

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS-UEA
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE PARINTINS-CESP
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**GERENCIAMENTO DO DESCARTE DE RESÍDUOS QUÍMICOS
(REVELADOR E FIXADOR) DO SETOR DE RADIOLOGIA DOS HOSPITAIS DO
MUNICÍPIO DE PARINTINS-AM**

**PARINTINS – AM
NOVEMBRO – 2020**

DERGUIAN SOARES PANTOJA

**GERENCIAMENTO DO DESCARTE DE RESÍDUOS QUÍMICOS
(REVELADOR E FIXADOR) DO SETOR DE RADIOLOGIA DOS HOSPITAIS DO
MUNICÍPIO DE PARINTINS-AM**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Centro de Estudos Superiores de Parintins, da Universidade do Estado do Amazonas como requisito obrigatório ao Trabalho de Conclusão de Curso e obtenção do grau de licenciado em Ciências Biológicas.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Ademir Castro e Silva

**PARINTINS – AM
NOVEMBRO – 2020**

DERGUIAN SOARES PANTOJA

**GERENCIAMENTO DO DESCARTE DE RESÍDUOS QUÍMICOS
(REVELADOR E FIXADOR) DO SETOR DE RADIOLOGIA DOS HOSPITAIS DO
MUNICÍPIO DE PARINTINS-AM**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Centro de Estudos Superiores de Parintins, da Universidade do Estado do Amazonas como requisito obrigatório ao Trabalho de Conclusão de Curso e obtenção do grau de licenciado em Ciências Biológicas.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Ademir Castro e Silva

Aprovado em ____ de _____ de _____ pela Comissão Examinadora.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Ademir Castro e Silva
Presidente/Orientador

Fiorella F. Chalco

MsC. Fiorella Chalco
Membro Titular

Dilcindo B. Trindade

MsC. Dilcindo Barros Trindade
Membro Titular

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus pela minha vida e sabedoria a mim concedida ao longo desse período na execução deste trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ademir Castro e Silva pelas orientações e sugestões para o aprimoramento deste trabalho, sua visão crítica e no compartilhar de suas experiências. Serei eternamente grato.

A todos os professores do Curso de Ciências Biológicas que colaboraram na construção da minha vida acadêmica.

Aos meus pais Manoel de Deus Farias Soares e Helena Maria Pantoja Soares que fizeram tudo o que era possível para me proporcionar uma boa educação e hoje, com certeza, estão com a certeza que todo o sacrifício valeu a pena.

A minha esposa Selma Simas Freitas e as minhas filhas Gabriela Freitas Soares e Graziela Freitas Soares, a essas mulheres que amo, serei eternamente grato pelo apoio e compreensão.

A minha sobrinha Nayane Soares Queiroz que não mediu esforços para me orientar no início da elaboração desse projeto.

Ao meu amigo Kedson Tavares Ramos pela ajuda e força na elaboração deste trabalho.

Ao meu eterno amigo Antônio Augusto Nascimento (*in memoriam*) por sido um dos meus maiores incentivadores nessa jornada.

Aos meus colegas de trabalho dos hospitais, especificamente do setor de radiologia pelo carinho e colaboração.

***Nem tudo o que acontece da pra entender, andando pela fé a gente vai vencer,
o que quero mais é me encher do teu poder. Jesus se estás comigo, a quem eu
temerei?***

(Renascer Praise)

RESUMO

O setor de radiologia elenca uma série de desafios, pois não há uma gerência eficaz no tratamento dos resíduos sólidos que são gerados a partir do uso dos aparelhos de Raios-X, principalmente no que diz respeito ao aparelho convencional. No Brasil as normas e resoluções que regem este setor da área médica não são cumpridas em sua totalidade. Portanto, o objetivo deste trabalho foi Conhecer o gerenciamento dos resíduos oriundos do processamento radiográfico nos hospitais Jofre Cohen e Padre Colombo da cidade de Parintins-AM. Os dados obtidos para execução deste trabalho se deram através de entrevistas por meio de contato telefônico devido à pandemia da Corona Vírus. As entrevistas aconteceram com os profissionais do setor de radiologia dos dois hospitais públicos do município de Parintins. Com isso, os dados mostraram que há um descaso por parte do poder público com o descarte dos resíduos gerados no setor de radiologia e que se quer há um plano diretor dentro dos hospitais. A pesquisa mostrou ainda que, os profissionais desconhecem as normas que regem suas profissões e que os resíduos gerados são descartados de maneira inadequada no meio ambiente.

Palavras-chave: Resíduos químicos, Setor Radiológico, Hospitais.

ABSTRACT

The radiology sector lists a number of challenges, as there is no effective management in the treatment of solid waste that is generated from the use of X-ray devices, especially with respect to the conventional device. In Brazil, the rules and resolutions that govern this sector of the medical field are not fully complied with. Therefore, the objective of this work was to know the management of residues from radiographic processing in the hospitals Jofre Cohen and Padre Colombo in the city of Parintins-AM. The data obtained for carrying out this work were given through interviews through telephone contact due to the Corona Virus pandemic. The interviews took place with professionals in the radiology sector of the two public hospitals in the municipality of Parintins. With that, the data showed that there is a disregard on the part of the public power with the disposal of waste generated in the radiology sector and that if there is a master plan within the hospitals. The survey also showed that professionals are unaware of the rules that govern their professions and that the waste generated is disposed of inappropriately in the environment.

Key words: Chemical waste, Radiological Sector, Hospitals.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Escolaridade dos técnicos em radiologia.....	27
Figura 02: Sexo dos entrevistados do HJC.....	27
Figura 03: Sexo dos entrevistados do HPC.....	28
Figura 04: Aparelho Radiológico Convencional.....	29
Figura 05: Aparelho Radiológico Convencional.....	30
Figura 06: Sistema da Radiologia Digital.....	30
Figura 07: Destino das Soluções Químicas.....	31

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1. REFERENCIAL TEÓRICO	13
1.1. Descoberta dos Raios X	13
1.2. Os Raios-x na Saúde	16
1.3. Riscos à saúde	18
1.4. A Radiografia	19
1.5. A Física dos Raios X	20
1.6. Composição e Etapas do Filme Radiográfico	21
1.7. Evolução tecnológica do radiodiagnóstico	21
2. OBJETIVOS	23
2.1. Objetivo Geral.	23
2.2. Objetivos Específicos	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Área de Estudo – Parintins-AM.	24
4.2. Hospital Padre Colombo.	24
4.3. Hospital Jofre Cohen.	25
4.4. Levantamento de dados.	25
4.5. Elaboração e aplicação do questionário	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1. Profissionais Envolvidos	26
5.2. Nível de Escolaridade	27
5.3. Sexo dos Profissionais do Setor de Radiologia	27
5.4. Tipos de aparelhos utilizados nos hospitais	28
5.5. Plano Diretor Hospitalar (PDH).	31
5.6. Danos que podem causar a População e ao Meio Ambiente.	32
5.7. O quê está sendo empregado em outros lugares.	33
CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35

INTRODUÇÃO

O descarte incorreto de materiais nocivos à saúde e ao meio ambiente é um problema global, relacionado principalmente aos países pobres e em desenvolvimento como é o caso do Brasil. Ao longo dos anos, a ciência médica nos seus variados setores, apresentou uma complexidade na maneira de tratamento dos pacientes nos mais variados tipos de doenças, assim como no tempo recorde para resultados dos exames.

