



ESCOLA DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA – LTDA
FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA – FACENE

MARIA VITORIA LOURENÇO DA SILVA

**EFEITOS TARDIOS DA RADIOTERAPIA EM PACIENTES PEDIÁTRICOS COM
CÂNCER DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL, RABDOMIOSSARCOMA E
TUMOR DE WILMS**

JOÃO PESSOA – PB

2025

MARIA VITORIA LOURENÇO DA SILVA

**EFEITOS TARDIOS DA RADIOTERAPIA EM PACIENTES PEDIÁTRICOS COM
CÂNCER DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL, RABDOMIOSSARCOMA E
TUMOR DE WILMS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Tecnólogo em Radiologia da Faculdade de Enfermagem Nova Esperança – FACENE, como exigência para obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia.

Orientador(a): Profa. Dra. Poliane Angelo de Lucena Santos

JOÃO PESSOA – PB

2025

S582e

Silva, Maria Vitória Lourenço da

Efeitos tardios da radioterapia em pacientes pediátricos com câncer do sistema nervoso central, rabdomyosarcoma e tumor de Wilms / Maria Vitória Lourenço da Silva. – João Pessoa, 2025.

19f.; il.

Orientadora: Prof.^a D.^a Poliane Angelo de Lucena Santos.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Radiologia) – Faculdade Nova Esperança - FACENE

1. Câncer Infantil. 2. Efeitos Biológicos. 3. Qualidade de Vida. 4. Radioterapia. I. Título.

CDU: 615.849:616-006

MARIA VITORIA LOURENÇO DA SILVA

**EFEITOS TARDIOS DA RADIOTERAPIA EM PACIENTES PEDIÁTRICOS COM
CÂNCER DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL, RABDOMIOSSARCOMA E
TUMOR DE WILMS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Tecnólogo em Radiologia da Faculdade
de Enfermagem Nova Esperança – FACENE,
tendo obtido o conceito conforme a apreciação da
banca examinadora.

Profa. Dra. Poliane Angelo de Lucena Santos
FACENE (Orientadora)

Profa. Dra. Débora Teresa da Rocha G. F. de Almeida
FACENE (Examinadora)

Profa. Dra. Jussara da Silva Barbosa
FACENE (Examinadora)

JOÃO PESSOA – PB

2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder forças e sustento durante esse longo período, nas noites e nos dias em que me questioneei se valeria a pena.

Aos meus pais, por todo o apoio, pelo incentivo quando pensei que não conseguiria, por todos os esforços feitos para que eu chegasse até aqui e por serem minha principal fonte de segurança.

À minha orientadora, Poliane, principalmente pela paciência e pelos puxões de orelha, quando necessários e quando o cansaço queria falar mais alto.

Aos meus professores, por cada aprendizado compartilhado e pelas trocas que enriqueceram minha formação.

Às minhas amigas de curso Isabelly e Thamires, que levarei para além da faculdade, por serem minha principal fonte de incentivo durante todo o período do curso e por tornarem o fardo mais leve do que de fato era.

Às minhas amigas Sofia e Amanda, por sempre me lembrarem que, independentemente das circunstâncias, tudo daria certo, e por sempre terem as palavras certas para me dizer.

Por fim, agradeço a mim mesma pela persistência em continuar mesmo diante dos desafios, pelas noites em claro e por não desistir.

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	6
INTRODUÇÃO	7
METODOLOGIA	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

**EFEITOS TARDIOS DA RADIOTERAPIA EM PACIENTES
PEDIÁTRICOS COM CÂNCER DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL,
RABDOMIOSSARCOMA E TUMOR DE WILMS**

**LATE EFFECTS OF RADIOTHERAPY IN PEDIATRIC PATIENTS
WITH CENTRAL NERVOUS SYSTEM CANCER,
RHABDOMYOSARCOMA AND WILMS TUMOR**

