UNILEÃO
CENTRO UNIVERSITÁRIO LEÃO SAMPAIO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOMEDICINA

FRANCISCO ERIVAN DE SOUZA JUNIOR SEVERO

**ALTERAÇÕES HEMATOLÓGICAS DECORRENTES DA EXPOSIÇÃO
OCUPACIONAL AS RADIAÇÕES IONIZANTES:
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Juazeiro do Norte – Ceará
2020

FRANCISCO ERIVAN DE SOUZA JUNIOR SEVERO

**ALTERAÇÕES HEMATOLÓGICAS DECORRENTES DA EXPOSIÇÃO
OCUPACIONAL AS RADIAÇÕES IONIZANTES:
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso – Artigo científico, apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Biomedicina do Centro Universitário Leão Sampaio, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de bacharel em Biomedicina.

Orientadora: Profa. Ma. Amanda Karine de Sousa.

Juazeiro do Norte, Ceará
2020

FRANCISCO ERIVAN DE SOUZA JUNIOR SEVERO

**ALTERAÇÕES HEMATOLÓGICAS DECORRENTES DA EXPOSIÇÃO
OCUPACIONAL AS RADIAÇÕES IONIZANTES:
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso – Artigo científico, apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Biomedicina do Centro Universitário Leão Sampaio, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de bacharel em Biomedicina.

Orientadora: Profa. Ma. Amanda Karine De Sousa.

Data de aprovação: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Ma. Amanda Karine de Sousa
Orientadora

Prof^a Esp. Fabrina de Moura Alves Correia
Examinador 1

Prof^a Ma. Helenicy Nogueira Holanda Veras
Examinador 2

*Dedico esse trabalho aos meus pais
que tanto me apoiam, aos meus
irmãos e as sobrinhas.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, causa primária de todas as coisas e autor de toda a ciência e sabedoria. Agradeço por toda luz que emanou dele nesses dias difíceis e por se ter feito presente até agora. Agradeço por paz e amor proveniente da espiritualidade superior.

Agradeço aos meu pais, Nilda Severo e Francisco Erivan, por estarem sempre ao meu lado e me darem forças para continuar. Sou grato por todos os conselhos puxões de orelha que ajudaram a construir o meu caráter e os meus princípios. Gratidão aos meus irmãos Eriglayse e Everson, por sempre torcerem por mim.

Sou grato a todos os meus amigos que me ajudaram no meu TCC, seja com ideias ou correções, Anderson Firmino, Rafaela Leandro, Nanthielly, Luiziana Felix, Saniele e Ana Beatriz. A esses, minha eterna gratidão por tudo que fizeram, disseram e por todo apoio. Também sou grato aos demais amigos e colegas que estiveram presentes até aqui. A minha amiga de longa data, Barbara Almeida, que para mim é um exemplo de esforço, dedicação e inteligência.

Minha gratidão a todos os professores do curso de Biomedicina da UNILEÃO que dividiram seu conhecimento comigo e com os demais alunos. As técnicas de laboratório, que me ajudaram nos momentos de estudo das práticas ou que me socorreram na execução dos meus trabalhos.

Um agradecimento especial a minha digníssima orientadora, Amanda Karine, que em meio aos seus muitos afazeres encontrou tempo para me orientar. Sou grato por cada cobrança feita e por toda paciência exercida.

ALTERAÇÕES HEMATOLÓGICAS DECORRENTES DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AS RADIAÇÕES IONIZANTES: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Francisco Erivan de Souza Junior Severo¹; Amanda Karine de Sousa²