A tecnologia veio para somar juntamente com os profissionais que trabalham na área da saúde, o problema, entretanto, reside na não utilização dessa tecnologia de forma adequada, o que contribui para impactar o meio ambiente. Por outro lado, as leis que regem os setores de uma sociedade deixaram de ser aplicadas com veracidade, acarretando sérios problemas a curto, médio e longo prazo.

Os Raios-X se tornou um método eficaz no diagnóstico de um tumor, uma fratura, um desvio na coluna, etc. Este procedimento hospitalar, por outro lado, gera resíduos que se descartados de maneira incorreta acarretam problemas nocivos ao meio ambiente e conseqüentemente a população. O descarte correto do resíduo gerado a partir dos processamentos radiológicos pode minimizar o impacto ambiental, mas pouco se tem feito para amenizar esse tipo de problema. O descarte incorreto do material radiológico, que contém metais pesados, pode afetar tanto a saúde humana como o ambiente e a falta de lugares para o descarte correto de todo lixo hospitalar principalmente nos hospitais públicos, pode causar impactos ambientais de maneira descontrolada que nem sempre o homem poderá reverter.

A preocupação com o meio ambiente faz com que surgisse o conceito de Desenvolvimento Sustentável como uma prática difundida dentro dos diversos setores da sociedade na busca pelo uso sustentável dos recursos naturais que proporcionasse menos impacto ao meio ambiente. Reiteramos que o descarte incorreto dos resíduos químicos gerados no processo de revelação das imagens radiográficas poderá afetar a saúde humana e impactar o meio ambiente. Urge-se, portanto, expandir o estudo sobre este tipo de procedimento e buscar soluções para minimizar o risco que pode causar ao meio ambiente e ao homem. Por outro lado,

contribuirá para a compreensão que o mau uso deste procedimento pelos profissionais de saúde pode acarretar problemas na sua própria saúde.

Portanto, o presente trabalho visa contribuir com o conhecimento sobre a realização dos procedimentos radiológicos dentro dos hospitais públicos do município de Parintins e seus possíveis impactos.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. Descoberta dos Raios X

O conceito de raios-x é baseado no princípio da passagem de radiação ionizante através de um corpo/objeto e tendo as imagens projetadas numa placa fotosensitiva colocada atrás desse corpo. As diferentes densidades dos tecidos no objeto é detectada quando a placa é desenvolvida e será capaz de mostrar anormalidades que podem estar presente. No início dos anos 90, descobriu-se que utilizando-se agentes farmacêuticos de contraste, poderia ser possível ver órgãos e vasos sanguíneos (Rubin, 2017).

A história da descoberta dos raios-x começa com a condução de experimento realizado pelo professor de física Wilhelm Conrad Roentgenem Wurzburg, Alemanha em 1895. O experimento dizia respeito aos fenômenos de luz e outras emissões geradas pela descarga de uma corrente elétrica em uma alta amperagem – num tubo de vidro evacuado denominado Crookestube. Esse físico notou que um objeto do outro lado da sala começou a brilhar quando seu tubo envolto em papelão foi carregado. Este objeto, presente por mera coincidência, acabou por ser uma tela revestida de platinocianeto de bário. O fenômeno aguçou tanto o interesse de Roentgen que continuou estudando suas propriedades e características, expondo diversos materiais de densidades diferentes a fim de observar seu poder de penetração. Com auxílio de um detector fluorescente e segurando um disco de chumbo entre o tubo e a tela para testar os novos raios, Roentgen viu ossos de sua mão claramente exibidos em um contorno de carne (Geldren, 2004). Estava assim, descoberta a radiografia.

Mais tarde em 1901, Roentgen recebeu o primeiro prêmio Nobel de Física, com o qual doou o prêmio em dinheiro para a Universidade de Wurzburg, recusou-se a solicitar patentes ou reivindicações de propriedades sobre sua descoberta da “nova luz” e evitou as descrições homônimas de sua descoberta e suas aplicações. Na realidade, Roentgen enfrentou a desconfiança de cientistas que teriam detectado fenômenos de fluorescência próximos ao tubo de descarga. Contudo, ou interpretaram erroneamente aquele fato, ou não se detiveram na análise do fenômeno. Roentgen, por sua vez, dedicou-se intensamente ao estudo do mesmo.

Lima, et al. (2008) descrevem como Roentgen viu e descreveu algumas propriedades da radiação que acabara de descobrir: “Ela produziu luminescência em certos materiais fluorescentes, sensibilizava chapas fotográficas, mas em si era invisível ao olho humano, não parecia sofrer refração, nem reflexão, nem polarização. Não se tratava de luz (por ser invisível e atravessar grandes espessuras de madeira ou papel), não era igual aos raios catódicos (não sofria desvio com ímãs e tinha poder de penetração muito superior), nem aos raios ultravioleta ou infravermelho (pelo seu poder de penetração)”. Com base nessas observações, Roentgen chegou à conclusão de que se tratava de um novo tipo de raio invisível, com poder de penetração ainda desconhecido capaz de atravessar materiais opacos à luz e a outras radiações conhecidas (raios catódicos, raios ultravioleta e infravermelho).

Esse fenômeno aguçou tanto o interesse de Roentgen que continuou estudando intensamente suas propriedades e características. Expondo diversos materiais de densidades diferentes a fim de observar seu poder de penetração, e com auxílio de um detector fluorescente, fez uma importante observação: segurando um disco de chumbo com a mão na intenção de verificar o poder de penetração dos raios naquele metal, viu que, além da sombra do disco, apareceu a sombra dos ossos da sua mão. Estava assim descoberta a radiografia.

Para publicar suas observações, Roentgen passou a empregar placas fotográficas na revelação das imagens que conseguia com a exposição de objetos à radiação, em substituição ao detector fluorescente. Essas placas fotográficas possuíam nitrato de prata. Sob ação da radiação, o íon Ag^+ se reduzia a Ag^0 , clareando a parte exposta que foi atravessada e sofreu ação direta da radiação, e

mantendo escura a parte mais densa do corpo em estudo, a qual sofreu menos ação da radiação. A revelação da placa produzia um tipo de registro permanente, capaz de comprovar seus estudos. Foi utilizando esta técnica que, em 22/12/1895, produziu uma das mais famosas fotografias que caracterizam bem aquela descoberta: a imagem dos ossos da mão de sua mulher, Anna Bertha Roentgen (1839-1919), com seu anel de casamento, que é considerada a primeira radiografia da história.

Em 28/12/1895, menos de 2 meses depois de sua primeira observação, Roentgen fez o primeiro comunicado sobre os dados de suas observações sobre os raios-x. Esse foi o nome dado a eles porque não se tinha ideia da sua origem (mais tarde eles foram rebatizados como raios Roentgen).