Maria Vitoria Lourenço da Silva

Poliane Angelo de Lucena Santos

RESUMO

A radioterapia é amplamente utilizada no tratamento de neoplasias pediátricas, sendo considerada uma das modalidades eficazes para o controle tumoral. No entanto, devido à elevada taxa de replicação celular e ao desenvolvimento contínuo dos tecidos infantis, os pacientes pediátricos apresentam maior radiosensibilidade, o que os torna mais vulneráveis ao surgimento de efeitos biológicos decorrentes da radiação. Esses efeitos podem comprometer significativamente a qualidade de vida a longo prazo, mesmo após a remissão da doença. Este estudo teve como finalidade analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, os principais efeitos tardios associados à radioterapia em crianças e adolescentes, considerando a técnica empregada, a localização do tumor e os desfechos clínicos relacionados. A pesquisa foi realizada entre setembro de 2024 e maio de 2025, com levantamento bibliográfico em bases como PubMed, SciELO, BVS e plataformas governamentais. Dos 35 artigos inicialmente identificados, 9 atenderam aos critérios de inclusão estabelecidos. Os efeitos mais frequentemente relatados foram disfunções endócrinas, alterações musculoesqueléticas, déficits neurocognitivos, anormalidades dentárias, ototoxicidade e o surgimento de segundas neoplasias. A idade do paciente, a dose de radiação, a técnica aplicada e a área irradiada foram fatores determinantes para a gravidade e a natureza das sequelas observadas. Mesmo com o avanço de técnicas modernas, como a radioterapia de intensidade modulada (IMRT), os efeitos colaterais ainda persistem, especialmente em tumores localizados no sistema nervoso central. Diante disso, destaca-se a importância do acompanhamento clínico contínuo e multidisciplinar, essencial para a detecção precoce de complicações e para a reabilitação integral dos sobreviventes do câncer infantil.

PALAVRAS-CHAVE: Câncer infantil. Efeitos biológicos. Qualidade de vida. Radioterapia.

ABSTRACT

Radiotherapy is widely used in the treatment of pediatric neoplasms and is considered one of the most effective modalities for tumor control. However, due to the high rate of cell replication and the continuous development of pediatric tissues, pediatric patients are more radiosensitive, which makes them more vulnerable to the emergence of biological effects resulting from radiation. These effects can significantly compromise long-term quality of life, even after disease remission. This study aimed to analyze, through an integrative literature review, the main late effects associated with radiotherapy in children and adolescents, considering the technique used, tumor location, and related clinical outcomes. The research was carried out between September 2024 and May 2025, with a bibliographic survey in databases such as PubMed, SciELO, BVS, and government platforms. Of the 35 articles initially identified, 9 met the established inclusion criteria. The most frequently reported effects were endocrine dysfunction, musculoskeletal changes, neurocognitive deficits, dental abnormalities, ototoxicity, and the emergence of second neoplasms. The patient's age, radiation dose, technique applied, and irradiated area were determining factors for the severity and nature of the observed sequelae. Even with the advancement of modern techniques, such as intensity-modulated radiotherapy (IMRT), side effects still persist, especially in tumors located in the central nervous system. In view of this, the importance of continuous and multidisciplinary clinical monitoring is highlighted, essential for the early detection of complications and for the comprehensive rehabilitation of childhood cancer survivors.

KEYWORDS: Childhood cancer. Biological effects. Quality of life. Radiotherapy.

INTRODUÇÃO

O câncer é caracterizado pelo crescimento anormal e descontrolado de determinadas células do corpo e pela capacidade que elas possuem de invadir tecidos e sistemas adjacentes. As células normais que constituem o corpo humano nascem, se reproduzem e morrem. Em contrapartida, as células cancerígenas se multiplicam de maneira incontrolável e anormal, formando tumores⁽¹⁾.

Embora essa doença possa acometer pessoas em qualquer fase da vida, o câncer infantojuvenil ou pediátrico apresenta características distintas em relação aos tumores que surgem na fase adulta. O câncer infantojuvenil atinge pacientes de 0 a 18 anos e, quando comparado com os tumores que afetam adultos, é mais raro. Estima-se que 1% a 3% de todos os cânceres, na maioria das populações, acometem crianças e adolescentes. Segundo dados divulgados pela Sociedade Brasileira de Pediatria, as doenças oncológicas pediátricas mais diagnosticadas são câncer do Sistema Nervoso Central (SNC), Tumor de Wilms, rabdomiossarcomas, leucemias, linfomas, entre outros tipos menos frequentes⁽²⁾.

Em países desenvolvidos e no Brasil, as neoplasias malignas no SNC estão entre as que mais atingem pacientes na infância, representando cerca de 17% a 25% dos casos. Semelhante a isso, rabdomiossarcomas e o Tumor de Wilms estão entre os mais diagnosticados, representando, respectivamente, 66,6% dos casos em crianças de até 6 anos e 7% das neoplasias diagnosticadas na infância^(2,3).

Existe uma dificuldade maior no diagnóstico de neoplasias entre crianças e adolescentes, em virtude da similaridade das manifestações clínicas entre o câncer e doenças rotineiras. Diferentemente dos adultos, há uma escassez de estudos que comprovem fatores ambientais como causadores do câncer em pacientes pediátricos, ao contrário disso. Grande parte das neoplasias se originam das células embrionárias; além disso, possuem curto período de latência e crescem de maneira rápida⁽⁴⁾.