RESUMO

O presente estudo visa detalhar informações das radiações ionizantes e descrever como as mesmas geram impactos à saúde dos profissionais de radiologia. Para compor a presente revisão de literatura foram pesquisados artigos relacionados ao tema em bases de dados eletrônicos como PUBMED, Scielo, LILACS, repositórios e bibliotecas institucionais e revistas científicas eletrônicas. Foram usados artigos em espanhol, inglês e português. As radiações ionizantes são amplamente utilizadas na área da saúde como forma de diagnóstico e tratamento das mais diversas patologias. Porém, esse tipo de radiação traz ricos potenciais a saúde dos que se expõe por conta do seu potencial de se acumular no organismo e dessa forma gerar danos após anos de exposição. A mesma interage com os tecidos gerando radicais livres e tem a capacidade de produzir mudanças significativas no organismo. Por conta dos riscos decorrentes a exposição se fez necessário que órgãos reguladores formulassem leis que regulem seu uso e que protejam os que a ela se expõem. O programa de saúde ocupacional, por meio do hemograma, exame periódico utilizado para avaliar a saúde dos profissionais radiologistas, busca rastrear possíveis alterações hematológicas decorrentes da exposição às fontes emissoras de radiação. Mesmo sendo um exame de triagem, o hemograma é uma ferramenta importante no rastreamento de diversas patologias, já que o mesmo reflete o estado geral do paciente no momento da coleta. Os efeitos das radiações são perceptíveis no sangue quando há exposição por longos períodos de tempo ou quando há exposição a doses acima das doses recomendadas.

Palavras-chave: Hemograma Completo. Radiação Ionizante. Radiologia.

HEMATOLOGICAL CHANGES ARISING FROM OCCUPATIONAL EXPOSURE TO IONIZING RADIATIONS: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

The present study aims to examine information on ionizing radiation and describe how the same impacts generate the health of radiology professionals. To compose this literature review, articles related to the topic were searched in electronic databases such as PUBMED, Scielo, LILACS, institutional repositories and libraries and electronic scientific journals. Articles in Spanish, English and Portuguese were used. Ionizing radiation is widely used in the health field as a means of diagnosis and treatment of the most diverse pathologies. However, this type of radiation brings rich potential to the health of those exposed to it because of its potential to accumulate in the body and thus generates damage after years of exposure. The same interface with tissues generating free radicals and has a capacity to produce relevant changes in the body. Due to the risks caused by the exposure, it was necessary for the regulatory agencies to formulate laws to regulate its use and to protect those exposed to it. The occupational health program,

1-Discendente do curso de Biomedicina, fjuniorsevero@gmail.com, Centro Universitário Dr. Leão Sampaio - UNILEÃO

2-Docente do curso de Biomedicina, amandakarine@leaosampaio.edu.br, Centro Universitário Dr. Leão Sampaio - UNILEÃO

through the blood count, a periodic examination used to assess the health of radiologists, seeks to track possible hematological changes resulting from exposure to radiation-emitting sources. Even though it is a screening test, the blood count is an important tool in the screening of various pathologies, since it reflects the general condition of the patient at the time of collection. The effects of radiation are noticeable in the blood when exposed for long periods of time or when exposed to doses above the recommended doses.

Keywords: Hemogram. Ionizing radiation. Radiology.

1 INTRODUÇÃO

A radiação é classificada como ionizante quando possui energia suficiente para deslocar elétrons de átomos, mudando assim sua carga. Devido a capacidade de deslocar elétrons e mudar as cargas das moléculas esse tipo de energia é capaz de fazer mudanças significativas na matéria podendo causar mudanças nas suas características físicas ou químicas (YOSHIMURA, 2009).

Apesar da ampla utilização das radiações ionizantes nas ciências da saúde como meio de diagnósticos de inúmeras patologias e como forma de tratamento para doenças como os mais diversos tipos de canceres, esse tipo de radiação oferece riscos aos que a ela se expõe. Os riscos associados a esse tipo radiação vêm da sua capacidade gerar radicais livres e de promover alterações importantes nas células, principalmente nas que apresentam maior atividade mitótica (RODRIGUES et al., 2019).

A legislação vigente prevê que tanto profissionais de saúde como os seus empregadores devem adotar medidas proteção para minimizar os possíveis danos da radiação ao organismo. Esse conjunto e normas preconiza a adoção de meios para evitar o contato prolongado com a radiação, as formas de proteção e diminuição de riscos e o acompanhamento da saúde desses profissionais por meio do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), que determina a realização periódica do hemograma como forma de diagnosticar possíveis alterações hematológicas causadas pela radiação (BRASIL 1999, 2005).

As atuais leis trabalhistas preveem que trabalhadores expostos a radiação ionizante no seu âmbito de trabalho devem realizar hemograma, exame hematológico que analisa as células sanguíneas e outros elementos do sangue de forma qualitativa e quantitativa. É determinado que esse exame seja realizado no ato da admissão, no retorno ao trabalho, na mudança dos riscos bem como de forma periódica (BRASIL, 2020).