A primeira grande questão referia-se à natureza da nova radiação. Era comum a confusão que se fazia entre raios-x e os raios catódicos. Não apenas os jornais usavam indistintamente esses dois termos, mas também alguns físicos. É importante salientar que a caracterização da natureza dos raios catódicos (feixe de partículas de carga elétrica negativa – os elétrons) foi fruto do trabalho de Joseph John Thomson, cerca de 2 anos após a descoberta dos raios-x por Roentgen. Em busca de uma explicação para tal fenômeno, diversas hipóteses foram levantadas: os raios-x eram ondas eletromagnéticas transversais de pequeno comprimento de onda, semelhantes à radiação ultravioleta; esses raios seriam ondas eletromagnéticas longitudinais (hipótese levantada pelo próprio Roentgen); a radiação x corresponderia a pulsos não periódicos de radiação eletromagnética; os raios-x eram de natureza corpuscular, formados por raios catódicos modificados (neutros). Depois de extensivos experimentos, a polêmica foi decidida favoravelmente à primeira hipótese (LIMA, et al. 2008).

Outra dificuldade se referia ao modo como eram produzidos os raios-x. Sabia-se que quando uma descarga elétrica ocorria no tubo de Crookes, a parede do tubo defrente ao catodo ficava luminescente. Era dali que os raios-x eram produzidos. Hoje, sabe-se que os raios-x são radiações eletromagnéticas de alta energia oriundas de transições eletrônicas de níveis e subníveis mais internos no átomo, podendo ser de dois tipos: por interações nucleares ou por freamento. Entendem-se como interações nucleares a captura ou a expulsão de elétrons da camada interna

pelo núcleo instável (radionuclídeo), gerando um orbital vazio que é preenchido por um elétron de camada mais externa, sendo a diferença de energia dos orbitais emitida na forma de radiação x. Os raios-x de freamento são produzidos por interações de partículas carregadas (preferencialmente elétrons) com o campo elétrico de núcleos ou com a eletrosfera de átomos de elevado número atômico”.

1.2. Os Raios-x na Saúde

A descoberta foi rotulada de milagre médico, e os raios-x logo se tornaram uma importante ferramenta de diagnóstico na medicina. Isso permitiu que os médicos vissem o interior do corpo humano pela primeira vez sem cirurgia.

Até o final do século XIX, a única forma de visualizar o interior do corpo humano era através de incisões, geralmente em cadáveres. Já o funcionamento dos órgãos e sistemas do corpo ficava por conta da imaginação. A descoberta de Roentgen, em 1895, possibilitou a realização destes estudos (anatomicosradiografia e fisiológicos-fluoroscopia). (NAVARRO, 2009).

Logo depois da descoberta dos raios-x, a importância do seu uso para o radiodiagnóstico na saúde foi percebida imediatamente como necessário. Logo após sua descoberta, diversos países da Europa, América e Ásia, já realizavam exames com e sem contraste, de cabeça, pescoço, tórax, pulmão, mediastino, coração, pâncreas, baco, rim e intestino. O governo belga, por exemplo, sugeriu em 1897, que todos os hospitais deveriam ter um equipamento de raios-x. Naquele mesmo ano, os governos da Alemanha, Inglaterra e Rússia incentivaram e disponibilizaram recursos para estudos sobre a utilização dos raios-x com fins médicos. Dois anos mais tarde, Hermann Gocht, um ortopedista e estudioso da Roentgenologia publicou *Das Lehrbuch der Roentgen-Untersuchung zum Gebrauche fuer Mediziner* (Ensino de exames radiológicos e suas aplicações na medicina), considerado o primeiro livro de radiologia diagnóstica. Por esse feito, Gocht foi nomeado o primeiro professor de radiologia numa escola de medicina, em Amsterdã. (GLASSER, 1993, ROSENBUSCH; OUDKERK; AMMANN, 1995).

Com a consequente evolução tecnológica dos equipamentos e suas aplicações na medicina ocorreram à necessidade de que os temas relativos às

radiações ionizantes fizessem parte da formação de médicos, físicos, técnicos, engenheiros, enfermeiros, profissionais da Saúde Pública e técnicos das autoridades reguladoras (NAVARRO, 2009). Nesse sentido, a Organização Mundial de Saúde (OMS) propôs um currículo mínimo sobre radiações ionizantes, a ser incluído nos cursos de pós-graduação de profissionais da área médica, bem como para os que trabalhavam com saúde pública, publicando o TRS155, ressaltando a relevância da inclusão do tema de radiações ionizantes nos cursos de graduação em medicina (OMS, 1958), devido à importância e riscos das radiações ionizantes para a saúde. Nesse mesmo sentido, foi publicada, dez anos depois, a base de referência para a formação dos profissionais de física médica (OMS, 1968).

Os currículos propostos pela OMS abrangiam: conteúdos de física aplicada, efeitos biológicos das radiações, quantidades e medidas radiológicas, radioproteção e aplicações médicas das radiações ionizantes. Navarro, (2009) comenta que o radiodiagnóstico não deve ser tratado como uma caixa de ferramentas em que todas as ferramentas são retiradas, aleatoriamente, e utilizadas por tentativa e erro.

Em 1987, os raios-x foram usados pela primeira vez em um campo de batalha militar, durante a Guerra dos Balcãs, para encontrar balas e ossos quebrados dentro de pacientes.

Enquanto os cientistas foram rápidos em perceber os benefícios dos raios-x, eles demoraram mais para compreender os efeitos nocivos da radiação. Inicialmente, acreditava-se que os raios-x passavam pela carne de forma tão inofensiva quanto a luz. Dentro de vários anos, no entanto, os pesquisadores começaram a relatar casos de queimaduras e danos à pele após a exposição aos raios-x.

Em 1904, o assistente de Thomas Edson, Clarence Dally, que havia trabalhado extensivamente com raios-x, morreu de câncer de pele. A morte de Dally fez com que alguns cientistas comesçassem a levar mais a sério os riscos da radiação.

Durante as décadas de 1930, 40 e 50, muitas lojas de calçados americanas apresentavam fluoroscópios para ajuste de sapatos que usavam raios-x para permitir que os clientes vissem os ossos dos pés. Foi no final da década de 1950 que essa prática foi determinada a colocar em risco aqueles que a utilizavam. Isso

levou os técnicos de raios-x e os pacientes a começarem a se proteger com coletes de chumbo ou outras coberturas durante o tratamento com raios-x, (Rubin, 2017).

Os raios-x são leves, como qualquer outra luz, mas não estão no espectro visível. E suas propriedades significavam que os primeiros raios-x eram muito prejudiciais ao corpo das pessoas. Quase duas semanas após a descoberta de Roentgen, um dentista usou-se como cobaia e fez a primeira radiografia dentária, escreveu K. Sansare, V. Khanna e F. Karjodkar no jornal *Dento Maxillo Facial Radiology*. A exposição durou 25 minutos, o que ele mais tarde descreveu como tortura, embora não tenha entrado em detalhes. Mas ele continuou a fazer experiências com radiação em seus pacientes, não em si mesmo.

Um estudo de 2011 de uma das primeiras máquinas de raios-x descobriu que seu uso exporia a pele a 1.500 vez a quantidade de radiação presente em um raios-x moderno (Eschener, 2016).

1.3. Riscos à saúde

As transformações vividas pela humanidade, produziram e incorporaram ao seu modo de vida as mais diversas tecnologias, sendo, portanto, cada vez mais as fontes de perigo associadas às práticas humanas. Na sociedade atual, é difícil separar os perigos produzidos pelo homem dos perigos “naturais” (BECK, 2003). Vale ressaltar que probabilidade e risco são conceitos distintos para a maioria das disciplinas. Enquanto a probabilidade é definida, matematicamente, como a possibilidade ou chance de um determinado evento ocorrer, sendo representada por um número entre 0 e 1, o risco está associado à possibilidade de ocorrência de um evento indesejado e sua severidade, não podendo ser representado apenas por um número, (GELMAN; NOLAN, 2004; TRIOLA, 2005).