Os tratamentos aplicados para as neoplasias podem variar de acordo com a gravidade. Após o diagnóstico, é feita uma avaliação para definir que tipo de tratamento será empregado. Cada abordagem de tratamento possui uma finalidade: melhorar a qualidade de vida, cura e/ou prolongamento de vida. Os principais tratamentos são a quimioterapia, a cirurgia e a radioterapia, os quais, conforme a magnitude do caso, podem ser empregados simultaneamente⁽¹⁾.

A radioterapia (RT) é uma modalidade terapêutica amplamente aplicada no tratamento de cânceres pediátricos, que utiliza radiação com o objetivo de extinguir ou interromper a reprodução de células cancerígenas e diminuir o volume tumoral. Entretanto, em razão do maior desenvolvimento celular, as crianças tornam-se mais suscetíveis a danos devido à exposição à radiação durante o tratamento. Aproximadamente 50% dos pacientes com câncer são submetidos à radioterapia em algum momento do tratamento, na maior parte das vezes aplicada de maneira adjuvante em conjunto à quimioterapia⁽⁵⁾.

A principal finalidade da RT é administrar a maior dose possível na região tumoral, evitando que a radiação alcance tecidos saudáveis adjacentes. A dose pode ser aplicada de maneira fracionada ou única, sendo a maneira fracionada a mais empregada. Com os avanços tecnológicos, novas técnicas foram desenvolvidas em conjunto com sistemas de entrega de dose e equipamentos mais modernos, a fim de alcançar o principal objetivo do tratamento⁽⁶⁾.

Em crianças, há uma dificuldade maior em razão da toxicidade da radiação acometer tecidos e órgãos sadios, aumentando o risco de efeitos como distúrbios hormonais, problemas no crescimento e o desenvolvimento de outras condições. Isso ocorre porque as crianças são biologicamente mais sensíveis à radiação, uma vez que estão em fase de desenvolvimento e de maturação celular. A Lei de Bergonié e Tribondeau esclarece essa sensibilidade certificando que, quanto maior a atividade metabólica e a taxa de divisão celular do tecido, maior a sensibilidade à radiação. Sendo assim, pacientes pediátricos apresentam maior risco ao desenvolvimento de efeitos tardios por estarem em fase de crescimento^(7, 8).

Dado o exposto, entende-se que, apesar da RT ser importante no tratamento do câncer, ela pode apresentar efeitos a longo prazo que podem comprometer a qualidade de vida dos pacientes pediátricos. Além disso, existe a escassez de trabalhos científicos que avaliem os danos que o tratamento radioterápico pode ocasionar nos pacientes pediátricos na fase adulta. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos tardios em pacientes pediátricos tratados com radioterapia, abordando as principais técnicas adotadas durante o tratamento, identificando os principais efeitos biológicos da radiação e avaliando a qualidade de vida dos pacientes a longo prazo.

METODOLOGIA

O presente estudo consiste em uma revisão integrativa, na qual foi realizada uma coleta de dados a partir de revisão bibliográfica, que compreendeu uma busca de artigos e materiais pertinentes ao tema escolhido. A coleta e análise dos materiais teve início em 2024 e perdurou até maio de 2025. Para o levantamento de artigos, foram utilizadas as plataformas governamentais INCA, Ministério da Saúde, *National Cancer Institute* (NCI) e *National Library of Medicine*, e outras plataformas *online*, incluindo PubMed, SciELO e Biblioteca Virtual de Saúde (BVS).

Para o levantamento dos artigos científicos, foram utilizados os seguintes descritores: *radiotherapy; pediatrics; latter effects; brain tumors; biological effects; rhabdomyosarcoma; Wilms tumor; radioterapia; efeitos tardios; tumores cerebrais; efeitos biológicos; SNC; sistema nervoso central; rbdomiossarcoma; Tumor de Wilms*.

Foram adotados os seguintes critérios de elegibilidade: artigos científicos, livros, plataformas governamentais, publicados apenas nos últimos 30 anos, nos idiomas inglês e português. Como critérios de exclusão, foram considerados: teses, dissertações ou monografias. No fluxograma abaixo, expõem-se as etapas metodológicas usadas no presente estudo:

