INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Mestrado Profissional em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde

Estudo e análise dos procedimentos de raio X realizados em recém-nascidos prematuros internados em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal

Versão Corrigida

DANIELLE NUNES DE VITA SILVA

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre Profissional em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde na Área de Concentração de Processos de Radiação na Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Zeituni

São Paulo
2026

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Mestrado Profissional em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde

Estudo e análise dos procedimentos de raio-X realizados em recém-nascidos prematuros internados em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal

Versão Corrigida

DANIELLE NUNES DE VITA SILVA

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre Profissional em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde na Área de concentração de Processos de Radiação na Saúde.

São Paulo
2026

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Como citar:

SILVA, D.N.V. ***Estudo e análise dos procedimentos de raio-X realizados em recém-nascidos prematuros internados em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal.*** 2026. 70 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN-CNEN/SP, São Paulo.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de geração automática da Biblioteca IPEN/USP, com os dados fornecidos pela autora

Silva, Danielle Nunes de Vita

Estudo e análise dos procedimentos de raio-X realizados em recém-nascidos prematuros internados em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal / Danielle Nunes de Vita Silva; orientador Carlos Alberto Zeituni. -- São Paulo, 2026. 70 f.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde (Processos de Radiação na Saúde) -- Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2026.

1. Raio X. 2. Enfermagem. 3. Neonatal. I. Zeituni, Carlos Alberto, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: Danielle Nunes de Vita Silva

Título: Estudo e análise dos procedimentos de raio-X realizados em recém-nascidos prematuros internados em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre pelo programa de Pós-graduação Stricto-Sensu – Mestrado Profissional de Tecnologia das Radiações na Saúde ao IPEN-CNEN/SP na área de concentração de Processos de Radiação na Saúde.

Data: 09 / mar / 2026

Banca Examinadora

Prof.Dr.: Carlos Alberto Zeituni

Instituição: IPEN / CNEN – SP Julgamento: Aprovada

Prof. Dra.: Daiane Cristini Barbosa de Souza

Instituição: IFSC Julgamento: Aprovada

Prof.Dra.: Bruna Teiga Rodrigues

Instituição: Best Medical System Julgamento: Aprovada

DEDICATÓRIA

À minha família, minha base, meu alicerce e minha maior fonte de amor e inspiração.

Aos meus pais, meus primeiros mestres, por todo amor, dedicação e pelos valores que me ensinaram e que me trouxeram até aqui. Tudo o que sou e tudo o que conquistei tem origem em vocês. Sou profundamente grata pelo apoio incondicional, pelas palavras de incentivo e pela confiança que sempre depositaram em mim, mesmo nos momentos mais difíceis.

Aos meus filhos, razão maior de todos os meus esforços e minha maior motivação. Com vocês aprendi diariamente o verdadeiro significado da palavra amor, paciência e perseverança. Cada etapa desta caminhada foi também por vocês e para vocês.

Aos meus familiares, pelo carinho, pelas orações e pela compreensão nos momentos de ausência. Nada disso teria sido possível sem a presença, o apoio e o amor de vocês.

Este trabalho também pertence a vocês.

Às minhas amigas e aos meus amigos, que nunca soltaram a minha mão nos momentos de cansaço e incerteza. Obrigada por acreditarem em mim, me acolherem com carinho e transformarem esta caminhada em uma experiência mais leve e cheia de afeto.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por ter me sustentado, fortalecido e permitido caminhar mesmo diante das dificuldades, sendo fonte de fé, perseverança e renovação ao longo de toda esta trajetória.

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) e à Universidade de São Paulo (USP), pela oportunidade de realização deste Mestrado Profissional e pela excelência na formação acadêmica oferecida.

À Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), que possibilitou a realização deste estudo em ambiente de prática clínica real, contribuindo de forma decisiva para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu orientador, Professor Doutor Carlos Alberto Zeituni, pela condução segura, pela disponibilidade e pelas valiosas contribuições científicas ao longo de todo o percurso deste trabalho.

À Professora Doutora Carla Daruich de Souza, agradeço de forma especial pelo acolhimento, apoio e incentivo, sobretudo em meu momento mais difícil, sendo fundamental para que eu pudesse seguir adiante e concluir este trabalho.

À Professora Doutora Daniela Testoni Costa Nobre, registro minha menção honrosa, em reconhecimento à sua generosa contribuição intelectual, apoio acadêmico e incentivo ao longo desta trajetória, mesmo não pertencendo ao corpo docente do IPEN.

Às Enfermeiras Mestras Ana Paula Soares, Sabrina Fernanda Zeballos e Técnica Lígia Santos, agradeço o carinho, paciência, disponibilidade amor e amizade em me ajudar ao longo desta jornada, tornando o percurso mais leve e possível.

Às Secretárias Amigas Andrea Malavazi e Letícia Luz pelo carinho e amizade e constante apoio em todos os momentos com atenção, disponibilidade e generosidade ao longo desta trajetória.

A todos os professores, funcionários e colaboradores que, direta ou indiretamente, contribuíram para esta caminhada, minha sincera gratidão

RESUMO

SILVA, D.N.V. ***Estudo e análise dos procedimentos de raio-X realizados em recém-nascidos prematuros internados em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal.*** 2026. 70 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN-CNEN/SP, São Paulo.

A utilização de radiografias é uma prática amplamente difundida em unidades de terapia intensiva neonatal (UTIN) devido à necessidade de monitoramento contínuo de condições respiratórias, posicionamento de dispositivos e avaliação de complicações clínicas. Contudo, a exposição acumulada à radiação ionizante em recém-nascidos, especialmente prematuros, permanece uma preocupação relevante, considerando sua maior radiossensibilidade e o potencial risco de efeitos estocásticos ao longo da vida. Este estudo teve como objetivo analisar a quantidade de radiografias realizadas em uma UTIN e comparar os achados com a literatura internacional. Trata-se de um estudo observacional retrospectivo, no qual foram quantificadas as radiografias realizadas em recém-nascidos internados ao longo de 12 meses. Foram coletadas informações referentes ao total de radiografias por paciente, tempo de internação e características como peso, via de parto, índice Ápgar e semanas gestacionais. Os resultados mostraram que a média de radiografias por recém-nascido foi de 10,72, com mediana de 5,0 e amplitude de 0 a 115 exames, revelando grande variabilidade individual e distribuição assimétrica. Observou-se forte correlação entre o número de radiografias e o tempo de internação, demonstrando que pacientes com maior gravidade clínica ou internações prolongadas concentram substancialmente mais exposições. A taxa semanal média foi de 1,84 radiografias por paciente. Quando comparados com estudos internacionais, os valores encontrados situam-se dentro da variação global descrita na literatura, sendo inferiores aos observados em populações de muito baixo peso, mas compatíveis com UTINs que adotam práticas de solicitação mais conservadoras. Os achados reforçam a necessidade de estratégias de otimização da prática radiológica, especialmente voltadas aos recém-nascidos mais vulneráveis. A adoção de protocolos baseados nos princípios ALARA/ALADA, ampliação do uso da

ultrassonografia como método de primeira linha e implementação de programas institucionais de gestão responsável do uso de exames radiológicos representam caminhos viáveis para reduzir exposições desnecessárias. Conclui-se que, há oportunidades significativas de aprimoramento para garantir maior segurança radiológica aos pacientes neonatais internados em UTIN.
Palavras-chave: Raio X; Enfermagem; Neonatal.

ABSTRACT

SILVA, D.N.V. ***Estudo e análise dos procedimentos de raio-X realizados em recém-nascidos prematuros internados em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal.*** 2026. 70 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN-CNEN/SP, São Paulo.

Advances in neonatal intensive care have substantially increased the survival of preterm and critically ill newborns; however, this progress has also intensified the use of diagnostic imaging, especially bedside radiography. Considering the potential risks associated with cumulative exposure to ionizing radiation in early life, understanding local radiographic practices and comparing them with international patterns is essential for ensuring safe and evidence-based neonatal care. This study analyzed the frequency of radiographic examinations performed in a Neonatal Intensive Care Unit (NICU) and examined their relationship with clinical characteristics and length of hospital stay. A retrospective analysis was conducted, evaluating all radiographs performed during hospitalization. The results revealed a mean of 10.72 radiographs per newborn, a median of 5.0, and a broad range from 0 to 115 examinations. The weekly rate was 1.84 radiographs per patient, and a strong positive correlation was found between length of stay and total number of exams. When compared with international literature, the findings aligned with global patterns reported in NICUs from high-income countries, particularly regarding the asymmetric distribution of radiographic use and the presence of a small subgroup of infants responsible for most imaging. Studies involving very-low-birth-weight infants, such as Park et al. (2018) and Gislason-Lee et al. (2021), showed substantially higher medians and cumulative exposures, whereas the maximum values observed in this study were comparable to those documented in critically ill preterm infants worldwide. Despite technological advances associated with digital radiography and radiation-reduction campaigns such as Image Gently®, optimizing practices remains necessary, especially for infants with prolonged hospitalizations. The findings underscore the importance of adopting strategies such as evidence-based imaging protocols, greater use of lung ultrasound, and structured radiation-protection programs to minimize

unnecessary exposure. Overall, this study demonstrates that the radiographic profile of the evaluated NICU is consistent with international standards while highlighting opportunities to enhance radiological stewardship and neonatal safety.

Keywords: X-ray; Nursing; Neonatal.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sexo dos recém-nascidos 32
Figura 2 – Via de parto 32
Figura 3 – Ápgar no 1º e 5º minutos de vida 33
Figura 4 – Semanas de gestação 34
Figura 5 – Peso dos recém-nascidos 34
Figura 6 – Dias de internação 35
Figura 7 – Quantidade de raio x versus realizado por dias de internação 37
Figura 8 – Peso ao nascer versus número de raio x 38
Figura 9 – Ápgar versus número de raio x 39
Figura 10 – Idade gestacional versus número de raio x 40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características demográficas e clínicas da amostra (n=97).....33
Tabela 2 – Parâmetros de exposição à radiografia de tórax (n=97) 35

LISTA DE ABREVIATURAS

ADN	Ácido Desoxirribonucleico
ALARA	AS Low as Reasonavly Achievable
CR	Computed Radiography
DR	Digital Direta
EN	Enterocolite Necrosante
ERR	Risco Relativo em Excesso
FDA	Food and Drug Administration
ICRP	Comissão Internacional de Proteção Radiológica
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
OMS	Organização Mundial da Saúde
PICC	Cateter Central de Inserção Periférica
RN	Recém-nascido
RNPT	Recém-nascido Pré-termo
RX	Raio x
SDRN	Síndrome do Desconforto Respiratório Neonatal
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
UTIN	Unidade de Terapia Intensiva Neonatal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 15

2. OBJETIVO.....19

2.1. Geral.....19

2.2 Específicos.....19

3. JUSTIFICATIVA 20

4. REVISÃO DA LITERATURA.....244

4.1 Metodologia da revisão de literatura.....24

4.2 Prematuridade e complexidade da assistência neonatal.....24

4.3 Índice de Apgar e avaliação da vitalidade neonatal.....25

4.4 Evolução histórica da radiologia e desenvolvimento da radiografia digital.....26

4.5 Radiossensibilidade dos recém-nascidos e riscos da radiação ionizante.....26

4.6 Indicações clínicas da radiografia em UTIN.....27

4.7 Métodos alternativos de imagem e redução da exposição radiológica....27

4.8 Princípios de radioproteção e programas de Radiation Stewardship.....28

4.9 Evidências internacionais sobre exposição radiológica em UTIN.....28

5. MATERIAIS E MÉTODOS.....32

5.1 Local de Estudo 32

5.2 Amostra 32

5.3 Caracterização dos RNPT 33

5.4 Coleta de dados 33

5.5 Comitê de Ética em Pesquisa.....342

5.6 Análise Estatística 32

6. RESULTADOS 35

7. DISCUSSÃO 41

7.1 Produto tecnológico - Site 419

8. CONCLUSÕES 52

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....54

APÊNDICE 1.....62

APÊNDICE 2.....64

1 INTRODUÇÃO

Recém-nascido pré-termo (RNPT) é definido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como os indivíduos nascidos com idade gestacional menor que 37 semanas completas (MEDEIROS, 2023). A prematuridade e suas complicações são consideradas problemas de saúde pública e representam a principal causa de mortalidade neonatal, que é aquela que ocorre até o 28º dia de nascimento (LIU, et.al., 2015).

A neonatologia, ciência que estuda o recém-nascido (RN), vem nos últimos anos passando por intensas e profundas transformações do ponto de vista tecnológico, de estudos e evidências científicas, o que proporciona melhoria nos cuidados oferecidos a este público e sua família. Todo esse avanço tem permitido um aumento nas taxas de sobrevida principalmente dos RNPT e os RN de baixo peso (MACHADO, 2023). Ainda assim, no Brasil, um país em desenvolvimento, as taxas de nascidos prematuros são altas e estão em torno de 6 a 7% (ARAÚJO, 2007).

Os RNPT quando nascem não possuem ou possuem em parte o desenvolvimento, funcionamento e maturação de seus órgãos e, portanto, passam na maioria das vezes por um período de internação em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN), onde geralmente apresentam problemas ou distúrbios cardiovasculares, respiratórios, metabólicos, congênitos, além dos possíveis procedimentos cirúrgicos aos quais possam ser submetidos (ALMEIDA, 2023).

Em função da grande complexidade que envolve o cuidado com o RNPT e os riscos inerentes ao seu desenvolvimento e bem-estar faz-se necessário ao longo do seu período de internação a detecção precoce de anormalidades e a intervenção rápida, a fim de otimizar os potenciais de desenvolvimento de cada um.

No ambiente da UTIN os RNPT são monitorados constantemente através de monitores paramétricos e acompanhados da equipe multiprofissional que conta com médicos, enfermagem, fisioterapia, fonoaudiologia, nutrição, serviço social, tecnólogos em radiologia e outros (VARGAS, 2022). Esses também são acompanhados clinicamente através de exames laboratoriais, como exames de sangue, urina e fezes, mas também de imagem como ultrassom, raio-X (RX), tomografia e ressonância magnética.

A radiação é a emissão e a propagação da energia através da matéria ou do espaço por perturbações eletromagnéticas com duplo comportamento, de onda e de partícula (CNEN, 2015). As radiações são subdivididas em ionizantes e não ionizantes. Neste trabalho iremos tratar a respeito das radiações do tipo ionizante.

A radiação ionizante é capaz de causar ionização da matéria, ou seja, quando essa radiação passa pela matéria lhe confere energia por ionização ou excitação dos elétrons. Os efeitos causados pela radiação dependem da quantidade e da qualidade da radiação. Partículas carregadas, como partículas alfa, beta e prótons, são classificadas como radiações diretamente ionizantes devido à sua capacidade de produzir ionizações ao perderem energia durante a interação com a matéria. Em contrapartida, radiações indiretamente ionizantes, como os raios X e a radiação gama, transferem energia à matéria por meio da interação do fóton, que não possui carga elétrica, com os elétrons do meio, produzindo elétrons secundários responsáveis pelo processo de ionização (HASTENTEUFEL, 2022).

