



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro Biomédico

Instituto de Medicina Social Hesio Cordeiro

Beatriz Cordeiro Jardim

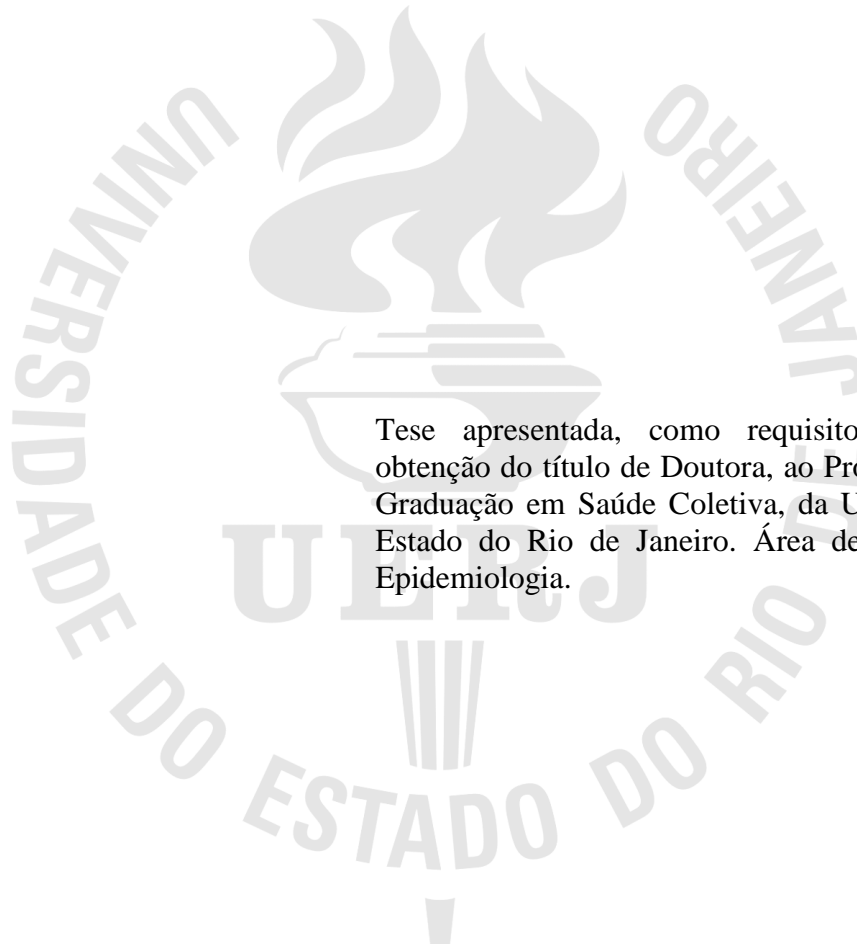
**Estimativa da necessidade de radioterapia externa no Brasil baseada em
critérios epidemiológicos**

Rio de Janeiro

2022

Beatriz Cordeiro Jardim

Estimativa da necessidade de radioterapia externa no Brasil baseada em critérios epidemiológicos



Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora, ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Epidemiologia.

Orientadora: Prof.^a Dra. Gulnar Azevedo e Silva

Rio de Janeiro

2022

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/CB/C

J37 Jardim, Beatriz Cordeiro

Estimativa da necessidade de radioterapia externa no Brasil baseada em critérios epidemiológicos / Beatriz Cordeiro Jardim – 2022.
171 f.

Orientadora: Prof.^a Dra. Gulnar Azevedo e Silva

Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Medicina Social Hesio Cordeiro.

1. Radioterapia - Brasil - Teses. 2. Neoplasias - Epidemiologia - Teses. 3. Incidência – Teses. 4. Radioterapia – Estatística e dados numéricos - Teses. I. Silva, Gulnar Azevedo e. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Medicina Social Hesio Cordeiro III. Título.

CDU 615.849(81)

Bibliotecária: Marianna Lopes Bezerra – CRB 7 6386

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde citada a fonte.

Assinatura

Data

Beatriz Cordeiro Jardim

Estimativa da necessidade de radioterapia externa no Brasil baseada em critérios epidemiológicos

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora, ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Epidemiologia.

Aprovada em 28 de setembro de 2022.

Orientadora:

Prof.^a Dra. Gulnar Azevedo e Silva (Orientadora)
Instituto de Medicina Social Hesio Cordeiro - UERJ

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Rosângela Caetano
Instituto de Medicina Social Hesio Cordeiro - UERJ

Prof.^a Dra. Maria Paula Curado
Fundação Antônio Prudente

Prof.^a Dra. Maria Teresa Bustamante Teixeira
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Victor Wünsch Filho
Fundação Oncocentro de São Paulo

Rio de Janeiro

2022

DEDICATÓRIA

À minha avó, Arlette e ao meu pai, José Alberto.

AGRADECIMENTOS

À Professora Gulnar, minha orientadora, pela confiança ao abraçar o tema que propus, por ser uma mulher e profissional cujo exemplo me inspira. Passamos pelo momento turbulento de uma pandemia que nunca nos afastou. Ao contrário, nos aproximou e tive a grata oportunidade de expandir ainda mais meu aprendizado. Sua atuação à frente da ABRASCO foi fonte de muito aprendizado para mim e um exemplo a ser seguido na defesa incansável do SUS. Obrigada pelo apoio em todos os momentos e pela oportunidade privilegiada de ser sua aluna.

À Professora Rosângela Caetano, pela disponibilidade em ser ledora desta tese, pelo carinho com que sempre me recebeu e pelas valiosas sugestões ao longo da construção desse trabalho. Aos membros da banca de qualificação e de avaliação desta tese, por terem aceitado participar deste processo e por todas as contribuições que fizeram ao longo deste trabalho.

