



1. INTRODUÇÃO

A ortopantomografia é um exame complementar de diagnóstico fundamental em medicina dentária, permite ter um conhecimento geral de toda a estrutura óssea e dentária do paciente.

É um exame radiográfico panorâmico, realizado com um equipamento apropriado que se designa de ortopantomógrafo. O paciente é colocado na posição adequada, não se devendo mexer durante a execução do exame. Posteriormente, o foco de emissão dos raios-X move-se em torno do paciente e a nível das arcadas dentárias.

A ortopantomografia é o método radiográfico eleito para a avaliação global das cáries, má oclusão e algumas outras doenças dentárias comuns (1). Este apresenta como vantagens: uma ampla visão das estruturas anatómicas e um custo baixo; e como desvantagem: a sobreposição das imagens anatómicas (2).

Este exame é essencial para o diagnóstico, planeamento e monitorização do tratamento ou da lesão. A exposição e riscos devem ser considerados, uma vez que se trata de um exame que utiliza radiação ionizante, sendo a dose responsabilidade do técnico de radiologia.

Os termos “dose” e “exposição” são por vezes mal interpretados. As doses podem ser medidas em tecidos e órgãos específicos ou em todo o corpo, enquanto que a exposição se refere aos parâmetros do equipamento (tempo, mA, kV). A medida comum para definir a dose é mGy, sendo esta uma vantagem, dado que permite uma fácil medição com a colocação de câmara de ionização na superfície da pele (3).

Os efeitos e alterações biológicas dependem da dose recebida pelo organismo, da área irradiada, da idade do paciente e da radiosensibilidade dos tecidos, logo há uma maior suscetibilidade nas crianças, aproximadamente duas vezes maior de ocorrer danos do que nos adultos. Embora o risco de cancro da tiróide associado à exposição de radiação ionizante ainda permaneça incerto, relacionado a equipamentos de ortopantomografia, atualmente é aceite que existe uma maior suscetibilidade de “órgãos sensíveis”, como a tiróide, aos efeitos biológicos das radiações. (4)



Existe uma maior suscetibilidade de cancro da tiróide induzida por radiação nas crianças do que nos adultos. Ainda assim, os adultos do sexo feminino são 2 a 3 vezes mais suscetíveis do que os adultos do sexo masculino em cancros espontâneos da tiróide. (5)

Os Níveis de Referência de Diagnóstico ou NRD's (Diagnostic Reference Levels, DRL's) são baseados nas DEP, com o objetivo de se estabelecerem valores de referência de dose de exposição nos pacientes, de forma a alcançar a otimização da proteção contra as radiações em exposições médicas (3). Os NRD's podem ser entendidos como um nível a partir do qual se deve trabalhar com o objetivo de baixar as doses de radiação, de acordo com o princípio ALARA, seguindo as boas práticas, estes níveis não devem ser ultrapassados.

Os valores de NRD's Europeus não foram promulgados para projeções dentais, embora alguns países Europeus estabeleceram valores nacionais de NRD's para exames panorâmicos. As *European Guidelines* têm um valor proposto de NRD, um DEP de 0,7mGy (3).

Segundo White e Pharoah (2004), a dose para a tiróide num exame de ortopantomografia é cerca de 0,074mGy. (5)

Oliveira realizou um estudo em 2010 no Brasil em três clínicas onde mediu a dose absorvida em vários órgãos através de fantasmas, em que o resultado para a tiróide nos fantasmas foi de 0,002mGy na clínica A e de 0,03mGy na clínica C (6).

O princípio de otimização determina que as doses individuais e o número de indivíduos expostos devem manter-se tão reduzidos quanto seja possível. Com este princípio conhecido em proteção radiológica como o princípio *As Low As Reasonably Achievable* – ALARA, pretende-se obter um nível de dose efetiva coletiva abaixo do qual o custo de qualquer medida adicional de proteção radiológica seria maior que o valor de redução do dano para a saúde que com ela se conseguiria (3).

Desta forma, é importante verificar se a dose de radiação pode ser reduzida sem comprometer a qualidade da imagem para o diagnóstico.

A dose à entrada da pele (DEP) e o produto dose-área (DAP), são os parâmetros mais importantes medidos em radiologia de diagnóstico e podem ser usados para estabelecer NRD's (7).



DEP é uma medida da dose absorvida pela pele no ponto de entrada do feixe de raios-X. A medição DEP pode ser feita diretamente ou indiretamente. Em radiografias de diagnósticos, a DEP é proporcional a fatores como a corrente da ampola, o tempo de exposição e a tensão da ampola ao quadrado. As câmaras de ionização podem ser utilizadas para medir diretamente a DEP, devido à sua simplicidade no uso clínico, à velocidade e ao facto de serem discretos, tornam-se no método recomendado para as medições de dose. Como método alternativo podem utilizar-se dosímetros. Na radiologia de diagnóstico, a DEP depende de fatores de irradiação, tais como, a energia do feixe, corrente na ampola, tempo de exposição, filtração, colimação e tamanho do paciente (1).

Não existe um valor de dose estabelecido para a ortopantomografia (5). Em estudos anteriormente realizados, os resultados dos autores que podem ser comparáveis, é possível encontrar valores abaixo da média desde 100 μGy até quase 3 mGy, este facto deve-se aos diferentes pontos de medição, aos parâmetros utilizados, aos materiais e também à diferente sensibilidade dos dosímetros/câmaras utilizadas nas medições (8).

O Projeto divide-se essencialmente em 6 capítulos.

No capítulo 1 é apresentada a introdução e objetivos do projeto.

No capítulo 2 são apresentados os conceitos fundamentais, expondo uma base teórica para a compreensão do projeto.

No capítulo 3 são apresentados os materiais e métodos, sendo apresentado todo o material utilizado no projeto, bem como a metodologia aplicada.

No capítulo 4 são descritos e apresentados os resultados das três clínicas através de tabelas, tanto dos pacientes como dos fantomas.

No capítulo 5 é apresentada a discussão dos resultados, sendo analisados e comparados os vários resultados das três clínicas, com auxílio de gráficos, sendo posteriormente elaborada uma comparação com *European Guidelines* e com as referências internacionais. Neste capítulo é ainda realizada uma análise das incertezas associadas a todo o projeto.

E por último, no capítulo 6 são apresentadas as conclusões e considerações finais.



1.1 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é medir a dose à entrada da pele (DEP) a nível da tiróide de pacientes que efetuam o exame de ortopantomografia, utilizando para medição uma câmara de ionização cilíndrica e um eletrómetro.

Será igualmente verificado se existe diferença na dose à entrada da pele a nível da tiróide com a colocação da proteção da tiróide através de um colar cervical de chumbo, no exame de ortopantomografia, sendo assim verificada a eficiência da proteção, determinando a percentagem de redução da dose obtida com o uso da proteção da tiróide.

As doses serão comparadas com a proposta pelas *European Guidelines*, sendo esta de 0,7mGy para este exame. (3)

As doses serão ainda comparadas com referências internacionais, segundo White e Pharoah (2004), a dose para a tiróide num exame de ortopantomografia é cerca de 0,074mGy. (5)

Serão efetuadas também medições em fantomas de diferente diâmetros, simulando assim os diferentes diâmetros do pescoço do homem, da mulher e da criança. Estas medições serão efetuadas com e sem proteção de tiróide para comparação das doses recolhidas nos pacientes e da eficiência da proteção.

As doses recolhidas nos fantomas serão ainda comparadas com um estudo internacional de Oliveira, G. onde as doses na tiróide para os fantomas são de 0,002mGy e de 0,003mGy. (6)



2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS

2.1 Produção de Raios X

Para que a radiação x seja produzida é necessário que os elétrões emitidos pelo cátodo sejam fortemente atraídos pelo ânodo, chegando a este com grande energia cinética. Parte desta energia cinética é convertida em raios-x pela formação de radiação característica e Bremsstrahlung (travagem). Para que não exista uma redução da velocidade dos elétrões, estes ficam em vácuo dentro da ampola de raio-x.

A radiação característica ocorre quando um elétron interage com um elétron da camada interna de um átomo, ionizando assim o átomo. Quando isto se sucede o elétron da camada K é atraído para o vazio, originando uma lacuna temporária nessa camada.

Quando o elétron da camada mais externa transita para a camada interna, um fóton é emitido com uma energia equivalente à diferença de energia entre as duas orbitas, sendo assim emitida a radiação característica. (5)

A radiação de travagem ou Bremsstrahlung é produzida quando existe uma brusca redução da velocidade do elétron no alvo, ou seja, esta ocorre quando o elétron perde a energia cinética ao interagir com o núcleo do átomo.

Nestas interações o elétron de alta velocidade com carga negativa é atraído pelo núcleo com carga positiva, perdendo assim a sua velocidade. Esta desaceleração faz o elétron perder a sua energia cinética que é dispersa na forma de fótons de raio x. Quanto mais próximo o elétron passar pelo núcleo, maior será a atração no elétron, sendo maior a desaceleração do mesmo, e maior a energia dos fótons resultantes. (5)

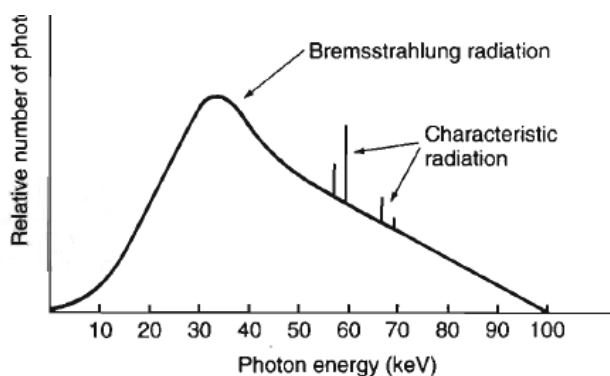


Figura 1 - Espectro de fótons emitidos por uma ampola de raio x, adaptado da referência bibliográfica (3)



O cátodo é constituído pelo filamento e o copo focalizador, sendo o elétrodo negativo da ampola. O filamento é normalmente feito de Tungstênio, com cerca de 2mm de diâmetro e 1cm de comprimento. Quando o filamento é aquecido emite elétrões, quanto mais aquecido for o filamento, mais elétrões serão emitidos pelo mesmo, sendo maior a corrente entre ânodo e cátodo. O copo focalizador concentra eletrostaticamente os elétrões projetando-os num feixe estreito dirigido ao ânodo, ou seja, o cátodo consiste num pequeno filamento em espiral dentro de uma cavidade (copo de focagem). O corpo de focagem focaliza os elétrões que saem do cátodo e faz com que estes colidam com o ânodo. (5)

O ânodo tem um número atómico elevado, boa condutividade térmica, alto ponto de fusão, de forma a otimizar a relação de perda de energia dos elétrões por radiação e a perda de energia por aquecimento. O alvo onde colidem os elétrões é constituído por tungstênio embutido em cobre, dissipando assim o calor, reduzindo o risco de fusão. O ânodo converte a energia cinética dos elétrões gerados no cátodo, sendo 1% de radiação e 99% de calor

Existem dois tipos de ânodos: anodo fixo e anodo giratório. As ampolas de ânodo fixo são frequentemente utilizados em máquinas de baixa corrente, como, raios X dentário, raios X portátil, máquinas de radioterapia, raios X industrial. (5)

2.2 Ortopantomografia

Trata-se de um exame radiográfico panorâmico, complementar de diagnóstico essencial em medicina dentária. Este exame é essencial para o diagnóstico, planeamento do tratamento e monitorização do tratamento ou da lesão. (9)



Figura 2 – Ortopantomografia, adaptado de <http://Krug.pt>, novembro 2011

A ortopantomografia é o método radiográfico favorito para a avaliação global das cáries, determinação da idade do paciente, avaliação do desenvolvimento dos germes dentários dos dentes permanentes, linhas de fraturas ósseas, existência de terceiros molares (dentes do siso) e sua posição nos maxilares, avaliação da massa óssea existente.