Os raios X são radiações eletromagnéticas ionizantes, caracterizadas por possuírem energia suficiente para ionizar átomos e moléculas da matéria ao interagir com ela. Em aplicações diagnósticas, apresentam capacidade de atravessar materiais opacos à luz visível sem induzir radioatividade nas estruturas irradiadas. A produção de raios X ocorre no interior do tubo de raios X, onde elétrons são emitidos pelo cátodo e acelerados em direção ao ânodo por meio de uma elevada diferença de potencial. Ao colidirem com o alvo metálico presente no ânodo, esses elétrons sofrem desaceleração abrupta, resultando na emissão de fótons de raios X por dois mecanismos principais: a radiação de frenagem (Bremsstrahlung) e a radiação característica. Nesse processo, aproximadamente 1% da energia cinética dos elétrons é convertida em radiação X, enquanto a maior parte da energia é dissipada na forma de calor, provocando elevação da temperatura do ânodo. A radiação produzida é então direcionada por meio de um invólucro blindado, geralmente revestido com chumbo, sendo posteriormente colimada e direcionada ao objeto de interesse para a formação das imagens radiográficas (MOTA, 1994).

As radiografias, ao longo do tempo tornaram-se muito importante na medicina, desde a busca até o fechamento de um diagnóstico, ou na prevenção de doenças e a definição de um adequado tratamento para cada indivíduo. Estudos revelam que cinco de cada dez causas de morte no Brasil em 2016 foram por doenças que poderiam ser detectadas a partir de exames radiológicos, como, por

exemplo, pneumonia, traumas, câncer de pulmão dentre outros. O RX também é um forte aliado na prevenção e no rastreamento de doenças como o câncer de mama. Segundo o periódico Radiology há redução de até 30% das mortes por câncer de mama entre mulheres com mais de 40 anos devido principalmente ao diagnóstico realizado precocemente (COOLEN; et al, 2020).

Dentre as facilidades do uso dos RX temos o fornecimento de imagens rápidas, nítidas, a um preço acessível. Em instituições hospitalares além do uso em salas fixas e preparadas para este tipo de equipamento há ainda o uso do equipamento portátil em unidades de terapia intensiva (UTI), centro cirúrgico, hemodinâmica e outros que são utilizados na impossibilidade do usuário ser encaminhado ao setor específico de radiografia com equipamento fixo. Seu uso está estabelecido no Art. 60 da RDC 611 de 2022 de modo que quando um paciente se apresenta clinicamente instável ou impossibilitado de ser encaminhado ao setor apropriado o RX deve ser realizado no leito, mantendo os demais usuários que não puderem ser retirados do ambiente e os profissionais de saúde protegidos por barreira protetora com 0,5mm de chumbo ou mantidos afastados por dois metros do cabeçote ou receptor de imagem (DOU, 2022).

A tomografia computadorizada também é um procedimento comum de ser utilizado em pacientes internados em UTIN, a técnica, que data da década de 70, se baseia na utilização de uma fonte de RX que se movimenta em torno da região examinada emitindo um feixe de RX, no lado oposto está localizada uma série de detectores que transforma a radiação em sinal elétrico e em seguida em uma imagem digital (JUNIOR, 2002).

A qualidade do exame de imagem realizado via tomografia computadorizada é muito melhor que a qualidade do realizado por RX convencional e para fins diagnósticos o paciente sempre prefere aquilo que lhe confira um melhor resultado para um melhor diagnóstico. No entanto, esta mentalidade tem exposto ainda mais os pacientes à radiação ionizante e consequentemente aos prejuízos por ela causados. Em entrevista para Revista IstoÉ o médico Aron Belfer da Unidade Radiológica Paulista explica que a radiação emitida pela tomografia em comparação ao RX tradicional de abdome é 2,5 vezes maior, no entanto “a diferença do que eles oferecem é a mesma entre uma bala de hortelã e uma ceia de Natal” (TARANTINO, 2021).

Segundo dados do Food and Drug Administration (FDA), o órgão do governo americano que regulamenta o setor de saúde, a cada duas mil pessoas pelo menos uma tem chance de desenvolver um câncer devido à superexposição aos raios provenientes de exames tomográficos. Visto isso, apresenta-se então a necessidade de avaliar o custo-benefício do procedimento em contrapartida ao ultrassom, por exemplo (TARANTINO, 2021).

Outro exame utilizado em larga escala nas UTIN é a ressonância magnética, que é um exame para diagnóstico por imagem que consegue criar imagens de alta definição dos órgãos através da utilização de campo magnético. Nesta técnica as moléculas são agitadas pelo campo e captadas pelo aparelho, transferindo para um computador previamente preparado com diversos códigos matemáticos que decodificará esses códigos em imagens. Logo, neste exame não há o emprego de radiação ionizante (PINTO, 2021). No entanto, o emprego dessa tecnologia está associado ao uso de radiação do tipo não ionizante cujos efeitos biológicos podem ser o aquecimento causado pela absorção direta de energia dos campos elétricos e os efeitos não térmicos provenientes da interação do campo magnético com o tecido humano podendo levar a alterações nas cadeias de ácido desoxirribonucleico (ADN) causando mutações celulares (VIEGAS, 2006).

Os princípios ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) e ALADA (*As Low As Diagnostically Acceptable*) constituem fundamentos essenciais da proteção radiológica na área do diagnóstico por imagem, sendo aplicados com o objetivo de reduzir a exposição à radiação ionizante sem comprometer a qualidade diagnóstica dos exames. O princípio ALARA estabelece que as doses de radiação devem ser mantidas no nível mais baixo possível, considerando fatores técnicos, econômicos e sociais, de forma a minimizar os riscos biológicos associados à exposição à radiação ionizante. Esse princípio integra o sistema de proteção radiológica, juntamente com os princípios de justificação e limitação de dose, amplamente adotados em normas internacionais de radioproteção (ICRP, 2007; IAEA, 2014).

A aplicação prática do princípio ALARA envolve estratégias de otimização dos procedimentos radiológicos, como a redução do tempo de exposição, o aumento da distância em relação à fonte de radiação e o uso adequado de barreiras de proteção. Além disso, inclui a correta calibração dos equipamentos, a utilização de protocolos técnicos apropriados e a capacitação dos profissionais envolvidos nos

procedimentos radiológicos, contribuindo para a redução da dose absorvida por pacientes e trabalhadores expostos (IAEA, 2014).

Mais recentemente, foi proposto o princípio ALADA, que representa uma evolução conceitual do ALARA ao enfatizar que a redução da dose deve ocorrer até o limite em que a qualidade da imagem permaneça diagnosticamente aceitável. Dessa forma, busca-se equilibrar a minimização da exposição à radiação com a manutenção da qualidade da informação necessária para a interpretação diagnóstica adequada (CIMA; LUDLOW, 2015).

O princípio ALARA aplica-se não somente ao paciente que irá receber a dose de radiação para realização do exame, mas também aos pacientes de leitos próximos, profissionais da radiologia que realizarão o procedimento, mas também à equipe multiprofissional que atua na unidade e que nos casos de RN irão auxiliar durante o procedimento (CNEN, 2015).

O ambiente de UTIN é caracterizado pela ocupação por pacientes em estado crítico, com risco de morte iminente, instáveis e que necessitem de monitorização constante, portanto eles se enquadram no perfil de indivíduos eleitos para realizarem RX no leito, ou até mesmo os que necessitarão do auxílio de um profissional durante a realização do exame de imagem.

Na UTIN os RNPT desenvolvem todo tipo de complicação, desde aqueles associados à formação no período pré-natal como malformações cardíacas, defeitos de fechamento do tubo neural, defeitos congênitos da parede abdominal, problemas na formação óssea, há ainda as complicações associadas à prematuridade que em geral estão associadas à imaturidade dos órgãos como problemas respiratórios, complicações cardíacas, enterocolites necrosantes, hemorragia cerebral, retinopatia, infecções associadas à internação e outros. Para cada problema levantado cabe a equipe médica decidir qual a melhor forma de fechar o diagnóstico, ficando a critério dos mesmos a escolha por quais exames de imagem e/ou laboratoriais serão utilizados.

2 OBJETIVO

2.1. Geral

Relacionar o número de pacientes RNPT internados em UTIN do Hospital São Paulo/UNIFESP no ano de 2024 e a quantidade de procedimentos de radiografias que cada um recebeu ao longo do período de internação.

2.2 Específicos

- Realizar uma revisão da literatura acerca das indicações e recomendações do uso de exames de imagem em RNPT;
- Caracterizar a amostra de RNPT quanto às variáveis epidemiológicas e clínicas, incluindo sexo, idade gestacional, via de parto, índice de Ápgar e peso ao nascimento;
- Quantificar os procedimentos de radiografias realizados em cada RNPT durante a internação;
- Correlacionar os dados obtidos com as evidências descritas na literatura científica, a fim de identificar padrões de exposição e possíveis divergências na prática clínica.
- Criação de um site com informações sobre os riscos e benefícios do procedimento envolvendo radiação nesta faixa etária.

3 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho justifica-se a partir da inquietação da pesquisadora quanto ao uso rotineiro de exames de imagem que utilizam radiação ionizante em recém-nascidos pré-termo (RNPT) internados na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) do Hospital São Paulo/Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), localizado em São Paulo – SP. Considerando a elevada vulnerabilidade biológica desses pacientes e os potenciais efeitos adversos da radiação ionizante ao longo da vida, torna-se fundamental discutir estratégias que permitam reduzir ao máximo a exposição radiológica nessa população.

Na prática assistencial, exames radiográficos são frequentemente realizados como parte da rotina diagnóstica desses pacientes, podendo ocorrer ao menos uma vez ao dia durante o período de internação. Em determinadas situações clínicas, como na avaliação da posição de dispositivos invasivos, a exemplo do cateter central de inserção periférica (PICC), o exame de raios X pode ser repetido mais de uma vez no mesmo dia devido à necessidade de ajustes e confirmação do posicionamento adequado.

Nesse contexto, destaca-se a importância da aplicação dos princípios de proteção radiológica ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) e ALADA (*As Low As Diagnostically Acceptable*). O princípio ALARA estabelece que a exposição à radiação deve ser mantida tão baixa quanto razoavelmente possível, considerando fatores técnicos, clínicos e operacionais. Já o princípio ALADA enfatiza que a dose de radiação deve ser reduzida até o nível diagnosticamente aceitável, garantindo que a qualidade da imagem seja suficiente para a tomada de decisão clínica, sem exposição desnecessária do paciente (ICRP, 2007; CIMA; LUDLOW, 2015).

Diante dos potenciais efeitos cumulativos da radiação ionizante e da elevada frequência de exames em pacientes neonatais criticamente enfermos, torna-se relevante compreender a magnitude dessa exposição durante o período de internação em UTIN. Assim, esta pesquisa busca evidenciar a quantidade de radiação ionizante à qual esses pacientes são submetidos em um curto intervalo de tempo, contribuindo para reflexões sobre a necessidade de otimização dos protocolos assistenciais, racionalização da solicitação de exames e possível

substituição por métodos diagnósticos alternativos não ionizantes, sempre que clinicamente viável.

Dessa forma, o presente estudo justifica-se pela proposta de sistematizar dados referentes à exposição à radiação ionizante em RNPT internados na UTIN do Hospital São Paulo, permitindo, em um futuro próximo, subsidiar a elaboração de protocolos institucionais que orientem de maneira mais criteriosa a solicitação de exames radiológicos e fortaleçam práticas assistenciais alinhadas aos princípios de proteção radiológica e segurança do paciente.

Impacto

Este estudo apresenta impacto científico, assistencial e institucional relevante. Do ponto de vista científico, contribui para a literatura nacional ao quantificar, de forma sistematizada, a exposição radiológica de recém-nascidos pré-termo (RNPT) em uma UTIN de referência brasileira, preenchendo uma lacuna importante de dados locais comparáveis aos padrões internacionais. Os resultados permitem contextualizar a prática brasileira frente a estudos estrangeiros e oferecem subsídios para futuras investigações em dosimetria neonatal e segurança radiológica.

No âmbito assistencial, os achados impactam diretamente a qualidade do cuidado, ao evidenciar que uma minoria de pacientes concentra a maior parte das exposições, sobretudo aqueles com internações prolongadas e maior complexidade clínica. Isso reforça a necessidade de intervenções direcionadas, como a adoção de protocolos baseados nos princípios ALARA e ALADA, a racionalização da solicitação de exames e a ampliação do uso de métodos alternativos não ionizantes, especialmente a ultrassonografia pulmonar. Tais estratégias apresentam potencial para reduzir riscos biológicos a curto, médio e longo prazo, promovendo maior segurança ao paciente neonatal.

No plano institucional, o estudo oferece evidências objetivas que podem subsidiar a criação ou revisão de protocolos internos e políticas de radioproteção. Além disso, contribui para a formação continuada de profissionais de enfermagem, médicos, radiologistas e físicos médicos, estimulando uma cultura organizacional voltada à segurança do paciente, à qualidade assistencial e ao uso racional de tecnologias em saúde.

Inovação

A inovação deste trabalho reside principalmente em sua abordagem aplicada e orientada à prática clínica, característica fundamental de um mestrado profissional.

O elemento inovador é a proposta de criação de um site educativo com informações sobre riscos, benefícios e alternativas aos exames que envolvem radiação ionizante em neonatologia. Essa iniciativa amplia o alcance do conhecimento produzido, favorecendo a educação permanente dos profissionais de saúde, o empoderamento das equipes assistenciais e, potencialmente, a conscientização de familiares, promovendo transparência e comunicação segura.

Além disso, o estudo reforça a incorporação da ultrassonografia como ferramenta de primeira linha no contexto neonatal, alinhando-se às tendências internacionais mais recentes, embora ainda pouco disseminadas em muitos serviços brasileiros. Ao fomentar a substituição parcial de exames radiológicos por métodos não ionizantes, o trabalho se posiciona como um catalisador de mudança tecnológica e cultural dentro das UTINs.

Complexidade

A complexidade deste estudo manifesta-se tanto na população analisada quanto no fenômeno investigado. Os recém-nascidos pré-termo constituem um grupo altamente vulnerável, caracterizado por grande variabilidade clínica, múltiplas comorbidades, instabilidade fisiológica e longos períodos de internação. Essa heterogeneidade impõe desafios metodológicos relevantes, especialmente na interpretação de dados assimétricos, na identificação de padrões de exposição radiológica e na correlação entre variáveis clínicas e radiológicas.

Do ponto de vista técnico e organizacional, a realização de exames radiográficos em UTIN envolve múltiplos atores, decisões clínicas interdependentes e condições operacionais dinâmicas. Cada solicitação de exame resulta de um equilíbrio entre urgência clínica, risco radiológico, disponibilidade tecnológica e julgamento profissional, o que torna a padronização dos processos um desafio multifatorial.

Adicionalmente, a complexidade ética é central nesse contexto, pois envolve a exposição de indivíduos extremamente vulneráveis à radiação ionizante, cujos efeitos potenciais podem manifestar-se ao longo de toda a vida. A necessidade de

conciliar benefícios diagnósticos imediatos com riscos estocásticos futuros exige uma abordagem fundamentada em princípios de precaução, responsabilidade profissional e segurança do paciente, aspectos que este estudo busca abordar de forma integrada e crítica.

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Metodologia da revisão de literatura

A revisão de literatura deste estudo foi conduzida na forma de revisão narrativa, com o objetivo de reunir e analisar criticamente evidências científicas relacionadas ao uso de exames de imagem envolvendo radiação ionizante em recém-nascidos pré-termo internados em unidades de terapia intensiva neonatal, bem como discutir os riscos associados à exposição radiológica e as estratégias de proteção radiológica descritas na literatura.

Para a construção desta revisão, foram realizadas buscas em bases de dados científicas amplamente utilizadas na área da saúde, incluindo PubMed/MEDLINE, SciELO e LILACS, utilizando descritores em português e inglês relacionados ao tema, tais como: radiografia neonatal, radiação ionizante, proteção radiológica, recém-nascido pré-termo, unidade de terapia intensiva neonatal e *radiation exposure in neonates*.