O trabalho que apresento aqui é fruto de construção longa e muito conhecimento compartilhado. Ele não teria sido possível sem a ajuda generosa que recebi de velhos amigos e de amigos que o caminho trouxe. Pessoas que são únicas, que atuam em diferentes setores da saúde com muito empenho, dedicação e respeito ao SUS. Sou imensamente grata por terem confiado a mim suas ideias e conhecimentos sem os quais essa tese não seria possível.

À Rejane Soares e ao Antônio Bertholasce por terem transmitido tanto conhecimento sobre o SUS e a organização da alta complexidade em oncologia no Brasil. Por terem dado asas a tantas perguntas que originaram a pergunta central desta tese e por terem contribuído com vários esclarecimentos ao longo do projeto. A eles, à Celia Ulysses e tantos outros da antiga DARAO, por terem construído o ambicioso Projeto Expande.

À amiga Stela Verzinhasse Peres, pelas longas horas de bate papo, sugestões, desabafos, conselhos e muita paciência. Por ter me apoiado nos momentos de tristeza e de tensão impostos pelo período pandêmico e por ter orientado sobre o uso de dados do RHC e RCBP. Muito obrigada pela sua amizade.

Aos colegas do INCA: da Divisão de Detecção Precoce, pelo apoio e compreensão nos momentos em que não pude estar presente, em especial à Jeane e Adriana, parceiras do Painel-Oncologia, concebido e lançado ao longo desse doutorado. Ao Itamar, pela parceria no dia a dia. Aos que já se aposentaram, mas que estão sempre presentes e sempre transmitiram muito conhecimento: Denise, Santinha, Marcos Felix e Maria Asunción. Aos colegas da Divisão de Vigilância e Análise de Situação: Maria Teresa Cravo, Arthur Schilithz, Ivo Oliveira, Luciano Mesentier e Marceli Santos pela disponibilidade em todos os momentos em que precisei tirar

dúvidas sobre os sistemas do RCBP e do RHC. Aos servidores da Divisão de Desenvolvimento de Pessoas, pelas orientações no processo de liberação para as disciplinas no primeiro ano do doutorado, em especial à Adriana e Nathalia. À Andrea Ferreira, Fernanda Nogueira, Liana e Ilse, pelo acolhimento às difíceis questões que a pandemia impôs à vida funcional. À radioterapeuta Raquel Guimarães, pelas incontáveis vezes em que me ajudou a entender a classificação dos tumores nas árvores de decisão para uso da radioterapia e indicações de tratamento.

Aos colegas do Grupo de Trabalho do Projeto Expande: Ana Cléa, Luis Donadio, Eduardo Chauvet, Guilherme Viriato, Bruno Frederico e Luis Fernando, que compõem uma equipe multidisciplinar muito dedicada e comprometida com o SUS. À Direção do INCA e à Ailse Bittencourt pela confiança e autonomia que me concederam durante o período em que estive à frente do GT. Aos físicos médicos Lidia Vasconcellos de Sá, Roberto Salomon, Ana Campos e Thiago Bernardino pelo apoio desde o período do levantamento da capacidade instalada.

A todos os professores que estiveram no meu percurso acadêmico, em especial aos queridos orientadores de graduação, especialização e Mestrado: Vania Marins, Sergio Koifman e Rosalina Koifman meu sincero agradecimento e respeito. Pela vocação e devoção de vocês encontrei inspiração e os caminhos que me trouxeram até aqui. Aos professores do da Pós-Graduação em Saúde Coletiva do IMS/UERJ, pelos ensinamentos fundamentais na construção deste projeto e na minha formação. Ao querido professor Washington Junger, por ter contribuído substancialmente para a metodologia do artigo de estimativa, por estar sempre disponível e dedicado a tirar as dúvidas sobre os modelos estatísticos.

A todos os colegas do IMS: muito obrigada. No IMS tenho sentimento de “casa”. Tive a felicidade de me sentir acolhida entre os colegas, professores e todos os colaboradores do Instituto. Sou grata aos colegas do IMS, pelos grupos de estudo, pelos momentos de descontração e pelas amizades que permanecerão. Aos queridos Aline, Eliete, Aleksandra, Elir, Silvia e Arthur por sempre ajudarem com muita presteza em todos os momentos que precisei e, sobretudo pelo carinho com que sempre me receberam no instituto.

Ao Dr Jacques Ferlay por ter gentilmente encaminhado os dados do GLOBOCAN 2018 para o Brasil e ao Dr Michael Barton por ter esclarecido os critérios para classificação dos tumores incluídos nas árvores de decisão do projeto CCORE conduzido por ele.

Por último, àqueles que foram a motivação para esse caminhar: meus filhos: Julia e João, e ao Fabio, meu marido. Por estarem sempre presentes em todos os momentos desse percurso com carinho e apoio incessantes. Por compreenderem os momentos em que não pude

acompanhar a rotina da casa e por terem amenizado os tempos mais difíceis que passamos ao longo desses anos. Aos meus pais, por terem me criado num lar de muito amor onde aprendi, desde muito cedo, que o caminho, apesar das lutas, é mais bonito quando se caminha junto. Meu agradecimento a vocês, por tudo, é imensurável e eu não seria quem sou se não fosse vocês.

O pensamento é como a águia que só alça voo nos espaços vazios do desconhecido. Pensar é voar sobre o que não se sabe. Não existe nada mais fatal para o pensamento que o ensino das respostas certas. Para isso existem as escolas: não para ensinar as respostas, mas para ensinar as perguntas. As respostas nos permitem andar sobre a terra firme. Mas somente as perguntas nos permitem entrar pelo mar desconhecido.