Não se trata dum exame invasivo e como tal não é doloroso, a técnica que envolve a realização do exame é bastante simples e devem ser retirados todos os objetos metálicos que possam aparecer na radiografia (brincos, “piercings”, próteses dentárias). (10)

Este exame é executado com um equipamento apropriado que se designa de ortopantomógrafo. O doente é colocado na posição apropriada (posicionamento descrito no ponto 3.1.2, pág. 17), não se devendo mexer durante a realização do exame. Posteriormente, o foco de emissão dos raios X move-se em torno do doente e a nível das arcadas dentárias, passando na parte posterior da cabeça. O feixe de radiação tem dimensões fixas durante todo o processo de produção da imagem. A exposição e riscos devem ser ponderados, pois trata-se de um exame que utiliza radiação ionizante, sendo a dose responsabilidade do técnico de radiologia. (10)

Neste exame podem ser consideradas a seguintes vantagens, a ampla visão das estruturas anatómicas; o exame pode ser realizado a pacientes incapazes de abrir a boca; o posicionamento é relativamente simples e de baixo custo; Como desvantagem pode-se considerar, a sobreposição das estruturas anatómicas; a sobreposição pode desencadear sombras; o movimento tomográfico e a distância entre o paciente e o detetor produzem uma distorção e ampliação das estruturas. (10)

A tomografia Panorâmica é considerado inconveniente para crianças com menos de 5 anos de idade ou em alguns pacientes com deficiência, devido ao tempo de exposição e à necessidade do paciente se manter imóvel.

2.3 Ortopantomógrafo

É o equipamento que realiza as ortopantomografias e é constituído por uma coluna elevatória, esta permite um ajuste da altura, deslocando-se na vertical, ajustando assim o posicionamento dos pacientes em pé, entre as alturas de 1,20 e 2,0m. (10)

A ortopantomografia é realizada com rotação de um feixe estreito de radiação no plano horizontal em torno do paciente. A ampola de raio x tem uma angulação caudo-craniana de aproximadamente 8º e move-se em torno do doente passando na região posterior da cabeça. Enquanto o detetor passa na região anterior do paciente,



Logo a ampola de raio x e o detetor movem-se em sentidos contrários, formando um plano curvo em forma de arco. (10)

Existe uma área de apoio para o paciente, onde se encontra uma fixação ajustável para a cabeça, tendo um apoio frontal e lateral. O suporte de mordida, tem um pequeno protetor descartável no mordente sendo renovado em cada paciente. Focos luminosos e um espelho, para um posicionamento correto do paciente. É constituído também por um comando, que permite definir as condições técnicas, existindo a possibilidade de fazer ajustes manuais, conforme condições específicas de uso ou preferências individuais. (5)

2.4 Diferença de Potencial (kV)

Fator radiográfico responsável pela qualidade dos raios-x e pela capacidade de penetração dos raios-x e ainda pelos contrastes intermediários entre o preto e o branco, sendo estes os tons de cinza. A variação da DDP causa vários efeitos que resultam na mudança do poder de penetração dos raios X, sendo também modificada a intensidade do feixe, ou seja, quanto mais kV forem utilizados, maior será o poder de penetração. Logo aumentado a DDP entre o cátodo e o ânodo, aumenta a energia dos eletrões que atingem o alvo. (5)

2.5 Corrente Eléctrica (mA)

Fator radiográfico responsável pela quantidade de raios-x, e pelos contrastes fortes, preto e branco. Esta quantidade depende do tempo usado, pois o aumento da intensidade da corrente é compensado com a diminuição do tempo, daí o termo mAs, pois é o resultado da multiplicação da miliamperagem pelo tempo (s). A intensidade de raios X aumenta, quando se aumenta a corrente eléctrica, e diminui-se a intensidade de raios X, diminuindo a corrente eléctrica. Quanto mais mAs forem utilizados, maior a energia aplicada no filamento, que faz com que este aqueça e liberte eletrões que colidem com o alvo, produzindo assim radiação x, logo a quantidade de radiação emitida pela ampola de raios x é diretamente proporcional à corrente e ao tempo a que a ampola é operada. (11)



2.6 Dose Absorvida

A grandeza da dose absorvida é a medida da energia absorvida de radiação por unidade de massa, ou seja, é a dose D em um ponto em um determinado material sendo a razão entre o valor da energia média dE libertada pela radiação ionizante num material e a massa m do material:

$$\overline{D} = dE / dm$$

No Sistema Internacional (SI) a unidade utilizada para a dose absorvida é o Gray (Gy), sendo definida como sendo 1 J kg^{-1} . (12)

2.7 Dose à Entrada da Pele

A dose à entrada da pele é a mais utilizada, pois é a dose absorvida no centro do feixe que incide na superfície do paciente sujeito a um exame radiológico, ou seja, é a exposição da pele na área onde a radiação atinge primeiramente o corpo, sendo assim é aproximadamente a dose que irradia a pele. A intensidade da radiação vai diminuindo várias vezes enquanto atravessa o corpo do paciente até ao filme. Esta dose é ainda essencial, pois calculando a dose média de órgãos específicos, consegue-se determinar a probabilidade com que estes órgãos desenvolverão cancro, devido à radiação ionizante. (9)

É ainda necessário um parâmetro na exposição à radiação, pois através desta consegue-se avaliar a dose que é recebida pelo paciente. A dose à entrada da pele é ainda considerada um nível de referência de diagnóstico pela União Europeia, que visa a otimização das doses por paciente. (13)

A DEP pode ser determinada por dois métodos, sendo estes métodos indiretos (pela determinação do produto dose-área ou ainda por meio de cálculos baseados no rendimento da ampola) ou métodos diretos (realizando a medição através com câmaras de ionização ou pela utilização de dosímetros termoluminescentes [TLDs]), sendo este último o método utilizado neste estudo. (13)



2.8 Tiróide

A tiróide é uma das maiores glândulas endócrinas do corpo, situada anteriormente na região do pescoço imediatamente abaixo da laringe, a nível das vértebras C5 até D1, é constituída por dois lobos, posicionado um de cada lado em relação à traqueia. A glândula tiróide pode pesar cerca de 25 a 30g num adulto e tem como funções produzir, armazenar e libertar hormonas na corrente sanguínea, ou seja, as hormonas são libertadas e levadas diretamente pelo sangue. A tiróide é um órgão bastante vascularizado, com inúmeros capilares sanguíneos e linfáticos. (9)

2.9 Radiossensibilidade

A radiossensibilidade celular é o grau e a velocidade de resposta dos tecidos à irradiação, estando relacionada ao tipo de células que os compõem. Segundo a Lei de Tribodeau e Bergonier a radiossensibilidade está associada à alta atividade mitótica das células, logo, quanto mais indiferenciado e proliferativo o tecido, mais sensível é à radiação e quanto mais diferenciado e estável, mais resistente é à radiação, assim sendo, as células e órgãos respondem à irradiação de modo diferente. (4)

As células podem ser divididas em cinco categorias de radiossensibilidade, sendo que, na 1ª categoria, se encontram as células formadoras do sangue, que correspondem às mais sensíveis devido à sua taxa de reprodução ser rápida. Assim, os órgãos formadores do sangue, nomeadamente a medula óssea, os gânglios linfáticos, o baço e o fígado, são os mais sensíveis à radiação. Na 5ª categoria encontram-se as células musculares e nervosas, logo, os músculos e o cérebro são menos afetados. Sendo portanto relativamente mais resistentes à radiação. As células da tiróide encontram-se na 4ª categoria, pois dividem-se com pouca frequência. (5)

2.10 Efeitos estocásticos

Efeitos estocásticos para a radiação ionizante são efeitos cuja probabilidade de ocorrência é baixa e são em função da dose, ou seja, há uma baixa probabilidade em surgir um efeito para doses pequenas, sendo esta maior para doses mais elevadas, portanto, a probabilidade de ocorrência aumenta com a dose de radiação. Logo, para um indivíduo irradiado existe uma probabilidade de alguns efeitos manifestados serem



atribuídos à radiação, mas somente após um longo período de tempo posterior à irradiação. Exemplos: efeitos hereditários e carcinogénicos. (12)

2.11 Proteção Radiológica

Quando é realizado um exame que utiliza radiação ionizante, principalmente em diagnóstico, acarreta um risco que terá que ser sempre inferior ao benefício que provém do exame.

Para se obter uma proteção eficaz, que inclui a diminuição de exposições desnecessárias ou improdutivas, devem estar presentes 3 princípios, designadamente a justificação da prática, a otimização da proteção e ainda uma utilização dos valores de referência de dose. (14)

Princípio da justificação:

Este princípio é aplicável aos pacientes no caso da exposição médica, deve resultar num benefício real para a saúde do indivíduo ou para sociedade, tendo em conta a totalidade dos benefícios potenciais em diagnóstico ou terapêutica que dela decorram, em comparação com o detrimento que possa ser causado pela radiação ao indivíduo, ou seja, não deve ser realizada nenhuma prática que compreenda a exposição a radiações ionizantes se desta não se verificar um claro benefício (12).

A eficácia, os benefícios e riscos de técnicas alternativas disponíveis com o mesmo objetivo, mas que envolvam menos ou nenhuma exposição a radiações ionizantes.

Existe ainda a Justificação da exposição individual onde todas as exposições médicas devem ser justificadas individualmente, tendo em conta os objetivos específicos da exposição e as características do indivíduo envolvido.

Princípio da limitação da dose:

Para assegurar que nenhum indivíduo seja exposto aos riscos de radiação, a exposição dos indivíduos deve ser sujeita aos valores de referência de dose estabelecidos.

No caso das exposições médicas, o princípio é adaptável aos profissionais expostos, não sendo no entanto adaptável aos pacientes que realizam o exame de diagnóstico. (12)



Otimização (ALARA - As Low As Reasonably Achievable):

Nas exposições às radiações e no número de indivíduos expostos, a dose deve ser mantida o mais baixa quanto razoavelmente possível, tendo em atenção fatores económicos e sociais. Nas exposições médicas a dose empregada deve ser tão baixa quanto possível, não comprometendo a qualidade de imagem e a informação desejada para o diagnóstico. Nestas exposições, o princípio é aplicável não só aos pacientes, mas também aos profissionais de saúde. (12)

2.12 Protecção da tiróide

Os protetores de tiróide são confeccionados em borracha plumbífera flexível com acabamentos em nylon lavável. Os protetores de tiróide têm uma equivalência em chumbo de 0,50 mmPb, sendo um acessório de proteção utilizado em todos os tipos de exames para proteção da tiróide. O colar é ajustável na parte posterior do pescoço com um fecho em velcro. (9)



Figura 3 - Protetor de tiróide, adaptado de <http://www.mavig.eu>, Outubro 2011

2.13 Método Ionimétrico

O método de medição, através da câmara de ionização, determina a energia média por unidade de massa, transferida a uma massa conhecida de gás. A radiação ionizante liberta carga elétrica através das ionizações, estando esta relacionada com as energias captadas pela câmara. As câmaras de ionização definem-se como instrumentos de enorme precisão e sensibilidade, possíveis de utilizar para todas as radiações ionizantes. As câmaras de ionização, no geral, são usadas para medir taxas de exposição ou valores de exposição e de kerma no ar (feixes de fotões). Além disso, são igualmente utilizadas em medidas relativas de taxa de dose absorvida nos tecidos, ou de taxa de dose absorvida na água (feixes de fotões e eletrões). (15)

2.14 Câmara de ionização cilíndrica “Thimble Chamber”

O sistema dosimétrico utilizado é formado por uma câmara de ionização de pequenas dimensões e o respetivo eletrómetro antecipadamente calibrado. Existem câmaras de ionização de dimensões e formas distintas, sendo compostas por diferentes materiais, conforme o fim a que se destinam. Estas câmaras são formadas



principalmente por uma parede da câmara, o ar que se encontra no interior das paredes e os elétrodos. (11)

As câmaras de ionização são detetores de radiação ionizante, composto por um compartimento repleto de gás e dois elétrodos (ânodo [+], no centro do compartimento, e cátodo [-], o invólucro do compartimento) e entre estes é criada uma diferença de potencial constante. A ionização resultante desta interação (a radiação com o gás da câmara) produz pares de iões (iões positivos e eletrões) e estes são captados através da ação do campo elétrico aplicado.