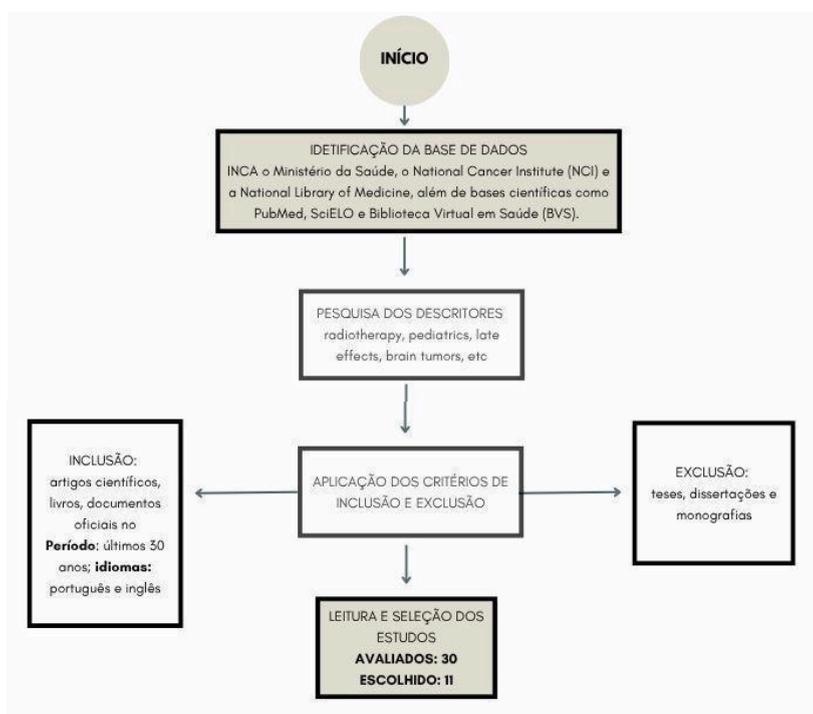


FIGURA 1 – Fluxograma da Revisão Integrativa

Fonte: Elaboração própria (2025)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os estudos analisados, inicialmente foram avaliados 35 artigos científicos pertinentes ao tema. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade definidos na metodologia, foram selecionados 9 desses estudos.

Verificou-se que os efeitos tardios resultantes do tratamento oncológico em pacientes pediátricos, especialmente aqueles que foram submetidos a radioterapia, apresentam vasta diversidade clínica. Dos efeitos tardios observados nos estudos analisados, os mais recorrentes são alterações endócrinas, distúrbios musculoesqueléticos e cognitivos e, em muitos casos, o surgimento da segunda neoplasia. O aparecimento de tais efeitos está diretamente relacionado ao tipo de tumor e sua localização, ao tempo de tratamento, à dose e à técnica radioterápica aplicada. A idade também é um fator indispensável para a avaliação dos efeitos, visto que crianças estão em constante reprodução celular, o que as torna mais suscetíveis ao surgimento dos efeitos tardios. O quadro abaixo mostra a distribuição dos artigos usados na seção de resultados e discussões^(4, 5).

QUADRO 1 – Estudos utilizados na seção de Resultados e Discussão, segundo tipo de tumor, população e efeitos tardios observados

Autor (Ano)	Tipo de Estudo	Amostra	Tipo de Tumor	Principais Efeitos Tardios Observados
Kuperman et al. (2010)	Observacional retrospectivo	320 pacientes pediátricos	SNC	Disfunções endócrinas, tireoidopatias, obesidade, segunda neoplasia
Lopes et al. (2000)	Análise de prontuários	215 crianças	Tumor de Wilms	Função renal preservada, risco aumentado de segunda neoplasia
Kabanar et al. (2016)	Estudo transversal observacional	30 pacientes sobreviventes	Tumores diversos	Limitações de mobilidade, audição e visão
Paulino et al. (2000)	Coorte retrospectivo	17 pacientes	Rabdomiossarcoma (cabeça e pescoço)	Anomalias dentárias, perda auditiva, hipoplasia orbitária, assimetria facial, deficiência hormonal
Miranda et al. (2021)	Relato de caso	1 paciente	Rabdomiossarcoma	Hipoplasia dentária, microdontia, hipoplasia de esmalte

Vieira et al. (2014)	Estudo retrospectivo	41 pacientes	SNC	Ototoxicidade moderada (17,1%)
Wen et al. (2000)	Estudo longitudinal	45 sobreviventes	Tumor de Wilms	Escoliose, disfunção gastrointestinal, problemas pulmonares
Sasso et al. (2010)	Estudo prospectivo	98 pacientes	Tumor de Wilms	Escoliose, hipoplasia óssea/muscular, toxicidades renais
Roddy & Mueller (2015)	Revisão narrativa	Estudos diversos	SNC	Redução da substância branca, disfunções cognitivas e endócrinas, AVCs, doenças cardíacas

Fonte: Elaboração própria (2025)

Um estudo observacional do tipo retrospectivo realizado por Kuperman et al.⁽⁹⁾, com 320 pacientes pediátricos sobreviventes ao tratamento oncológico acompanhados durante seis anos, através de exames laboratoriais e avaliações clínicas, mostrou que pacientes que receberam radioterapia especificamente no SNC tornaram-se mais suscetíveis ao surgimento de deficiências hormonais e tireoidopatias, além de tumores e risco de obesidade. A tabela 1 mostra a distribuição dos tipos de tumores do SNC avaliados no estudo, assim como a quantidade de pacientes tratados com radioterapia⁽⁹⁾.