Rubem Alves em "A alegria de ensinar"

RESUMO

JARDIM, Beatriz Cordeiro. *Estimativa da necessidade de radioterapia externa no Brasil baseada em critérios epidemiológicos*. 2022. 171 f. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) – Instituto de Medicina Social Hesio Cordeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

Esta tese teve como objetivo estimar a necessidade de radioterapia no Brasil a partir de dados epidemiológicos locais. O estudo foi desenvolvido em duas etapas que consistiram na estimativa de casos incidentes e, posteriormente, na classificação dos casos registrados nos Registros Hospitalares de Câncer (RHC) para integrar as árvores de decisão para o emprego do tratamento radioterápico conforme evidências e diretrizes clínicas de tratamento. As estimativas de casos incidentes em 2018 foram calculadas a partir de dados de Registros de Câncer de Base Populacional (RCBP) selecionados de acordo com critérios internacionais de qualidade e de dados corrigidos para causas mal definidas e não específicas na causa básica dos óbitos registrados no Sistema de Informação de Mortalidade (SIM) no período de 2007 a 2016. Foram calculadas razões de incidência/mortalidade (I/M) anuais para cada topografia, estratificadas por sexo e faixa etária nos RCBP selecionados. As razões I/M para 2018 foram estimadas para as regiões brasileiras a partir de modelos multiníveis de Poisson a partir de uma abordagem longitudinal com efeito aleatório no RCBP. As razões estimadas foram aplicadas ao número de óbitos ocorridos em 2018 por tipo de câncer, também corrigido para causas mal definidas e não específicas na causa básica, registrados no SIM. As distribuições dos dados por estadiamento obtidas a partir do RHC foram combinadas às frequências relativas por tipo de câncer incidente e aos dados das árvores de decisão do projeto Collaboration for Cancer Outcomes Research and Evaluation (CCORE) para uso da radioterapia. As estimativas de necessidade foram calculadas por tipo de câncer e para o conjunto das neoplasias, exceto pele não melanoma. Foram realizadas análises de sensibilidade para avaliar a relevância dos dados locais na estimativa de necessidade. O número necessário de equipamentos de radioterapia para atender os casos que se beneficiariam do tratamento em algum momento no curso da doença foi calculado e a análise da cobertura da oferta foi realizada. Para o Brasil, em 2018, foram estimados 506.462 casos novos de câncer, exceto pele não melanoma. Diferenças regionais nas razões I/M e no padrão de casos incidentes foram identificadas, podendo estar relacionadas a fatores socioeconômicos. Foi estimado que 53,55% dos casos novos no Brasil teriam necessidade de tratamento radioterápico. A maior necessidade de radioterapia foi identificada para o Norte: 55,32%, com um peso expressivo do câncer do colo do útero, tanto pela incidência como pelo número de casos em estágios avançados, para os quais a radioterapia é considerada tratamento de escolha. Para atender aos casos com necessidade de radioterapia no Brasil, foram estimados 497 equipamentos de radioterapia externa, sendo o déficit estimado em 114 para 2018 no país. Os maiores déficits foram observados para o Norte e para a rede assistencial do SUS. Em conclusão, o emprego de parâmetros internacionais não se mostrou adequado para a realidade brasileira. O planejamento de recursos para a assistência oncológica no Brasil demanda estimativas confiáveis baseadas nas necessidades locais para que as inequidades não sejam ainda mais agravadas.

Palavras-chave: Radioterapia. Estimativa. Necessidades. Incidência. Estadiamento. Brasil.

ABSTRACT

JARDIM, Beatriz Cordeiro. *Optimal utilization of radiotherapy in Brazil according to local Epidemiological data*. 2022. 171 f. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) – Instituto de Medicina Social Hesio Cordeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

This thesis aimed to estimate the need for radiotherapy in Brazil based on local epidemiological data. The study was developed in two stages which consisted of estimating incident cases and, later, classifying the cases registered in the Hospital Cancer Registries (RHC) to integrate decision trees for the use of radiotherapy according to evidence and clinical treatment guidelines. The estimates of incident cases in 2018 were calculated based on data from Population-Based Cancer Registries (RCBP) selected according to international quality criteria and from data corrected for ill-defined and non-specific causes in the underlying cause of deaths recorded in the System of Mortality Information (SIM) from 2007 to 2016. Annual incidence/mortality ratios (I/M) were calculated for each topography, stratified by sex and age group in the selected RCBP. The I/M ratios for 2018 were estimated for Brazilian regions using multilevel Poisson models from a longitudinal approach with random effect on the RCBP. The estimated reasons were applied to the number of deaths that occurred in 2018 by type of cancer, also corrected for ill-defined and non-specific causes in the underlying cause, recorded in the SIM. The staging data distributions obtained from the RHC were combined with the relative frequencies by type of incident cancer and data from the Collaboration for Cancer Outcomes Research and Evaluation (CCORE) project decision trees for radiotherapy use. Optimal utilization rates were estimated by type of cancer and for the set of tumors, except for non-melanoma skin. Sensitivity analyzes were performed to assess the relevance of local data in estimating the need. The number of radiotherapy equipment needed to attend to cases that would benefit from treatment at some point in the course of the disease was calculated and the analysis of the offer coverage was performed. For Brazil, in 2018, 506,462 new cases of cancer were estimated, except for non-melanoma skin. Regional differences in I/M ratios and in the pattern of incident cases were identified, which may be related to socioeconomic factors. It was estimated that 53.55% of new cases in Brazil would need radiotherapy. The greatest need for radiotherapy was identified for the North: 55.32%, with an expressive weight of cervical cancer, both in terms of incidence and the number of cases in advanced stages, for which radiotherapy is considered the treatment of choice. To meet the need for radiotherapy in Brazil, 497 external radiotherapy equipment were estimated, with an estimated deficit of 114 for 2018 in the country. The greatest deficits were observed for the North and for the SUS care network. In conclusion, the use of international parameters was not adequate for the Brazilian reality. The planning of resources for cancer care in Brazil requires reliable estimates based on local needs so that inequities are not further aggravated.