A ionização do ar dentro da câmara origina cargas que são captadas pelo elétrodo, recolhidas pela câmara que está ligada a um eletrómetro. (16)

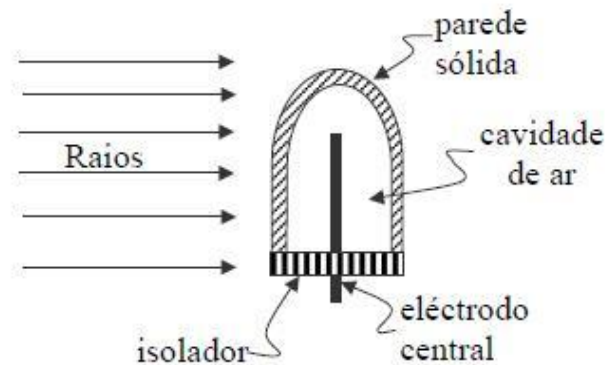


Figura 3 - Câmara de ionização, adaptado da referência bibliográfica (24)

A carga produzida por unidade de massa, ou a exposição no centro da cavidade, pode determinar-se através do volume de ar na cavidade e, assim, sua massa. A partir desta, empregando uma expressão matemática específica, a dose absorvida nesse ponto do meio pode ser determinada, se o volume ocupado pela cavidade se substituísse pelo meio absorvente. (11)

2.15 Corrente de Fuga

Qualquer sinal, que não seja produzido pela ionização produzida pela radiação e é captado pelo dosímetro ou câmara de ionização, é designado por corrente de fuga. Um problema no eletrómetro, nos conectores da câmara, no cabo ou na própria



câmara podem causar corrente de fuga. As câmaras são equipamentos extremamente sensíveis daí serem manuseados com cuidado e guardados em ambiente seco, evitando assim que a corrente de fuga seja produzida, pois qualquer humidade ou detrito que se instale na parte interna da câmara poderá estar na origem da produção de corrente de fuga. Existem dois tipos de corrente de fuga, fuga de pré-irradiação e fuga pós-irradiação. (17)

2.16 Níveis de Referência de Diagnóstico

Os Níveis de Referência de Diagnóstico ou NRD contribuem para a otimização da proteção evitando a exposição de doses desnecessariamente elevadas aos pacientes.

No entanto, estes níveis não devem ser aplicados a exposições individuais de pacientes, pois os níveis de referência de diagnóstico são encontrados em procedimentos padrão em grupos de pacientes de estatura média ou em modelos-padrão.

Caso os níveis sejam sucessivamente excedidos nos procedimentos padrão, é aconselhável que se faça uma revisão tanto nos procedimentos utilizados, como também nos equipamentos. (14)

Os Níveis de Referência de Diagnóstico são descritos como níveis de doses médios na prática médica de radiodiagnóstico ou, no caso de produtos radiofármacos, são níveis de atividade para exames típicos também realizado em grupos de pacientes de estatura média ou modelos-padrão.

Quando aos procedimentos habituais, são aplicadas as boas práticas correntes relativas ao diagnóstico e à qualidade técnica. Os níveis são utilizados como uma referência para os exames e não devem ser ultrapassados.

Em suma, os níveis de referência são uma estrutura para reduzir e ajudar a otimização da proteção contra radiações. (14)



2.17 Fantomas Cilíndricos

Os Fantomas cilíndricos são constituídos de acrílico preenchido com água, sendo utilizados para testes de imagem e para dosimetria. Estes fantomas têm dimensões apropriadas para simular a cabeça ou tronco humano, por exemplo, deste modo consegue-se reproduzir as condições de espalhamento do corpo do paciente.

O simulador de tecido mais conveniente é a água, pois esta tem uma composição química simples, homogénea, é líquida, transparente, barata e de fácil obtenção. No ser humano, é o componente mais abundante e tem número atômico efetivo e densidade muito próxima à do tecido muscular. Logo, a água é material padrão de referência na dosimetria clínica, usado principalmente para determinação da dose absorvida. (18)

Fantoma é descrito pela I.C.R.U. como “material cujas propriedades de absorção e de dispersão, para uma dada irradiação, simulam tanto quanto possível aquelas de um dado material biológico, tais como os tecidos moles, o músculo, os ossos, ou a gordura” (I.C.R.U. report 44, 1989).



3. MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS

3.1 Ortopantomógrafo

3.1.1 Contituíntes e características do ortopantomógrafo

É o equipamento que realiza as ortopantomografias e é constituído por uma coluna elevatória, que permite um ajuste da altura, deslocando-se na vertical e ajustando assim o posicionamento dos pacientes em pé, entre as alturas de 1,20 e 2,0m. (10)



A ortopantomografia é realizada com rotação de um feixe estreito de radiação no plano horizontal em torno do paciente. A ampola de raio x tem uma angulação caudo-craniana de aproximadamente 8° e move-se em torno do doente passando na parte posterior da cabeça. Enquanto o detetor passa na parte frontal do paciente, logo a ampola de raio x e o detetor movem-se em sentidos contrários, formando um plano curvo em forma de arco. (10)

Figura 4 - Ortopantomógrafo, adaptado de <http://www.burkhartdental.com>,
Novembro 2011

Existe uma área de apoio para o paciente, onde se encontra uma fixação ajustável para a cabeça, tendo um apoio frontal e lateral. O suporte de mordida, tem um pequeno protetor descartável no mordente, sendo renovado em cada paciente. O equipamento vem fornecido com feixes luminosos, um vertical e outro horizontal regulável, e um espelho para um posicionamento central e correto do paciente. (5)

O equipamento vem ainda equipado com uma luz e avisos sonoros que indicam quando está a decorrer uma exposição.

É constituído também por um comando, que permite definir as condições técnicas e escolher o programa. O equipamento deverá ter configuração dos parâmetros, nomeadamente dos kV podendo ir de 60 a 90 kV. Normalmente são



utilizados três programas diferentes, um para crianças, outro para mulheres e outro para homens, ou seja as condições são selecionadas automaticamente como o tempo e o kV mais adequados, com grande precisão, minimizando exposições desnecessárias e otimizando a qualidade radiográfica. Também existe a possibilidade de fazer ajustes manuais conforme condições específicas de uso ou preferências individuais. (5)

O comando e interruptor de exposição devem ficar localizados de modo a que o operador fique pelo menos a 2 metros da ampola de raio x. Por fim, os tempos de exposição devem ser encerrados automaticamente pelo equipamento. (5)

O ortopantomógrafo utilizado na Clínica A, durante a recolha das doses, foi um ortopantomógrafo VILLA, Sistem Medicalli de 2001.

O ortopantomógrafo utilizado na Clínica B, durante a recolha das doses, foi um ortopantomógrafo Serona de 2004.

O ortopantomógrafo utilizado na Clínica C, durante a recolha das doses, foi um ortopantomógrafo Philips Orthoralix SD Ceph de 2006.

3.1.2 Posicionamento do doente no ortopantomógrafo

Os pacientes devem remover todos os objetos radiopacos como brincos, colares, óculos ou próteses dentárias. O procedimento e movimento do equipamento devem ser explicados ao paciente.

Após guiar o doente para a parte central do ortopantomógrafo, deve colocar-se o mento do paciente no apoio do mordente. O paciente deve morder o mordente com os incisivos e depois cerrar os lábios. Posicionar a cabeça e pescoço do paciente, não permitindo que a cabeça e o pescoço se alonguem para a frente, estando o paciente de pé e mais próximo do equipamento com a coluna direita. As mãos devem ficar apoiadas em cada um dos lados do equipamento. O feixe luminoso vertical deve coincidir com o plano médio sagital do paciente. A linha orbito-meatal do paciente deve estar a 0º com o plano do chão, coincidido assim com o feixe luminoso horizontal. (5)

Antes de iniciar o exame, deve informar-se o paciente para não engolir e manter a língua no palato. Deve ainda permanecer imóvel durante todo o exame.



3.2 Fantomas Cilíndricos

Os Fantomas cilíndricos são constituídos de acrílico preenchido com água, sendo este utilizado para testes de imagem e dosimetria. Estes fantomas terão as dimensões adequadas para simular os diferentes diâmetros do pescoço.

O simulador de tecido mais conveniente é a Água, pois esta tem composição química simples, homogénea, é líquida, transparente, barata e de fácil obtenção. No ser humano é o componente mais abundante e tem número atómico efetivo e densidade muito próxima à do tecido muscular. Logo, a água é o meio de escolha para simulador universal e indicada como referência na medida da dose de feixes de fotões e eletrões. (18)

Para encontrar a medida dos fantomas necessários, foram realizadas medidas (perímetro) de pescoços de 5 crianças, 5 adultos do sexo feminino e 5 adultos do sexo masculino. Após esta recolha foi calculada uma média, utilizando assim esta média para encontrar os fantomas que se aproximassem o mais possível deste valor.

Abaixo é apresentada a tabela com as medições da recolha.

Tabela 1 - Medições do perímetro dos pescoços para pesquisa

	Crianças (cm)	Sexo Feminino (cm)	Sexo Masculino (cm)
	27	33	42
	28	32	40
	28	34	41
	26	34	38
	29	36	41
Média (cm)	27,6	33,8	40,4
Diâmetro (cm)	8,8	10,6	12,7
Desvio Padrão	1,48	1,52	1,14

A média para o perímetro do fantoma de criança foi de 27,6cm, logo, o fantoma terá aproximadamente 8,8 cm de diâmetro.



A média para o perímetro do fantoma adulto do sexo feminino foi de 33,8cm, logo, o fantoma terá aproximadamente 10,6cm de diâmetro.

A média para o perímetro do fantoma adulto do sexo masculino foi de 40,4cm, logo, o fantoma terá aproximadamente 12,7cm de diâmetro. (a tabela e os dados relativos aos cálculos dos diâmetro encontram-se no anexo I).

Foram utilizados 3 fantasmas de acrílico, preenchidos com água, com as seguintes medidas:

O Fantoma “criança” com diâmetro de 8,9cm.



Figura 5 - Fantoma "criança"

O Fantoma “Adulto Feminino” com um diâmetro de 10,5cm.



Figura 6 - Fantoma "paciente sexo feminino"

O Fantoma “Adulto Masculino” com um diâmetro de 12,4cm.



Figura 7 - Fantoma "paciente do sexo masculino"



3.3 Dosimetria

O estudo foi realizado em três Clínicas, no período de Novembro de 2011, com uma amostra de 6 pacientes por Clínica, que realizaram uma ortopantomografia. A amostra consiste assim em dois homens, duas mulheres e duas criança em cada Clínica. A diversificação da amostra deve-se às suas diferentes radiosensibilidades celulares e diferentes diâmetros do pescoço.

As doses de radiação foram obtidas com recurso a uma câmara de ionização cilíndrica e um electrómetro Radcal Corporation de leitura direta, modelo 9010 – Radiation Monitor Controller.

A câmara de ionização foi fixada no pescoço do paciente, sobre a cartilagem tiróidea do paciente, sendo o exame realizado normalmente, sem que a câmara de ionização seja projetada na imagem e sem que influencie os critérios de boa realização do exame.

A câmara de ionização, usualmente, é posicionada oposta à fonte, com a sua superfície perpendicular ao eixo de incidência do feixe. A razão fundamental para isto está no facto de que esta é a geometria de referência para calibração das câmaras, quando se determina seu fator de calibração para medidas de exposição ou se efetua a avaliação da dose à entrada da pele.

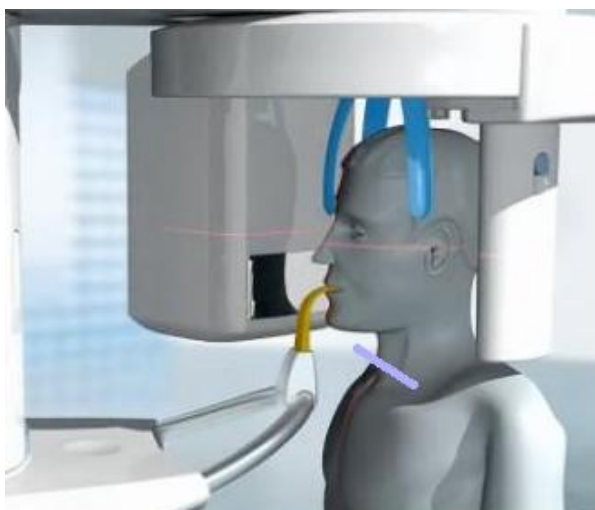


Figura 8 - Paciente com a câmara de ionização, adaptado de www.youtube.com – Orthophos XG

Quando se passa à prática e se posiciona o equipamento podem surgir algumas modificações do ângulo de incidência do feixe, em relação á superfície da câmara. Existem ainda situações clínicas em que o feixe necessita mesmo de apresentar inclinação em relação à superfície irradiada. Posto isto, para maior comodidade e facilidade na recolha das doses, a câmara foi colocada na horizontal como demonstrado na figura 8.