TABELA 1 – Tumores do SNC e número de pacientes submetidos a radioterapia

Tipo de Tumor	Número de Casos
Tumores do SNC (total)	19
Pacientes que receberam radioterapia	18
Meduloblastoma	9
Glioma óptico	4
Disgerminoma	2
Astrocitoma	2

Fonte: Adaptado de Kuperman et al. (2010)

Conforme demonstrado na tabela 1, a maioria dos pacientes com câncer do SNC foram submetidos a radioterapia. Irradiação na região da cabeça e em tumores que acometem a região do hipotálamo (localizado próximo à base do cérebro) e a região

hipofisária é uma das principais causas do aparecimento dos efeitos tardios, pois essas regiões são responsáveis pela regulação endócrina do corpo, controlando glândulas como tireoide, adrenais e gônadas. Dessa forma, a radioterapia nas regiões hipotálamo-hipofisária causam patologias como hipotireoidismo, baixa estatura, puberdade precoce ou tardia e, em casos mais isolados, obesidade. Devido a essas alterações, há uma maior predisposição a problemas cardiovasculares e dislipidemias⁽⁹⁾.

Lopes et al.⁽¹⁰⁾ conduziram uma pesquisa no Departamento de Pediatria do Hospital do Câncer em São Paulo, por meio da avaliação dos prontuários dos pacientes. Antes da década de 1970, o principal objetivo do tratamento era a cura a qualquer custo, sem a devida preocupação com os possíveis efeitos colaterais e tardios do tratamento. Com a evolução das modalidades terapêuticas, a taxa de sobrevivência dos pacientes aumentou e ficou evidente o impacto do tratamento na qualidade de vida dos pacientes⁽¹⁰⁾.

Entre os pacientes que participaram da pesquisa, 215 foram crianças com Tumor de Wilms, das quais 27 foram tratadas com radioterapia. Destas, 23 receberam irradiação total no abdômen, 5 receberam doses na área pulmonar e 1 em loja renal (local onde ficava o rim removido). Para avaliação da atividade renal, foram realizados os seguintes exames laboratoriais: *creatinina sérica*, medida em 45 pacientes, onde o valor variou de 0,4 a 0,9 mg/%, considerado dentro do normal para crianças; *clearance de creatinina* (avaliação da filtração dos rins), medido em 39 pacientes, que variou de 46 a 160 ml/min, considerado dentro do padrão; *exame de urina tipo I*, onde apenas 1 apresentou proteinúria elevada, indicando possível lesão renal⁽¹⁰⁾.

Com o objetivo de avaliar a qualidade de vida dos pacientes após o tratamento oncológico, Kabanar et al.⁽¹¹⁾ realizaram uma pesquisa com 30 pacientes sobreviventes do câncer, cujas doenças de base incluíam: 7 neuroblastomas, 5 rabdomiossarcomas, 1 Tumor de Wilms e 1 tumor de células germinativas. Em 10 pacientes, foi relatada uma mudança em relação à mobilidade, ou seja, eles não andavam, corriam e pulavam na mesma velocidade que outras pessoas da mesma idade. Em relação à sensação, 4 apresentaram alguma alteração na visão, necessitando de óculos, ou dificuldade auditiva, com o uso de aparelhos⁽¹¹⁾.

Os estudos analisados acima, apesar de tratarem de efeitos tardios diferentes, reforçam a ideia de que há diversidade clínica dos efeitos do tratamento oncológico, principalmente em pacientes que foram submetidos a radioterapia nesse período.

Kuperman et al.⁽⁹⁾ identificaram que a RT, quando voltada para a região do SNC, é relacionada ao desenvolvimento de disfunções endócrinas, puberdade precoce ou tardia e hipotireoidismo, além de mudanças no crescimento e surgimento da segunda neoplasia. Esses dados se relacionam com os achados descritos por Lopes et al.⁽¹⁰⁾, que, embora tenham demonstrado que os pacientes apresentam funções renais preservadas para pacientes com Tumor de Wilms, indicam que o risco do desenvolvimento da segunda neoplasia aumenta de 10 a 20 vezes para indivíduos com histórico de câncer na infância^(9, 10).