Keywords: Radiotherapy. Estimates. Optimal Utilization. Incidence. Stage. Brazil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 –	Esquema de recodificação na base de mortalidade dos Códigos-lixo e respectivos códigos-alvo.....	32
Figura 1 –	Diagrama para a seleção de casos na base de dados do RHC.....	36
Quadro 2 –	Classificação dos dados do RHC quanto à morfologia e topografia para inclusão às árvores de decisão.....	37
Figura 2 –	Modelo de árvore de decisão para a estimativa da proporção de casos incidentes com indicação de radioterapia.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A-EBEST	Estimativa Baseada em Evidências e dados Epidemiológicos da Austrália
BPW	Sistema BasePopWeb
CA	Número de óbitos classificados com códigos-alvo
CACON	Centro de Alta Complexidade em Oncologia
CCORE	Collaboration for Cancer Outcomes Research and Evaluation
CBB	Critério Baseado em Referência
CE	Número de óbitos por causas externas
C-EBEST	Estimativa Baseada em Evidências e dados Epidemiológicos do Canadá
CID-10	Classificação Internacional de Doenças, 10ª edição
CID-O	Classificação Internacional de Doenças para a Oncologia
CID-O/3	Classificação Internacional de Doenças para a Oncologia, 3ª edição
CL	Número de óbitos classificados com códigos-lixo
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNES	Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde
Co-60	Cobalto 60
DALY	anos de vida perdidos devido a incapacidades
DATASUS	Departamento de Informática do SUS
EBEST	Estimativa Baseada em Evidências e dados Epidemiológicos
EBRT	Teleterapia ou radioterapia externa
ESTRO	Sociedade Europeia de Radioterapia e Oncologia
GLOBOCAN	Observatório Global de Câncer
HERO	Health Economics in Radiation Oncology programme
HPV	Papilomavírus humano
IAEA	Agência Internacional de Energia Atômica
IARC	Agência Internacional para Pesquisa em Câncer
INCA	Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva
I/M	Incidência/Mortalidade
IRHC	Integrador do Registro Hospitalar de Câncer
LINAC	Acelerador Linear
MD	Número de óbitos por causas mal definidas

MS	Ministério da Saúde
NRAG	National Radiotherapy Advisory Group
PCT	Primary Care Trusts
PNS	Pesquisa Nacional de Saúde
QUARTS	QUAntification of Radiation Therapy Infrastructure And Staffing Needs
RCBP	Registro de Câncer de Bas Populacional
RIM	Razão Incidência/Mortalidade
RHC	Registro Hospitalar de Câncer
SAES	Secretaria de Atenção Especializada em Saúde
SEER	Surveillance, Epidemiology, and End Results Program
SBRT	Sociedade Brasileira de Radioterapia
SDO	Somente declaração de óbito
SIA	Sistema de Informações Ambulatoriais do SUS
SIH	Sistema de Informação Hospitalar do SUS
SUS	Sistema Único de Saúde
TCU	Tribunal de Contas da União
TO	Total de óbitos
UF	Unidade da Federação
UNACON	Unidade de Alta Complexidade em Oncologia
VM	Verificação Morfológica
YPLL	anos vida perdidos devido à morte prematura

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
<	Menor que
>	Maior que
-	Menos
+	Mais
×	Multiplicação
=	Igual
β	Beta

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	16
1	JUSTIFICATIVA	26
2	OBJETIVOS	28
2.1	Objetivo Geral	28
2.2	Objetivos Específicos	28
3	MÉTODOS	29
3.1	Estimativa incidência de câncer no Brasil e grandes regiões em 2018	29
3.1.1	<u>Dados de incidência</u>	29
3.1.2	<u>Dados de mortalidade</u>	31
3.1.3	<u>Cálculo das razões de incidência/mortalidade (I/M)</u>	33
3.1.4	<u>Estimativa de incidência</u>	34
3.2	Estimativa da necessidade de radioterapia no Brasil e grandes regiões	35
3.2.1	<u>Dados de incidência</u>	35
3.2.2	<u>Dados para as árvores de decisão</u>	35
3.2.3	<u>Cálculo da estimativa de necessidade de radioterapia</u>	41
3.2.4	<u>Análise de sensibilidade</u>	43
3.2.5	<u>Estimativa da necessidade de equipamentos e análise da cobertura da oferta</u>	43
3.3	Aspectos Éticos	45
4	RESULTADOS	46
4.1	Manuscrito 1: Estimativa incidência de câncer no Brasil e grandes regiões em 2018	46
4.2	Manuscrito 2: Estimativa da necessidade de radioterapia no Brasil e grandes regiões	79
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
	REFERÊNCIAS	122
	APÊNDICE A – do-file do STATA para o modelo multinível (exemplo).....	133
	APÊNDICE B – do-file do STATA para classificação dos casos registrados no RHC quanto ao estadiamento.....	140
	ANEXO – Aprovação do Comitê de Ética.....	172

INTRODUÇÃO

As neoplasias constituem atualmente a segunda causa de morte no mundo e um dos principais componentes da carga de doenças crônicas não transmissíveis. O impacto social e econômico das neoplasias é altíssimo e a previsão é que tal impacto não deverá diminuir ao longo dos próximos anos, na medida em que a morbidade e a mortalidade continuarão a crescer e a demanda de serviços de saúde aumentará^{1,2}.