O grande objetivo deste estudo é verificar se existe uma redução da dose com a utilização da proteção da tiróide. Para isso, foi recolhida primeiramente a dose num paciente, recolhendo posteriormente num segundo paciente, mas utilizando a proteção da tiróide no pescoço. O paciente que realizou o exame com a proteção da tiróide tinha que ter aproximadamente as mesmas características do paciente que realizou a ortopantomografia sem a proteção, para que fossem utilizados os mesmos parâmetros, existindo assim uma melhor comparação das doses. Neste caso, foi fixada primeiramente a câmara de ionização a nível da tiróide colocando de seguida a proteção da tiróide.



Figura 9 - Paciente com Proteção de tiróide, adaptado de www.youtube.com – Orthophos XG Plus, novembro 2011

Após a realização do exame foram recolhidos os seguintes dados:

- Sexo; idade; peso; kV utilizados; mAs utilizados; tempo de exposição; diâmetro do pescoço; dose à entrada da pele.

Após estas medições, foram utilizados para medição da dose, três fantomas com diferentes diâmetros simulando assim o diâmetro do pescoço de uma criança, de uma paciente do sexo feminino e de um paciente do sexo masculino, utilizando os parâmetros dados numa situação de exame in vivo.

Nos três fantomas foram realizadas as medições nas diferentes clínicas, onde, primeiramente, foi medida a dose sem proteção da tiróide, tentando colocar a câmara de ionização no fantoma ao mesmo nível da “tiróide”, como se fosse utilizado nos pacientes.



Seguindo-se uma segunda medição, mas esta com proteção da tiróide, podendo assim comparar as doses, verificando a eficiência da proteção nos fantasmas.

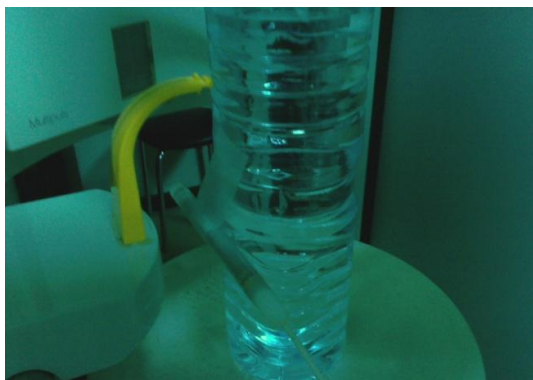


Figura 10 - Fantoma com câmara de ionização



Figura 11 - Fantoma com proteção da tiróide

Os cálculos, tratamento e análise dos dados recolhidos, foram efetuados e estudados no programa Microsoft Excel.

Por fim, as doses, à entrada da pele a nível da tiróide com e sem proteção da tiróide, foram comparadas entre si e com as doses recolhidas nas 3 clínicas.

A dose também foi recolhida em fantasmas com diferentes diâmetros, analisando assim os diversos pacientes e os diferentes parâmetros utilizados.

Por fim as doses recolhidas foram analisadas e comparadas com as *European Guidelines* propostas e com as referências internacionais.



3.4 Consentimento Informado

Para a realização da recolha de dados foi obtido o Consentimento informado das Clínicas sendo este necessário antes de se iniciar qualquer pesquisa. É uma obrigação ética, bem como uma exigência legal, planeada para proteger os direitos básicos dos participantes e das entidades de pesquisa. (Documento no anexo II).

Na área da saúde, os profissionais e nomeadamente os Técnicos de Radiologia trabalham diretamente com seres humanos, que apesar de doentes, geralmente estão conscientes do que estão a fazer.

Como tal, o consentimento informado verbal não é apenas uma advertência casual, pois trata-se de informar o paciente em estado de ânsia o que ele vai fazer, pois cada indivíduo tem o direito a decidir sobre si e sobre a sua situação clínica. A ausência desta informação pode causar, ansiedade, medo, desconfiança e falta de colaboração.

Por isso, o Técnico de Radiologia antes de iniciar o exame deve explicitar os procedimentos básicos do exame de modo claro e resumido. Posto isto, foi realizado o consentimento informado verbal em todos os pacientes da amostra do projeto.



4.RESULTADOS

4.1 Resultados – Pacientes

Neste estudo foram recolhidos dados de seis pacientes em cada uma das 3 Clínicas, sendo os pacientes selecionados de cada clínica, dois pacientes do sexo masculino, duas pacientes do sexo feminino e duas crianças, que efetuaram o exame de ortopantomografia, em que a dose foi medida a nível da tiróide, com uma câmara de ionização cilíndrica.

Os parâmetros utilizados foram definidos em programas já estabelecidos dos equipamentos. Estes três programas estão determinados em 64 kV, 70 kV e 76 kV. Todos os exames foram realizados com controlo automático de exposição.

Os dados das características de cada paciente foram recolhidos antes do exame, sendo também necessário medir o perímetro do pescoço de cada paciente que realizou o exame, para achar o diâmetro do pescoço. Estes cálculos encontram-se no anexo III.

Dos dois pacientes criança, um deles realizou o exame com o procedimento normal, apenas colocando a câmara de ionização sem proteção da tiróide, o segundo foi escolhido tendo em conta características semelhantes ao paciente que realizou o exame sem proteção, realizando assim o exame com a adição da proteção da tiróide. Tendo sido realizado o mesmo procedimento para os pacientes adultos do sexo feminino e do sexo masculino.

Na **Clínica A**, foi utilizado um ortopantomógrafo VILLA, Sistem Medicalli de 2001 e foram efetuados os procedimentos acima descritos.

Seguidamente, na tabela 2 são apresentados os resultados das doses recolhidas na Clínica A, em dois exames de ortopantomografia, com a diferença da utilização da proteção da tiróide no exame de ortopantomografia para as crianças, onde foi utilizado o parâmetro estabelecido pelo equipamento de 64 kV.

**Tabela 2 - Doses nos pacientes crianças da Clínica A**

	Idade	Diâmetro pescoço (cm)	kV	tempo exp.(s)	Dose (mGy)
Sem Proteção	9	8,9	64	17	0,0839
Com Proteção	10	8,9	64	17	0,0476

Através das doses recolhidas, pode verificar-se que a redução da dose foi de 0,0363 mGy sendo assim a percentagem de redução da dose obtida de 43%.

Na tabela 3 são apresentados os resultados das doses recolhidas em dois exames de ortopantomografia, incluindo a diferença na utilização da proteção da tiróide no exame de ortopantomografia para os pacientes adultos do sexo feminino, onde foi utilizado o parâmetro estabelecido pelo equipamento de 70 kV.

Tabela 3 - Doses nos pacientes do sexo feminino da Clínica A

	Idade	Diâmetro pescoço (cm)	kV	tempo exp.(s)	Dose (mGy)
Sem Proteção	62	11,4	70	17	0,0714
Com Proteção	65	11,4	70	17	0,0332

Através das doses recolhidas, pode verificar-se que existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose obtida de 53%.

Na tabela 4 são apresentados os resultados das doses recolhidas em dois exames de ortopantomografia, incluindo a diferença na utilização da proteção da tiróide no exame de ortopantomografia para os pacientes adultos do sexo masculino, onde foi utilizado o parâmetro estabelecido pelo equipamento de 76 kV.



Tabela 4 - Doses nos pacientes do sexo masculino da Clínica A

	Idade	Diâmetro pescoço (cm)	kV	tempo exp.(s)	Dose (mGy)
Sem Proteção	65	13	76	17	0,0644
Com Proteção	57	12,7	76	17	0,0305

Através das doses recolhidas, pode verificar-se que existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose obtida de 52%.

Na **Clínica B**, foi utilizado um ortopantomógrafo Serona de 2004, repetindo os mesmos procedimentos efetuados na Clínica A.

Na tabela 5, são apresentados os resultados das doses recolhidas na Clínica B, em dois exames de ortopantomografia, incluindo a diferença na utilização da proteção da tiróide no exame de ortopantomografia para os pacientes crianças, onde foi utilizado o parâmetro estabelecido pelo equipamento de 64 kV.

Tabela 5 - Doses nos pacientes crianças da Clínica B

	Idade	Diâmetro pescoço (cm)	kV	mAs	tempo exp.(s)	Dose (mGy)
Sem Proteção	8	8,9	64	16	14	0,0748
Com Proteção	9	8,6	64	16	14	0,0435

Através das doses recolhidas, pode verificar-se que existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose obtida de 41%.



Na tabela 6 são apresentados os resultados das doses recolhidas em dois exames de ortopantomografia, incluindo a diferença da utilização da proteção da tiróide no exame de ortopantomografia para os pacientes adultos do sexo feminino, onde foi utilizado o parâmetro estabelecido pelo equipamento de 70 kV.

Tabela 6 - Doses nos pacientes do sexo feminino da Clínica B

	Idade	Diâmetro pescoço (cm)	kV	mAs	tempo exp.(s)	Dose (mGy)
Sem Proteção	75	10,8	70	15	14	0,0547
Com Proteção	75	10,8	70	15	14	0,0292

Através das doses recolhidas, pode verificar-se que existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose obtida de 46%.
0,0255mGy

Na tabela 7 são apresentados os resultados das doses recolhidas em dois exames de ortopantomografia, incluindo a diferença na utilização da proteção da tiróide no exame de ortopantomografia para os pacientes adultos do sexo masculino, onde foi utilizado o parâmetro estabelecido pelo equipamento de 76 kV.

Tabela 7 - Doses nos pacientes do sexo masculino da Clínica B

	Idade	Diâmetro pescoço (cm)	kV	mAs	tempo exp.(s)	Dose (mGy)
Sem Proteção	60	12,7	76	14	14	0,0394
Com Proteção	52	13,1	76	14	14	0,0218

Através das doses recolhidas, pode verificar-se que existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose obtida de 44%.



Na **Clínica C**, foi utilizado um ortopantomógrafo Philips Orthoralix SD Ceph de 2006, repetindo os mesmos procedimentos efetuados na Clínica A e B.

Na tabela 8 são apresentados os resultados das doses recolhidas em dois exames de ortopantomografia, incluindo a diferença na utilização da proteção da tiróide no exame de ortopantomografia para os pacientes crianças, onde foi utilizado o parâmetro estabelecido pelo equipamento de 64 kV.

Tabela 8 - Doses nos pacientes crianças da Clínica C

	Idade	Diâmetro pescoço (cm)	kV	mAs	tempo exp.(s)	Dose (mGy)
Sem Proteção	10	9,2	64	8	12	0,0648
Com Proteção	10	8,9	64	8	12	0,0371

Através das doses recolhidas, pode verificar-se que existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose obtida de 42%.

Na tabela 9 são apresentados os resultados das doses recolhidas em dois exames de ortopantomografia, incluindo a diferença na utilização da proteção da tiróide no exame de ortopantomografia para os pacientes adultos do sexo feminino onde foi utilizado o parâmetro estabelecido pelo equipamento de 70 kV.

Tabela 9 - Doses nos pacientes do sexo feminino da Clínica C

	Idade	Diâmetro pescoço (cm)	kV	mAs	tempo exp.(s)	Dose (mGy)
Sem Proteção	26	10,2	70	7	12	0,0458
Com Proteção	32	10,5	70	7	12	0,0266

Através das doses recolhidas pode-se verificar que existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose obtida de 41%.



Na tabela 10 são apresentados os resultados das doses recolhidas em dois exames de ortopantomografia, incluindo a diferença na utilização da proteção da tiróide no exame de ortopantomografia para os pacientes adultos do sexo masculino, onde foi utilizado o parâmetro estabelecido pelo equipamento de 76 kV.

Tabela 10 - Doses nos pacientes do sexo masculino da Clínica C

	Idade	Diâmetro pescoço (cm)	kV	mAs	tempo exp.(s)	Dose (mGy)
Sem Proteção	53	13,4	76	6	12	0,0251
Com Proteção	46	13	76	6	12	0,0139

Através das doses recolhidas, pode verificar-se que existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose obtida de 44%.