Foram priorizados artigos publicados em periódicos científicos, diretrizes institucionais e documentos de organismos internacionais de referência na área de radioproteção e saúde, com ênfase em estudos publicados nos últimos anos, sem desconsiderar trabalhos clássicos amplamente citados na literatura. A seleção das publicações considerou sua relevância científica, consistência metodológica e contribuição para a compreensão das indicações clínicas da radiografia em neonatos, dos riscos associados à exposição cumulativa à radiação ionizante e das recomendações relacionadas aos princípios de radioproteção, especialmente os princípios ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) e ALADA (*As Low As Diagnostically Acceptable*). Essa abordagem possibilitou a construção de um embasamento teórico consistente, capaz de sustentar a problematização do tema e fundamentar a análise dos resultados obtidos no presente estudo.

4.2 Prematuridade e complexidade da assistência neonatal

A evolução da assistência neonatal nas últimas décadas tem sido marcada pelo progresso tecnológico, pela expansão das terapias de suporte à vida e pela incorporação crescente de métodos de diagnóstico por imagem. Esse conjunto de avanços contribuiu de maneira decisiva para o aumento da sobrevivência de recém-nascidos pré-termo (RNPT), especialmente daqueles com extremo baixo peso,

nascidos antes de 32 semanas de gestação (STOLL; LOWN; SHANKAR-AGUIAR, 2021).

A crescente complexidade das Unidades de Terapia Intensiva Neonatal (UTINs) também intensificou o uso de métodos de imagem como ferramenta indispensável no monitoramento dessa população. Entre esses métodos, a radiografia ocupa posição central devido à sua rapidez, acessibilidade, precisão diagnóstica e aplicabilidade em situações críticas. Entretanto, seu uso frequente levanta preocupações sobre a exposição cumulativa à radiação ionizante em uma população que apresenta grande vulnerabilidade biológica. A literatura internacional contemporânea tem enfatizado que, embora os benefícios clínicos sejam evidentes, os riscos associados ao uso repetitivo da radiação precisam ser continuamente reavaliados e mitigados, sobretudo em recém-nascidos de muito baixo peso, nos quais a exposição cumulativa pode ser significativa (BADER et al., 2007).

4.3 Índice de Apgar e avaliação da vitalidade neonatal

A avaliação clínica inicial do recém-nascido constitui etapa fundamental na identificação precoce de possíveis condições de risco. Entre os instrumentos utilizados para essa avaliação destaca-se o índice de Apgar, desenvolvido em 1952 por Virginia Apgar, com o objetivo de padronizar a análise da vitalidade do neonato imediatamente após o nascimento.

O índice é composto por cinco parâmetros clínicos: frequência cardíaca, esforço respiratório, tônus muscular, irritabilidade reflexa e coloração da pele. Cada um desses itens recebe pontuação que varia de 0 a 2, resultando em um escore total entre 0 e 10 pontos. Tradicionalmente, a avaliação é realizada no primeiro e no quinto minuto após o nascimento, podendo ser repetida em intervalos adicionais quando necessário.

Valores entre 7 e 10 são considerados indicativos de boa adaptação à vida extrauterina, enquanto escores inferiores podem sugerir sofrimento neonatal ou necessidade de intervenções de reanimação. Embora o índice de Apgar não tenha sido desenvolvido como ferramenta prognóstica isolada para desfechos neurológicos ou de longo prazo, ele permanece amplamente utilizado como um importante indicador da condição clínica inicial do recém-nascido e como variável relevante em estudos epidemiológicos e neonatais (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS; AMERICAN COLLEGE OF OBSTETRICIANS AND GYNECOLOGISTS, 2015).

4.4 Evolução histórica da radiologia e desenvolvimento da radiografia digital

A compreensão do papel da radiografia na neonatologia exige inicialmente uma contextualização de seu desenvolvimento histórico. Desde a descoberta dos raios X por Wilhelm Conrad Röntgen em 1895, sua aplicação na medicina deu início a uma revolução diagnóstica sem precedentes.

Nos primeiros anos, as imagens eram obtidas por sistemas analógicos baseados em filmes radiográficos, que exigiam doses relativamente elevadas de radiação e apresentavam limitações quanto à qualidade e processamento das imagens. A partir das décadas de 1980 e 1990, ocorreu uma transição progressiva para sistemas digitais, inicialmente com a *Computed Radiography* (CR) e posteriormente com a *Digital Radiography* (DR). Essas tecnologias permitiram redução significativa das doses de radiação, maior rapidez na obtenção das imagens, facilidade de armazenamento em sistemas PACS e possibilidade de pós-processamento digital (SEIBERT, 2019).

Entretanto, o avanço da radiologia digital trouxe também novos desafios, entre eles o fenômeno conhecido como *dose creep*, caracterizado pelo aumento gradual e inadvertido dos parâmetros de exposição ao longo do tempo. Isso ocorre porque os detectores digitais possuem maior tolerância a variações de exposição, o que pode mascarar exposições superiores às necessárias sem prejuízo aparente da qualidade da imagem (SEIBERT, 2019; SAMEI et al., 2021).

4.5 Radiossensibilidade dos recém-nascidos e riscos da radiação ionizante

No contexto neonatal, a exposição à radiação ionizante merece atenção especial devido à maior radiossensibilidade dos tecidos em desenvolvimento. Recém-nascidos, particularmente os prematuros, apresentam características biológicas que aumentam sua suscetibilidade aos efeitos da radiação, incluindo elevada taxa de divisão celular, imaturidade dos sistemas de reparo do DNA e maior expectativa de vida, o que amplia o período potencial para manifestação de efeitos tardios.

Estudos conduzidos por organismos internacionais como a ICRP (2013; 2020) e o UNSCEAR (2021) demonstram que a exposição à radiação ionizante durante as fases iniciais da vida pode estar associada a efeitos estocásticos, como aumento do

risco de neoplasias ao longo da vida. Pesquisas contemporâneas indicam que, embora as doses individuais utilizadas em radiografias sejam relativamente baixas, a exposição cumulativa resultante de múltiplos exames pode representar fator de risco adicional, especialmente em pacientes submetidos a longos períodos de hospitalização (HALL; GIACCIA, 2022).

Estudos longitudinais recentes também sugerem associação entre exposições repetidas de baixa dose durante a internação neonatal e aumento discreto do risco de câncer ao longo da vida, ainda que em valores absolutos reduzidos (PARK et al., 2022). Esses achados reforçam a importância da adoção de estratégias rigorosas de radioproteção em neonatologia.

4.6 Indicações clínicas da radiografia em UTIN

O uso da radiografia em UTIN está diretamente relacionado à elevada incidência de complicações respiratórias, infecciosas e gastrointestinais observadas em recém-nascidos pré-termo. Entre as principais indicações estão o diagnóstico e acompanhamento da síndrome do desconforto respiratório neonatal, broncodisplasia pulmonar, pneumotórax e pneumonias associadas à ventilação mecânica.

Além disso, a radiografia é amplamente utilizada para verificação do posicionamento de dispositivos invasivos, como tubos endotraqueais, cateteres umbilicais, cateteres centrais de inserção periférica (PICC), sondas gastrointestinais e drenos torácicos. Estudos recentes demonstram que entre 35% e 60% das radiografias realizadas em UTIN estão relacionadas exclusivamente à confirmação do posicionamento desses dispositivos (VAN RIJN et al., 2023).

As patologias gastrointestinais também constituem importante indicação para exames radiográficos seriados, particularmente no acompanhamento da enterocolite necrosante, condição grave associada à prematuridade.

4.7 Métodos alternativos de imagem e redução da exposição radiológica

Diante das preocupações relacionadas à exposição cumulativa à radiação, a literatura recente tem enfatizado o papel de métodos de imagem não ionizantes, especialmente a ultrassonografia, como alternativa complementar ou substitutiva à radiografia em determinadas situações clínicas.

A ultrassonografia pulmonar tem demonstrado elevada acurácia diagnóstica para diversas condições respiratórias neonatais, incluindo síndrome do desconforto

respiratório, atelectasias e pneumotórax. Estudos indicam que sua sensibilidade pode ultrapassar 90% em determinadas condições clínicas, além de permitir repetição ilimitada sem exposição à radiação (RAIMONDI et al., 2021).

Centros que incorporaram a ultrassonografia pulmonar como método de primeira linha observaram redução significativa no número de radiografias realizadas em UTIN, sem comprometimento da qualidade diagnóstica ou dos desfechos clínicos (CORSINI et al., 2023).

4.8 Princípios de radioproteção e programas de Radiation Stewardship

A crescente preocupação com a exposição radiológica em pediatria levou ao desenvolvimento de diversas iniciativas internacionais voltadas à promoção da segurança radiológica. Campanhas como *Image Gently*® e *Step Lightly*® têm desempenhado papel importante na disseminação de boas práticas e na conscientização sobre a necessidade de otimização das doses de radiação em crianças.

Entre os princípios fundamentais da radioproteção destacam-se o princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) e o princípio ALADA (*As Low As Diagnostically Acceptable*), que orientam a utilização da menor dose de radiação possível sem comprometer a qualidade diagnóstica do exame.

Programas institucionais de *Radiation Stewardship* têm sido implementados em diversas UTINs ao redor do mundo com o objetivo de monitorar a utilização de exames radiológicos, revisar protocolos de solicitação e promover educação continuada das equipes assistenciais. Estudos demonstram que a adoção dessas estratégias pode reduzir significativamente a exposição radiológica cumulativa sem impacto negativo nos desfechos clínicos dos pacientes (DONOGHUE et al., 2023; KEPPLER et al., 2022).

4.9 Evidências internacionais sobre exposição radiológica em UTIN

A literatura internacional apresenta diversos estudos que investigaram o número de radiografias realizadas em recém-nascidos internados em UTIN, permitindo compreender padrões de uso, variabilidade entre instituições e magnitude da exposição cumulativa esperada em diferentes perfis de pacientes.

Estudos de coorte demonstram grande heterogeneidade no número de exames realizados por paciente, com medianas que variam entre aproximadamente

10 e mais de 25 radiografias por internação, podendo ultrapassar 50 exames em pacientes com internações prolongadas ou maior complexidade clínica (DONADIEU et al., 2006; PARK et al., 2018).

Pesquisas realizadas em diferentes países também demonstram ampla variabilidade individual, com registros que variam de poucos exames até mais de 100 radiografias em neonatos submetidos a longos períodos de internação. Essa distribuição assimétrica evidencia que pequenos grupos de pacientes, geralmente os mais graves, concentram grande parte da exposição cumulativa (GISLASON-LEE et al., 2021).

Essas evidências reforçam a importância de estudos que avaliem a realidade local de diferentes instituições, permitindo comparar padrões de exposição, identificar oportunidades de melhoria e subsidiar a implementação de estratégias de radioproteção em unidades neonatais.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional, retrospectivo onde os dados foram coletados no ano de 2025, descritivo, de abordagem quantitativa, baseado na análise de dados secundários de prontuários, com o objetivo de identificar o número de recém-nascidos pré-termo (RNPT) internados em uma Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) no ano de 2024, caracterizá-los quanto ao sexo, peso ao nascer, índice de Ápgar e via de parto, bem como quantificar o número de procedimentos radiográficos realizados em cada paciente ao longo do período de internação.

5.1 Local de Estudo

A pesquisa foi realizada em recém-nascidos pré-termos internados na UTIN do Hospital São Paulo/UNIFESP, vinculado ao Sistema Único de Saúde - SUS localizado no município de São Paulo.

5.2 Amostra

A amostra do estudo foi constituída por amostra de conveniência, composta por todos os recém-nascidos pré-termo internados na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) do Hospital São Paulo/UNIFESP no período de janeiro a dezembro de 2024.

Os critérios de inclusão contemplaram recém-nascidos pré-termo, definidos como aqueles com idade gestacional inferior a 37 semanas, internados na UTIN durante o período do estudo e que tenham sido submetidos à realização de exames radiográficos ao longo da internação, com registros completos e acessíveis nos sistemas institucionais de prontuário eletrônico e de arquivamento de imagens. Foram incluídos neonatos de ambos os sexos, independentemente do peso ao nascer, idade gestacional específica ou diagnóstico clínico, desde que houvesse documentação adequada dos exames radiológicos realizados durante o período de hospitalização. Os critérios de exclusão abrangeram recém-nascidos nascidos a termo, pacientes sem histórico radiológico completo disponível nos sistemas institucionais, prontuários com ausência de informações essenciais para análise ou inconsistências relevantes nos registros clínicos, bem como casos nos quais não foi

possível identificar de forma precisa o número total de exames radiográficos realizados durante o período de internação.

Dessa forma, a amostra final foi composta por todos os RNPT que atenderam aos critérios de elegibilidade estabelecidos para o estudo.

5.3 Caracterização dos RNPT

Serão analisadas variáveis clínicas, demográficas e relacionadas à exposição radiológica dos recém-nascidos pré-termo (RNPT) incluídos no estudo, obtidas a partir da análise de prontuários e registros institucionais. As variáveis consideradas serão: idade gestacional ao nascimento (expressa em semanas), peso ao nascer (em gramas), índice de Ápgar no primeiro e no quinto minuto de vida, sexo, via de parto (vaginal ou cesariana) e o número total de procedimentos diagnósticos envolvendo radiografia (RX) realizados durante o período de internação na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN). A inclusão dessas variáveis tem como objetivo caracterizar o perfil clínico da população estudada e quantificar a exposição à radiação ionizante ao longo da hospitalização.

Foram incluídos no estudo todos os recém-nascidos pré-termo (RNPT), definidos como aqueles com idade gestacional inferior a 37 semanas, internados na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) do Hospital São Paulo/UNIFESP durante o período de janeiro a dezembro de 2024. Também foi considerado como critério de inclusão a disponibilidade de registro completo no prontuário eletrônico contendo as informações clínicas necessárias para análise, incluindo idade gestacional, peso ao nascimento, índice de Ápgar, sexo, via de parto e registro dos exames radiográficos realizados durante o período de internação.

Foram excluídos do estudo os prontuários que apresentaram ausência ou inconsistência de informações essenciais para a análise das variáveis do estudo, bem como recém-nascidos que foram transferidos para outras instituições antes da conclusão do acompanhamento ou cujo período de internação não permitiu a obtenção completa dos dados referentes à exposição a exames radiográficos.

5.4 Coleta de dados

Os dados foram coletados no ano de 2025 referentes aos pacientes internados no ano de 2024, o perfil epidemiológico e quantidade de procedimentos envolvendo radiação ionizante serão coletados a partir do Sistema de Gestão em

Saúde - Tasy Philips do Hospital São Paulo após apreciação do presente projeto ao comitê de ética em pesquisa.

Posteriormente esses dados serão tabulados e colocados em formato de gráfico para análise.

5.5 Comitê de Ética em Pesquisa

O presente trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa e teve seu parecer favorável sob número 7.400.448.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pode ser encontrado no Apêndice 1.

5. 6 Análise Estatística

Inicialmente foi realizada análise exploratória dos dados com o objetivo de identificar a distribuição das variáveis estudadas. A normalidade das distribuições foi avaliada por meio de testes de normalidade e inspeção gráfica da distribuição dos dados. Considerando que as variáveis quantitativas analisadas, especialmente o número de exames radiográficos realizados por paciente, apresentaram distribuição assimétrica e não aderente à distribuição normal, optou-se pela utilização de medidas de tendência central e dispersão não paramétricas.