A carga crescente do câncer, resultante de mudanças socioeconômicas e do estilo de vida, é ainda maior nos países de baixo nível de desenvolvimento socioeconômico onde também é menor o acesso aos serviços de saúde³. Para 2020, foram estimados cerca de 19,3 milhões de novos diagnósticos de câncer^a no mundo, dos quais 80,7% teriam ocorrido em países de alta e média renda⁴. Paralelamente, países classificados como de baixa e média renda, como o Brasil, teriam concentrado 23,2% das mortes ocorridas por câncer no mundo nesse ano⁴. Dados da Agência Internacional para Pesquisa em Câncer (IARC), divulgados pelo Observatório Global de Câncer (GLOBOCAN), indicam que tenham ocorrido 556.995 novos casos de câncer^a no Brasil em 2020⁴. Já para 2040, foi projetado um aumento de 65,9% em relação a essas estimativas para o país⁵.

As neoplasias figuram como a segunda causa de morte no Brasil. Elas responderam por 17% do total de óbitos ocorridos em 2019, sendo precedidas apenas pelos óbitos por doenças do aparelho circulatório, que corresponderam a 27% do total de mortes naquele ano⁶. Em comparação a 2010, a taxa de mortalidade por neoplasias no Brasil em 2019 aumentou em 31,5%. Considerando que a taxa de mortalidade por doenças do aparelho circulatório apresentou um incremento proporcionalmente muito menor (11,6%) nesse mesmo período, é possível que as neoplasias sejam, em breve, a principal causa de morte no Brasil, assim como vem acontecendo em vários países do mundo⁷.

A magnitude do câncer varia entre as regiões brasileiras como reflexo do desenvolvimento socioeconômico, da prevalência e da distribuição dos fatores de risco, assim como do acesso aos serviços de saúde⁸. As regiões Norte e Nordeste do Brasil concentram barreiras históricas e estruturais, com menores índices de desenvolvimento humano, maiores índices de desigualdade e pior acesso aos serviços de saúde^{9,10}. Nessas regiões, ao mesmo tempo

^a Exceto pele não melanoma

em que a carga de neoplasias relacionadas à pobreza se destaca, emergem aquelas relacionadas ao modo de vida sedentário⁸.

Enquanto boa parte da incidência de câncer se deve ao envelhecimento populacional, uma fração considerável da mortalidade pela doença pode ser atribuída ao acesso insuficiente ao tratamento, que tem como recursos básicos, a cirurgia, quimioterapia e radioterapia¹¹. O acesso ao tratamento adequado melhora as chances de sobrevida¹² e aumenta as chances de cura: dados de países desenvolvidos indicam que 49% de todos os pacientes diagnosticados com câncer são curados pela cirurgia, 40% pela radioterapia somente ou combinada com outras modalidades de tratamento e 11% pela quimioterapia somente ou combinada¹³.

A radioterapia é a modalidade de tratamento de câncer que emprega o uso de radiações ionizantes. Ela passou a ser empregada no tratamento de tumores malignos após a descoberta do rádio por Marie Curie e seu esposo, Pierre Curie, no final do Século XIX. Os primeiros tumores a serem tratados eram os mais acessíveis, de superfície corporal e, posteriormente, o câncer do colo do útero passou a ser o mais frequentemente tratado¹⁴.

Na radioterapia, o tecido a ser tratado recebe uma dose de energia com o objetivo de destruir as células cancerosas. Embora a radiação também alcance células saudáveis dos tecidos adjacentes, elas são capazes de reparar o dano produzido, e voltar a funcionar corretamente, desde que respeitado o limite de toxicidade. Com isso, o objetivo do tratamento radioterápico é aplicar uma dose de radiação precisa ao volume tumoral com o mínimo de dano possível ao tecido saudável adjacente. Assim, a radioterapia possibilita a erradicação do tumor, melhoria da qualidade de vida e aumento da sobrevida^{15,16}.

O diagnóstico do câncer somado à localização do tumor, ao estadiamento, tipo histológico e ao *performance status* do paciente, definirão o objetivo do tratamento, que pode ser curativo ou paliativo. Um grupo multidisciplinar envolvendo radioterapeutas, cirurgiões, oncologistas e outros profissionais de saúde avaliam as condições do paciente e a doença como um todo para delinear uma conduta terapêutica. A radioterapia é definida como tratamento de escolha quando oferece melhores chances de cura, sobrevida, controle local da doença, qualidade de alívio dos sintomas, menos efeitos colaterais ou a combinação desses fatores quando comparada aos demais tratamentos^{17,18}.

Assim, a radioterapia pode ser utilizada de quatro formas: (1) como o principal tratamento, de forma radical, podendo ser concomitante ou não à quimioterapia, como no caso dos linfomas e mielomas; (2) como uma alternativa à cirurgia, permitindo a preservação da função dos órgãos ou em pacientes que ainda não podem ser operados (pelo volume da doença

ou pelo estado geral comprometido), como nos tumores de bexiga, pulmão ou colo uterino; (3) como adjuvante à cirurgia para reduzir a recorrência local, como nos tumores de mama e reto e (4) como tratamento paliativo para controle dos sintomas, como nos sangramentos e compressões ou para retardar a progressão da doença¹⁹.

Após definido o objetivo do tratamento, a técnica de tratamento deve ser definida: 1) Teleterapia ou radioterapia externa (*external beam radiation – EBRT*), que é aplicada com o uso de uma fonte radioativa distante do tumor por meio de um acelerador linear (LINAC) ou Cobalto-60 (Co-60); 2) Braquiterapia, que consiste na aplicação de fontes radioativas na proximidade ou em contato direto com o tumor. Para o presente estudo, serão abordadas as questões relacionadas à radioterapia externa.