4.2 Resultados – Fantomas

Após a recolha dos dados dos pacientes, foram recolhidas as doses em 3 fantomas, em cada uma das 3 Clínicas.

Os fantomas têm dimensões apropriadas para simular o diâmetro do pescoço das crianças, dos pacientes do sexo feminino e dos pacientes do sexo masculino. Realizando o exame de ortopantomografia, empregando o mesmo procedimento utilizado nos pacientes, a dose foi medida a “nível da tiróide”, com uma câmara de ionização cilíndrica.

O fantoma “Criança” tem diâmetro de 8,9cm.

O fantoma “Adulto Feminino” tem um diâmetro de 10,5cm.

O fantoma “Adulto Masculino” tem um diâmetro de 12,4cm.

Na **Clínica A**, foram utilizados os mesmos parâmetros e o mesmo ortopantomógrafo para os fantomas, dos utilizados para os respetivos pacientes, após uma primeira recolha da dose, foi efetuado um segundo exame, mas adicionando a proteção da tiróide. Os resultados para os três diferentes fantomas estão apresentados na tabela 11.

Tabela 11 - Doses nos Fantomas na Clínica A

	kV	tempo de exposição (s)	Dose sem proteção (mGy)	Dose com proteção (mGy)
Fantoma criança - 8,9cm	64	17	0,0325	0,0164
Fantoma sexo feminino - 10,5cm	70	17	0,0258	0,0126
Fantoma sexo masculino - 12,4cm	76	17	0,0192	0,0109

Segundo os resultados, verifica-se que no fantoma “Criança” existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose obtida de 49%.

Quanto ao fantoma “Adulto Feminino”, verifica-se que existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose obtida de 51%.



Relativamente ao fantoma “Adulto Masculino”, verifica-se que existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose obtida de 43%.

Na **Clínica B** foram utilizados os mesmos parâmetros e ortopantomógrafo para os fantasmas, dos utilizados para os respetivos pacientes, após uma primeira recolha da dose, foi efetuado um segundo exame, mas adicionando a proteção da tiróide, sendo utilizado o mesmo procedimento da Clínica A. Os resultados para os três diferentes fantasmas são apresentados na tabela 12.

Tabela 12 - Doses nos Fantasmas na Clínica B

	kV	mAs	tempo de exposição (s)	Dose sem proteção (mGy)	Dose com proteção (mGy)
Fantoma criança 8,9cm	64	16	14	0,0162	0,0092
Fantoma sexo feminino - 10,5 cm	70	15	14	0,0134	0,0067
Fantoma sexo masculino - 12,4cm	76	14	14	0,0083	0,0046

Segundo os resultados verifica-se, que no fantoma “Criança”, existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose obtida de 43%.

Também se verifica que no fantoma “Adulto Feminino” existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose obtida de 50%.

Verifica-se, de igual modo, que no fantoma “Adulto Masculino” existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose obtida de 44%.

Na **Clínica C**, foram utilizados os mesmos parâmetros e ortopantomógrafo para os fantasmas, dos utilizados para os respetivos pacientes, após uma primeira recolha da dose, foi efetuado um segundo exame, mas adicionando a proteção da tiróide, sendo utilizado o mesmo procedimento das Clínicas A e B. Os resultados para os três diferentes fantasmas são apresentados na tabela 13.



Tabela 13 - Doses nos Fantoma na Clínica C

	kV	mAs	tempo de exposição (s)	Dose sem proteção (mGy)	Dose com proteção (mGy)
Fantoma criança 8,9cm	64	6	12	0,0112	0,0067
Fantoma sexo feminino - 10,5cm	70	6	12	0,0069	0,0033
Fantoma sexo masculino - 12,4cm	76	6	12	0,0051	0,0028

Segundo os resultados, verifica-se que no fantoma “Criança” existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose de 40%.

Tal como se verifica que no fantoma “Adulto Feminino” existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose de 52%.

Igualmente se verifica que no fantoma “Adulto Masculino” existe eficiência na utilização da proteção, sendo a percentagem de redução da dose de 45%.

As tabelas de recolha de dados com as características de cada paciente e parâmetros utilizados em cada clínica encontram-se em anexo (IV).



5. DISCUSSÃO

5.1. Pacientes

Através da comparação das doses recolhidas nas três clínicas, pode verificar-se que as doses diferem de clínica para clínica. A clínica A apresenta as maiores doses e a clínica C apresenta as menores doses, sendo o equipamento da clínica A mais antigo e o equipamento da clínica C mais recente.

Pode verificar-se através do Gráfico 1 que as doses recolhidas, sem proteção da tiróide, vão diminuindo da Clínica A para a Clínica C em todos os grupos (nas crianças, pacientes do sexo feminino e pacientes do sexo masculino).

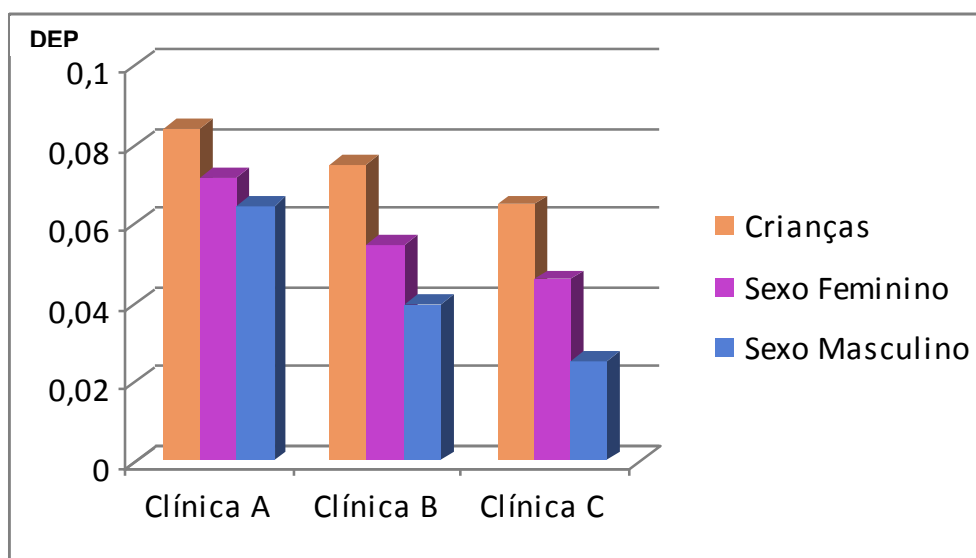


Gráfico 1 - Comparação das doses nos pacientes das três clínicas sem proteção da tiróide



Podemos verificar igualmente, através do Gráfico 2, que as doses, com proteção da tiróide, também vão diminuindo da Clínica A para a Clínica C em todos os grupos (nas crianças, pacientes do sexo feminino e pacientes do sexo masculino).

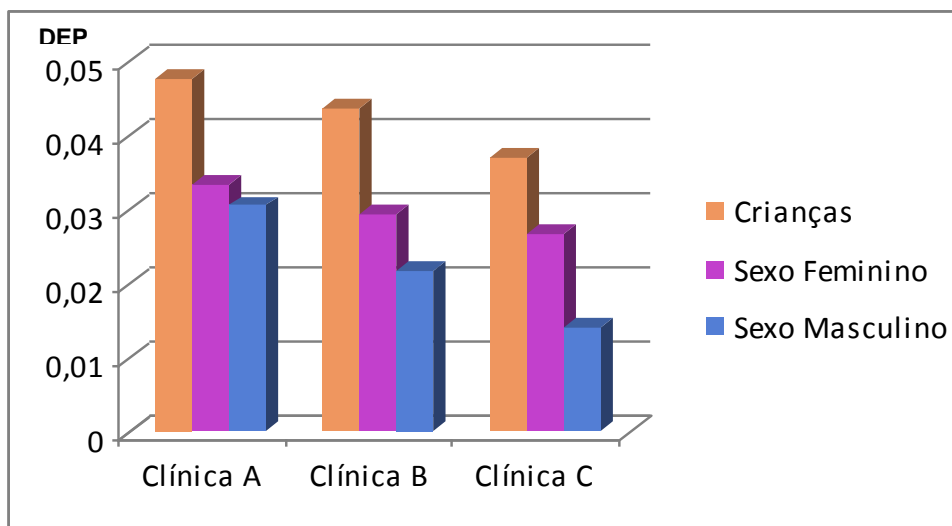


Gráfico 2 - Comparação das doses nos pacientes das três clínicas com proteção da tiróide

Nos gráficos seguintes, as doses são comparadas mais pormenorizadamente por cada grupo de pacientes. Primeiro as doses recolhidas nas crianças, nas três clínicas, com e sem proteção. De seguida será apresentado o gráfico com as doses recolhidas nos pacientes do sexo feminino, nas três clínicas, com e sem proteção. E no último gráfico será apresentado a comparação das doses recolhidas nos pacientes do sexo masculino, nas três clínicas, com e sem proteção.



No Gráfico 3 pode observar-se que as doses nos pacientes crianças que realizaram o exame de ortopantomografia nas três clínicas, sem a proteção da tiróide, as doses variam entre 0,0839 mGy e 0,0648 mGy.

No mesmo exame, com a proteção de tiróide, as doses variam entre 0,0476 mGy e 0,0371mGy, existindo assim uma grande eficiência da proteção, sendo a percentagem de redução da dose de 44%.

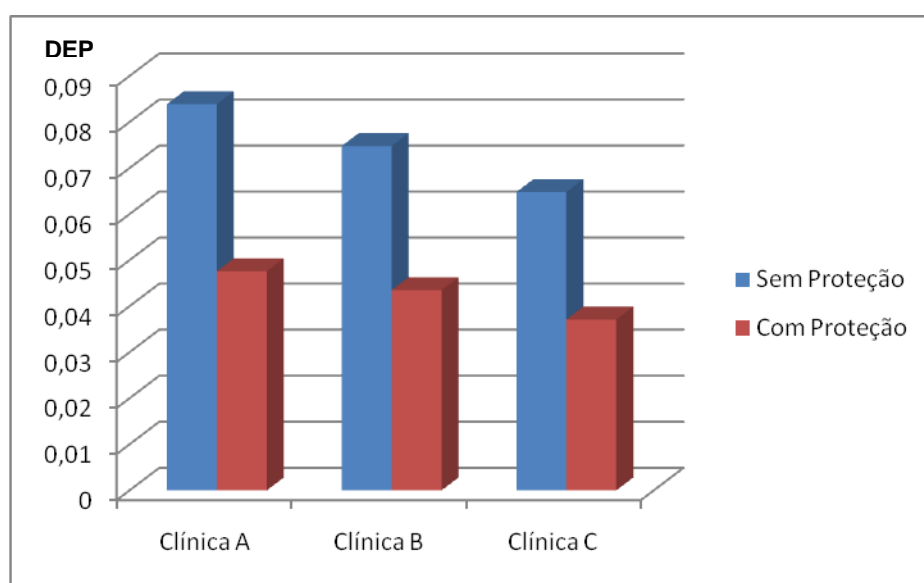


Gráfico 3 - Comparação das doses nos pacientes crianças



No Gráfico 4 podem observar-se as doses nos pacientes do sexo feminino que realizaram o exame de ortopantomografia sem proteção da tiróide, as doses variam entre 0,0714 mGy e 0,0458 mGy.

No mesmo exame, com a proteção de tiróide, as doses variam entre 0,0332 mGy e 0,0266 mGy, existindo assim uma grande eficiência da proteção, sendo a percentagem de redução da dose de 51%.