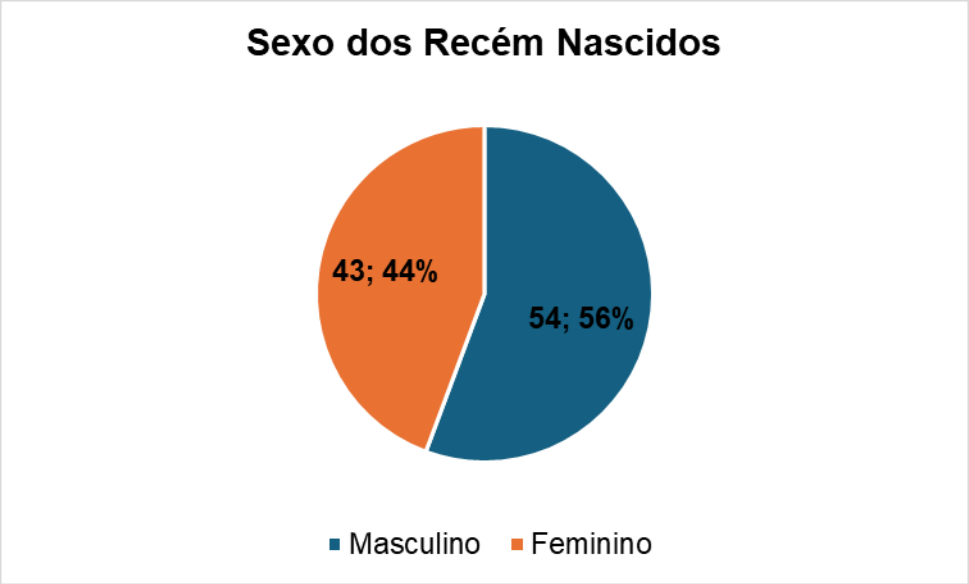
Dessa forma, as variáveis quantitativas foram descritas por mediana e intervalo interquartil (IIQ), por representarem de maneira mais adequada o comportamento de dados com distribuição não normal. As variáveis categóricas foram apresentadas por meio de frequências absolutas e relativas.

A escolha pela utilização da mediana como medida principal de tendência central baseou-se no fato de que a distribuição do número de exames radiográficos tende a ser assimétrica, com presença de valores extremos associados a pacientes com internações prolongadas ou maior complexidade clínica, característica amplamente descrita em estudos sobre exposição radiológica em unidades de terapia intensiva neonatal.

6 RESULTADOS

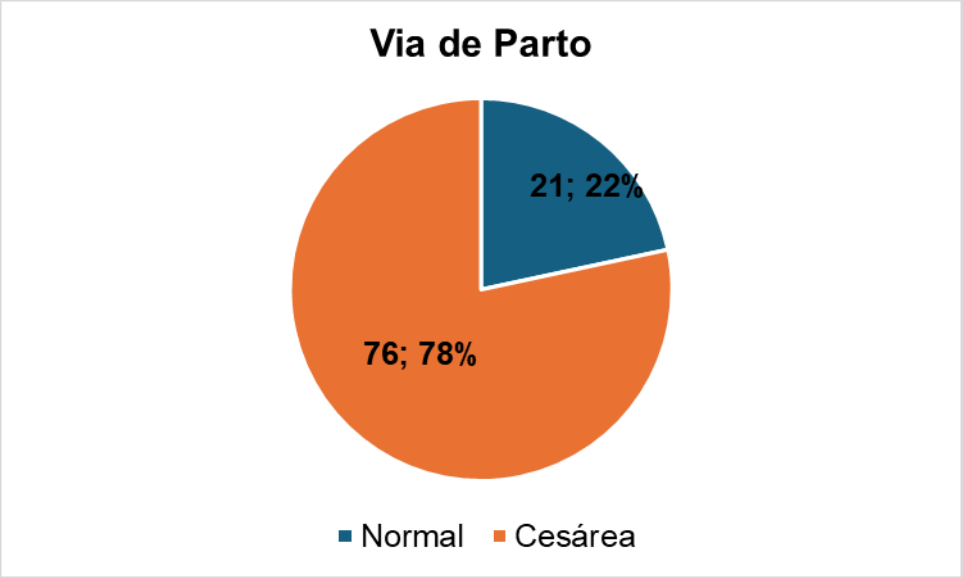
A amostra analisada neste estudo foi composta por 97 RNPT internados na UTIN do Hospital São Paulo no ano de 2024. Houve uma predominância do sexo feminino (56%) como observado na Figura 1. Já a Figura 2 mostra que a via de parto mais frequente foi a cesariana, correspondendo a 78% dos nascimentos.

Figura 1: Sexo dos recém-nascidos



Fonte: Autora da dissertação

Figura 2: Via de parto



Fonte: Autora da dissertação

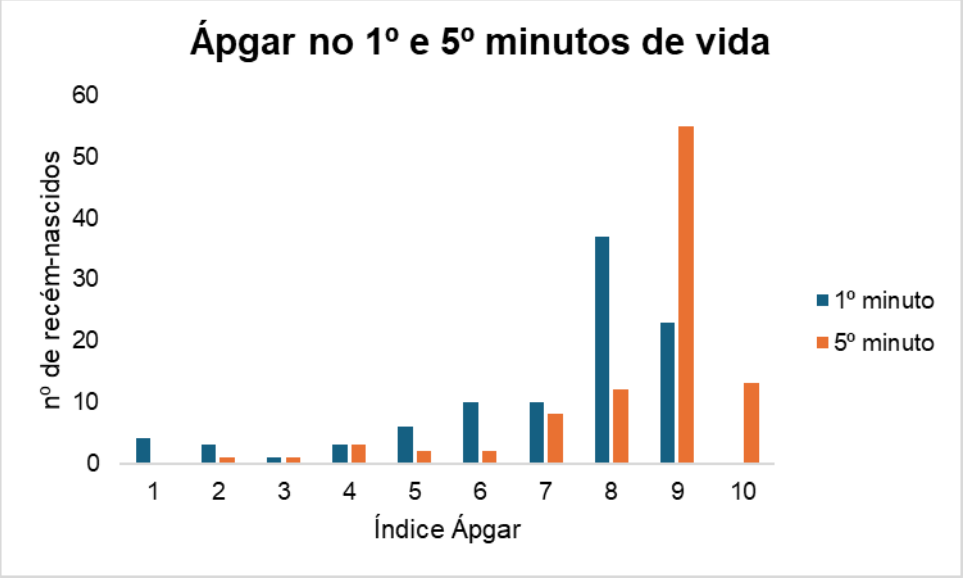
Conforme detalhado na Tabela 1, a amostra representa uma população de alto risco e complexidade (Figura 3), caracterizada por prematuridade (Figura 4) e baixo peso ao nascer (Figura 5).

Tabela 1: Características demográficas e clínicas da amostra (n=97)

Variável	Média (±DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Peso (g)	2.100,52 (±840,43)	2.055,00	410	3.910
APGAR (5ºmin)	8,72 (±0,73)	9,00	5	10
Idade Gestacional (semanas)	33,63 (±3,82)	35,00	24	41
Tempo de Internação (Dias)	40,63 (±61,04)	20,00	1	411

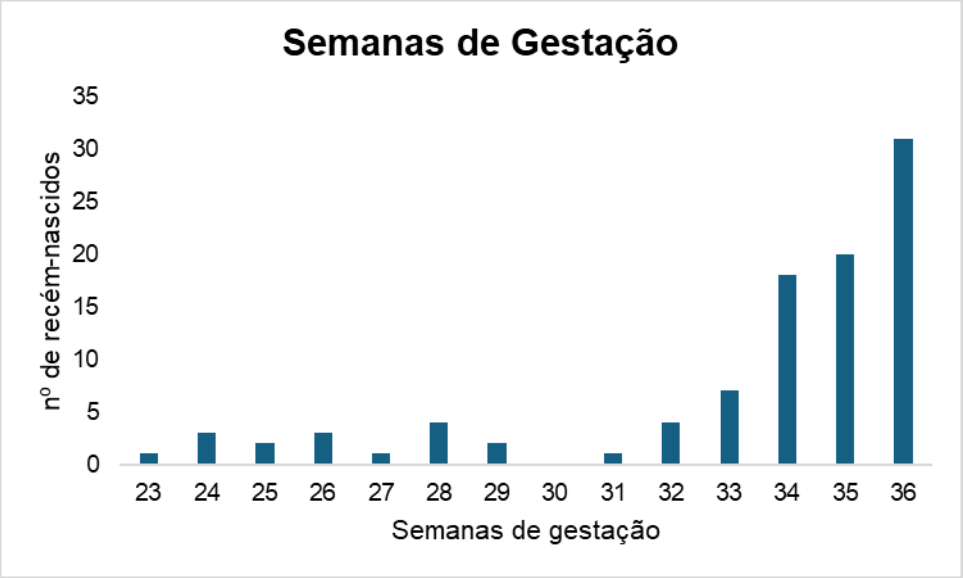
Fonte: Autora da dissertação

Figura 3: Ápgar no 1º e 5º minutos de vida



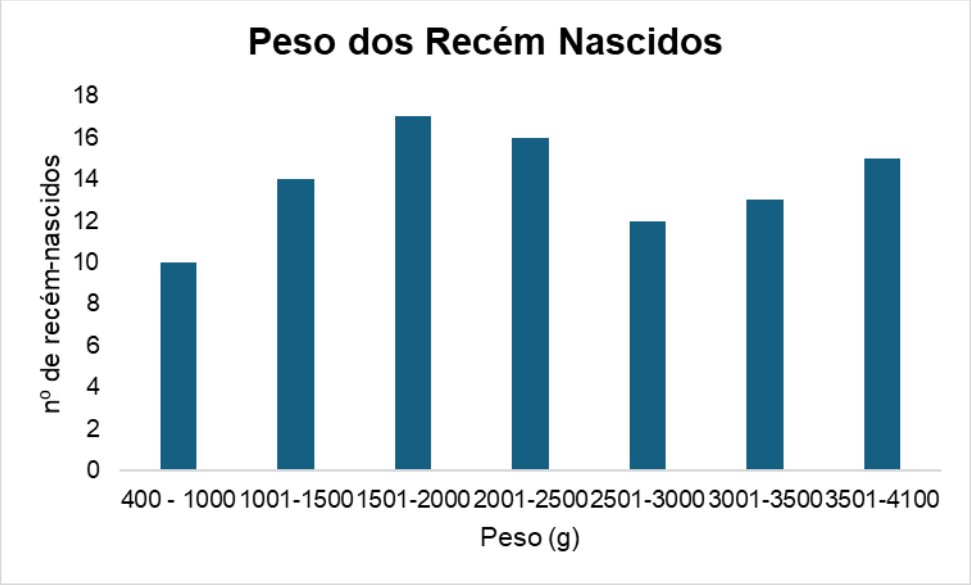
Fonte: Autora da dissertação

Figura 4: Semanas de gestação



Fonte: Autora da dissertação

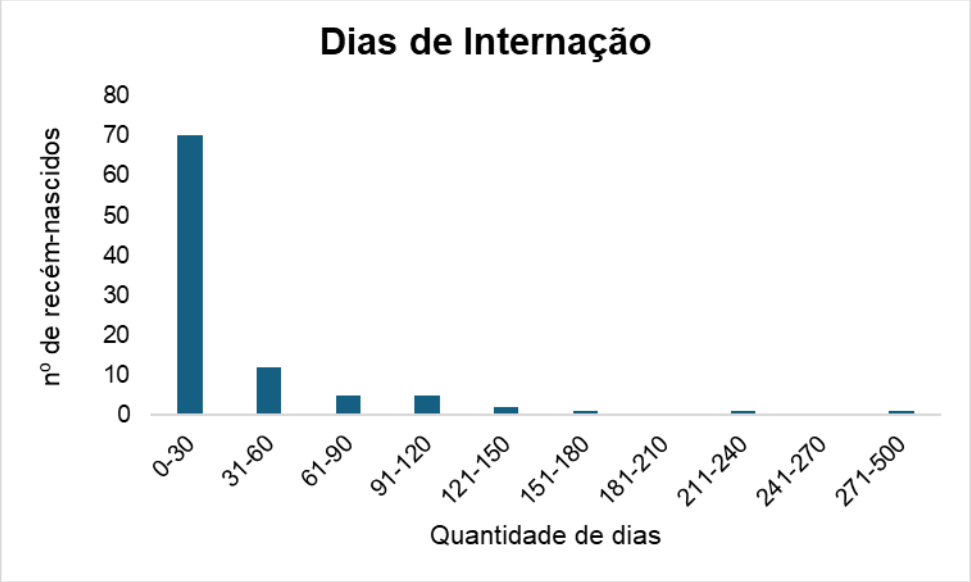
Figura 5: Peso dos recém-nascidos



Fonte: Autora da dissertação

O tempo de permanência na unidade revelou-se altamente variável, com uma média de 40,63 dias, mas com um desvio-padrão elevado (61,04) e um máximo de 411 dias, sublinhando a presença de casos crônicos que exigiram monitoramento prolongado. A Figura 6 apresenta a distribuição do tempo de internação da amostra analisada.

Figura 6: Dias de internação



Fonte: Autora da dissertação

A análise da exposição radiológica é sumarizada na Tabela 2. Foi observada uma grande amplitude no número de radiografias de tórax realizadas, variando de 0 a 115 exames.

Tabela 2: Parâmetros de exposição à radiografia de tórax (n=97)

Variável	Média (±DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Número de RX	10,72 (±16,09)	5,00	0	115
Média de Exames/Semana	1,84 (±2,05)	1,00	0	12,00

Fonte: Autora da dissertação

A média de 10,72 exames por paciente, contrastando com a mediana de 5,0, indica que a exposição cumulativa é fortemente influenciada por uma minoria de pacientes submetidos a um número alto de procedimentos. Apenas 6,2% dos neonatos não foram expostos à radiografia.

A intensidade do monitoramento foi quantificada pela taxa média de exames por semana, resultando em 1,84 radiografias semanais. Este dado reflete a necessidade clínica de acompanhamento agressivo e frequente, especialmente para a verificação do posicionamento de dispositivos invasivos e a rápida identificação de intercorrências pulmonares no manejo de RN de alto risco.

A análise da regressão linear entre o Número de RX e os Dias de Internação (Figura 7) demonstrou uma correlação linear positiva e altamente significativa (R^2=0,8401).

A análise de regressão linear realizada entre o número de radiografias de tórax e o tempo de internação evidenciou um coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,8401, o que representa um resultado estatisticamente robusto e clinicamente relevante. O R^2 expressa a proporção da variabilidade da variável dependente, neste caso, o número de exames radiográficos realizados, que pode ser explicada pela variável independente, o tempo de internação. Assim, um R^2 de 0,8401 indica que aproximadamente 84,01% da variação no número de radiografias é diretamente explicada pela duração da internação do recém-nascido.