Uma vez que o tratamento inclui a radioterapia, um radioterapeuta executa o planejamento do curso de tratamento. Normalmente, a dose total de radiação é dividida em número de frações, com a administração dessas frações ao longo de algumas semanas. Essas frações dependem do tipo de tratamento. Por exemplo, alguns tratamentos paliativos necessitam apenas de uma única fração¹⁹.

Nas últimas duas décadas, o tratamento radioterápico alcançou avanços tecnológicos que permitiram melhorar a precisão do planejamento e execução do tratamento fazendo com que seu uso demande mão de obra capacitada em várias áreas do conhecimento, equipamentos de alta precisão em excelente estado de funcionamento e boa estrutura organizacional²⁰. Apesar de ser uma tecnologia que necessita de um investimento inicial substancial, que limita a sua aplicação nos países de baixa e média renda, a radioterapia é um tratamento de câncer custo-efetivo de tal forma que atualmente é impossível estabelecer um programa de controle de câncer se a radioterapia não estiver disponível²⁰⁻²².

Se, clinicamente, a indicação para o tratamento radioterápico é majoritariamente orientada pela topografia, tipo histológico e estadiamento do tumor, no âmbito coletivo a necessidade de radioterapia depende do perfil de incidência dos tipos de câncer e da distribuição do estadiamento entre os casos diagnosticados na população²³. De maneira geral, estima-se que pouco mais da metade dos casos de câncer no mundo necessitem receber tratamento radioterápico em algum momento do tratamento²⁴. No entanto, é provável que essa proporção seja maior nos países de baixa e média renda pela distribuição dos tipos de câncer mais incidentes e estágio mais avançado ao diagnóstico^{22,25}. Dessa forma, aplicar as necessidades de radioterapia estimadas para países de alta renda aos países de baixa e média renda, poderia levar

à subestimativa das necessidades de radioterapia nesses países e dimensionar a rede assistencial de forma inadequada, ampliando ainda mais as carências assistenciais²⁰.

As estimativas de necessidade de radioterapia calculadas a partir de um estudo desenvolvido na Austrália vêm sendo aplicadas internacionalmente, independentemente da distribuição por estadiamento nas diferentes localidades. Com base nesse estudo, os tipos de câncer que mais demandam tratamento radioterápico e a proporção de casos que necessitarão de radioterapia no mundo, em algum momento do tratamento eram, respectivamente: mama (87%), pulmões (77%), cabeça e pescoço (74%), colo do útero (71%) e próstata (58%)²².

O Brasil é um país de dimensões continentais, dividido em 26 Unidades Federativas e um Distrito Federal, distribuídos em cinco regiões. O Sistema Único de Saúde (SUS) foi instituído pela Constituição Federal de 1988 e é o maior sistema público de saúde do mundo. Por meio do SUS, todo cidadão brasileiro tem garantia de acesso integral, universal e gratuito a serviços de saúde. O SUS atende a cerca de 200 milhões de brasileiros, sendo que 75% deles dependem exclusivamente do sistema para ter atenção à saúde^{26,27}.

De acordo com os dados do Sistema de Informações Ambulatoriais do SUS (SIA)²⁸, em 2018, estima-se que as 160 unidades de saúde habilitadas à época para o tratamento radioterápico em oncologia pelo SUS tenham realizado cerca de 122 mil tratamentos^b de Radioterapia para neoplasias malignas. Os tratamentos de câncer de mama (CID-10 C50) representaram 27,2% desses procedimentos, seguidos pelos de câncer de próstata (CID-10 C61) (18,0%) e câncer de cabeça e pescoço (CID-10 C00-C14, C30-C32) (11,38%).

No Brasil, o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) constitui a base para operacionalizar os Sistemas de Informação em Saúde e automatizar o processo de coleta de dados nos estados e municípios sobre a infraestrutura de serviços de saúde, bem como a capacidade instalada existente e disponível no país²⁹. Segundo dados do CNES³⁰, a rede de assistência que atende ao SUS no Brasil possuía 477 equipamentos de teleterapia profunda em junho de 2018, dos quais 408 eram aceleradores lineares (LINAC) e 69 eram unidades de cobalto 60 (Co-60). No entanto, é possível que muitos desses equipamentos não estivessem em atividade ou tenham sido registrados por mais de um estabelecimento de saúde cadastrado pois um estudo transversal, realizado no mesmo ano pelo Ministério da Saúde (MS) identificou 272 equipamentos de teleterapia profunda na rede assistencial do SUS³¹.

^b Um tratamento seria equivalente a: procedimento de planejamento simples (0304010200), planejamento complexo (0304010189) ou planejamento tridimensional (0304010316)

Um relatório do Tribunal de Contas da União (TCU)³² datado de 2011, aponta que a rede de atenção oncológica não estava suficientemente estruturada para possibilitar acesso equitativo e a tempo ao tratamento radioterápico do câncer nessa época. Usando os parâmetros da Portaria em vigor³³, que considerava a necessidade de 1 (um) equipamento de radioterapia para cada 1.000 (mil) casos novos da doença e considerando a cobertura de 80% dos casos, que não possuíam cobertura da Saúde Suplementar, o relatório indicou que existia um déficit de 135 equipamentos de radioterapia no país para aquele ano.

Já uma avaliação posterior para 2015³⁴, que considerou o parâmetro de um equipamento para cada 900 casos, conforme a Portaria 140/2014³⁵, indicou que o Brasil possuía um déficit de 255 equipamentos de radioterapia, sem descontar a parcela da população que tinha acesso à Saúde Suplementar à época.

Para responder aos desafios da estruturação da Rede Assistencial de Alta Complexidade em Oncologia, o MS vem estabelecendo, desde 1998, parâmetros para o planejamento da assistência oncológica, prevendo garantia ao atendimento integral do doente com câncer^{33,35-37}.