Outrossim, a qualidade de vida a longo prazo também é algo discutido por Lopes et al.⁽¹⁰⁾ e aprofundado por Kabanar et al.⁽¹¹⁾, que, em seu estudo, reforçam a ideia de que esses efeitos são visualizados mesmo após o fim do tratamento, apontando limitações sensoriais na audição, na visão e na mobilidade. Isso mostra que a toxicidade do tratamento impacta diretamente o desenvolvimento psicomotor e vai além do tratamento da doença. Os materiais apresentam congruência, pois evidenciam que o acompanhamento clínico multidisciplinar prolongado é indispensável para garantir a reabilitação integral e a prevenção⁽⁹⁾.

Um estudo de coorte retrospectivo realizado com 17 pacientes tratados com RT de megavoltagem para rhabdomyosarcoma de cabeça e pescoço no período de 1967 a 1994, feito por Paulino et al.⁽¹²⁾, demonstrou que todos os pacientes apresentaram efeitos tardios decorrentes da radioterapia, especialmente dentários, orbitários e auditivos. A tabela 2 apresenta os principais efeitos descritos para pacientes com rhabdomyosarcoma de cabeça e pescoço submetidos a radioterapia⁽¹²⁾.

TABELA 2 – Efeitos tardios observados em pacientes pediátricos com rhabdomyosarcoma de cabeça e pescoço tratados com radioterapia

Efeito Tardio	Número de Pacientes	Frequência (%)
Anormalidades dentárias	17	100%
Hipoplasia orbitária	14	82%
Perda auditiva	13	75%
Assimetria facial	12	73%
Deficiência hormonal	10	60%

Fonte: Adaptado de Paulino et al. (2000)

Os efeitos dentários foram observados em todos os 17 pacientes do estudo. É importante ressaltar que esses efeitos se tornam mais prejudiciais enquanto a região dentofacial está em desenvolvimento. Miranda et al.⁽¹³⁾ discutem essa temática através de um relato de caso de uma paciente de 12 anos tratada com RT e acompanhada durante 6 anos. Devido à terapia oncológica ser multimodal, os danos não podem ser associados apenas à radioterapia; todavia, as alterações começam a ser visualizadas com doses a partir de 4 Gy. As principais alterações observadas são: raízes dentárias finas e curtas; desenvolvimento de anomalias dentais como microdontia e crânio facial. Tais mudanças comprometem o sistema estomatognático, envolvendo a mastigação, a oclusão (mordida) e a estética facial e afetando diretamente a qualidade de vida do paciente⁽¹³⁾.

Paulino et al.⁽¹²⁾ destacam, ainda, que a cóclea estava na área tratada com RT em 8 crianças nas quais a dose radioterápica variou de 46 a 56 Gy. Em 5 crianças, a perda auditiva já era notável, devido ao comprometimento interno do tumor. Embora alguns pacientes já apresentassem comprometimento auditivo antes do início do tratamento, os dados destacam que a radioterapia, mesmo empregada em conjunto com a quimioterapia, é um fator agravante para lesões auditivas⁽¹³⁾.

A toxicidade auditiva decorrente do tratamento oncológico também foi evidenciada no estudo de Vieira et al.⁽¹⁴⁾, que avaliou retrospectivamente 41 pacientes pediátricos com meduloblastoma tratados com radioterapia de intensidade modulada (IMRT) e quimioterapia à base de cisplatina. O estudo demonstrou que o uso de técnicas modernas de radioterapia, como a IMRT, foi eficaz em preservar a audição em grande parte dos pacientes. A taxa de toxicidade severa (17,1%) foi inferior à observada em estudos anteriores com radioterapia convencional⁽¹⁴⁾.

Além da radiação ionizante, o uso de alguns quimioterápicos como a cisplatina também foi associado a um maior risco de disfunções auditivas. Todavia, é importante ressaltar que, diferentemente de décadas passadas, atualmente existem técnicas como a IMRT, que reduzem de forma significativa a dose em volumes saudáveis⁽¹⁴⁾.

Conforme Wen et al.⁽¹⁵⁾, em análise realizada com 45 sobreviventes ao Tumor de Wilms, tratados no período de 1968 a 1994 com RT de megavoltagem e acompanhados durante no mínimo cinco anos, os principais efeitos tardios observados para esse tipo de neoplasia são especialmente musculoesqueléticos, problemas gastrointestinais e pulmonares. Esses efeitos variam de acordo com a dose empregada durante o tratamento e

com os tecidos adjacentes ao tumor que foram irradiados. Os autores classificaram os pacientes em grupos de acordo com a dose recebida. A tabela 3 mostra a distribuição dos pacientes conforme a dose administrada⁽¹⁵⁾.