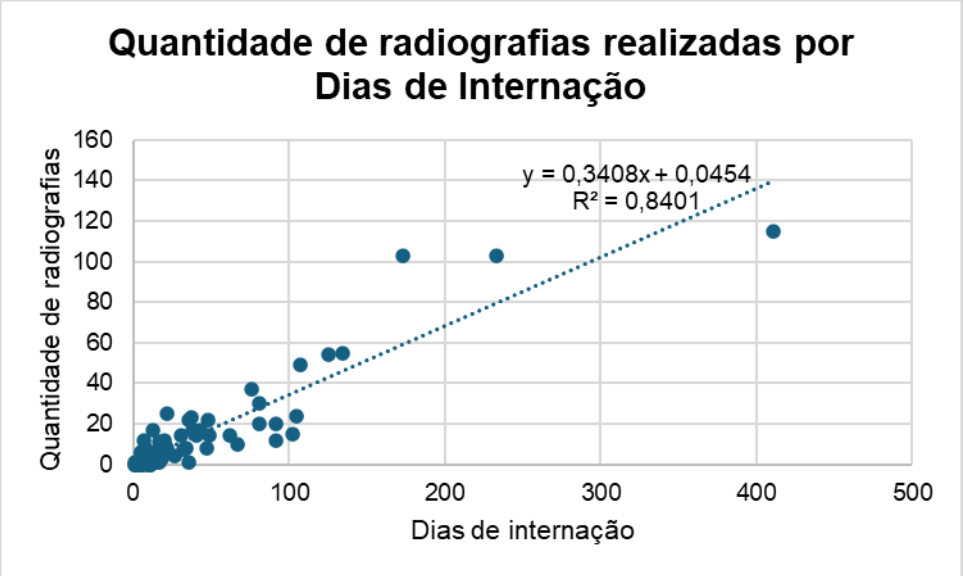
Esse valor elevado de R^2 demonstra que o modelo apresenta alto poder explicativo, indicando que o tempo de permanência na UTIN é o principal fator determinante da exposição cumulativa à radiação ionizante nesta população. Em outras palavras, quanto maior o tempo de internação, maior tende a ser o número de exames radiográficos realizados, refletindo a maior complexidade clínica, a necessidade de monitoramento contínuo e a presença de dispositivos invasivos em pacientes com evolução prolongada.

Além disso, a equação da regressão ($y = 0,3408x + 0,0454$) permite interpretar quantitativamente essa relação, mostrando que, em média, a cada dia adicional de internação ocorre um incremento de aproximadamente 0,34 radiografias por paciente. Esse achado confere não apenas validade estatística, mas também significado clínico ao modelo, pois traduz a exposição radiológica em termos diretamente relacionados ao tempo de permanência hospitalar.

O elevado R² também indica que apenas cerca de 16% da variabilidade observada no número de exames não é explicada pelo tempo de internação, sugerindo que fatores adicionais, como protocolos institucionais, práticas assistenciais, decisões médicas individuais e condições clínicas específicas, têm influência secundária quando comparados ao impacto dominante da duração da internação.

Portanto, os resultados associados ao R² reforçam que estratégias de redução da exposição radiológica devem priorizar especialmente os recém-nascidos com internações prolongadas, uma vez que esse subgrupo concentra a maior parcela da dose cumulativa de radiação. Esses achados oferecem base objetiva para a implementação de protocolos diferenciados de monitoramento e substituição por métodos não ionizantes sempre que possível, sem comprometer a segurança clínica.

Figura 7: Quantidade de radiografias realizadas por dias de internação

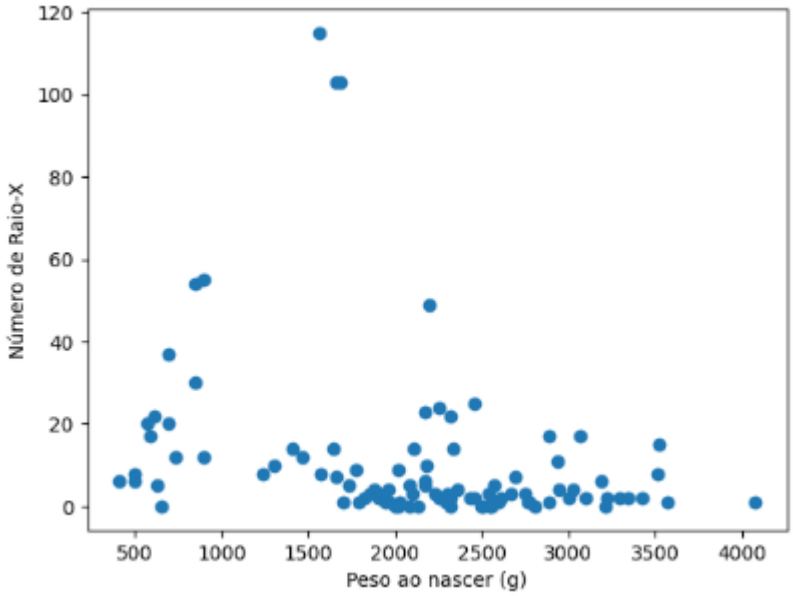


Fonte: Autora da dissertação

A forte correlação comprova que a morbidade prolongada, representada pelo tempo de internação, é o principal fator preditivo da dose cumulativa de radiação ionizante na população neonatal, sendo os pacientes com longas permanências (acima de 150 dias) os principais contribuintes para a dose total acumulada na amostra.

A correlação entre o peso ao nascer e o número de radiografias realizadas foi avaliada por meio do teste de Spearman, considerando a distribuição assimétrica dos dados e a presença de valores extremos. Observou-se uma correlação negativa moderada e estatisticamente significativa ($\rho = -0{,}395$; $p < 0{,}001$), indicando que recém-nascidos com menor peso ao nascer foram submetidos a maior número de exames radiológicos. Esse achado sugere que o baixo peso ao nascer está associado a maior complexidade clínica e maior necessidade de monitoramento por imagem durante a internação em UTIN.

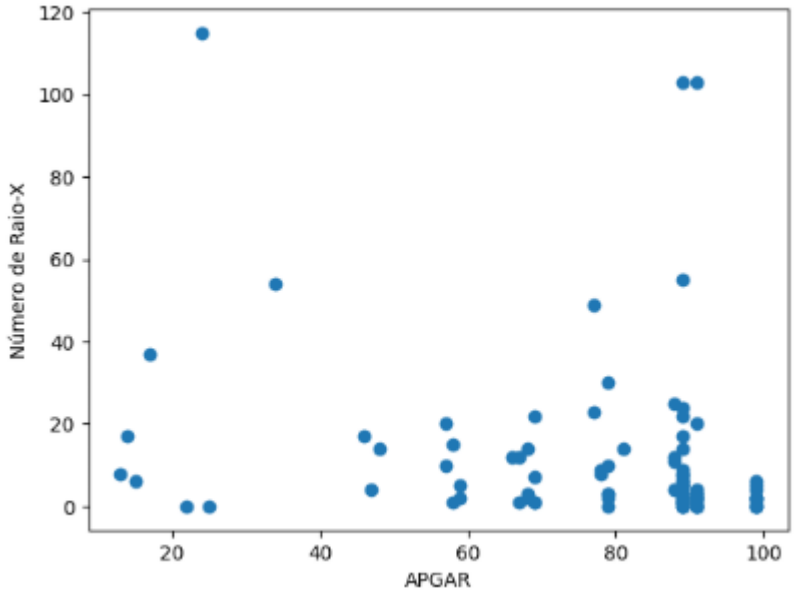
Figura 8: Peso ao nascer versus número de raio x



Fonte: Autora da dissertação

A associação entre o escore de APGAR e o número de exames radiográficos foi analisada por meio da correlação de Spearman. Não foi observada correlação estatisticamente significativa entre as variáveis ($\rho = -0{,}056$; $p = 0{,}58$), indicando que a condição clínica imediata ao nascimento, avaliada pelo APGAR, não se associou de forma direta ao número de radiografias realizadas ao longo da internação. Esse resultado sugere que a exposição radiológica está mais relacionada à evolução clínica e à morbidade ao longo do tempo do que ao estado inicial do recém-nascido.

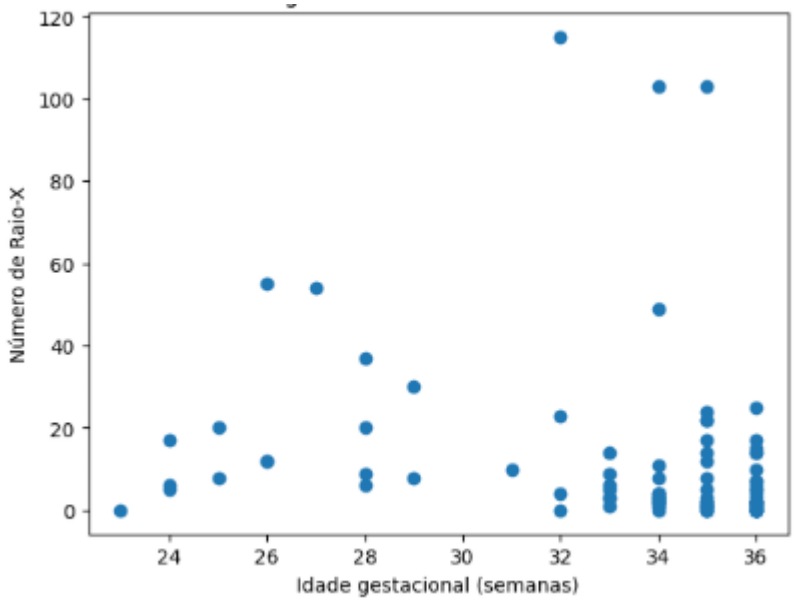
Figura 9: Ápgar versus número de raio x



Fonte: Autora da dissertação

A correlação entre idade gestacional e número de radiografias foi avaliada utilizando o teste de Spearman. Identificou-se uma correlação negativa moderada e estatisticamente significativa ($\rho = -0{,}348$; $p < 0{,}001$), evidenciando que recém-nascidos com menor idade gestacional (maior grau de prematuridade) foram submetidos a maior número de exames radiológicos. Esse achado reforça que a prematuridade constitui um importante fator associado à maior exposição cumulativa à radiação ionizante, refletindo a maior necessidade de suporte intensivo e monitoramento clínico desses pacientes.

Figura 10: Idade gestacional versus número de raio x



Fonte: Autora da dissertação

7 DISCUSSÃO

A análise dos resultados encontrados neste estudo permite uma interpretação abrangente sobre o uso de radiografias em unidades de terapia intensiva neonatal, ao mesmo tempo em que possibilita uma comparação direta com o que vem sendo amplamente relatado na literatura nacional e internacional. Quando se observa que a média de radiografias realizadas por recém-nascido foi de 10,72, com mediana de 5,0 e amplitude significativa variando de 0 a 115 exames ao longo da internação, percebe-se imediatamente um padrão de distribuição assimétrico, típico de populações neonatais com grande heterogeneidade clínica. Esse comportamento, já descrito em diferentes estudos ao longo das últimas décadas, é um reflexo direto da variação substancial de gravidade, de tempo de internação e de dependência tecnológica entre os neonatos que compõem a casuística de uma UTIN. O fato de a mediana ser muito menor que a média indica que a maior parte dos pacientes realizou poucos exames, mas há um subgrupo que concentrou grande parte das exposições radiológicas, fenômeno amplamente documentado em pesquisas anteriores (DONADIEU et al., 2006; PARK et al., 2018; GISLASON-LEE et al., 2021).

Os dados clássicos apresentados por Donadieu et al. (2006), com mediana de 10,6 radiografias por bebê pré-termo internado em UTINs francesas, oferecem um parâmetro importante para comparação. Embora a média local se aproxime desse número, a mediana observada neste estudo é aproximadamente metade daquele valor, o que sugere características peculiares na prática institucional. Esse achado pode indicar que, apesar de alguns pacientes terem apresentado alta demanda tecnológica, a maior parte dos recém-nascidos internados não necessitou de monitoramento radiológico intensivo. Tal fenômeno também pode refletir uma distribuição diferenciada de gravidade clínica, provavelmente com menor proporção de prematuros extremos, que tendem a requerer mais exames tanto para monitoramento ventilatório quanto para reposicionamento frequente de cateteres umbilicais ou centrais.

Essa interpretação encontra sustentação nos resultados de Park et al. (2018), que analisaram crianças de muito baixo peso internadas em UTINs da Coreia do Sul e relataram mediana de 26 radiografias por paciente — quase cinco vezes superior à mediana local. Naquela coorte, os autores destacaram que a maioria dos pacientes

necessitava de suporte ventilatório prolongado, reavaliações constantes de dispositivos e investigação repetida de alterações abdominais ou torácicas, o que explica o elevado número de exames. Ao se comparar esses dados com os resultados encontrados neste estudo, reforça-se a hipótese de que a população atendida na UTIN local, embora apresente casos de alta complexidade, não se caracteriza predominantemente por prematuridade extrema. Assim, a menor mediana de radiografias pode refletir um perfil clínico menos dependente de intervenções radiológicas intensivas.

Mesmo assim, a amplitude entre 0 e 115 radiografias encontrada localmente é compatível com séries internacionais envolvendo recém-nascidos críticos. Gislason-Lee et al. (2021), ao analisarem fatores determinantes da exposição radiológica cumulativa em prematuros de extremo baixo peso, relataram casos que variavam de 80 a 150 radiografias ao longo da internação. Esses números, portanto, situam o valor máximo encontrado na presente amostra dentro de uma faixa considerada comum em contextos de alta complexidade clínica e de internações prolongadas. Esse tipo de paralelo evidencia que, embora a mediana seja baixa, os casos extremos observados são plenamente compatíveis com o que é reportado em outros países, sendo consequência de trajetórias clínicas particularmente desafiadoras.

A taxa semanal de radiografias — 1,84 exames por semana — também merece análise cuidadosa. Esse valor encontra correspondência com as práticas descritas em UTINs que adotam protocolos mais conservadores, onde taxas entre 1 e 2 exames semanais são frequentemente reportadas como adequadas para acompanhamento clínico sem gerar exposição excessiva à radiação. Em contrapartida, unidades que ainda mantêm rotinas de radiografia diária ou protocolos rígidos de reposicionamento de dispositivos podem apresentar taxas superiores a 3 exames por semana (RYU et al., 2024). O fato de a taxa local se situar dentro do limite inferior da variação internacional sugere que, de forma geral, a UTIN estudada não segue uma rotina de solicitações excessivamente frequentes, embora haja espaço para intervenções voltadas à redução da variabilidade individual.

A forte correlação observada entre número de radiografias e tempo de internação reforça um dos achados mais consistentes na literatura: neonatos que permanecem internados por períodos mais longos acumulam mais complicações clínicas, mais intervenções e maior número de avaliações diagnósticas seriadas (GISLASON-LEE et al., 2021; PARK et al., 2018). Em outras palavras, o

prolongamento da internação é, por si só, um fator de risco para aumento da exposição cumulativa à radiação ionizante. Esse fenômeno ocorre porque o prolongamento da internação geralmente acompanha maior incidência de falhas ventilatórias, sépsis, enterocolite necrosante, necessidade de reposicionamento frequente de cateteres, investigação de distensão abdominal e monitoramento de dispositivos torácicos — todas situações que tradicionalmente motivam a realização de radiografias em UTINs.

Além da relação robusta entre tempo de internação e número de radiografias, a presente análise permitiu explorar associações entre a exposição radiológica e características neonatais fundamentais, como peso ao nascer, idade gestacional e escore de APGAR. Essas variáveis são amplamente reconhecidas na literatura como marcadores indiretos de gravidade clínica e vulnerabilidade biológica, sendo, portanto, relevantes para compreender os determinantes da exposição cumulativa à radiação em UTINs.