O sangue é um tecido composto por diversos tipos de elementos que se originam a partir de células tronco pluripotentes presentes no tecido hematopoiético. Por possuir um alto grau proliferativo esse tecido apresenta uma maior sensibilidade a radiação e exposição contínua a baixas doses por longos períodos podem causar danos perceptíveis no sangue periférico (CNEN, 2005).

O hemograma é uma importante ferramenta de auxílio ao diagnóstico e acompanhamento de diversas patologias, quando associado com outros exames e com a clínica do paciente. O mesmo demonstra o estado geral do paciente no momento da coleta e é determinante no diagnóstico de anemias e anormalidades na série leucocitária (TORRELIO, 2011; SOARES et al., 2012).

O uso de equipamentos de proteção individual (E.P.I.'s) e observância as normas de radioproteção são indispensáveis para a segurança geral desses profissionais e uma importante ferramenta para evitar possíveis danos à saúde. O descumprimento ou a negligência na observação em qualquer norma de segurança incorre em riscos à saúde desses trabalhadores. Sendo assim necessária a capacitação desses profissionais, para que os mesmos tenham consciência dos riscos inerentes a desobediência as regras de segurança e para que sejam sanadas quaisquer concepções equivocadas ou errôneas no que diz respeito a proteção radiológica (BATISTA, 2017).

Diante do exposto, e tendo em vista detalhar informações sobre o tema abordado o presente estudo teve por objetivo realizar uma revisão de literatura abordando as possíveis alterações hematológicas decorrentes da exposição as radiações ionizantes por parte dos profissionais de radiologia.

O presente estudo tratou-se de uma revisão de literatura. Para a elaboração do mesmo foi utilizado como questão norteadora: “como as práticas de radioproteção impactam na saúde de trabalhadores que lidam com radiações ionizantes no âmbito ocupacional? ”.

Os artigos de escolha para a composição desse trabalho foram obtidos através de pesquisa em bases de dados eletrônicos: PUBMED, Scielo, LILACS, repositórios e bibliotecas institucionais e revistas científicas eletrônicas. Para a realização da pesquisa foram utilizadas como palavras chaves “radioproteção”, “técnicos em radiologia”, “saúde do trabalhador” e “hemograma”. Os critérios de seleção utilizados foram que os artigos tenham sido publicados entre os anos de 2008 e 2020, estejam disponíveis de forma integral nas plataformas acima citados e escritos em língua espanhola, inglesa e portuguesa. Para compor o trabalho foram analisados 65 textos publicados na forma de

artigo científico, trabalhos de conclusão de curso, teses de mestrado e manuais, sendo que desses, 13 foram utilizados para a construção desse artigo.

Para compor o presente estudo também foi analisada a legislação vigente no Brasil publicados entre os anos de 1999 a 2020, que trata tanto do uso ocupacional da radiação como a utilização e regulação da mesma por meio de órgãos relacionados a vigilância sanitária e comissões especiais de energia nuclear. Sendo utilizadas 5 textos regimentais sendo essas normas regulamentares, portarias e leis.

Todos os artigos encontrados foram analisados na íntegra. Foram excluídos os artigos que não abordavam os temas relacionados com essa pesquisa. Também foram descartados todos os textos que não estavam escritos nos idiomas acima citados. Os dados referentes aos artigos utilizados para compor esse trabalho estão detalhados na tabela 1.

2 DESENVOLVIMENTO

Tabela 1- Relação dos artigos selecionados e utilizados para composição da revisão

TITULO	AUTORES	ANO DE PUBLICAÇÃO	CONSIDERAÇÕES
Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999.	BRASIL	1999	Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária e dá outras providências.
Portaria n. 485, de 11 de novembro de 2005	BRASIL.	2005	Aprova a Norma Regulamentadora (NR-32) de Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde.
Resolução - RDC Nº 330, de 20 de dezembro de 2019.	BRASIL.	2019	estabelecer os requisitos sanitários para a organização e o funcionamento de serviços de radiologia