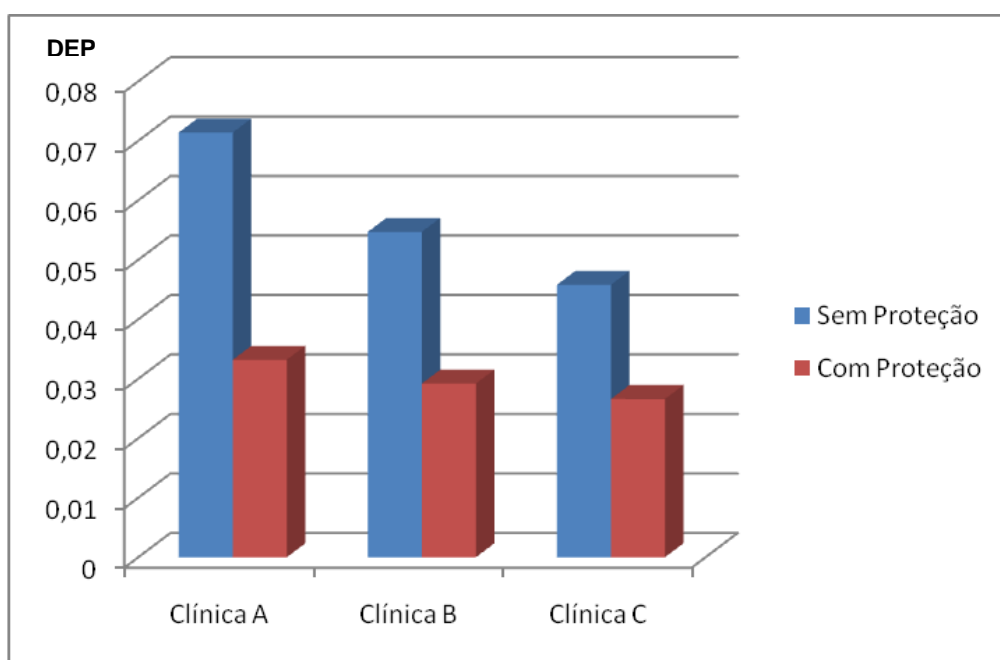


Gráfico 4 - Comparação dos pacientes do sexo feminino



No Gráfico 5 pode-se observar as doses nos pacientes do sexo masculino que realizaram o exame de ortopantomografia sem proteção da tiróide, em que as doses variam entre 0,0251 mGy e 0,0644 mGy.

No mesmo exame com a proteção de tiróide, as doses variam entre 0,0139 mGy e 0,0305 mGy, existindo assim uma eficiência da proteção, sendo a percentagem de redução da dose de 44%.

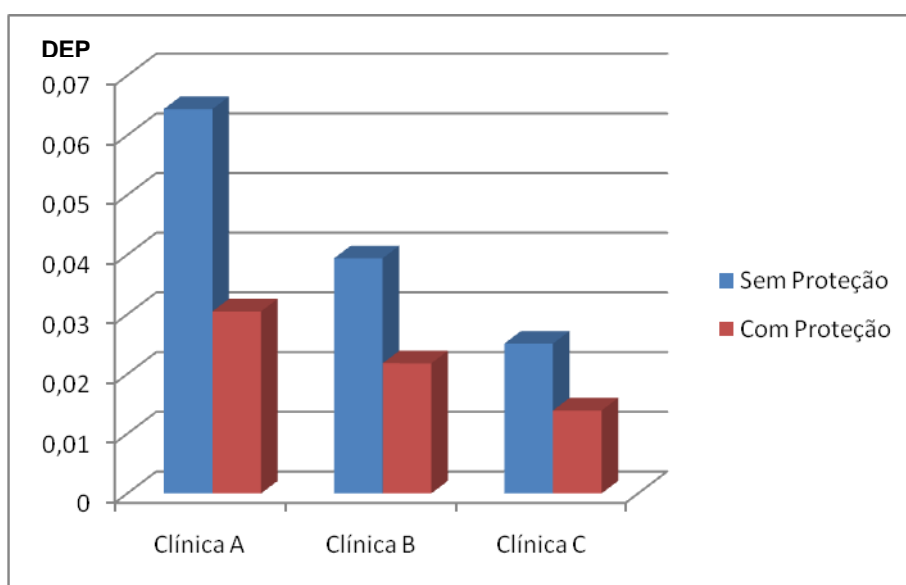


Gráfico 5 - Comparação dos pacientes do sexo masculino



Os valores de dose, medidos neste estudo, encontram-se muito abaixo do valor proposto nas *European Guidelines* para estudos panorâmicos, de 0,7mGy. Também é importante referir que este valor diz respeito ao valor de dose máxima e é medido no occipital alinhado com o ponto de centragem do exame, enquanto as medidas recolhidas neste estudo incidem sobre pontos exteriores à colimação do exame.

Relativamente ao valor proposto por *White e Phara* de 0,074mGy para a tiróide (5), podemos comparar que o único valor superior ao proposto é a dose recolhida na criança da clínica A. A dose registada para o sexo feminino da clínica A e a dose registada na criança da clínica B são iguais ao valor de 0,074mGy proposto. Todos os outros valores de dose registados encontram-se abaixo desse valor.

As medições foram efetuadas com programas já estabelecidos pelos serviços, os quais já continham introduzidos todos os parâmetros, não sendo possível ajustar pormenorizadamente as condições às características de cada paciente, conduzindo, conseqüentemente, a uma reduzida ou limitada variabilidade de fatores técnicos.



5.2. Fantomas

Através da comparação das doses recolhidas nos Fantomas, nas três clínicas, pode verificar-se que as doses diferem de clínica para clínica, em que a clínica A apresenta as maiores doses e a clínica C apresenta as menores doses.

Analisando o gráfico 6, pode verificar-se que as doses sem proteção da tiróide vão diminuindo da Clínica A para a Clínica C, em todos os grupos (nas crianças, pacientes do sexo feminino e pacientes do sexo masculino).

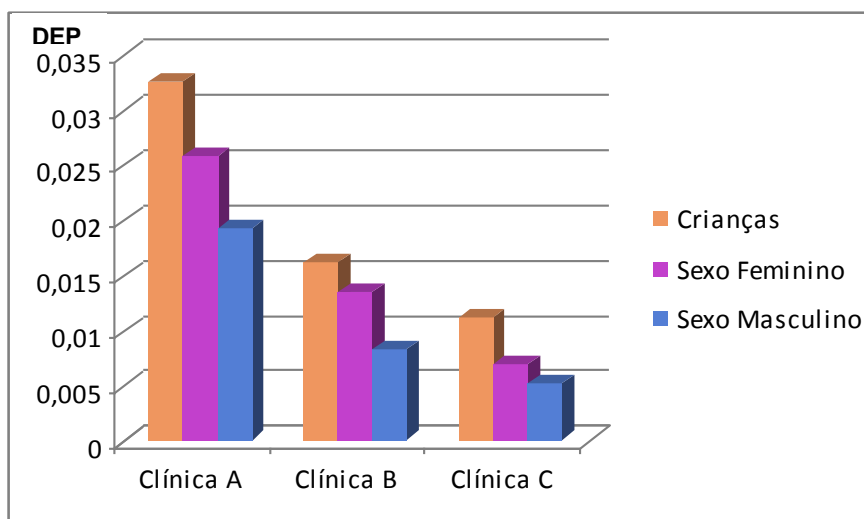


Gráfico 6 - Comparação das doses nos fantomas nas três clínicas sem proteção da tiróide

Pode verificar-se também através do gráfico 7 que as doses, com proteção da tiróide, também vão diminuindo da Clínica A para a Clínica C, em todos os grupos (nas crianças, pacientes do sexo feminino e pacientes do sexo masculino).

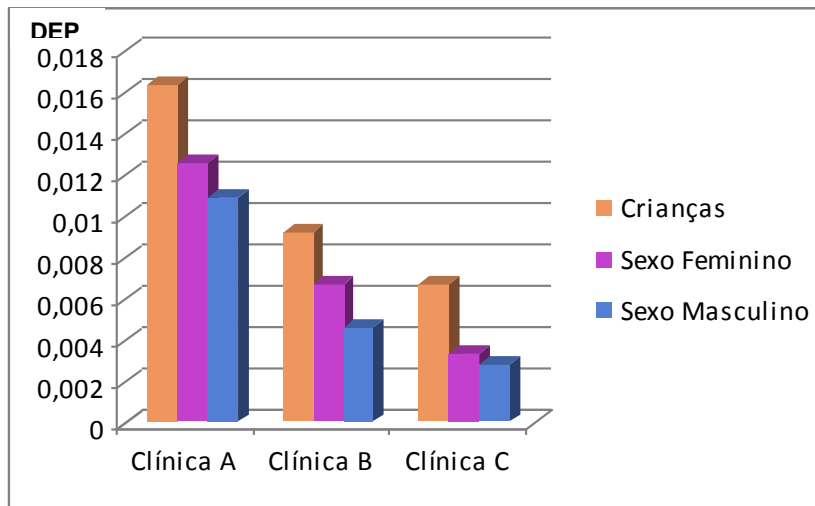


Gráfico 7 - Comparação das doses nos fantomas nas três clínicas com proteção da tiróide

No gráfico 8 podem observar-se as doses no fantoma “criança”, em que se realizou o exame de ortodontografia sem proteção da tiróide, nas três clínicas, as doses variaram entre 0,0325 mGy e 0,0112 mGy.

No mesmo exame, com a proteção de tiróide, as doses variam entre 0,0164 mGy e 0,0067 mGy, existindo assim eficiência da proteção, sendo a percentagem de redução da dose de 44%.

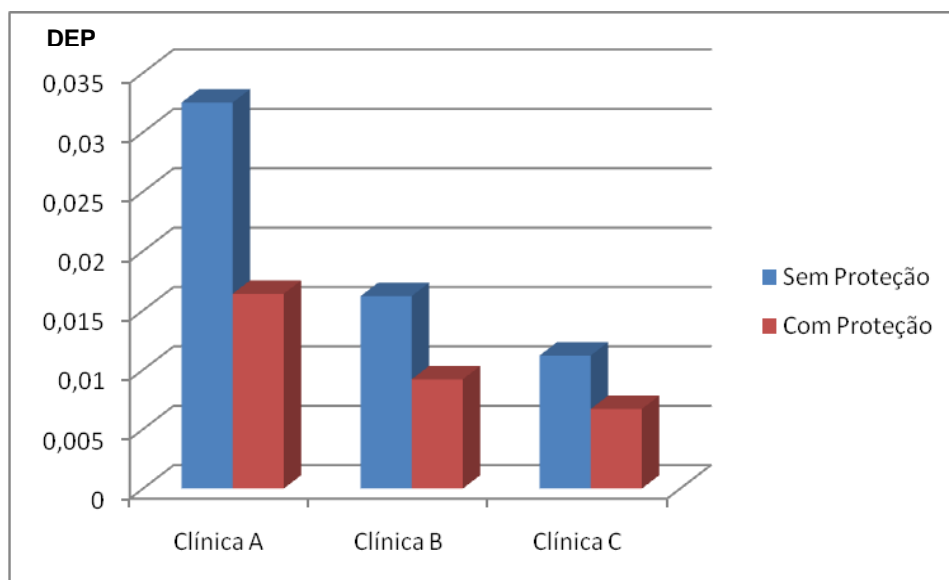


Gráfico 8 - Comparação das doses no fantoma criança



No gráfico 9 podem observar-se as doses no fantoma sexo feminino, que realizaram o exame de ortopantomografia sem proteção da tiróide, nas três clínicas, em que as doses variaram entre 0,0258 mGy e 0,0069 mGy.

No mesmo exame, com a proteção de tiróide, as doses variam entre 0,0126 mGy e 0,0033 mGy, existindo assim eficiência da proteção, sendo a percentagem de redução da dose de 51%.

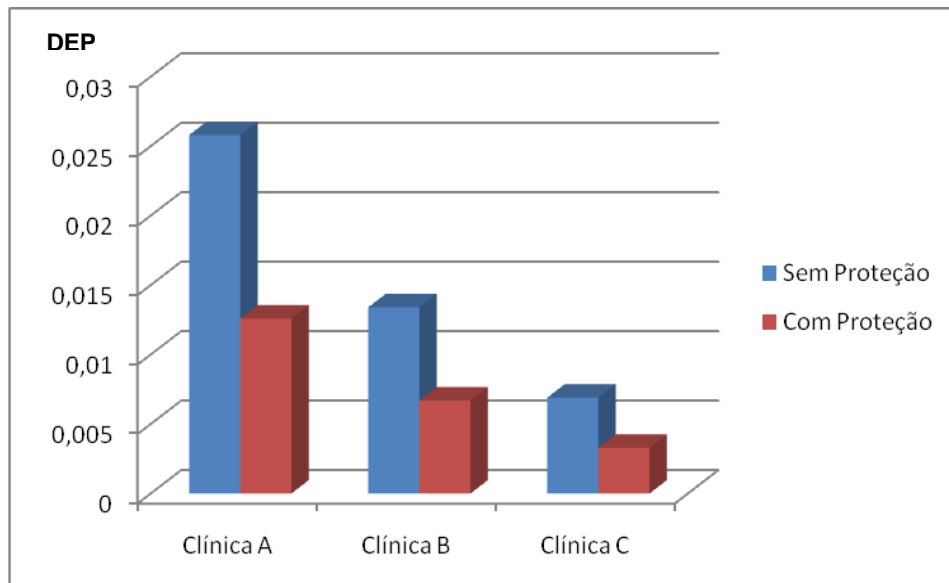


Gráfico 9 - Comparação das doses no fantoma do sexo feminino

No gráfico 10 pode observar-se que as doses, no fantoma adulto masculino, que realizaram o exame de ortopantomografia sem proteção da tiróide, nas três clínicas, em que as doses variaram entre 0,0192 mGy e 0,0051 mGy.