O risco, entretanto, deve ser entendido como uma elaboração teórica, que é construída, historicamente, com o objetivo de mediar a relação do homem com os perigos, visando minimizar os prejuízos e maximizar os benefícios. Assim, não é uma grandeza que está na natureza para ser medida e tão pouco não é independente do observador e de seus interesses.

Os riscos têm um papel de tamanha importância que a sociedade industrial evoluiu para a “Sociedade do Risco”, em que as lutas sócio-político-econômicas passam a ter como objeto os bens e os males produzidos pela sociedade, organizados e distribuídos pelo Estado (BECK, 1992, 2003). Assim, o risco ganha mais força política de mobilização do que as desigualdades associadas às classes, raças e gêneros. Por outro lado, conforme Hood, Rothstein e Baldwin (2004), em consequência das privatizações e da redução, cada vez maior, do Estado, enquanto agente empregador produtivo, a contemporaneidade tem se caracterizado como uma “Sociedade de Risco” e um “Estado Regulador”, responsável apenas pelo controle, circulação e distribuição dos riscos na sociedade.

1.4. A Radiografia

A radiografia é uma importante ferramenta utilizada em diagnósticos na área da saúde. Todavia, no processamento radiográfico são gerados efluentes (revelador, fixador e água de lavagem de filmes radiográficos) que podem causar problemas ambientais em função dos compostos orgânicos e inorgânicos que possuem e que são tóxicos ao ambiente, quando descartados inadequadamente (PEREIRA, 2013). De acordo com a Resolução nº 358/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os efluentes de processadores de imagem são considerados do grupo B, por apresentarem substâncias químicas que podem causar risco à saúde pública ou ao ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

O filme radiográfico é composto por plástico transparente de acetato de celulose que serve para dar suporte à emulsão. Esta emulsão é a parte principal do filme e consiste de uma mistura homogênea de gelatina e sais que são os grãos de prata (OLIVEIRA, 2011). A prata é um elemento de ocorrência natural, que é muito empregado em indústrias de fotografia e imagem, bem como em eletroeletrônicos de um modo geral. Essa acentuada utilização implica na descarga desse metal para o ambiente, o que por sua vez, representa risco para organismos aquáticos e terrestres (PURCELL, 1998). Essa preocupação se justifica pelo seu reconhecido potencial tóxico quando despejada sem critérios no ambiente. Metais pesados, como

é o caso da prata, possuem efeito acumulativo no organismo e causam problemas renais, motores e neurológicos (GORSUCH, 1998).

Na reciclagem do filme radiográfico a prata é reaproveitada e os filmes plásticos são transformados em embalagens para presentes e caixas. As microempresas de embalagens são as mais beneficiadas nesse processo, que oferece o produto reciclado de qualidade a preços bastante acessíveis. Um simples exame que poderia ficar guardado por anos e ter um destino incorreto é um exemplo de material 100% reaproveitado (PEREIRA, 2013).

Quando fótons de raios X atingem os cristais halogenados de prata presentes na emulsão do filme radiográfico, provocam a ionização destes cristais, formando a chamada “imagem latente”. Esta imagem é invisível; logo, é necessário que seja realizado um tratamento químico previamente ionizado para que haja a formação de uma imagem visível, permanente e de qualidade. Esta é a função do processamento radiográfico, portanto é lógico que a qualidade final da radiografia é dependente da execução criteriosa deste procedimento.

1.5. A Física dos Raios X

Os raios X são radiações da mesma natureza da radiação gama e apresentam características semelhantes. Só diferencia-se da radiação gama pela origem, uma vez que os raios X não são emitidos do núcleo do átomo (OLIVEIRA, 2011).

“Os raios X na faixa utilizados em radiodiagnóstico são produzidos quando elétrons acelerados a altíssimas velocidades atingem um alvo metálico a prata e têm sua energia cinética transformada em radiação eletromagnética ionizante. Essa radiação apresenta um componente de distribuição de energia contínua em função da desaceleração brusca das partículas carregadas, chamada de *bremstrahlung* e também um componente de energia discreta em função de uma reorganização das camadas eletrônicas dos átomos do material do alvo, chamada raios X característicos”, (PEREIRA, 2013).

1.6. Composição e Etapas do Filme Radiográfico

O filme radiográfico é composto basicamente por quatro camadas: 1-Base plástica composta de acetato de celulose claro e transparente atuando como suporte para a emulsão; 2-Camada de adesivo fina responsável em fixar a emulsão na base; 3-Emulsão composta de cristas de halogenado de prata, que ficam em uma matriz de gelatina. Fica em ambos os lados, e depois de atingidos pelos raios ficam sensibilizados e são reduzidos à prata negra metálica, onde ocorre a formação da imagem e a 4-camada que protege a emulsão de acidentes mecânicos e é feito de gelatina transparente (ALVARES, et. al. 1967).

A revelação dos raios x é uma reação química que reage por três características físicas: tempo, temperatura e concentração. As etapas básicas na obtenção da imagem são: Formação da imagem latente, revelação e fixação da imagem. Revelação: é o começo da reação química aos haletos de prata da emulsão onde a imagem oculta é convertida em imagem visível pela ação química do revelador através de uma reação de oxirredução, leva cerca de 5 minutos. Fixação: remove os haletos de prata da emulsão, esta etapa serve para neutralizar, clarear, preservar e endurecer, leva cerca de 15 minutos. Lavagem: realiza-se a remoção do fixador da emulsão, ocorre no tempo de 20 minutos. Secagem: Última etapa em que se remove a água e prepara o filme radiográfico para o uso (ALVARES, et. al. 1967).

1.7. Evolução tecnológica do radiodiagnóstico

Os primeiros equipamentos empregados para a realização de radiografia e fluoroscopia eram semelhantes aos utilizados por Roentgen: produziam raios-x através de um tubo de raios catódicos que não tinha sido projetado para este fim. Por isso, não tinham estabilidade nem reprodutibilidade, muito menos qualquer tipo de proteção ou direcionamento dos raios-x que eram produzidos. (GLASSER, 1993, ROENBUSCH; OUDKERK; AMMANN, 1995). Assim, para a consolidação do radiodiagnóstico na medicina, era necessário o desenvolvimento de equipamentos e técnicas que possibilitassem a padronização e reprodução dos exames, conhecendo

e controlando parâmetros como tensão do tubo, corrente aplicada, tempo de exposição e distância tubo-paciente (NAVARRO, 2009). Em 1907, Kienböck publicou o primeiro estudo propondo uma classificação qualitativa dos raios-x, com relação à sua penetrabilidade no tecido humano, ou seja, com relação à qualidade do feixe de raios-x (AMMANN; KUTSCHERA, 1997). A qualidade do feixe de raios-x é de fundamental importância para o contraste radiográfico, principal item da visualização da imagem. Quanto mais denso ou mais espesso é o local a ser radiografado, maior deverá ser a qualidade do feixe a ser utilizado (NAVARRO, 2009).