			diagnóstica ou intervencionista.
Portaria nº 6.734, de 9 de março de 2020. PCMSO.	BRASIL	2020	Dispõe normas relativas ao Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO).
Comissão Nacional de Energia Nuclear. Norma CNEN NN 3.01 Resolução 164/14, de março de 2020.	BRASIL	2014	estabelece os requisitos básicos de proteção radiológica das pessoas em relação à exposição à radiação ionizante.
Alteraciones producidas por radiaciones ionizantes en las células sanguíneas en el personal de Medimagen.	BUSTAMANTE, Juan Carlos Toledo.	2019	Buscou determinar possíveis alterações no hemograma e na contagem de reticulócitos de profissionais da saúde, decorrentes do uso de radiações ionizantes
Variaciones del hemograma en personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes , en los hospitales de tercer nivel .	CALA, V. L. C.	2014	Abordou as possíveis alterações hematológicas em profissionais de saúde expostos a radiações ionizantes
Exámenes Periodicos Para Personal Expuesto a Radiaciones Ionizantes En Argentina.	CASCÓN, A.	2015	Avaliou a eficácia de exames periódicos na saúde e prevenção de doenças em profissionais expostos as radiações ionizantes
O Impacto Da Exposição À Radiação Nos Exames De Imagem Para O	GUIDETTI, A. M. et al.	2016	Detalha informações acerca dos riscos das radiações a pessoas expostas em exames de imagem

Paciente: Revisão De Literatura.			
Genetic instability in lymphocytes is associated with blood plasma antioxidant levels in health care workers occupationally exposed to ionizing radiation.	KUMAR, D. et al	2016	Avaliou alterações citogenéticas em linfócitos de pessoas expostas a radiações ionizantes em seu local de trabalho
GDF-15 gene expression alterations in human lymphoblastoid cells and peripheral blood lymphocytes following exposure to ionizing radiation.	LI, S. et al.	2017.	Buscou caracterizar a dose de radiação e a expressão de determinados genes, em profissionais expostos a radiologia
Controle de riscos à saúde em radiodiagnóstico: uma perspectiva histórica.	NAVARRO, M. V. T.; LEITE, H. J. D.; ALEXANDRINO, J. da C.	2008	Avalia os riscos da exposição as radiações ionizantes a partir de uma perspectiva histórica
Efeitos biológicos das radiações ionizantes. Acidente radiológico de Goiânia.	OKUNO, E.	2013	Discorre as cerca dos efeitos da radiação ionizante em pessoas expostas a altas doses de radiação
Radiação: efeitos, riscos e benefícios.	OKUNO, E.	2018	Discorre acerca das radiações e expõe seus efeitos, riscos e benefícios
O paradoxo das radiações X.	RODRIGUES, A. P. P. et al.	2019	Aborda os efeitos da radiação ao entaerem em contato com as e a radiosensibilidade das mesmas
A compreensão do hemograma para	SILVEIRA, R. S.	2015	Aborda o hemograma de forma geral e suas

profissionais não médicos.			principias aplicações como fonte de auxílio ao diagnóstico
Radiação: efeitos e fontes.	UNSCEAR, Comitê Científico Das Nações Unidas Para Os Efeitos Da Radiação Atômica	2016	Discorre sobre as radiações ionizantes e seus principais efeitos no organismo
Física das Radiações : interação da radiação com a matéria.	YOSHIMURA, E. M.	2009	Análise da interação física das radiações ionizantes com a matéria levando em conta aspectos como a energia contida na radiação

2.1 RADIAÇÃO IONIZANTE

Radiação é a energia em movimento, produzida por fontes naturais ou não, que se propaga em ondas e em qualquer direção. A mesma pode ser classificada em não ionizante e ionizante. As radiações ionizantes possuem a capacidade de arrancar elétrons dos átomos e mudando, assim, sua carga. Essa interação promove mudanças importantes nas características químicas e físicas da matéria (OKUNO, 2018).

Este tipo de radiação age no organismo de forma direta ou indireta. Sendo a ação direta quando causam modificações nos genes, que podem causar mutações ou danos celulares que podem levar a sua destruição. A ação indireta, ocorre quando há a produção de radicais livres, formados a partir da quebra de moléculas de água. Também podem ser considerados os efeitos teciduais que são percebidos de forma imediata e ocorrem quando há uma exposição a uma dose elevada de radiação ionizante e o efeito estocástico, que ocorre a longo prazo e quando a exposição se dá ao longo do tempo e a baixas doses de radiação (OKUNO, 2013).