A correlação negativa moderada e estatisticamente significativa observada entre o peso ao nascer e o número de radiografias realizadas indica que recém-nascidos com menor peso foram submetidos a maior número de exames radiológicos ao longo da internação. Esse achado é coerente com o conhecimento consolidado de que neonatos de baixo peso apresentam maior instabilidade clínica, maior dependência de suporte ventilatório, maior necessidade de dispositivos invasivos e maior risco de intercorrências respiratórias e infecciosas. Como consequência, esses pacientes demandam monitoramento mais frequente, incluindo avaliações radiológicas seriadas para acompanhamento pulmonar e verificação do posicionamento de cateteres e tubos. Estudos prévios apontam padrão semelhante, demonstrando que o baixo peso ao nascer está fortemente associado ao aumento da carga diagnóstica por imagem em UTINs, sobretudo em contextos de internação prolongada.

De maneira semelhante, a análise da idade gestacional em relação ao número de radiografias revelou uma correlação negativa significativa, evidenciando que quanto menor a idade gestacional, maior a exposição radiológica. Esse resultado reforça a prematuridade como um dos principais determinantes da intensidade do cuidado neonatal. Recém-nascidos mais prematuros apresentam imaturidade pulmonar, maior risco de síndrome do desconforto respiratório, necessidade prolongada de ventilação mecânica e maior incidência de complicações

como sepse e displasia broncopulmonar. Essas condições demandam acompanhamento clínico rigoroso e, frequentemente, avaliações radiográficas repetidas. Assim, os achados locais corroboram a literatura internacional ao demonstrar que a prematuridade não apenas prolonga a internação, mas também aumenta a probabilidade de exposição cumulativa à radiação ionizante.

Em contrapartida, não foi observada correlação estatisticamente significativa entre o escore de APGAR e o número de radiografias realizadas. Esse resultado sugere que a condição clínica imediata ao nascimento, avaliada nos primeiros minutos de vida, não é um bom preditor isolado da exposição radiológica ao longo da internação. Tal achado pode ser explicado pelo fato de que o APGAR reflete principalmente a adaptação inicial à vida extrauterina, enquanto a necessidade de exames radiológicos está mais relacionada à evolução clínica subsequente, às complicações adquiridas durante a internação e à duração do suporte intensivo. Dessa forma, neonatos com APGAR inicial satisfatório podem evoluir com intercorrências significativas que demandem monitoramento radiológico frequente, enquanto outros com APGAR baixo podem apresentar recuperação rápida e menor necessidade de exames.

Essas análises complementares reforçam que a exposição radiológica em UTINs é um fenômeno multifatorial, fortemente influenciado por características estruturais da prematuridade — como baixo peso e menor idade gestacional — e muito menos determinada por indicadores pontuais de condição clínica inicial. A integração desses achados com a forte correlação observada entre tempo de internação e número de radiografias permite concluir que a exposição cumulativa à radiação resulta da interação entre vulnerabilidade biológica, complexidade clínica e duração do cuidado intensivo.

Do ponto de vista prático, esses resultados têm implicações relevantes para estratégias de radioproteção. Eles indicam que ações de otimização devem ser prioritariamente direcionadas a recém-nascidos de menor peso e menor idade gestacional, grupos que concentram maior risco de exposição cumulativa. Protocolos diferenciados, uso ampliado de métodos não ionizantes, auditorias focadas em pacientes de internação prolongada e vigilância sistemática da indicação de exames nesses subgrupos podem gerar impacto significativo na redução global da exposição radiológica, sem comprometer a segurança clínica.

A discussão ganha profundidade quando se integra o contexto histórico e tecnológico apresentado na revisão. A transição da radiografia analógica para a digital (CR e DR), conforme discutido por Seibert (2019) e por Samei e Flynn (2021), trouxe benefícios substanciais em termos de redução de dose, agilidade de processamento e possibilidade de pós-processamento de imagem. Entretanto, esse avanço tecnológico também foi acompanhado de um aumento potencial na disponibilidade e facilidade de solicitação do exame, fenômeno conhecido como "facilitação tecnológica". Na prática, a maior rapidez e menor custo operacional dos métodos digitais pode induzir uma maior propensão à solicitação de radiografias que, em alguns contextos, poderiam ser substituídas por métodos alternativos, como a ultrassonografia pulmonar. Esse aspecto tem sido amplamente discutido em campanhas internacionais voltadas à segurança, como Image Gently® e Step Lightly®, que defendem a racionalização do uso de radiação em pediatria e neonatologia (GOSKE et al., 2012; SOCIETY FOR PEDIATRIC RADIOLOGY, 2020).

A ampla variabilidade documentada neste estudo, especialmente a assimetria da distribuição, reforça a necessidade de se adotar estratégias direcionadas especificamente aos pacientes de maior risco. Embora a maioria dos neonatos tenha sido exposta a poucos exames, um número reduzido concentrou grande parte do total de radiografias. Esse padrão epidemiológico tem implicações claras: programas de otimização devem focar prioritariamente nos pacientes com maior probabilidade de internação prolongada e dependência tecnológica elevada. A ultrassonografia pulmonar, por exemplo, apresenta sensibilidade e especificidade comparáveis ou superiores à radiografia em diversas condições neonatais, incluindo síndrome do desconforto respiratório, atelectasias e derrames pleurais, podendo reduzir de forma importante a necessidade de radiografias seriadas. Estudos recentes demonstram que a adoção sistemática da ultrassonografia como ferramenta de primeira linha pode reduzir em até 40% o número total de radiografias em UTINs (RYU et al., 2024).

Além disso, auditorias internas periódicas sobre a solicitação de radiografias, associadas à criação de protocolos mais restritivos para verificação de dispositivos, podem contribuir para a redução de exames desnecessários. A experiência internacional mostra que intervenções institucionais estruturadas — envolvendo treinamento de equipes, revisão de protocolos e campanhas educativas — têm potencial para reduzir entre 30% e 60% a exposição global à radiação (GOSKE et

al., 2012; RYU et al., 2024). Essa abordagem poderia ser particularmente benéfica na UTIN analisada, considerando os casos extremos observados.

Por fim, é importante reconhecer que, embora a exposição radiológica média observada neste estudo esteja alinhada aos padrões internacionais, a grande variabilidade interna demonstra que ainda há margem significativa para otimização. A combinação de avanços tecnológicos, como sistemas DR de baixa dose, com boas práticas clínicas, uso ampliado de ultrassonografia, padronização de indicações e educação continuada, representa uma oportunidade concreta para aprimorar a segurança dos recém-nascidos. Os resultados locais, quando interpretados à luz da literatura, mostram que a UTIN estudada apresenta desempenho global adequado, mas, ao mesmo tempo, reforçam que o aperfeiçoamento contínuo é não apenas possível, mas desejável, sobretudo para reduzir a exposição desnecessária aos neonatos mais vulneráveis. Nesse sentido, o compromisso institucional com os princípios ALARA e ALADA deve permanecer central na organização do cuidado neonatal.

Todo estudo de pesquisa possui limitações intrínsecas que devem ser reconhecidas e discutidas para contextualizar os resultados e orientar a interpretação. O estudo foi conduzido com base em uma coleta de dados retrospectiva, utilizando informações de prontuários médicos.

A dependência exclusiva dos registros de prontuário (como o número de RX) pode introduzir viés de informação, caso houvesse subnotificação ou registro impreciso de exames realizados. Embora a correlação forte com o tempo de internação sugira que o dado principal é robusto, a ausência de um acompanhamento prospectivo impede a validação em tempo real dos motivos da solicitação de cada exame.

O estudo se restringiu a uma única UTIN de um único hospital. Embora tenha fornecido uma amostra robusta (n=97), os resultados refletem as práticas e protocolos de imagem específicos desta instituição. Consequentemente, a generalização dos achados para outras UTINs com diferentes perfis de pacientes ou diferentes protocolos de radioproteção deve ser feita com cautela.

A principal limitação no que tange à radioproteção é a ausência da dose de radiação ionizante absorvida por paciente. A exposição foi quantificada pelo número de exames de RX, e não pela dose efetiva real (medida em Sievert, Sv). A dose absorvida varia de acordo com o fator de exposição (kVp e mAs), a colimação, a

distância foco-filme e a blindagem utilizada em cada procedimento, dados que não estavam disponíveis ou não foram coletados de forma sistemática.

A falta de dados sobre os fatores técnicos (kVp e mAs) impede a identificação de variações na prática de otimização da dose pelos técnicos de radiologia. Não foi possível avaliar se os exames estavam sendo realizados com o ajuste adequado de dose para o biotipo e a idade gestacional de cada neonato, conforme o princípio ALARA.

O estudo demonstrou uma forte correlação estatística entre o tempo de internação e o número de exames, mas não pôde isolar completamente todos os fatores de confusão clínicos.

O estudo não avaliou o motivo clínico específico da solicitação de cada RX, por exemplo, rotina, diagnóstico de pneumonia, verificação de tubo, suspeita de pneumotórax e outros. Essa ausência impede a avaliação da justificativa de cada exposição e se exames poderiam ter sido substituídos por métodos não ionizantes ou evitados.

A alta variabilidade no número de exames (de 0 a 115) está ligada às complicações neonatais. O estudo não aprofundou na correlação entre tipos específicos de diagnóstico (como Displasia Broncopulmonar ou persistência do Canal Arterial) e a dose acumulada.

Em conclusão, os resultados do presente estudo são válidos para identificar o tempo de internação como o principal preditor de exposição radiológica, mas a falta de dados de dosimetria real e de detalhes da indicação clínica impõe uma restrição na avaliação completa da otimização radiológica e do risco biológico individual.

Ao analisar os resultados desta pesquisa, observa-se que a média de 10,72 radiografias por recém-nascido, com mediana de 5,0, amplitude de 0 a 115 exames e taxa aproximada de 1,84 radiografias por semana de internação, insere a amostra dentro da variabilidade amplamente documentada na literatura internacional. Trabalhos clássicos, como o estudo da American Academy of Pediatrics, descrevem uma mediana muito semelhante (10,6 radiografias por neonato), sugerindo que, em termos gerais, a frequência média encontrada nesta UTIN é comparável àquela reportada em UTINs consolidadas de países de alta renda. O fato de a mediana local ser menor (5 versus 10,6) indica que a maioria dos pacientes realizou relativamente poucos exames, enquanto a média mais elevada reflete a presença de

alguns pacientes com quantidades muito altas, comportamento estatístico típico de distribuições assimétricas observadas nesse tipo de população.

Quando comparados com estudos que incluem populações de maior gravidade, como os recém-nascidos de muito baixo peso examinados por Park et al. (2018), que relataram uma mediana próxima de 26 radiografias, os valores encontrados no presente estudo se situam em faixa inferior. Isso sugere que, embora existam pacientes com grande ativação tecnológica e necessidade de monitoramento radiológico frequente, a composição de caso nesta UTIN parece incluir uma proporção menor de prematuros extremos ou de pacientes com condições de cronicidade prolongada. Ainda assim, a presença de pacientes que atingiram até 115 exames, como observado aqui, é consistente com séries internacionais de prematuros extremos, onde são documentados regularmente valores entre 80 e 150 radiografias ao longo da internação, como demonstrado por Gislason-Lee et al. (2021). Dessa forma, mesmo os casos extremos identificados localmente não representam desvios incomuns no contexto internacional e refletem períodos prolongados de internação, múltiplas complicações clínicas ou necessidade de sucessivas avaliações de dispositivos.

O estudo de Govender et al. (2013) também demonstra que UTINs que adotam rotinas mais tradicionais podem apresentar frequência intermediária, com valores entre 20 e 40 radiografias para pacientes de maior complexidade. A semelhança com esse padrão reforça a interpretação de que, embora a maioria dos pacientes atendidos tenha sido exposta a quantidades relativamente modestas de radiografias, a UTIN analisada também possui um subgrupo de pacientes de maior gravidade que consome a maior parte dos exames realizados — um padrão epidemiológico observado mundialmente.

A taxa semanal de 1,84 radiografias encontrada na presente análise também é compatível com estudos internacionais. Em centros que utilizam protocolos mais conservadores, são descritas taxas entre 1 e 2 radiografias por semana. Já em unidades que ainda adotam rotinas de radiografia diária ou que realizam reavaliações frequentes de dispositivos, a taxa pode ultrapassar 3 exames semanais. Estudos de intervenção, como o de Ryu et al. (2024), documentaram que UTINs com protocolos menos restritivos podem alcançar médias mensais superiores a 25 radiografias por paciente — valores substancialmente superiores aos observados localmente. Isso sugere que a UTIN estudada, embora apresente casos

de grande uso de radiografias, não se aproxima da prática mais intensa encontrada em algumas instituições.

A ampla literatura sobre o tema indica que três fatores principais determinam a frequência de exposições radiológicas em UTIN: o grau de prematuridade, o tempo total de internação e a dependência de dispositivos invasivos. Os resultados locais confirmam essa relação, já que foi observada correlação forte entre dias de internação e número de radiografias. Essa associação é relatada de maneira consistente em diversas publicações, incluindo Gislason-Lee et al. (2021) e Park et al. (2018), que destacam que neonatos que permanecem internados por períodos mais longos tendem a acumular múltiplos episódios de complicações clínicas, ajustes de ventilação mecânica, reposicionamento de cateteres e monitoramento abdominal ou torácico seriado, resultando em aumento considerável do número total de exames.

Assim, os achados deste estudo demonstram que a UTIN analisada está alinhada com padrões internacionais no que se refere ao número médio de radiografias, embora apresente distribuição marcadamente assimétrica — com poucos pacientes concentrando a maior parte das exposições. Essa característica, que aparece também em estudos de grande porte, reforça a necessidade de estratégias direcionadas especificamente para o grupo de maior risco, como adoção sistemática de ultrassonografia pulmonar como primeira escolha, protocolos mais rígidos de indicação de radiografias, auditorias semanais das solicitações e expansão do uso de tecnologias não ionizantes. A literatura internacional mostra que intervenções institucionais podem reduzir a exposição total em até 30–60% sem prejuízo da tomada de decisão clínica, o que oferece excelente oportunidade de melhoria para UTINs brasileiras.

7.1 Produto tecnológico - site

O desenvolvimento deste estudo evidenciou a necessidade de ampliar o acesso a informações claras, atualizadas e cientificamente embasadas sobre a exposição radiológica em recém-nascidos internados em unidades de terapia intensiva neonatal (UTIN). Embora a literatura internacional e nacional enfatize os riscos associados ao uso inadequado ou excessivo da radiação ionizante, ainda se observa, na prática clínica, um conjunto de lacunas relacionadas à educação permanente, à aplicação dos princípios de radioproteção, ao entendimento dos

riscos cumulativos e à adoção de estratégias alternativas de imagem. Nesse contexto, o produto tecnológico resultante desta pesquisa consiste na elaboração de um site educacional voltado para profissionais de saúde que atuam em ambientes neonatais e pediátricos.

O objetivo central do site é funcionar como uma plataforma de disseminação de conhecimento, reunindo de maneira organizada os resultados desta dissertação, além de materiais de apoio, diretrizes, recomendações práticas e conteúdo multimídia relacionados à radioproteção neonatal, bem como sugestões de protocolos, fluxogramas e infográficos para geração de material de apoio à prática clínica. Trata-se de um produto que pretende contribuir para a formação continuada de enfermeiros, médicos, técnicos de radiologia e demais profissionais envolvidos no cuidado ao recém-nascido. Sua criação se baseia em princípios de usabilidade, clareza na comunicação científica e aplicabilidade imediata no contexto assistencial.