O primeiro aparelho de raios-X com um gerador monofásico e retificação de onda completa foi produzido pela Siemens-Reiniger em 1904, possibilitando a produção de maior quantidade de raios-x e a consequente redução dos tempos de exames, (ROSENBUSCH; OUDKERK; AMMANN, 1995). Quanto menor o tempo do exame, melhor a qualidade da radiografia, pois diminui a possibilidade de movimentos voluntários ou involuntários, do paciente, que provocam manchas nas imagens. Contudo, foram necessários mais sete anos para que fosse idealizado o tubo de alto vácuo com focalização de feixe, semelhante aos tubos modernos, possibilitando um grande avanço na qualidade e reprodutibilidade dos feixes de raios-x. (AMMANN; KUTSCHERA, 1997).

Outros dois importantes componentes no processo de formação da imagem são os colimadores e a grade antidifusora. A colimação do feixe de raios-X possibilita a identificação e limitação da radiação na área de interesse radiográfico, reduzindo a área irradiada e a radiação espalhada, enquanto a grade antidifusora reduz a radiação espalhada que chega ao receptor de imagem. Quanto menor for a radiação espalhada, melhor será a qualidade da imagem. Entre 1903 e 1908, foram desenvolvidos os colimadores (cônicos, cilíndricos e reguláveis) e a luz de campo, respectivamente. O colimador regulável com a luz de campo possibilita a visualização e limitação da área que será irradiada, em quaisquer distâncias. O sistema de colimação regulável passou a ter a luz de campo acoplada em 1938. A grade antidifusora, desenvolvida pelo radiologista Gustav Bucky, em 1912, passou a ser comercializada em 1921, pela General Electric – GE. (AMMANN; KUTSCHERA, 1997, ROSENBUSCH; OUDKERK; AMMANN, 1995). Também voltados para a qualidade da imagem, em 1904, foram desenvolvidos os primeiros (phantoms), que

são simuladores de partes do corpo humano utilizados para testar a qualidade da imagem, evitando as exposições humanas.

Em 1907, foram produzidos comercialmente, os primeiros negatoscópios com persianas que ajustavam a área luminosa do negatoscópio ao tamanho do filme radiográfico a ser avaliado, o que possibilitava uma melhor visualização das imagens radiográficas. Sem o sistema, caso o filme avaliado seja menor que o tamanho do negatoscópio, a área não coberta pelo filme emite luz diretamente nos olhos do observador e dificulta a visualização de baixo contraste nos filmes. (MOULD, 1995).

Todas essas tecnologias possibilitaram a melhoria da qualidade da imagem e a realização de novos exames. O uso de colimadores e grade antidifusora é um bom exemplo, pois eram utilizados visando à redução da radiação espalhada no paciente e a melhoria da qualidade da imagem, em equipamentos sem nenhuma proteção da ampola, que emitia radiação em todas as direções (NAVARRO, 2009).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral.

- Conhecer o gerenciamento dos resíduos oriundos do processamento radiográfico nos hospitais Jofre Cohen e Padre Colombo da cidade de Parintins-AM

2.2. Objetivos Específicos

- Descrever o processo de descarte dos resíduos químicos;
- Conhecer o entendimento dos profissionais em relação às normativas que se referem o destino correto dos resíduos radiológicos;
- Sugerir a adequação do armazenamento e descarte correto dos resíduos químicos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo – Parintins-AM.

Parintins é um município brasileiro no interior do estado do Amazonas. É a segunda cidade mais populosa do estado, com 115 363 habitantes, conforme estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2020.

Localiza-se no extremo leste do estado, distante 372 quilômetros em linha reta da capital Manaus. Sua área é de 5 952 km², representando 0,3789% do estado do Amazonas, 0,1545% da região Norte brasileiro e 0,0701% do território brasileiro. Desse total 12,4235 km² estão em perímetro urbano.

As primeiras viagens exploratórias da Coroa Portuguesa em Parintins foram registradas por volta de 1660. Assim como as demais localidades da Amazônia, a região era habitada por diversas etnias indígenas, entre eles os Tupinambaranas, que deram origem ao nome da ilha em que se encontra o município, a ilha Tupinambarana. O primeiro nome recebido por Parintins foi São Miguel dos Tupinambaranas, em 1669. O nome "Parintins" só foi adotado em 1880, quando a sede passou a categoria de cidade, em homenagem aos povos indígenas parintintins, um dos inúmeros que habitavam a região.

O município é conhecido mundialmente por sediar o Festival Folclórico de Parintins, considerado Patrimônio Cultural do Brasil pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Localiza-se à margem direita do rio Amazonas. A vegetação, típica da região amazônica, é formada por florestas de várzea e de terra firme, tendo, ao seu redor, um relevo composto por lagos, ilhotes e uma pequena serra. A principal forma de transporte entre Parintins e os demais municípios é o fluvial, além do aéreo.

4.2. Hospital Padre Colombo.

São 43 anos de história e dedicação que o Hospital Padre Colombo oferece a seus pacientes cuidados e serviços médicos em benefício da saúde. O Hospital Padre Colombo, razão social saúde de urgência e emergência, está situado na

cidade de Parintins-AM, foi inaugurado pela Diocese de Parintins, no dia 04 de setembro de 1976, às 16h 40min, sendo inaugurado pelo então Secretário de Saúde do Amazonas, Dr. Carlos Telles Borborema, representante do Governo Estadual, com a presença do bispo Dom Arcângelo Cerqua, Dr. Romualdo de Castro Corrêa e demais convidados.

Sendo que, as portas para o atendimento à comunidade só foram abertas no dia 06 de setembro de 1976, com serviços médicos hospitalares, de ambulatório, pronto-socorro e maternidade. Atualmente, o Hospital Padre Colombo, de natureza institucional filantrópica, assina contrato com a Prefeitura Municipal de Parintins, a fim de integrar-se ao SUS, conta com um quadro de funcionários diversificado, dentre eles o Assistente Social, tendo como público-alvo os usuários do SUS.

Seu endereço é na Rua Oneldes Martins, 3515, Bairro de São José.

4.3. Hospital Jofre Cohen.

O Hospital da Fundação de Secretaria Estadual de Saúde Pública (SESP) é atualmente, denominado Hospital Regional Dr. Jofre de Matos Cohen.

Foi inaugurado no dia 28 de junho de 2003, com a ilustre presença do Presidente da República Luiz Inácio Lula da Silva, e do Governador do Estado do Amazonas, Carlos Eduardo de Souza Braga. É um hospital geral de urgência e emergência, de média complexidade de 80 leitos, com as seguintes especialidades: Obstetrícia; Pediatria; Médica e Cirurgia Geral. Possuem em seu quadro funcional 252 servidores.

Fica localizado na Rua Herbert Azevêdo nº 985, no Bairro de Santa Clara.

4.4. Levantamento de dados.

Para a obtenção dos dados, utilizou-se de questionários aplicados durante visitas realizadas nos dois hospitais objetos do presente projeto. Buscou-se conhecer o funcionamento, manipulação e armazenamento dos produtos químicos utilizados na processadora automática de revelação de filmes radiológicos pelos profissionais do setor de radiologia.

Essa visita visou conhecer também a maneira como são tratados os resíduos gerados pelo setor de radiologia, e com isso foi necessário investigar com a gerência dos hospitais a planta da construção de cada hospital para averiguar onde são despejados os rejeitos do material radiológico, mais não foi possível adquirir este material. A necessidade de ter esta informação era de suma relevância, pois não se pode afirmar a maneira como são lançados ao meio ambiente este tipo de rejeito químico e que impactos podem estar causando ao solo e ao rio, especificamente do Hospital Regional Dr. Jofre Cohen que está localizado às margens do Rio Amazonas.