A radiação ionizante tem importante papel nas ciências médicas já que proporciona a obtenção de diagnósticos precisos. Porém, por têm capacidade de interação com os corpos depositando neles energia e ter potencial cumulativo pode ser nociva caso não sejam observados os critérios de radioproteção e não se leve em consideração a

sensibilidade que alguns grupos tem mais que outros (BUONOCORE et al., 2019; GUIDETTI et al., 2016).

2.2 LEGISLAÇÃO

2.2.1 Regulamentação do uso ocupacional da radiação

À medida que os riscos da radiação ionizante foram compreendidos se fez necessário a regulação estatal do uso da mesma. As primeiras iniciativas para a regulamentação da utilização da radiação ionizante se deram no âmbito ocupacional e posteriormente passou a contemplar os demais seguimentos da sociedade com o fito de evitar exposição desnecessária ou acidental a esse tipo de energia nuclear (NAVARRO et al., 2008).

A fiscalização e a regulamentação de equipamentos emissores radiação em estabelecimentos de saúde que ofereçam serviços radiológicos fica a cargo do Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério da Saúde como determina a Lei nº. 9782, de 26 de janeiro de 1999 (BRASIL, 1999).

A ANVISA por meio da Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 330, de 20 de dezembro de 2019 regulamenta o funcionamento de estabelecimentos que oferecem os serviços de radiodiagnóstico estabelecendo requisitos sanitários. A RDC também dispõe sobre regulação da exposição ocupacional à radiologia e do público como um todo (BRASIL, 2019).

O Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) através da portaria 485/2011 na NR (Norma Regulamentar) 32 no item 32.4.3 estabelece a postura a ser adotada pelos trabalhadores que lidam com a radiação ionizante no seu ambiente trabalho, tais como: uso de equipamentos de proteção individual (E.P.I.'s), permanência mínima nas áreas onde houver a fonte emissora de radiação ionizante, ter conhecimento mínimo dos riscos relativos a radiação e estar sobre monitoramento individual das doses de radiação (BRASIL, 2011).

Tendo em vista a manutenção e promoção da saúde e a melhora na qualidade de vida dos profissionais de radiologia o ministério da saúde publicou a

O item 32.4.6 referida portaria enfatiza a responsabilidade do empregador na segurança coletiva, na manutenção de registros referentes à segurança dos profissionais, na capacitação desses trabalhadores e no fornecimento, mediante recibo, de dados

referentes a doses de exposição em situação de rotina, acidente e emergência ao profissional exposto e ao do médico trabalho (BRASIL, 2005).

2.2.2 Saúde ocupacional de profissionais radiologistas

O Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), instituído pela NR-07 do Ministério do Trabalho, tem como objetivo promover e garantir a prevenção da saúde dos trabalhadores. O programa dispõe de medidas necessárias para o diagnóstico precoce de agravos sofridos pelo trabalhador em decorrência do exercício de sua profissão (BRASIL, 2020).

A CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear) por meio da Norma NN 3.01 de 2014 determina que toda exposição à radiação ionizante deve ser justificada pelos benefícios ao indivíduo exposto ou a sociedade. A mesma determina que os indivíduos expostos, de forma ocupacional, só podem se expor a dose limite de 20 mSv (milésimos de Sievert), sendo essa a dose que equivale a exposição de corpo inteiro. A normativa ainda detalha doses limites para regiões específicas do corpo como mãos, pés, pele e cristalino (BRASIL, 2014).

Os exames periódicos são importantes para detecção de patologias que possam surgir de maneira espontânea bem como as associadas ao trabalho sendo determinantes para atestar a aptidão para o trabalho em determinadas áreas. Esses exames também servem para acompanhar a evolução de doenças pré-existentes ou o surgimento de novas patologias relacionadas com a ocupação (CASCÓN, 2015).

O Ministério do Trabalho determina que os profissionais que trabalham com radiação ionizante devem realizar hemograma completo com contagem de plaquetas na admissão e de forma semestral, como forma de monitorar a saúde desses profissionais (BRASIL, 2020).