Em 2019, por meio da Portaria MS/SAES nº 1.399, o Ministério da Saúde redefiniu os critérios e parâmetros para organização, planejamento, monitoramento, controle e avaliação dos estabelecimentos de saúde habilitados na atenção especializada em oncologia e definiu as condições estruturais, de funcionamento e de recursos humanos para a habilitação destes estabelecimentos no âmbito do SUS³⁸. Essa portaria, estabelece, de maneira geral, a razão de 1 (um) estabelecimento de saúde para cada mil casos novos anuais (exceto câncer de pele não melanótico).

De acordo com essa mesma portaria, os estabelecimentos de saúde habilitados para o tratamento radioterápico em oncologia pelo SUS são: CACON (Centro de Alta Complexidade em Oncologia), UNACON (Unidade de Alta Complexidade em Oncologia) com Serviço de Radioterapia, Serviço de Radioterapia de Complexo Hospitalar ou Serviço Isolado de Radioterapia. Cada estabelecimento de saúde habilitado para tratamento radioterápico deve contar com pelo menos um equipamento de teleterapia profunda (Co-60, LINAC) e deve tratar, ao menos 600 casos por equipamento instalado, por ano.

O acesso adequado e equânime à radioterapia tem sido apontado como um objetivo para o controle do câncer no Brasil e, ainda que faltem evidências científicas para basear os parâmetros adotados pelo País e que, portanto, corroborem a avaliação adequada da cobertura da rede de assistência em radioterapia oncológica, o Ministério da Saúde instituiu em 2012, por meio da Portaria MS/SAS 931/2012³⁹, o Plano de Expansão da Radioterapia como forma de diminuir o déficit apontado³². Esse Plano prevê a aquisição e implantação de 100 aceleradores

lineares na rede de atenção oncológica que atende ao SUS com a expansão de centros existentes e já habilitados além da criação de novos centros para tratamento radioterápico em oncologia^{39,40}. A aquisição dos equipamentos novos foi iniciada em 2013⁴¹ e a implantação foi iniciada em novembro de 2016 com a instalação do primeiro LINAC na Paraíba. Até o presente momento (julho de 2022), foram instalados 53 LINAC, dos quais 48 já foram licenciados pela CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear) e estão em funcionamento⁴².

Em 2003, um relatório do Royal College of Radiologists indicou variação da provisão de aceleradores lineares de 0,43 a 2,06 por mil casos de câncer no Reino Unido⁴³. Essa variação pode ter como consequência os longos tempos de espera (dentro do sistema e interna nos hospitais)⁴⁴ e a variação na proporção de casos que recebem tratamento, impactando mais adiante nos desfechos clínicos da doença^{43,45,46}.

Um estudo da Austrália, identificou que a diferença entre a proporção de casos com uso ideal de radioterapia (48%) e a proporção de casos que receberam tratamento radioterápico (26%) teria resultado em 411 mortes por subutilização do tratamento no ano de 2006, o que também teria resultado em 4.289 anos vida perdidos devido à morte prematura (*YPLL – years of potential life lost*) e 7.192 anos de vida perdidos devido a incapacidades (*DALY – disability adjusted life years*)⁴⁷.

Estimar o número de casos novos de câncer que necessitam de tratamento radioterápico deve ser considerado um parâmetro chave para o planejamento de recursos dentro do escopo de um programa nacional de controle do câncer. Normalmente, essa estimativa tem sido obtida usando uma proporção específica, considerada como padrão, onde 50% a 60% dos casos incidentes precisariam de tratamento radioterápico pelo menos uma vez ao longo do tratamento da doença^{24,48,49}.

Considerando que as indicações de radioterapia variam entre os tipos de câncer, uma abordagem mais adequada consistiria em basear as estimativas das necessidades em radioterapia nas evidências clínicas, estendendo o princípio da medicina baseada em evidências do cuidado individual para o planejamento de políticas de saúde. Nesse sentido, duas abordagens distintas têm sido utilizadas para estimar a necessidade de radioterapia.

A primeira delas, denominada Critério Baseado em Referência, do inglês – *criterion-based benchmark* (CBB)⁵⁰, que calcula a proporção ideal de utilização de radioterapia considerando os tratamentos realizados numa determinada localidade em razão dos casos incidentes em um ano. A abordagem pressupõe acesso considerado ótimo ao tratamento radioterápico, admitindo que o tratamento é empregado de acordo com critérios definidos por

diretrizes clínicas baseadas em evidências. Além disso, julga que não existam barreiras financeiras à assistência, que os pacientes recebem o tratamento no tempo correto e que a demanda não é induzida.

O uso da abordagem CBB para estimar a necessidade em radioterapia foi descrito pela primeira vez por Barbera et al.⁵⁰. Nesse estudo, os autores estimaram as necessidades para o câncer de pulmão em Ontario, Canadá, onde os residentes não pagavam diretamente pelo tratamento radioterápico. Toda radioterapia era fornecida por radioterapeuta em centros multidisciplinares de assistência ao câncer e esses profissionais recebiam um salário fixo ao invés de pagamento por produção⁵⁰. Kerba et al.⁵¹ aplicaram essa abordagem na mesma província para avaliar as necessidades de radioterapia para o tratamento do câncer de mama e do câncer de próstata⁵².

A segunda abordagem é chamada em inglês de *Epidemiologic Evidence-Based Estimation* (EBEST) – ou Estimativa Baseada em Evidências e dados Epidemiológicos. Ela consiste em estimar a demanda de radioterapia a partir de modelos de decisão apoiados por protocolos clínicos baseados em evidências e dados de incidência por topografia do tumor e estadiamento da doença a partir dos quais são estimadas as frequências de cada indicação terapêutica na população de interesse. Por meio dela, uma estimativa acurada depende do conhecimento das indicações do tratamento e da proporção da população que possui os atributos para indicar o tratamento¹⁷.