4.5. Elaboração e aplicação do questionário

As visitas ensejaram conversas com os profissionais e aplicação de questionário com o intuito de conhecer o entendimento de cada profissional do setor radiológico em relação ao armazenamento, descarte dos resíduos químicos e sobre o que a CONAMA rege sobre o descarte desses resíduos. O questionário foi aplicado inicialmente de maneira presencial e por consequência da pandemia do novo Corona-vírus houve a necessidade de finalizar o levantamento de dados através de contato telefônico.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Profissionais Envolvidos

Os profissionais envolvidos nesse trabalho foram os Técnicos em Radiologia que atuam no Hospital Padre Colombo e Hospital Jofre Cohen, no total de 15.

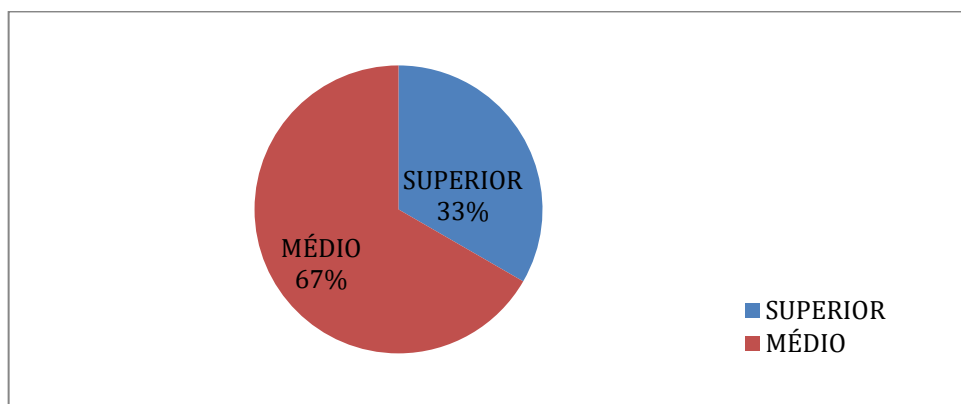
De acordo com o levantamento de dados coletados durante o presente trabalho observou-se que todos os profissionais desconheciam o descarte dos rejeitos radiológicos. Na ocasião foi levantado um questionamento pertinente que mostrasse qual o conhecimento dos entrevistados das normas que regem os resíduos químicos produzidos no setor radiológico dentro dos hospitais. Foi

perguntado aos entrevistados se conheciam o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), onde maioria disse desconhecer o que significa ou só ouviram falar.

5.2. Nível de Escolaridade

A escolaridade dos entrevistados dos dois hospitais varia entre nível médio e superior, dos quais a maioria possui nível médio e percentual menor, possuem nível superior.

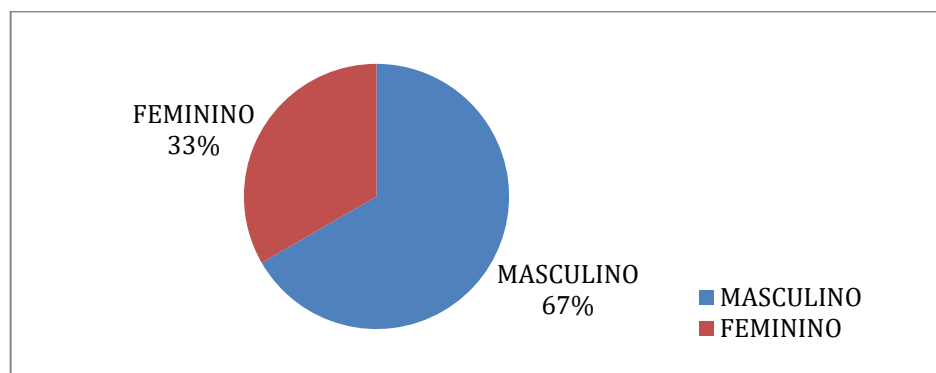
Figura 01: Escolaridade dos Técnicos em Radiologia.



5.3. Sexo dos Profissionais do Setor de Radiologia

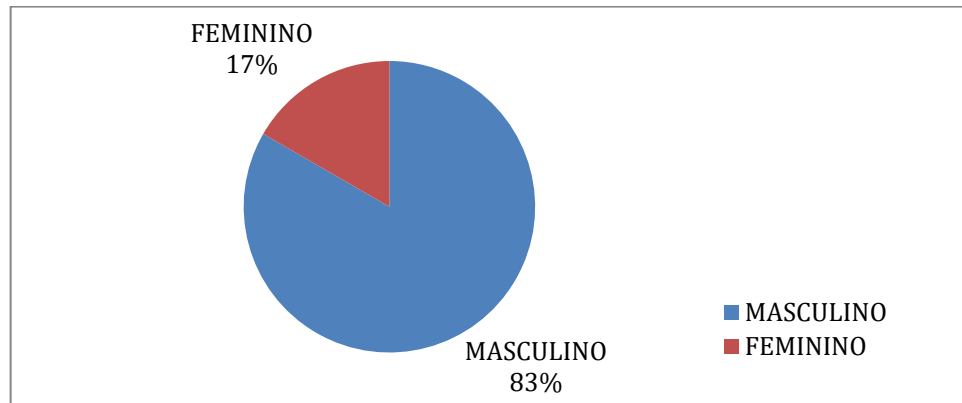
O Hospital Regional Dr. Jofre de Matos Cohen (HJC) concentra o maior número de profissionais que trabalham no setor de Radiologia (10), dentre os quais 67% são do sexo masculino (67%) e (33%) são do sexo feminino.

Figura 2: Sexo dos entrevistados do HJC.



Por outro lado o Hospital Pe. Colombo (HPC) concentra o menor número de profissionais que trabalham no setor radiológico, sendo 5 do sexo masculino (83%) e 1 do sexo feminino (17%).

Figura 03: Sexo dos entrevistados do HPC.



5.4. Tipos de aparelhos utilizados nos hospitais

Nas unidades hospitalares de Parintins, encontramos dois tipos de processamentos radiológicos, há o convencional e o digital indireto (CR).

Na Radiologia Convencional, as imagens dos exames são registradas por meio de um filme, que, em contato com os líquidos processadores fazem a “revelação” da imagem, parecido com o processo de revelação das fotos analógicas.

Por outro lado, a Radiologia Digital, o exame conta com mais tecnologia em resolução e Sistema de Comunicação e Arquivamento de imagens, o que agiliza a realização do exame, permite alterações como ajustes de contrastes, além de fazer o armazenamento das imagens coletadas. A dinâmica do exame com o paciente segue o mesmo princípio da forma convencional, sendo as principais diferenças na captura e processamento das imagens, que na radiografia digital são feitos em uma placa de circuitos sensíveis à radiação, gerando assim uma imagem digital que é enviada ao computador.

As principais vantagens da radiografia digital:

Agilidade: se uma radiografia convencional podia levar minutos para ficar pronta, no exame digital as informações são capturadas e armazenadas em questão

de segundos, estando mais rapidamente disponível para a interpretação do médico radiologista.