2.3 HEMOGRAMA

As células sanguíneas são produzidas na medula óssea e posteriormente migram para periferia do corpo sendo esse, o sangue periférico, o objeto de estudo do hemograma. Apesar de sua origem medular, as principais alterações detectadas nesse exame não têm sua origem nesse tecido, mas são decorrentes de patologias das mais diversas naturezas (TORRENS, 2015).

O hemograma é um exame laboratorial que apesar do seu limitado poder diagnóstico é uma ferramenta importante para a detecção de doenças e o acompanhamento da evolução das mesmas, pois apresentar um reflexo do quadro geral do organismo humano (SILVEIRA, 2015).

Este exame é constituído pelo eritrograma que fornece informações tais como o número de hemácias, quantidade de hemoglobina, hematócrito e os índices hematimétricos: Volume corpuscular médio (VCM), Hemoglobina Corpuscular Média (HCM), Concentração De Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM) e variação do tamanho das hemácias na amostra (RDW). O exame ainda avalia as plaquetas em relação ao número e morfologia e a contagem de leucócitos (SILVEIRA, 2015).

2.4.1 Alterações hematológicas relacionadas à exposição ocupacional a radiação ionizante

A medula óssea possui grande capacidade regenerativa, podendo vir a se recuperar de lesões causadas pelas radiações ionizantes, porém mesmo possuindo esse poder regenerativo é possível que anos após exposição o indivíduo venha a desenvolver leucemia (UNSCEAR, 2016).

As radiações ionizantes têm capacidade gerar danos no organismo, nas células hematológicas em especial há diminuição dessas no sangue periférico. O maior tempo de exposição à radiação ou a exposição a doses maiores que as recomendadas têm interferência na contagem de células do sangue (CALA, 2014; BUSTAMANTE, TOLEDO, 2019).

A exposição crônica a radiação ionizante tem a capacidade promover importantes alterações no DNA de diversas células, dentre essas as que possuem maior atividade proliferativa. Devido à grande sensibilidade das células de origem linfóide e do potencial que a radiação tem de causar alterações a nível genético é possível que esses trabalhadores apresentem alterações em células do sangue periférico que derivam dessa linhagem (KUMAR, 2016).

Os efeitos ocupacionais da exposição as radiações ionizantes são danosas a saúde dos trabalhadores, seja em maior ou em menor grau. Sendo que o grau do dano é diferente a depender do tipo de trabalho que é realizado com esse tipo de radiação, além de se levar em consideração o tempo de exposição, já que os efeitos da radiação ionizante se

acumulam no organismo, sendo possível relacionar que quanto mais antiga e continua a dose de radiação maior seu efeito no organismo (QIAN et al. 2016).

4 CONCLUSÃO

As radiações ionizantes podem ser utilizadas de forma segura, desde que se obedecem aos limites de exposição estabelecidos pelos órgãos reguladores e que sejam observadas de forma correta as normas de radioproteção.

Devido a exposição prolongada as radiações ionizantes os profissionais radiologistas têm maior probabilidade de desenvolverem alterações na medula óssea, por conta da sensibilidade que esse tecido apresenta as radiações ionizantes. A exposição ocupacional, que ocorre de forma controlada, porém contínua, pode levar a uma diminuição na capacidade regenerativa da medula e levar ao desenvolvimento de leucemias.

Os danos causados pelas radiações a nível medular podem ser perceptíveis no sangue periférico através do hemograma. As alterações encontradas no hemograma desses profissionais podem estar associadas a diminuição no número de células do sangue e alterações no DNA de células precursoras, principalmente as de origem linfóide.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999. Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19782.htm Acesso em 5 de abril de 2020.

BRASIL. Ministério Do Trabalho e Emprego. Portaria n. 485, de 11 de novembro de 2005. Aprova a Norma Regulamentadora (NR-32) de Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2005. Disponível em: <https://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/index.php/legislacao/item/portaria-n-485-de-11-de-novembro-de-2005> Acesso em: 2 abril 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC Nº 330, de 20 de dezembro de 2019. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-330-de-20-de-dezembro-de-2019-235414748?inheritRedirect=true> Acessado em 5 abril 2020.