No mesmo exame, com a proteção de tiróide, as doses variam entre 0,0109 mGy e 0,0028 mGy, existindo assim eficiência da proteção, sendo a percentagem de redução da dose de 44%.

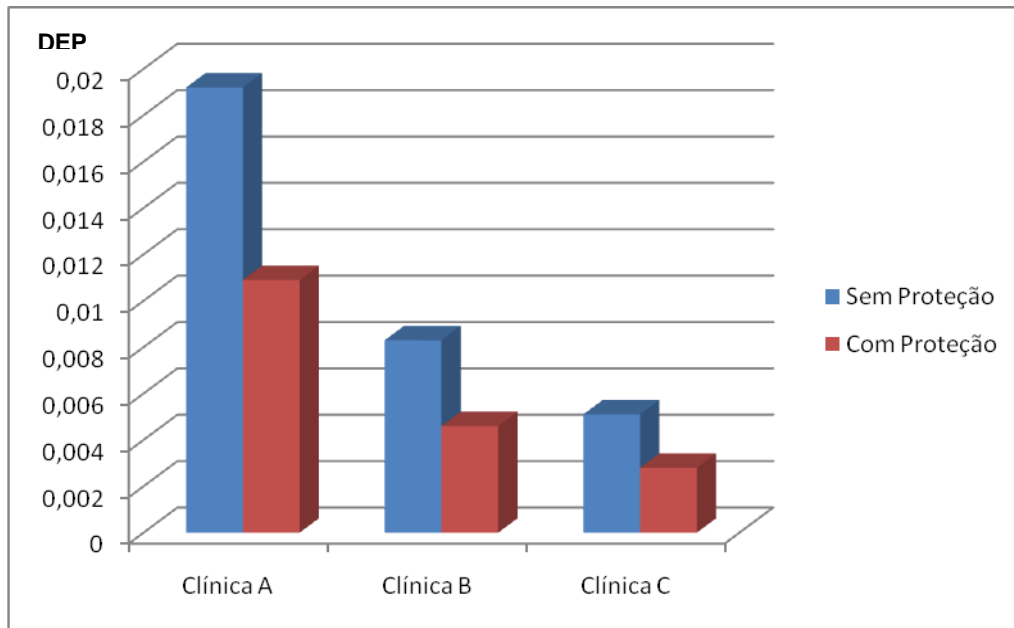


Gráfico 10 - Comparação das doses no fantoma do sexo masculino

O estudo que *Oliveira* realizou, em 2010, no Brasil em três clínicas, onde mediu a dose em vários órgãos através de fantomas, apresentam resultados da dose para a tiróide nos fantomas de 0,002mGy na clínica A e de 0,03mGy na clínica C (6). Em comparação, podemos verificar que apenas a dose no fantoma do sexo masculino com proteção da tiróide, da clínica C, se encontra dentro dessas doses. Todas as outras doses recolhidas, com ou sem proteção, se encontram acima dos 0,003mGy.



5.4 Análise Geral

Pacientes

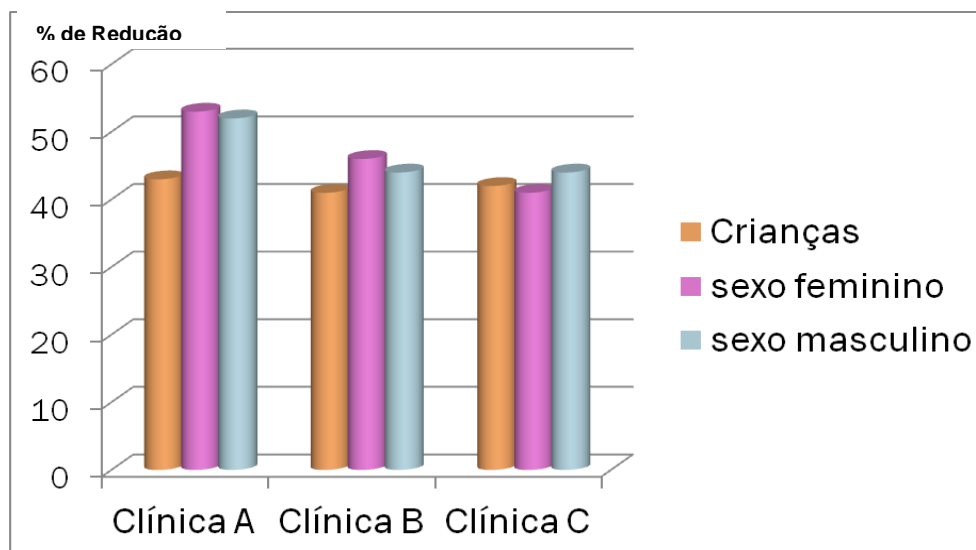


Gráfico 11 – Percentagem de Redução da Dose nos Pacientes

Média – 45,1

Desvio Padrão – 4,48

No gráfico 11 pode-se observar de uma forma geral a percentagem de redução da dose verificada nos pacientes nas três clínicas. Pode-se verificar que as percentagens de redução rondaram entre 40 a 50%.

A média geral da redução da dose com a utilização da proteção da tiróide foi de 45,1% nos pacientes.



Fantomas

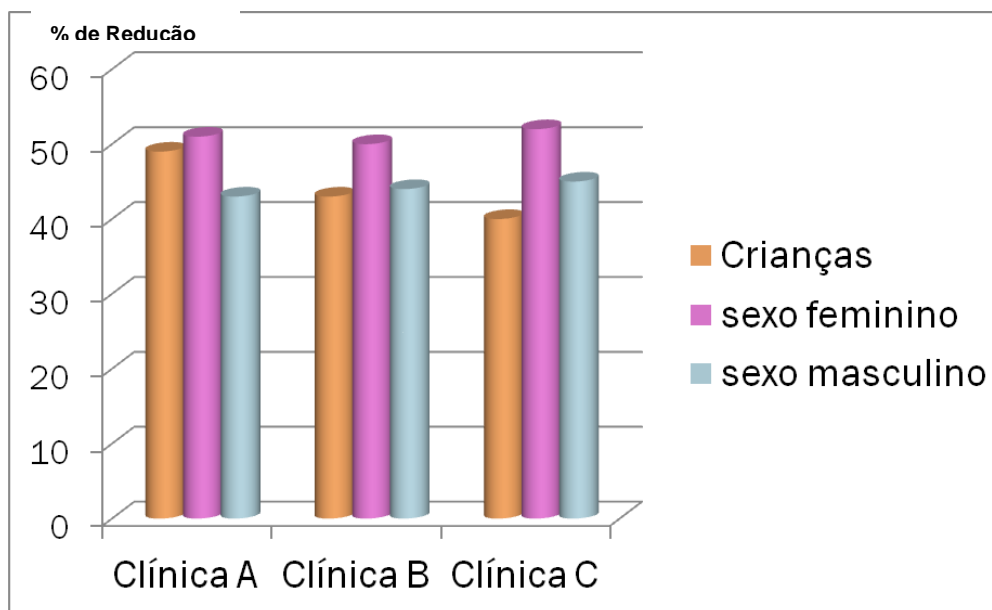


Gráfico 12 - Percentagem de Redução da Dose nos Fantomas

Média – 46,3

Desvio Padrão – 4,24

No gráfico 12 pode-se observar de uma forma geral a percentagem de redução da dose verificada nos fantomas nas três clínicas. Pode-se verificar que as percentagens de redução rondaram entre 40 a 50%.

A média geral da redução da dose com a utilização da proteção da tiróide foi de 46,3% nos fantomas.



5.3. Análise de Incertezas

5.3.1 Incertezas na eficiência de detecção da Câmara de ionização

Devido às câmaras utilizadas nestes tipos de estudos, terem uma sensibilidade muito elevada para valores tão reduzidos, tendo capacidade para diferenciar ligeiras oscilações, esta conseguia captar corrente de fuga de pré-irradiação, pois sem fazer qualquer exposição a câmara captava “sinal”. Como os valores captados oscilavam bastante, fazer uma média da possível dose de corrente de fuga não seria prudente. Posto isto, antes de cada exame, era realizada e registada uma medição verificando assim qual o valor da corrente de fuga, seguindo-se o exame e a respetiva medição da dose. No fim de cada exame, era descontado a dose registada da corrente de fuga que fora medida antes de cada exame.

5.3.2 Incertezas associadas à incorporação da câmara nos pacientes

A câmara de ionização foi colocada perpendicularmente, para que fosse possível efetuar o exame sem qualquer interferência no exame e para uma total comodidade do paciente. Mas esta obliquidade pode alterar a distribuição da dose em relação à geometria de referência das leituras com câmaras de ionização, que sejam selecionados para a obtenção da dose.

Existem também incertezas na posição da câmara, tentando sempre colocar a câmara a nível da tiróide de cada paciente. Pode assim haver pequenas alterações de paciente para paciente, o que poderá influenciar na medição das doses.

5.3.3 Incerteza na distância câmara-foco

Existem incertezas na distância entre o foco e a câmara de ionização, visto depender do posicionamento e da fisionomia do paciente, pois alguns pacientes podem ficar mais afastados que outros em relação à fonte, o que inadvertidamente, irá afastar ou aproximar também a câmara de ionização à fonte de radiação x.



5.3.4 Incertezas associadas aos Fantomas

Os fantomas utilizados não correspondem totalmente à anatomia humana, já que não simulam o tecido e estruturas cervicais. Podem existir também incertezas quanto à posição da câmara de ionização nos fantomas, pois foi colocada numa posição média relativamente à posição da tiróide nos pacientes e, pequenas diferenças nessa posição, influenciarão na medição da dose.

5.3.5 Incertezas associadas aos pacientes

Existem ainda incertezas associadas aos pacientes, que dependem unicamente da sua própria anatomia, pois há uma grande variabilidade na anatomia dos pacientes, existindo diferentes volumes da tiróide e das estruturas que a circundam.



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existe uma grande eficiência da proteção da tiróide com a utilização do colar cervical de chumbo. A proteção da tiróide, tanto nos exames realizados nos pacientes como nos exames realizados nos fantasmas, permite uma percentagem de redução média da dose obtida de 46%.

Os dados apontam para o facto de que a evolução da tecnologia e dos equipamentos permite uma melhoria dos parâmetros e uma menor dose recebida pelos pacientes.

Este estudo permitiu ainda verificar que as doses recolhidas a nível da tiróide, nas clínicas analisadas, são inferiores aos valores de dose propostos pelas *European Guidelines*, não esquecendo que este valor diz respeito ao valor de dose máxima e é medido no occipital.

Em comparação com o valor proposto por *White e Phara* de 0,074mGy para a tiróide, podemos verificar que apenas um valor de dose ultrapassou o valor apresentado. Sendo que dois valores, de dose recolhida, foram iguais ao proposto e todos os outros valores de dose encontram-se abaixo desse valor.

Quanto aos fantasmas, podemos verificar que apenas a dose recolhida no fantoma do sexo masculino com proteção da tiróide, da clínica C, se encontra dentro do valor do estudo internacional. Todas as outras doses recolhidas com ou sem proteção se encontram acima dos 0,003mGy recolhidos no estudo internacional. (17)

A utilização de condições pré-programadas do equipamento constituiu um grande fator limitativo deste estudo, impedindo uma maior diversidade das doses obtidas a nível da tiróide.