Resultados mais precisos: nos raios-x convencional era necessária uma quantidade exata de radiação. Se ela fosse maior ou menor do que o indicado o resultado poderia ser o de imagens muito ou pouco penetradas, dificultando a identificação das lesões. Além disso, o próprio processo de revelação das imagens poderia interferir no resultado, obrigando o paciente a ser submetido a um novo exame. Com a tecnologia digital, ajustes na imagem podem ser feitos no pós-processamento, sem a necessidade de repetir o exame e diminuindo conseqüentemente à radiação para o paciente.

Menos danos ao meio-ambiente: sem o processo de revelação do filme, a radiografia digital evita a utilização de substâncias tóxicas que poluem o meio-ambiente. O próprio descarte do filme dos raios-X convencional também contribui para a geração de lixo. O armazenamento digital também se mostra como uma vantagem neste quesito, já que não há necessidade de grandes arquivos, de papel e filmes para guardar os exames impressos.

Armazenamento das informações: além de evitar o consumo de papel, as informações levantadas em exames de radiografia digital ficam armazenadas, facilitando a criação do histórico do paciente, a comparação de imagens e o acesso aos laudos por parte do médico e do paciente.

No Hospital Pe. Colombo é utilizado apenas o aparelho radiológico Convencional, o qual é empregado para revelação das imagens, produtos químicos.

Figura 04: Aparelho Radiológico Convencional.



Já o Hospital Jofre Cohen utiliza tanto o aparelho radiológico Convencional quanto o Digital, este por sua vez quando utilizado para revelação das imagens

radiológicas não necessita do emprego de líquidos reveladores, como mencionado anteriormente.

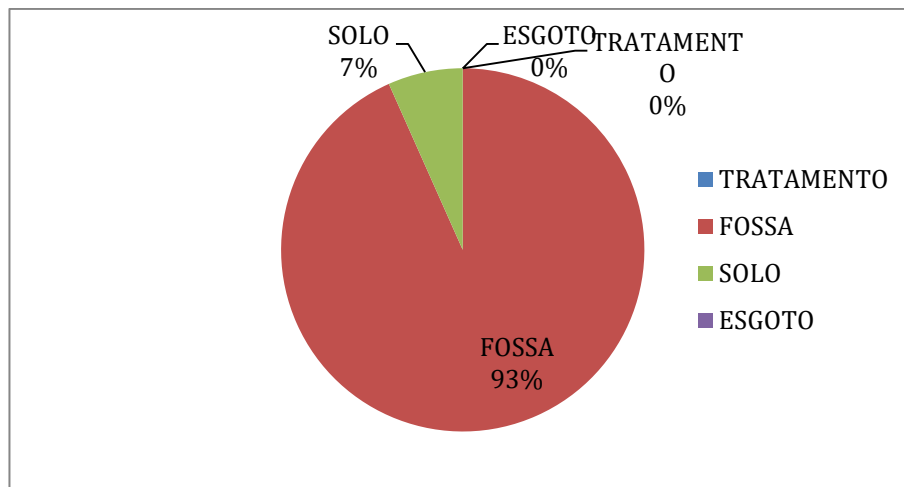
Figura 05: Aparelho Radiológico Convencional.



Figura 06: Sistema da Radiologia Digital



De acordo com os dados levantados nos dois hospitais, foi possível analisar qual a real situação dos resíduos radiológicos de cada hospital. No levantamento foi feito o seguinte questionamento: “Após o uso, o que é realizado o descarte das soluções”? A resposta de 93% dos entrevistados apontou que os resíduos são descartados diretamente para a fossa séptica, quanto para os 7% dos entrevistados apontaram que o destino dessas soluções seria o solo, (Figura 07).

Figura 07: Destino das Soluções Químicas.

Sendo assim, os dados obtidos nesta pesquisa não estão de acordo com as leis ambientais. De acordo com a RCD nº 306/04 da Anvisa, as soluções fixadoras em processos de radiologia, devem ser submetidas a processos de recuperação da prata ou então, embaladas e identificadas em frascos de até dois litros, resistentes, rígidos e estanques com tampa rosqueada e vedante. Os frascos devem ser identificados conforme a NBR 7500 e encaminhados a aterros sanitários industriais (ANVISA, 2004; CONAMA 2005). Neste contexto, foi possível averiguar que os dois hospitais não tratam os resíduos químicos da maneira correta. Também é importante destacar que o município não tem condições de armazenar este tipo de resíduo, pois não possui um aterro sanitário.

5.5. Plano Diretor Hospitalar (PDH).

Nos Hospitais há a necessidade de planejamento com vistas a otimização de recursos, redução de custos e qualidade na prestação de serviços. A partir dessa necessidade, as instituições hospitalares precisam de um mecanismo que as direcionem e organize, aí é que se faz essencial um Plano Diretor Hospitalar.

O PDH será o norteador de evoluções, sejam elas tecnológicas, de capacitação profissional, configuração espaciais, descrevendo a metodologia para sua implementação. Está inserida também nesses contextos do PDH a forma adequada de se fazer os descartes dos resíduos produzidos nas unidades

hospitalares, sejam eles líquidos, sólidos, químicos, perfuro cortantes e entre outros, todos obedecendo as Leis e Resoluções vigentes no Brasil.

Os Hospitais frutos desse estudo não apresentam uma gestão voltada para o meio ambiente que seja capaz de satisfazer as leis ambientais que regem no país.

Não há nenhum tratamento ou armazenamento dos efluentes gerados pelo processamento radiológico. Observando as tubulações hidráulicas foi possível constatar que tanto o revelador, fixador e a água de lavagem não recebem nenhum tratamento antes de ser despejados. De acordo com a Resolução nº358/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os efluentes gerados pelo processamento das radiografias se encaixam no grupo B (resíduos químicos), pois contém substâncias tóxicas que causam risco ao meio ambiente e para a saúde da população.

Julga-se necessário uma melhor gestão hospitalar por parte dos governos estaduais e municipais. Que a saúde publica seja tratada com respeito e que principalmente haja uma preocupação com o meio ambiente. E que se instale de imediato o Plano Diretor nos hospitais, para que os impactos ambientais que vem sendo causados há anos sejam mitigados.

5.6. Danos que podem causar a População e ao Meio Ambiente.

Os efluentes gerados no processamento radiológico apresentam diversas substâncias químicas altamente tóxicas, com isso, seu descarte no meio ambiente é proibido antes de passar pelo tratamento de recuperação aos níveis ideais estabelecidos pelos órgãos reguladores. Essas substâncias são de composição orgânica e inorgânica, nessa, a principal e mais perigosa encontra-se a prata, que necessita ser recuperada dos efluentes antes de serem despejados na rede de esgoto. A composição do Revelador e Fixador, substâncias empregadas no processo de revelação das imagens é a base de alta concentração de prata, hidroquina, quinona, tiosulfato de sódio, sulfito de sódio, ácido bórico, cianeto, cloreto, ferro, fósforo total, nitrogênio total e sulfito. Esses componentes não são biodegradáveis, ou seja, a natureza não consegue degradá-los, sendo imprescindível passarem por um tratamento de recuperação.

Essa preocupação é justificada, no caso da prata no meio ambiente, ela possui um efeito inibidor da vida no ambiente e no organismo ela tem um efeito acumulativo, chegando a causar problemas renais, motores e neurológicos.