BRASIL. Ministério da Economia/Secretaria Especial de Previdência e Trabalho. Portaria nº 6.734, de 9 de março de 2020. Aprova a nova redação da Norma Regulamentadora nº 07 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-6.734-de-9-de-marco-de-2020-247886194?inheritRedirect=true&redirect=%2Fweb%2Fguest%2Fsearch%3FqSearch%3DPORTARIA%2520N%25C2%25BA%25206.734> Acesso em: 2 abril 2020.

BRASIL, Comissão Nacional de Energia Nuclear. Norma CNEN NN 3.01 Resolução 164/14, de março de 2020. **Diretrizes básicas de proteção radiológica**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm301.pdf>

BUSTAMANTE, Juan Carlos Toledo. **Alteraciones producidas por radiaciones ionizantes en las células sanguíneas en el personal de Medimagen, Cuenca 2018**. 2019. 31 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Maestría En Salud Ocupacional y Seguridad En El Trabajo, Universidad del Azuay, Cuenca, 2019

CALA, V. L. C. Variaciones del hemograma en personal de salud expuesto a radiaciones ionizantes , en los hospitales de tercer nivel , Sucre 2011. **Tópicos Selectos de Química**, p. 404–503, 2014.

CASCÓN, A. Exámenes Periodicos Para Personal Expuesto a Radiaciones Ionizantes En Argentina. *in* X Congreso Regional Latinoamericano IRPA de Protección y Seguridad Radiológica, 2015, Buenos Aires. **Anais Eletrônicos** [...] Buenos Aires Sociedad Argentina De Radioprotección, 2015. Disponível em: <http://www.irpabuenosaires2015.org/Archivos/tr-completos/irpa/CASCONimerase.pdf>. Acessado em 19 de março 2020.

GUIDETTI, A. M. et al. O Impacto Da Exposição À Radiação Nos Exames De Imagem Para O Paciente: Revisão De Literatura. **Connection Line - Revista Eletrônica Do Univag**, n. 15, p. 45–56, 2016.

HUHN, A. et al. Proteção radiológica: da legislação à prática de um serviço. **Enfermagem em Foco**, v. 7, n. 2, p. 27-31, 2016.

KUMAR, D. et al. Genetic instability in lymphocytes is associated with blood plasma antioxidant levels in health care workers occupationally exposed to ionizing radiation. **International journal of toxicology**, v. 35, n. 3, p. 327-335, 2016.

LI, S. et al. GDF-15 gene expression alterations in human lymphoblastoid cells and peripheral blood lymphocytes following exposure to ionizing radiation. **Molecular medicine reports**, v. 15, n. 6, p. 3599-3606, 2017.

NAVARRO, M. V. T.; LEITE, H. J. D.; ALEXANDRINO, J. DA C. Controle de riscos à saúde em radiodiagnóstico: uma perspectiva histórica. **História, Ciências, Saúde – Manguinho**, v. 15, n. 4, p. 1039–1047, 2008.

OKUNO, E. Efeitos biológicos das radiações ionizantes. Acidente radiológico de Goiânia. **estudos avançados**, v. 27, n. 77, p. 185–200, 2013.

- OKUNO, E. **Radiação: efeitos, riscos e benefícios**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.
- QIAN, Q. Z. et al. Analysis of Hemogram of Radiation Workers in Tangshan, China. **Journal of Clinical Laboratory Analysis**, v. 30, n. 5, p. 682–688, 2016.
- RODRIGUES, A. P. P. et al. O paradoxo das radiações X. **Revista Interdisciplinar Pensamento Científico**, v. 5, n. 5, 2019.
- SILVEIRA, R. S. **A compreensão do hemograma para profissionais não médicos**. 2015. 10 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) –Academia de Ciência e Tecnologia, São José do Rio Preto, 2015.
- TORRENS P., M. Interpretación clínica del hemograma. **Revista Médica Clínica Las Condes**, v. 26, n. 6, p. 713–725, nov. 2015.
- UNSCEAR, Comitê Científico Das Nações Unidas Para Os Efeitos Da Radiação Atômica. **Radiação: efeitos e fontes**. Viena, 2016. Disponível em: <https://www.unscear.org/unscear/en/publications/booklet.html>. Acesso em 14 de abril 2020.
- YOSHIMURA, E. M. Física das Radiações : interação da radiação com a matéria. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 3, n. 1, p. 57–67, 2009.