O conteúdo foi estruturado a partir de três eixos principais: (1) apresentação dos achados da pesquisa, incluindo estatísticas, gráficos e interpretações aplicáveis ao cotidiano dos serviços; (2) orientações práticas de radioproteção nas UTINs, com foco nos princípios ALARA/ALADA, na otimização de solicitações radiográficas e na identificação de alternativas diagnósticas como ultrassonografia; e (3) recursos educacionais, tais como vídeos explicativos, infográficos, fluxogramas e materiais de apoio baseados em recomendações de organizações internacionais como a ICRP, Image Gently® e Society for Pediatric Radiology.

O site também foi concebido para servir como ferramenta de padronização institucional, oferecendo sugestões de protocolo para solicitação de radiografias, intervenções baseadas em evidências para redução de exames desnecessários e recomendações específicas para o monitoramento de dispositivos invasivos. Além disso, o conteúdo visa apoiar gestores e coordenadores de UTINs na implementação de auditorias internas de indicação de exames, estimulando a cultura de segurança radiológica.

Ao disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico gerado pela pesquisa, o produto tecnológico promove a democratização do acesso à informação, reduz barreiras educativas e contribui para transformar a prática cotidiana em saúde neonatal. Dessa forma, o site se alinha à proposta dos Programas de Mestrado Profissional, ao conciliar rigor científico com aplicabilidade imediata, oferecendo uma

solução inovadora, contextualizada e de impacto direto sobre a qualidade da assistência prestada a recém-nascidos.

8 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo permitem compreender, de maneira abrangente, o padrão de utilização de radiografias em uma Unidade de Terapia Intensiva Neonatal e situá-lo dentro do cenário já descrito pela literatura internacional. A média de 10,72 exames por recém-nascido, associada à mediana de 5,0 e à ampla variabilidade observada, indica que a maior parte dos neonatos foi submetida a um número modesto de radiografias, ao passo que um subgrupo específico concentrou a maior parte das exposições, comportamento que reflete a heterogeneidade clínica típica do cuidado neonatal intensivo. Esse padrão demonstra que a UTIN estudada apresenta valores comparáveis aos relatados em centros internacionais consolidados, como evidenciado por Donadieu et al. (2006), ao mesmo tempo em que mantém níveis inferiores aos observados em populações de maior gravidade, como demonstrado por Park et al. (2018).

A correlação fortemente positiva entre número de radiografias e duração da internação reforça um dos achados mais consistentes da literatura: quanto maior o tempo de permanência hospitalar, maior a probabilidade de descompensações clínicas, intervenções e necessidade de monitoramento diagnóstico seriado, fatores que justificam o crescimento cumulativo da exposição radiológica. A presença de casos extremos, com até 115 exames durante a internação, também se mostra coerente com o que é descrito em estudos de prematuros de extremo baixo peso (Gislason-Lee et al., 2021), mostrando que os valores observados localmente não representam desvios incomuns, mas sim situações clínicas particularmente complexas.

Além do tempo de internação, as análises correlacionais evidenciaram que o baixo peso ao nascer e a menor idade gestacional estão significativamente associados a maior número de radiografias realizadas. Esses achados reforçam que a exposição radiológica em UTINs é fortemente influenciada por características estruturais da prematuridade e não apenas por eventos clínicos pontuais. Em contrapartida, a ausência de associação significativa entre o escore de APGAR e o número de exames sugere que a condição clínica imediata ao nascimento não é um preditor isolado da exposição cumulativa, sendo a evolução

clínica ao longo da internação o principal determinante do uso de exames radiológicos.

Apesar disso, os resultados sugerem importante oportunidade de aprimoramento. Embora a média semanal de 1,84 radiografias por paciente esteja alinhada a práticas consideradas moderadas, a assimetria da distribuição aponta para a necessidade de intervenções focadas nos pacientes de maior risco. Estratégias como incorporação ampliada da ultrassonografia pulmonar como método de primeira linha, revisão de protocolos institucionais, campanhas educativas e auditorias de solicitação podem contribuir significativamente para a redução da exposição cumulativa, em consonância com princípios internacionais de segurança radiológica, como ALARA e ALADA, e com iniciativas como Image Gently®.

Dessa forma, conclui-se que a UTIN analisada apresenta um padrão globalmente adequado de utilização de radiografias, mas que o avanço da prática assistencial requer atenção especial aos casos de alta complexidade, onde há maior tendência de acúmulo de exames e, consequentemente, maior risco de exposição. O estudo reforça que a racionalização das solicitações é possível e desejável, sobretudo diante da disponibilidade crescente de tecnologias não ionizantes e de diretrizes internacionais que priorizam a otimização da segurança em neonatologia. Nesse contexto, os resultados obtidos fornecem subsídios concretos para o desenvolvimento de estratégias educativas e institucionais voltadas à radioproteção, como o produto tecnológico proposto neste trabalho, ampliando o potencial de impacto científico e assistencial da pesquisa.

Os achados contribuem para o conhecimento nacional sobre o tema, ao mesmo tempo em que oferecem bases para futuras intervenções institucionais e novas linhas de pesquisa sobre práticas diagnósticas, dosimetria e redução da exposição radiológica em populações vulneráveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, B. R. de; LIMA, E. M. **Fatores associados ao atraso do desenvolvimento neuropsicomotor de crianças prematuras internadas em unidade de neonatologia.** Revista Multidebates, v. 7, n. 3, 2023.

ALMEIDA, L. R.; SILVA, T. M.; GOMES, R. F. **Práticas de radioproteção em unidades de terapia intensiva neonatal: desafios e perspectivas no contexto brasileiro.** Revista Brasileira de Enfermagem, v. 76, n. 4, p. 2451–2459, 2023.

AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS; AMERICAN COLLEGE OF OBSTETRICIANS AND GYNECOLOGISTS. **The Apgar score.** Pediatrics, v. 136, n. 4, p. 819–822, 2015. DOI: https://doi.org/10.1542/peds.2015-2651.

ARAÚJO, D. M. R.; PEREIRA, N. L.; KAC, G. **Ansiedade na gestação, prematuridade e baixo peso ao nascer: uma revisão sistemática da literatura.** Cadernos de Saúde Pública, v. 23, n. 4, p. 747–756, 2007.

BEAUVAIS, M. et al. **Cumulative radiation exposure among chronically hospitalized premature infants: a multicenter analysis.** Pediatric Radiology, v. 54, p. 112–124, 2024.

BHATTACHARJEE, A. et al. **Ultrasonography versus radiography for diagnosis and monitoring of necrotizing enterocolitis: a scoping review.** Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, v. 71, n. 2, p. 245–258, 2025.

BHATTACHARJEE, I.; DOLINGER, M. T.; SINGH, R.; SINGH, Y. **Ultrasound for the early detection and diagnosis of necrotizing enterocolitis: a scoping review of emerging evidence.** Diagnostics (Basel), v. 15, n. 15, p. 1852, 2025.

BRISSE, H. J.; BENNETT, D. L.; ZAINI, R. **Risk assessment of pediatric exposure to diagnostic X-rays: new insights from recent epidemiological studies.** Radiology, v. 297, n. 3, p. 521–534, 2020.

CIMA, G.; LUDLOW, J. B. **ALARA vs ALADA: what to optimize?** Dentomaxillofacial Radiology, Londres, v. 44, n. 1, 2015. DOI: https://doi.org/10.1259/dmfr.20140225.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). **Glossário de segurança nuclear.** Brasília: CNEN, 2015. Disponível em: http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/glossario.pdf. Acesso em: 13 jan. 2020.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). **Radiological protection in pediatric imaging.** ICRP Publication 121. Annals of the ICRP, v. 42, n. 2, 2013.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). **Ethical foundations of radiological protection.** ICRP Publication 138. Annals of the ICRP, v. 49, n. 1, 2020.

COOLEN, A. M. P.; KORTE, B.; TJAN-HEINZEN, V. C. G.; BODEWES, H. W.; VOOGD, A. C.; DUIJM, L. E. M. **Additional breast cancer detection at digital screening mammography through quality assurance sessions between technologists and radiologists.** Radiology, v. 294, n. 3, p. 509–517, mar. 2020. DOI: https://doi.org/10.1148/radiol.2019191388.

CORSINI, I. et al. **Lung ultrasound in neonatal intensive care units: clinical impact and reduction of radiographic examinations.** Neonatology, v. 120, p. 31–42, 2023.

DE LUCA, D. et al. **Lung ultrasonography decreases radiation exposure in newborns with respiratory distress.** European Journal of Pediatrics, v. 180, p. 1509–1517, 2021.

DIMITRIOU, G. et al. **Eliminating routine daily chest X-rays in neonatal intensive care: safety and outcomes.** Archives of Disease in Childhood: Fetal and Neonatal Edition, v. 106, p. 471–477, 2021.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** Resolução RDC n.º 611, de 9 de março de 2022. Dispõe sobre os requisitos sanitários para a organização e o funcionamento de serviços de radiologia diagnóstica ou intervencionista. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 10 mar. 2022.

DONADIEU, J. et al. **Cumulative effective doses delivered by radiographs to preterm infants in a neonatal intensive care unit.** Pediatrics, v. 117, n. 3, p. 882–888, 2006.

DONOGHUE, V. et al. **Implementing radiation stewardship programs in neonatal intensive care units: outcomes from a multicenter initiative.** European Journal of Pediatrics, v. 182, n. 5, p. 1421–1432, 2023.

GISLASON-LEE, A. J. et al. **Imaging radiation exposure in neonatal intensive care: cumulative doses and influencing factors.** Pediatric Radiology, v. 51, p. 1340–1350, 2021.

GISLASON-LEE, A. J. **Patient X-ray exposure and ALARA in the neonatal intensive care unit: global patterns.** Pediatrics and Neonatology, v. 62, n. 1, p. 3–10, jan. 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2020.10.009.

GOSKE, M. J. et al. **The Image Gently campaign: working together to promote radiation protection for children.** Radiology, v. 262, n. 2, p. 527–529, 2012.

GOVENDER, R.; NARANJE, V.; FU, H.; VENTER, P. **Radiation exposure of neonates in a neonatal intensive care unit in South Africa.** South African Journal of Radiology, v. 17, n. 3, p. 100–104, 2013.

HALL, E. J.; GIACCIA, A. J. **Radiobiology for the radiologist.** 8. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2022.

HASTENTEUFEL, D. J.; ALBUQUERQUE, F. A.; ALVES, P. A. T.; SALOMÓN, A. S. M.; RAMOS, M. C. **Educação em proteção radiológica na perspectiva dos**

profissionais de saúde: uma revisão integrativa. Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde, v. 23, n. 1, p. 114–123, 2022.

IAEA – INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Radiation protection and safety of radiation sources: international basic safety standards.** Vienna: IAEA, 2014.

ICRP – INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection.** ICRP Publication 103. Oxford: Elsevier, 2007.

ICRP – INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION; KHONG, P. L. et al. **Radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology.** *Annals of the ICRP*, v. 42, n. 2, p. 1–63, 2013.

JÚNIOR, E. A.; YAMASHITA, H. **Aspectos básicos de tomografia computadorizada e ressonância magnética.** *Revista Brasileira de Psiquiatria*, São Paulo, 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbp/a/QkL5KhdH3WcYXmmHvmR7RCz/. Acesso em: 13 jan. 2025.

KARAMI, V.; ZABIHZADEH, M.; ISAVAND-FARAJI, A.; KARAMPOUR, H. **Radiological protection in the Neonatal Intensive Care Units (NICUs): a retrospective and observational audit at two teaching hospitals.** *Journal of Pediatric and Neonatal Individualized Medicine (JPNIM)*, v. 8, n. 1, p. e080126, 2019. DOI: 10.7363/080126. Disponível em: https://jpnim.com/index.php/jpnim/article/view/080126. Acesso em: 26 jan. 2026.

KÉPPLER, A. M. et al. **Multidisciplinary strategies to reduce unnecessary radiographs in NICUs: a quality improvement study.** *Pediatrics*, v. 149, n. 4, p. e2021052783, 2022.

LICHTENSTEIN, D.; PINK, I. **Principles of lung ultrasound in infants and neonates.** *Intensive Care Medicine*, v. 46, p. 594–606, 2020.

LIU, L. et al. **Global, regional, and national causes of child mortality in 2000–13, with projections to inform post-2015 priorities: an updated systematic analysis.** *The Lancet*, v. 385, n. 9966, p. 430–440, 2015.

MACHADO, D. R.; SILVA, M. C. da. **The influence of exclusive breastfeeding on preterm newborns and development.** *Research, Society and Development*, v. 12, n. 13, p. e29121344115, 2023.

MARINI, T. J. et al. **Optimization of neonatal chest radiography: impact of collimation and exposure settings on neonatal radiation dose.** *Pediatric Radiology*, v. 52, p. 1152–1162, 2022.

MEDEIROS, N. A. da S. et al. **Cuidado desenvolvimental para recém-nascidos pré-termo: revisão de escopo.** *Revista de Enfermagem do Centro-Oeste Mineiro*, v. 13, 2023.

MOTA, H. C. **Proteção radiológica e controle de qualidade em radiologia.** Rio de Janeiro: IRD/CNEN, 1994.

NAJAFALI, D. et al. **Frequency and indications of radiographic examinations in neonatal ICUs: a global cross-sectional study.** *Journal of Perinatology*, v. 43, p. 75–84, 2023.

PARK, H. Y. et al. **Long-term cancer risks in children exposed to diagnostic imaging during neonatal intensive care.** *JAMA Pediatrics*, v. 176, n. 9, p. 926–934, 2022.

PARK, M. J.; KIM, S. S.; PARK, G. Y.; HONG, H. S. **Radiation exposure of very-low-birth-weight infants in neonatal intensive care units in Korea.** *Radioprotection*, v. 53, n. 4, p. 279–286, 2018.

PINTO, R. A. C.; CABRAL, F. O.; LUNARTI, L. L.; KINTSCHEV, M. R. **A ressonância magnética nuclear e suas repercussões eletromagnéticas sobre**

geradores de marca-passo cardíaco. *Coorte – Revista Científica do Hospital Santa Rosa*, 2021.

RAIMONDI, F. et al. **Lung ultrasound for the diagnosis of neonatal respiratory conditions: evidence update and clinical guidance.** *Pediatrics*, v. 147, n. 3, p. e2020020123, 2021.

RADIOPAEDIA.ORG. **Radiograph.** Melbourne: Radiopaedia.org, 2025. Disponível em: https://radiopaedia.org/articles/radiograph-1. Acesso em: 15 out. 2025.

RADIOPAEDIA.ORG. **Wilhelm Roentgen.** Melbourne: Radiopaedia.org, 2025. Disponível em: https://radiopaedia.org/articles/wilhelm-roentgen-1. Acesso em: 15 out. 2025.

RYU, J. M. et al. **Reducing unnecessary radiographs in neonatal intensive care: impact of a clinical decision protocol.** *Journal of Perinatology*, v. 44, p. 512–520, 2024.

SAMEI, E.; SEIBERT, J. A. **Digital radiography: technical considerations and challenges for pediatric imaging.** *Radiographics*, v. 41, p. 101–119, 2021.

SCHER, R.; ZHAO, T.; FELDMAN, D. **Imaging of the liver.** *American Journal of Roentgenology*, v. 218, n. 3, p. 422–423, 2022.

SEIBERT, J. A. **The evolution of digital radiography and its implications for pediatric imaging.** *Pediatric Radiology*, v. 49, p. 741–751, 2019.

SEIBERT, J. A. **Digital radiography: an overview of modern radiographic imaging.** *Radiologic Clinics of North America*, v. 57, n. 1, p. 1–13, 2019.

