agradecemos sua participação e atenção, e colocamo-nos à disposição para mais informações.

Você ficará com uma cópia deste termo e, em caso de dúvidas e outros esclarecimentos sobre esta pesquisa, poderá entrar em contato com o pesquisador principal: Ana Laura Pion de Carvalho, tel. 99537279.

Eu,

, RG:

Confirmando que Ana Laura Pion de Carvalho explicou-me os objetivos desta pesquisa, bem como a forma de participação. As alternativas para minha participação também foram discutidas. Eu li e compreendi este Termo de Consentimento, portanto, concordo em dar meu consentimento para participar como voluntário desta pesquisa.

Local e data:

---

---

Assinatura do Sujeito da pesquisa

Eu, \_\_\_\_\_

(Nome do membro da equipe que apresentar o TLE)

Obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do sujeito da pesquisa ou representante legal para a participação na pesquisa.

---

(Assinatura do membro da equipe que apresentar o TLE)

---

(Identificação e assinatura do pesquisador responsável)