TABELA 3 – Distribuição dos Pacientes por Grupo e de Dose de Radiação

Grupo	Dose de Radiação (Gy)	Número de Pacientes
Grupo A	10 – 12	12
Grupo B	12,01 – 23,99	11
Grupo C	24 – 40	19

Fonte: Adaptado de *Late effects in children treated with radiation therapy for Wilms Tumor*

Conforme demonstrado na tabela acima, os pacientes foram divididos de acordo com a dose recebida. Após a análise dos efeitos, ficou evidente que o aparecimento desses efeitos está relacionado com a dose administrada. A escoliose foi observada em 42% dos indivíduos, sendo um dos efeitos comuns entre os pacientes. A disfunção gastrointestinal mais observada foi a obstrução do intestino delgado, onde pacientes que receberam RT em até 10 dias após a cirurgia apresentaram maior probabilidade de desenvolverem tal disfunção em relação àqueles que receberam a RT após os 10 dias⁽¹⁵⁾.

Assim como Wen et al.⁽¹⁵⁾, Sasso et al.⁽¹⁶⁾ realizaram um estudo prospectivo com 98 pacientes diagnosticados com Tumor de Wilms no período entre 1981 e 2000, tratados com radioterapia, com acompanhamento médio de 15 anos. Foi constatado que 68% dos pacientes apresentaram algum tipo de efeito tardio, entre eles, disfunção gastrointestinal musculoesquelética, doenças pulmonares e toxicidades renais. Além disso, 41% dos pacientes desenvolveram escoliose e 15% apresentaram hipoplasia muscular ou óssea, com correlação estatisticamente significativa entre as doses mais altas e a gravidade das toxicidades⁽¹⁶⁾.

Ao passo que são observadas amplas toxicidades e efeitos tardios para pacientes tratados com Tumor de Wilms e rabdmiossarcomas, torna-se relevante analisar os efeitos tardios de pacientes com câncer do SNC submetidos a tratamento com radioterapia. Nesse contexto, Roddy e Mueller⁽¹⁷⁾ realizaram uma revisão aprofundada sobre as sequelas endócrinas, cognitivas, cerebrovasculares e cardiovasculares enfrentadas por pacientes pediátricos sobreviventes de tumores do SNC⁽¹⁷⁾.

Os dados demonstram que a radioterapia no cérebro infantil provoca perda significativa de substância branca, com registros de desmielinização e necrose, especialmente em áreas críticas para o desenvolvimento neurocognitivo, como o lobo frontal, o hipocampo e o corpo caloso. De acordo com Roddy e Mueller⁽¹⁷⁾, a redução do volume de substância branca está diretamente relacionada ao declínio neurocognitivo observado em até 80% dos pacientes sobreviventes⁽¹⁷⁾.

Ainda no estudo, Roddy e Mueller⁽¹⁷⁾ afirmam que endocrinopatias podem ocorrer em até 80% dos sobreviventes. As complicações endócrinas mais comuns são: deficiência de hormônio do crescimento, presente em 97% dos pacientes, e hipotireoidismo. A deficiência isolada GH comumente aparece após doses de radiação no hipotálamo de <50 Gy, enquanto doses de >50 Gy estão associadas a endocrinopatias adicionais ou pan-hipopituitarismo⁽¹⁷⁾.

Roddy e Mueller⁽¹⁷⁾ também descrevem como os tratamentos para tumores do SNC podem afetar o sistema vascular, sendo a terceira causa mais comum de morte entre crianças devido a danos diretos aos vasos sanguíneos do cérebro e ao próprio coração⁽¹⁷⁾.

Crianças que sobreviveram a esses tumores têm um risco muito maior de desenvolver acidentes vasculares cerebrais (AVCs) e doenças que afetam os grandes e pequenos vasos, especialmente quando tratadas com radioterapia. Moyamoya, um tipo específico de vasculopatia, demonstrou ser mais preeminente em crianças com neoplasia craniana que receberam tratamento com radioterapia. O estudo analisou que sobreviventes têm uma chance maior de sofrer de doenças cardíacas, como infarto do miocárdio, insuficiência cardíaca, arritmias e problemas nas válvulas do coração⁽¹⁷⁾.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos dados expostos, infere-se que, apesar de não se poder associar todos esses efeitos apenas à radioterapia, muito devido à multimodalidade do tratamento, fica evidente que o surgimento dos efeitos está diretamente associado à radiação aplicada durante o tratamento. Mesmo com a constante evolução tecnológica, os efeitos foram observados e relatados em relação a grande parte dos pacientes. Quando comparados a indivíduos que não foram expostos a tratamento por radioterapia, eles demonstram-se mais suscetíveis a desenvolver algum tipo de patologia ao longo da vida, afetando sua qualidade de vida.