5.7. O quê está sendo empregado em outros lugares.

Para mitigar o impacto causado pelo efluente radiológico, os setores que trabalham com o serviço de radiologia, alguns estão contratando empresas especializadas para o recolhimento e tratamentos desses resíduos. Outros estão partindo para a “Evolução Radiológica”, que é a digitalização das imagens radiográficas, descartando o emprego da processadora automática que utiliza os componentes químicos e passando a utilizar a impressora a laser para a revelação das imagens, eliminando assim, a geração de efluentes.

No Hospital Jofre Cohen já está sendo utilizados os Raios-x Digital e aos poucos estão deixando de utilizar os Raios-x Convencional.

CONCLUSÃO

Este trabalho buscou conhecer a real situação dos resíduos químicos gerados dentro do setor de radiologia nos hospitais de Parintins. Os dados obtidos demonstraram que não há uma preocupação com o descarte das soluções químicas oriundas do processamento das imagens radiológicas.

O não cumprimento da Resolução do CONAMA é fruto da pobreza de conhecimento sobre o gerenciamento dos resíduos radiológicos e pela falta da implantação do Plano Diretor nas Unidades Hospitalares da cidade de Parintins.

Os dados colhidos nesse trabalho apontam para um descaso com o meio ambiente, pois não há informações concretas por parte da administração dos hospitais e muito menos pelo poder público, principalmente ao que diz respeito a planta baixa dos prédios, a qual essa daria uma orientação concreta para onde é destinada as soluções desprezadas.

Ressalta-se ainda que há poucos trabalhos publicados quanto ao setor de radiologia. Os trabalhos são mais voltados para a área odontológica, principalmente para os consultórios privados, pois a fiscalização dos órgãos competentes é mais frequente.

REFERÊNCIAS

ALVARES, Luiz Casati; FREITAS, Aguinaldo. As quantidades de brometo de potássio em alguns reveladores radiográficos e suas influências no filme periapical. **Revista da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 271-274, 1967.

AMMANN, E.; KUTSCHERA, W. X-Ray tubes: contínuos innovate technology. *The British Journal of Radiology*, v. 70, S1-S9, 1997.

BECK, U. Risk Society. London: Sage, 1992.

BECK, U. World Risk Society. Cambridge: Polity, 2003.

CNEN - COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. Requisitos de Segurança e Proteção Radiológica para Instalações Mínero-industriais, CNENNN-4.01, Brasília, 2005.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o tratamento térmico de resíduos. Resolução Conama Número 316, Brasília, (2002).

GLASSER, O. *Wilhelm Conrad Rontgen*. San Francisco: Norman Publishing, 1993.

Gelderen, F. van. Understanding X-Rays In: A Brief History of Radiology. Chapter 26. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2004.

GELMAN, A.; NOLAN, D. *Teaching statistic a bag of tricks*. London: OXFORD, 2004.

GORSUCH, J. W.; Klaine, S. J.; Environ. Toxicol. Chem. 1998, 17, 537

HOOD, C.; ROTHSTEIN, H.; BALDWIN, R. *The government of risk: understanding risk regulation regimes*. New York: Oxford University, 2004.

<https://www.flushinghospital.org/newsletter/history-of-medical-imaging-a-brief-overview/>. Acesso em 01.09.2020.

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0306_07_12_2004.html. Acesso em 19/11/2020.

<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5046>. Acesso em 19/11/2020.

<https://www.smithsonianmag.com/smart-news/doctors-immediately-started-using-x-ray-after-its-discovery-180961566/>. Acesso em 01.09.2020.

<https://www.ecomax-cdi.com.br/blog/saiba-qual-a-diferenca-entre-radiografia-digital-e-convencional/>. Acesso em 19/11/2020.

<https://www.pt.wikipedia.org/wiki/Parintins/>. Acesso em 27/11/2020.

<https://www.govserv.org/BR/Parintins/261165583986638/Hospital-Padre-Colombo#location/>. Acesso em 19/11/2020.

LIMA, Rodrigo da Silva; AFONSO, Júlio Carlos; PIMENTEL, Luiz Claudio Ferreira. Raios-x: fascinação, medo e ciência. Rio de Janeiro. 2009.

MOULD, R. F. *A century of x-rays and radioactivity in medicine*. Philadelphia: Institute of Physics Publishing, 1995.

NAVARRO, MVT. O radiodiagnóstico na saúde pública. In: *Risco, radiodiagnóstico e vigilância sanitária*. Salvador: EDUFBA, 2009, pp. 25-30. ISBN 978-85-232-0924-7.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. *Introduction of radiation medicine into the undergraduate medical curriculum*. Geneva, 1958a. (Technical Report Series, n. 155).

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. *Medical radiation physics*. Geneva, 1968. (Technical Report Series, n. 390).

OLIVEIRA, Luciano S. R. **A Física dos Raios X**. 2011. Disponível: em <<http://www.lucianosantarita.pro.br/fisica.html>>.

PURCELL, T. W.; Peters, J. J. *Environ. Toxicol. Chem.* V. 17, p. 539, 1998.

REVISTA ACADÊMICA. Rio de Janeiro: *Quim. Nova*, Vol. 32, No. 1, 263-270, 2009.

RESOLUÇÃO Conama nº 358, de 29 de Abril de 2005 publicada no DOU nº 84, de 4 de Maio de 2005, Seção 1, página 63-65.

ROSENBUSCH, G.; OUDKERK, M.; AMMANN, E. *Radiology in medical diagnostics: evolution of X-Ray applications 1895-1995*. Berlin: Blackwell Science. 1995.

Rubin, Andrew. *History of Medical Imaging-A Brief Overview*. April 6, 2017.

TRIOLA, M. F. *Introdução à estatística*. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

APÊNDICES

Apêndice 01

Roteiro para entrevista com o Técnico de Radiologia sobre manuseio, acondicionamento, armazenamento, tratamento e descarte de resíduos gerados de processamento radiográfico (líquidos reveladores, fixadores e água).

I. IDENTIFICAÇÃO

1. Dados sobre o hospital
 Nome: _____
 Setor: _____
2. Dados sobre o entrevistado
 Nome: _____
 Sexo: _____ Idade: _____
 Função: _____
 Tempo de serviço: _____
3. Quantos aparelhos de Raios-x há neste serviço? ().
4. De que tipo é o(s) aparelho(s) de Raios-x deste serviço?
 - A. Raios-x digital
 - B. Raios-x convencional

II. GERENCIAMENTO DE LÍQUIDOS REVELADORES, FIXADORES E ÁGUA DE LAVAGEM DE FILMES RADIOGRÁFICOS.

5. Qual a quantidade de líquido utilizado no hospital, em média, por mês?
 - A. Revelador: _____
 - B. Fixador: _____
 - C. Água: _____
6. Com que frequência é trocado as soluções químicas?
7. Após o uso, o que é feito com as soluções?
 - A. Revelador: _____
 - B. Fixador: _____
 - C. Água: _____
8. Se a resposta à pergunta 7 for tratamento, qual a empresa responsável e o local de destinação?
9. Se houver armazenamento, onde é feito?
10. Por quanto tempo costuma armazenar essas soluções?
11. Qual o tipo de recipiente em que é feito o acondicionamento das soluções?
12. Você sabe o que significa CONAMA e o que ele faz?
 - A. Sim
 - B. Não