7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mortavazi, S. M. J. (2004). *Entrance surface dose measurement on the thyroid gland in orthopantomography: the need for optimization*, Iran. J. Radiat. Res., 2004; 2(1):1-7;
2. Sharan, A., Madjar, D. (2006). *Correlation between maxillary sinus floor topography and related root position of posterior teeth using panoramic and cross-sectional computed tomography imaging*, Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology; pp. 375-81;
3. European Commission, Radiation Protection (2004). *European guidelines on radiation protection in dental radiology: the safe use of radiographs in dental practice*;
4. Ardenghi, T. M., Bayardo, R. A., Oliveira, J. X. (2003). *Estimativa de Risco Biológico das Radiações Ionizantes na Medula Óssea, Glândula Tiróide e Glândulas Salivares*;
5. White, S., Pharoah, J. (2004). *Oral Radiology – Principles and Interpretation* (5ª edição). Mosby.
6. <http://biblioteca.universal.net> - Gomes Oliveira, G. (2010). *Avaliação Dosimétrica em procedimentos de Radiografia Panorâmica e Teleradiografias*, Brasil. Acedido em Outubro de 2011.
7. Poppe, B., Chofoor, N., Sering, M., Willborn, K., Poplawski, A. (2006). *Radiation Exposure and dose evaluation in intraoral dental radiology*. Radiation Protection Dosimetry;
8. González, L., Vañó, E. (2001). *Reference doses in dental radiodiagnostic facilities. The British Journal of Radiology*, 74; 153-156;
9. Bontranger, K., et al (2006). *Técnicas de Posicionamento Radiográfico e Anatomia Associada* (6ª edição). Mosby;
10. Whaites, E. (2002) *Essentials of Dental Radiography and Radiology* (3ª edição). Churchill Livingstone;



11. Pinto, A. (2006). Ensino da Física das Radiações através de Experiências Simples – Tese de Mestrado; Universidade de Lisboa – Faculdade de Ciências, Departamento de Física; Lisboa.
12. Freire, L. (2007). *Aulas da Disciplina de Protecção e Segurança Radiológica*, Universidade Atlântica, Licenciatura em Radiologia.
13. Journal of applied clinical medical physics (2005). Volume 6, Comparison of six phantoms for entrance skin dose evaluation in 11 standard X-ray examinations, winter.
14. <http://www.atarp.pt> – Protecção contra as radiações 109, Orientações relativas aos níveis de referência de diagnóstico (NRD) para exposições médicas (1999). Comissão Europeia. Acedido em Novembro 2011.
15. Rodrigues, L. (2009). *Metrologia das radiações ionizantes*, Revista de Física Médica.
16. Pedroso de Lima, J.J. (2009). *Técnicas de Diagnóstico com Raios-x, Aspectos Físicos e Biofísicos* (2ª Edição). Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra;
17. Nogueira de Souza, C. (1994). *Desenvolvimento de um sistema dosimétrico para feixes de electrões de energias altas*; Tese de Doutoramento, São Paulo;
18. <http://www.inca.gov.br> – del Vigna Filho, E. (n.d.). Capítulo 5, Temas Físicos - Protocolo de Calibração. Acedido em Novembro de 2011.



ANEXOS



Anexo I – Cálculos para encontrar os diferentes diâmetros dos Fantasmas

Sexo Feminino (cm)	Sexo Masculino (cm)	Crianças (cm)
33	42	27
32	40	28
34	41	28
34	38	26
36	41	29

média	33,8	40,4	27,6
-------	------	------	------

$$\text{PERIMETRO} = 2 * \text{PI} * \text{R (RAIO)}$$

Crianças

$$\begin{aligned} 27,6 &= 2 * 3,14 * R \\ 27,6 &= 6,28 * R \\ R &= 27,6/6,28 \\ R &= 4,39 \text{ cm} \end{aligned}$$

Sexo Feminino

$$\begin{aligned} 33,8 &= 2 * 3,14 * R \\ 33,8 &= 6,28 * R \\ R &= 33,8/6,28 \\ R &= 5,31 \text{ cm} \end{aligned}$$

Sexo Masculino

$$\begin{aligned} 40,4 &= 2 * 3,14 * R \\ 40,4 &= 6,28 * R \\ R &= 40,4/6,28 \\ R &= 6,27 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{DIAMETRO (D)} = 2R$$

$$\begin{aligned} D &= 2 * 4,39 \\ D &= 8,8 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D &= 2 * 5,31 \\ D &= 10,6 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D &= 2 * 6,53 \\ D &= 12,7 \text{ cm} \end{aligned}$$



Anexo II – Carta de Consentimento Informado



Exmo Sr. Director

Assunto: Pedido de autorização para realização de uma recolha de dados.

Na qualidade de aluna do Mestrado em Radiações aplicadas às Tecnologias da saúde – Proteção contra radiações, da Escola Superior de Tecnologias da Saúde de Lisboa, venho solicitar a V^a Ex^a colaboração na realização de um projeto de mestrado que visa a "Quantificação da Eficiência da Proteção da Tiróide no exame de Ortopantomografia" a efetuar nas Clínicas em que V^a Ex^a muito superiormente exerce a Coordenação.

Solicito portanto autorização, para a realização de recolha de dados, em ortopantomografia. Os dados recolhidos destinam-se a integrar o projeto de investigação, que tem por finalidade – Verificar se existe diminuição da dose utilizando a proteção da tiróide (colar cervical), verificando assim a sua percentagem de redução de dose.

A data de recolha de dados será no mês de novembro de 2011, ficando esta sujeita a alterações por parte de V. Ex^a se assim o entender.

Asseguro a confidencialidade e anonimato das entidades, pacientes e dos dados recolhidos e a utilizá-los exclusivamente no âmbito do projeto de investigação.

Agradeço desde já, a atenção dispensada, com elevada estima e consideração,

(Cláudia Luís)

Autorizo

Não Autorizo

(Assinatura)

Cláudia Luís



Anexo III – Cálculos para encontrar os diâmetros dos pescoços dos pacientes

CRIANÇAS (PARA OS PERÍMETROS DE 27, 28 E 29CM)

$$\text{PERÍMETRO} = 2 * \text{PI} * \text{R (RAIO)}$$

$$27 = 2 * 3,14 * \text{R}$$

$$27 = 6,28 * \text{R}$$

$$\text{R} = 27/6,28$$

$$\text{R} = 4,29 \text{ cm}$$

$$28 = 2 * 3,14 * \text{R}$$

$$28 = 6,28 * \text{R}$$

$$\text{R} = 28/6,28$$

$$\text{R} = 4,46 \text{ cm}$$

$$29 = 2 * 3,14 * \text{R}$$

$$29 = 6,28 * \text{R}$$

$$\text{R} = 29/6,28$$

$$\text{R} = 4,61 \text{ cm}$$

$$\text{DIÂMETRO (D)} = 2\text{R}$$

$$\text{D} = 2 * 4,3$$

$$\text{D} = 8,6 \text{ CM}$$

$$\text{D} = 2 *$$

$$\text{D} = 8,9 \text{ CM}$$

$$\text{D} = 2 *$$

$$\text{D} = 9,2 \text{ CM}$$

PACIENTES SEXO FEMININO (PARA OS PERÍMETROS DE 33, 34 E 36CM)

$$\text{PERÍMETRO} = 2 * \text{PI} * \text{R (RAIO)}$$

$$33 = 2 * 3,14 * \text{R}$$

$$33 = 6,28 * \text{R}$$

$$\text{R} = 33/6,28$$

$$\text{R} = 5,25 \text{ CM}$$

$$34 = 2 * 3,14 * \text{R}$$

$$34 = 6,28 * \text{R}$$

$$\text{R} = 34/6,28$$

$$\text{R} = 5,41 \text{ CM}$$

$$36 = 2 * 3,14 * \text{R}$$

$$36 = 6,28 * \text{R}$$

$$\text{R} = 36/6,28$$

$$\text{R} = 5,73 \text{ CM}$$



DIÂMETRO (D) = 2R

$$D = 2 * 5,25$$

$$D = 10,5 \text{ CM}$$

$$D = 2 * 5,41$$

$$D = 10,8 \text{ CM}$$

$$D = 2 * 5,73$$

$$D = 11,5 \text{ CM}$$

PACIENTES SEXO MASCULINO (PARA OS PERÍMETROS DE 40, 41 E 42CM)

PERÍMETRO = 2 * PI * R (RAIO)

$$40 = 2 * 3,14 * R$$

$$40 = 6,28 * R$$

$$R = 40/6,28$$

$$R = 6,36 \text{ CM}$$

$$41 = 2 * 3,14 * R$$

$$41 = 6,28 * R$$

$$R = 41/6,28$$

$$R = 6,53 \text{ CM}$$

$$42 = 2 * 3,14 * R$$

$$42 = 6,28 * R$$

$$R = 42/6,28$$

$$R = 6,69 \text{ CM}$$

DIÂMETRO (D) = 2R

$$D = 2 * 6,36$$

$$D = 12,7 \text{ CM}$$

$$D = 2 * 6,53$$

$$D = 13,1 \text{ CM}$$

$$D = 2 * 6,69$$

$$D = 13 \text{ CM}$$



Anexo IV – Tabelas de recolha de dados

Clínica A

Pacientes

	Sexo	Idade	Peso (Kg)	Altura (m)	Perímetro pescoço (cm)	Diâmetro pescoço (cm)	kv's	Tempo exp. (s)	Dose (mGy)	Com ou sem proteção
Criança	F	9	26	1,35	28	8,9	64	17	83,9	Sem proteção
	F	10	27	1,4	28	8,9	64	17	47,6	Com proteção
Feminino	F	62	53	1,5	36	11,4	70	17	71,4	Sem proteção
	F	65	52	1,47	36	11,4	70	17	33,2	Com proteção
Masculino	M	65	69	1,65	41	13	76	17	64,4	Sem proteção
	M	57	71	1,7	40	12,7	76	17	30,5	Com proteção

Fantomas

	Kv's	Tempo de exposição(s)	Dose sem proteção (mGy)	Dose com proteção (mGy)
Fantoma criança 8,9cm	64	17	32,5	16,4
Fantoma Feminino 10,5 cm	70	17	25,8	12,6
Fantoma Masculino 12,4cm	76	17	19,2	10,9



Clinica B

Pacientes

	Sexo	Idade	Peso (Kg)	Altura (m)	Perímetro pescoço (cm)	Diâmetro pescoço (cm)	kv's	mAs	Tempo exp. (s)	Dose (mGy)	Com ou sem proteção
Criança	F	8	26	1,26	28	8,9	64	16	14	74,8	Sem proteção
	F	9	28	1,3	27	8,6	64	16	14	43,5	Com proteção
Feminino	F	75	54	1,57	34	10,8	70	15	14	54,7	Sem proteção
	F	75	54	1,57	34	10,8	70	15	14	29,2	Com proteção
Masculino	M	60	75	1,65	40	12,7	76	14	14	39,4	Sem proteção
	M	52	81	1,78	41	13,1	76	14	14	21,8	Com proteção

Fantomas

	Kv's	mAs	Tempo de exposição(s)	Dose sem proteção (mGy)	Dose com proteção (mGy)
Fantoma criança 8,9cm	64	16	14	16,2	9,2
Fantoma Feminino 10,5 cm	70	15	14	13,4	6,7
Fantoma Masculino 12,4cm	76	14	14	8,3	4,6



Clinica C

Pacientes

	Sexo	Idade	Peso (Kg)	Altura (m)	Perímetro pescoço (cm)	Diâmetro pescoço (cm)	kV's	mAs	Tempo exp. (s)	Dose (mGy)	Com ou sem proteção
Criança	M	10	30	1,44	29	9,2	64	8	12	64,8	Sem proteção
	F	10	28	1,39	28	8,9	64	8	12	37,1	Com proteção
Feminino	F	26	47	1,55	33	10,2	70	7	12	45,8	Sem proteção
	F	32	55	1,63	33	10,2	70	7	12	26,6	Com proteção
Masculino	M	53	80	1,7	42	13,4	76	6	12	25,1	Sem proteção
	M	46	74	1,74	41	13	76	6	12	13,9	Com proteção

Fantomas

	KV's	mAs	Tempo de exposição(s)	Dose sem proteção (mGy)	Dose com proteção (mGy)
Fantoma criança 8,9cm	64	6	12	11,2	6,7
Fantoma Feminino 10,5 cm	70	6	12	6,9	3,3
Fantoma Masculino 12,4cm	76	6	12	5,1	2,8