SILVEIRA, N. G. et al. **The role of chest X-ray in the diagnosis of neonatal respiratory distress syndrome: a systematic review concerning low-resource birth scenarios.** *Global Health Action*, v. 17, p. 2338633, 2024.

STOLL, B. J.; LOWN, R.; SHANKAR-AGUIAR, S. **Trends in perinatal care and neonatal outcomes of extremely preterm infants.** *The Lancet*, v. 398, n. 10312, p. 1121–1134, 2021.

SU, Y. T. et al. **Unnecessary radiation exposure during diagnostic radiography in infants in a neonatal intensive care unit: a retrospective cohort study.** *European Journal of Pediatrics*, v. 182, n. 1, p. 343–352, 2023. DOI: 10.1007/s00431-022-04695-2.

TARANTINO, M. **O perigo invisível da tomografia.** *IstoÉ*, 2021. Disponível em: https://istoe.com.br/286_O+PERIGO+INVISIVEL+DA+TOMOGRAFIA/. Acesso em: 24 out. 2023.

TORÖK, P. et al. **Reducing unnecessary radiographs in NICUs through clinical decision pathways: a controlled implementation study.** *The Lancet Child & Adolescent Health*, v. 8, p. 201–214, 2024.

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION (UNSCEAR). **Report to the General Assembly, Annex A: biological effects of low-dose radiation.** New York: United Nations, 2021.

VAN RIJN, R. R. et al. **Imaging of tubes and lines in the neonatal intensive care unit: patterns, pitfalls and opportunities for dose reduction.** *European Radiology*, v. 33, p. 2301–2314, 2023.

VARGAS, A. P. de M. et al. **Family-centered care of the newborn: perception of the multidisciplinary health team.** *Research, Society and Development*, v. 11, n. 9, p. e31511931885, 2022.

VIEGAS, M. F. et al. **Radioproteção em pediatria: análise de práticas em UTIs neonatais brasileiras.** *Radiologia Brasileira*, v. 53, n. 4, p. 235–242, 2020.

VIEGAS, M. M.; MARTIN, I. M.; FERREIRA, D. V.; OTANI, C. **Medidas da radiação não ionizante na cidade de São José dos Campos, SP, Brasil.** In: **ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM ENGENHARIA (ENCITA)**, 12., 2006. Anais [...]. 2006.

WEIß, D. et al. **Radiation exposure and estimated risk of radiation-induced cancer from thoracic and abdominal radiographs in 1307 neonates.** *European Radiology*, v. 35, n. 1, p. 297–308, 2025. DOI: 10.1007/s00330-024-10942-x.

APÊNDICE 1

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Título da Pesquisa: Estudo e análise dos procedimentos de raio-X realizados em recém-nascidos prematuros internados em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal.

O senhor (a) está sendo convidado a participar de um estudo que tem o objetivo de principal relacionar o número de pacientes RNPT internados em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal do Hospital São Paulo/UNIFESP no ano de 2024 e a quantidade de procedimentos envolvendo radiação ionizante que cada um recebeu ao longo do período de internação. E para tal é necessário ter tido no período referido, um recém nascido pré termo internado na UTIN do HSP.

A sua participação consiste em ao autorizar a participação na pesquisa à pesquisadora que terá acesso ao prontuário eletrônico do paciente sob sua responsabilidade e poderá então realizar a contagem de procedimentos envolvendo radiação ionizante que o mesmo recebeu ao longo do período de internação.

O (a) senhor (a) não receberá compensação financeira relacionada à sua participação neste estudo da mesma forma que não terá despesa pessoal.

A participação em pesquisas envolvendo seres humanos implica em riscos, por menor que seja. Esta pesquisa pressupõe risco mínimo, podendo estar relacionado à confidencialidade dos dados obtidos. Do prontuário eletrônico será coletado dado como idade gestacional, peso ao nascimento, Índice de Ápgar e sexo, as informações serão armazenadas em drive pessoal da pesquisadora. Apesar das medidas de segurança adotadas, existe o risco de acesso não autorizado a esses dados. Para minimizar os riscos mencionados medidas serão tomadas como anonimato dos dados, acesso restrito aos dados obtidos e armazenamento seguro.

O estudo proposto não inclui benefício direto ao paciente estudado. Porém permitirá a criação de um compilado de dados que demonstrem a quantidade de radiação ionizante recebida por um RNPT ao longo do seu período de internação na UTIN do Hospital São Paulo e que permita num futuro próximo à criação de protocolos que possam nortear a tomada de decisão quanto a necessidade de utilização de procedimentos envolvendo a radiação ionizante.

Em qualquer etapa do estudo o (a) senhor (a) poderá ter acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa, caso necessite esclarecer eventuais dúvidas. O professor responsável Carlos Alberto Zeituni poderá ser contatado pelo endereço eletrônico czeituni@gmail.com ou pelo telefone (11) 99953-8267 e a pesquisadora Danielle Nunes De Vita Silva poderá ser contatada pelo endereço eletrônico danievita18@gmail.com ou pelo telefone (11) 98250-9338.

É garantida a liberdade de consentir ou não com o estudo a qualquer momento, assim como deixar de participar, sem qualquer prejuízo. As informações obtidas serão analisadas em conjunto com as informações de outros entrevistados, sendo que estes dados serão utilizados somente para este estudo e não haverá divulgação da identidade dos participantes. Os dados parciais estarão à disposição.

Autorização para participação no estudo:

Eu, _____, acredito ter sido suficientemente esclarecido (a) a respeito das informações que li descrevendo o estudo “Estudo e análise dos procedimentos de raio-X realizados em recém-nascidos prematuros internados em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal.”. Ficaram claros os propósitos, os procedimentos e a possibilidade de esclarecimentos permanentes. Ficou claro que minha participação é isenta de despesas e as garantias de confidencialidade.

Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízos.

___ Aceito participar da pesquisa.

___ Não aceito participar da pesquisa.

_____ Data:____/____/____

Assinatura do participante da pesquisa

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste participante para a participação neste estudo.

_____ _____

Prof Dr Carlos Alberto Zeituni Mestranda Danielle Nunes De Vita Silva

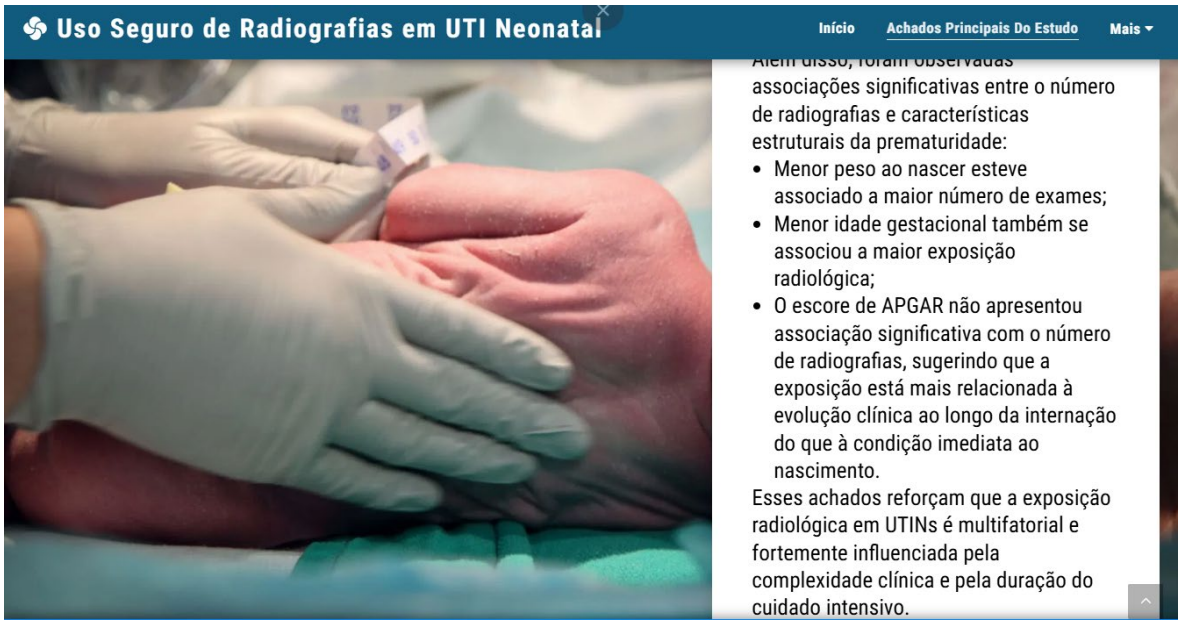
APÊNDICE 2

Páginas do Site disponibilizado no domínio: http://6978007064ae5.site123.me








Uso Seguro de Radiografias em UTI Neonatal
Início
Achados Principais Do Estudo
Mais
Além disso, foram observadas associações significativas entre o número de radiografias e características estruturais da prematuridade:
• Menor peso ao nascer esteve associado a maior número de exames;
• Menor idade gestacional também se associou a maior exposição radiológica;
• O escore de APGAR não apresentou associação significativa com o número de radiografias, sugerindo que a exposição está mais relacionada à evolução clínica ao longo da internação do que à condição imediata ao nascimento.
Esses achados reforçam que a exposição radiológica em UTINs é multifatorial e fortemente influenciada pela complexidade clínica e pela duração do cuidado intensivo.


Uso Seguro de Radiografias em UTI Neonatal
Início
Achados Principais Do Estudo
Mais
RADIOPROTEÇÃO EM UTIN
Recém-nascidos, especialmente os prematuros, apresentam elevada radiossensibilidade devido à imaturidade dos tecidos e à longa expectativa de vida. Por esse motivo, a utilização da radiação ionizante em UTINs deve ser cuidadosamente justificada e otimizada.
Os princípios ALARA (As Low As Reasonably Achievable) e ALADA (As Low As Diagnostically Acceptable) orientam a prática segura, garantindo que a dose de radiação seja a menor possível sem comprometer a qualidade diagnóstica.


Uso Seguro de Radiografias em UTI Neonatal
Início
Achados Principais Do Estudo
Mais
Entre as principais recomendações para a prática assistencial em UTINs, destacam-se:
• Evitar radiografias de rotina sem indicação clínica clara;
• Ajustar os parâmetros técnicos (kVp e mAs) ao biotipo e à idade gestacional do recém-nascido;
• Utilizar colimação adequada para reduzir a área irradiada;
• Proteger órgãos radiossensíveis sempre que possível;
• Avaliar criticamente a necessidade de exames repetidos para verificação de dispositivos;
• Promover a atuação integrada entre equipes médicas, de enfermagem e radiologia.
A adoção dessas estratégias contribui para a redução da exposição cumulativa à radiação sem prejuízo da segurança clínica.


Uso Seguro de Radiografias em UTI Neonatal
Início
Achados Principais Do Estudo
Mais
Métodos Alternativos – Ultrassonografia
A ultrassonografia tem se destacado como um método diagnóstico seguro e eficaz em neonatologia, por não utilizar radiação ionizante e permitir avaliações seriadas à beira do leito.A ultrassonografia pulmonar e abdominal pode ser utilizada em diversas situações clínicas, como:
• Síndrome do desconforto respiratório neonatal;
• Atelectasias;
• Derrames pleurais;
• Pneumotórax;
• Avaliação de distensão e perfusão abdominal.
A incorporação sistemática da ultrassonografia como método de primeira linha pode reduzir significativamente a necessidade de radiografias, especialmente em recém-nascidos de maior risco.

Uso Seguro de Radiografias em UTI Neonatal — Início | Achados Principais Do Estudo | Mais



Materiais de Apoio à Prática Clínica

Algumas sugestões de materiais que podem ser criados nas instituições para apoiar e subsidiar a prática clínica no uso das radiografias neonatais.

- Infográficos educativos sobre uso seguro da radiação;
- Fluxogramas para solicitação racional de radiografias;
- Checklists de boas práticas em radioproteção;
- Materiais explicativos sobre métodos diagnósticos alternativos;
- Conteúdos baseados em diretrizes internacionais.

Uso Seguro de Radiografias em UTI Neonatal — Início | Achados Principais Do Estudo | Mais

MATERIAIS DE APOIO À PRÁTICA CLÍNICA



Infográficos Educativos

Materiais visuais que sintetizam conceitos-chave de radioproteção neonatal.

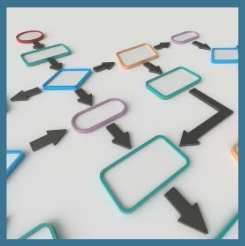
Sugestões de temas:

"Princípios ALARA e ALADA na UTIN"

"Quando solicitar uma radiografia neonatal"

"Radiossensibilidade do recém-nascido"

"Radiografia × Ultrassonografia: quando usar?"



Fluxograma de Solicitação de Radiografia

Um fluxograma simples que orienta a decisão clínica antes de solicitar RX.

Exemplo de fluxo:

Há indicação clínica objetiva?

O exame mudará a conduta?

Existe método não ionizante disponível?

O paciente é de alto risco?



Checklist de Radioproteção Neonatal

Lista prática para uso diário da equipe.

Exemplo de checklist:

✓ Indicação clínica documentada

✓ Colimação adequada

✓ Ajuste de kVp e mAs

✓ Proteção de órgãos sensíveis

✓ Avaliar possibilidade de USG



Material Educativo sobre Ultrassonografia

Conteúdo visual mostrando a USG como alternativa segura.

Pode conter:

Imagem de USG pulmonar neonatal

Texto explicativo curto

Lista de indicações clínicas

Uso Seguro de Radiografias em UTI Neonatal

Início | Achados Principais Do Estudo | Mais

MATERIAIS DE APOIO À PRÁTICA CLÍNICA



Vídeos Educativos

Plataforma com links de vídeos curtos para serem acessados



Links para Organizações Internacionais

Plataforma com links para serem acessados

Uso Seguro de Radiografias em UTI Neonatal

Início | Achados Principais Do Estudo | Mais

vídeos curtos para serem acessados

Plataforma com links para serem acessados

International Commission on Radiological Protection (ICRP)

Image Gently® (Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging)

International Atomic Energy Agency (IAEA) – Radiology and Radiation Protection

Uso Seguro de Radiografias em UTI Neonatal

Início | Achados Principais Do Estudo | Mais

RESUMO




Uso Seguro de Radiografias em UTI Neonatal
Início
Achados Principais Do Estudo
Mais
Cuidar de recém-nascidos prematuros é um compromisso diário com a vida em sua forma mais frágil, e cada decisão tomada na UTIN pode repercutir ao longo de toda a trajetória desses pacientes. Reduzir a exposição à radiação ionizante não significa abrir mão da segurança diagnóstica, mas sim qualificar o cuidado, utilizar os recursos de forma consciente e escolher, sempre que possível, alternativas mais seguras. Ao adotar práticas de radioproteção, aplicar os princípios ALARA e ALADA e valorizar métodos não ionizantes, as equipes fortalecem uma cultura de segurança, proteção e excelência assistencial, contribuindo para um futuro mais saudável para os recém-nascidos sob seus cuidados.
"Os materiais apresentados têm caráter educativo e ilustrativo, podendo ser adaptados e ampliados conforme a realidade institucional."

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Ensino
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 – Cidade Universitária CEP: 05508-000
Fone (11) 2810-1570 ou (11) 2810-1572
SÃO PAULO – São Paulo – Brasil
http://mprofissional.ipen.br

O Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) é uma Autarquia vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Governo do Estado de São Paulo e gerida técnica e administrativamente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), órgão do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) do Governo Federal.