Foi mostrado que, a partir da evolução das modalidades de tratamento, a sobrevivência dos pacientes aumentou e observou-se uma diminuição dos efeitos. É indispensável, após o fim do tratamento com radioterapia, o constante acompanhamento clínico para oferecer uma melhora na qualidade de vida dos pacientes e diminuir os impactos dos possíveis efeitos que possam surgir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministério da Saúde (Brasil). ABC do câncer: abordagens básicas para o controle do câncer. Rio de Janeiro: INCA; 2011.
2. Sociedade Brasileira de Pediatria. Departamento Científico de Oncologia. Atuação do pediatra: epidemiologia e diagnóstico precoce do câncer pediátrico. São Paulo: SBP; 2017 [citado 2025 mai 29]. Disponível em: <https://www.sbp.com.br/departamentos/oncologia/documentos-cientificos/>
3. Malagutti W. Oncologia pediátrica: uma abordagem multiprofissional. São Paulo: Martinari; 2011.
4. Brasil. Ministério da Saúde. Manual de bases técnicas da oncologia: Sistema de Informações Ambulatoriais (SIA/SUS). 13. ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2017.
5. Magalhães GA, et al. Análise epidemiológica, clínica e patológica de crianças com neoplasias do sistema nervoso central tratadas com radioterapia no Instituto Nacional de Câncer. Rev Bras Cancerol. 2023;69(4). Disponível em: <https://rbc.inca.gov.br/index.php/revista/article/view/4051>
6. Baskar R, Lee KA, Yeo R, Yeoh KW. Cancer and radiation therapy: current advances and future directions. Int J Med Sci. 2012;9(3):193–199. Disponível em: <http://www.medsci.org/v09p0193.htm>
7. Silva ECS, Carneiro PFP, Cavalcanti MB. Radioterapia versus radiosensibilidade individual. Cad Grad Ciênc Biol Saúde. 2014;1(3):111–117. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br>

8. Coura CF, Modesto PC. Impacto dos efeitos tardios da radiação em crianças sobreviventes de câncer: revisão integrativa. *Einstein (São Paulo)*. 2016;14(1):71–76. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/einsci/a/SZKzPfk8zXnQjQnP7ktCJGc/>
9. Kuperman H, et al. Avaliação dos principais efeitos endócrinos tardios em crianças e adolescentes sobreviventes ao tratamento de neoplasias malignas. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2010;54(9):819–825. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abem/a/NWkz6szb3MPDtdpQjbyN5Qs/>
10. Lopes LF, Camargo B, Bianchi A. Os efeitos tardios do tratamento do câncer infantil. *Rev Assoc Med Bras*. 2000;46(3):277–284. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ramb/a/VQX43pqNp5XnYBqM5kRT9fq/>
11. Kanabar DJ, et al. Quality of life in survivors of childhood cancer after megatherapy with autologous bone marrow rescue. *Pediatr Hematol Oncol*. 1995;12(1):29–36. doi:10.3109/08880019509029525
12. Paulino AC, et al. Long-term effects in children treated with radiotherapy for head and neck rhabdomyosarcoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2000;48(5):1489–1495. doi:10.1016/S0360-3016(00)00799-9
13. Miranda PG, Miranda RR, Henriques JCG, Guedes CCVF. Efeitos dentários tardios da quimioterapia e radioterapia em sobreviventes de câncer infantil: relato de caso. *Res Soc Dev*. 2021;10(15):e97101522296. doi:10.33448/rsd-v10i15.22296
14. Vieira WA, et al. Ototoxicity evaluation in medulloblastoma patients treated with involved field boost using intensity-modulated radiation therapy (IMRT): a retrospective review. *Radiat Oncol*. 2014;9(158). doi:10.1186/1748-717X-9-158
15. Paulino AC, et al. Late effects in children treated with radiation therapy for Wilms' tumor. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2000;46(5):1239–1246. doi:10.1016/S0360-3016(99)00534-9

16. Sasso G, et al. Late toxicity in Wilms tumor patients treated with radiotherapy at 15 years of median follow-up. *J Pediatr Hematol Oncol.* 2010;32(7):e264–e267. doi:10.1097/MPH.0b013e3181e6a206
17. Roddy E, Mueller S. Late effects of treatment of pediatric central nervous system tumors. *J Child Neurol.* 2015;30(10):1349–1360. doi:10.1177/0883073