Na abordagem EBEST, as indicações terapêuticas são apresentadas em árvores de decisão. Em cada nó da árvore, uma ramificação se divide de acordo com um critério clínico específico, por exemplo, o estadiamento da doença.

O primeiro registro sobre o uso dessa abordagem foi feito por um grupo do Canadá⁴⁸ em 2001, que quantificou a estimativa das necessidades em radioterapia para o câncer de pulmão. Posteriormente, esse grupo, denominado EBEST canadense (C-EBEST), publicou estimativas utilizando esta abordagem, também para câncer de mama⁵³, próstata⁵⁴, colorretal⁵⁵ e colo do útero⁵⁶.

Na Inglaterra, após a publicação de um relatório do National Radiotherapy Advisory Group (NRAG), onde se indicava uma meta nacional que seria a base do Programa Nacional de Câncer, Jena et al.^{57,58} desenvolveram um modelo com a abordagem EBEST, capaz de simular a demanda de radioterapia em nível local. Este modelo usou dados de base populacional dos registros de câncer de 151 *Primary Care Trusts* (PCT). Para determinar as taxas de

necessidade de radioterapia, foram construídas árvores de decisão para 23 topografias diferentes de câncer. As árvores incluíam informações que consideravam os protocolos clínicos para indicação do tratamento com base no tipo de tumor, estadiamento, *status* cirúrgico, sexo e idade do paciente. O método de Simulação de Monte Carlo foi aplicado para definir não apenas a demanda de tratamento radioterápico, mas também o número de frações necessárias nas localidades investigadas e no período abrangido. A partir da inclusão de um modelo de crescimento populacional e de projeção da incidência de câncer, o modelo desenvolvido permite estimar a necessidade futura do tratamento radioterápico em nível local e regional para a Inglaterra⁵⁷⁻⁶⁰.

Na Austrália, pesquisadores do CCORE (*Collaboration for Cancer Outcomes Research and Evaluation*), também conhecido como A-EBEST, identificaram as indicações para radioterapia como tratamento de escolha com base nas diretrizes baseadas em evidência para tratamento de câncer publicadas nas bases indexadas e as integraram aos dados populacionais de casos incidentes de câncer para cada indicação de tratamento para desenvolver um modelo de utilização da radioterapia. Considerando todos os tipos de câncer com mais de 1% de incidência na Austrália e com base nas melhores evidências disponíveis, o modelo de utilização de radioterapia gerado pelo grupo teve como objetivo principal estimar a proporção de novos casos de câncer que devem receber tratamento radioterápico pelo menos uma vez durante o curso da doença¹⁷. Para tanto, o grupo do CCORE revisou todas as diretrizes clínicas e literatura científica publicada sobre as indicações de radioterapia para as diferentes topografias, considerando todos os estadiamentos no momento do diagnóstico com indicação do tratamento.

A indicação de radioterapia foi definida como o tratamento de escolha porque existiam evidências de que ela possibilitaria desfechos clínicos superiores (sobrevida, qualidade de vida, menor toxicidade ou melhor controle local) em comparação às demais modalidades de tratamento ou não tratamento e considerando que o paciente está em condições clínicas para a radioterapia. Nas situações em que a radioterapia teve desfechos iguais às outras opções terapêuticas como a cirurgia e a quimioterapia, todas as opções de tratamento foram incluídas no modelo e uma análise de sensibilidade foi conduzida para determinar a proporção de pacientes para os quais a radioterapia seria indicada. Com base nisso, foi construído um modelo de árvore de decisão para estimar, por tipo de tumor e para todos os tipos conjuntamente, a proporção de pacientes para os quais a radioterapia externa seria recomendada em algum momento durante o curso da doença⁶¹.

Em 2005 foram publicadas as estimativas de necessidade de radioterapia para todos os tipos de câncer, indicando que 52,3% de todos os pacientes com câncer precisariam ser tratados com radioterapia externa em algum momento do curso do tratamento do câncer⁶¹. Uma atualização desse trabalho, publicada em 2013 indicou que as necessidades de radioterapia para a Austrália caíram para 48,3% dos casos como reflexo de mudanças epidemiológicas e de indicações da radioterapia⁶².

Esse modelo tem sido utilizado para estimar as necessidades em radioterapia externa para países europeus por meio do estudo ESTRO-HERO e pela IAEA para estimar as necessidades em outros países^{24,63-65}. Para a América Latina, Zubizarreta et al.²⁰ calcularam, a partir da distribuição de casos incidentes estimados para 2012 pelo GLOBOCAN que a necessidade de radioterapia nos países dessa região seria de 53,27% dos casos novos de câncer, exceto pele não melanoma. Recentemente, as necessidades de radioterapia por tipo de câncer foram aplicadas aos casos estimados pelo GLOBOCAN em 2020 para a Colômbia⁶⁶ sem, no entanto, considerar a distribuição por estadiamento naquele país.

A comparação das duas modalidades mostra que a abordagem EBEST prediz taxas de necessidade tipicamente mais altas do que a CBB²². Isso se deve provavelmente ao fato de a CBB ser baseada na utilização da radioterapia, dependente do acesso. Isso traz como desafio a quase impossibilidade de se encontrar comunidades onde o acesso à radioterapia seja ideal, principalmente em países de baixa e média renda, onde a capacidade instalada é, geralmente, insuficiente. Com isso, a abordagem EBEST constitui o único método conhecido que pode prever a necessidade em radioterapia considerando as diferenças nas distribuições dos tipos de câncer⁴⁹.

No Brasil, motivados pela necessidade de aprimoramento dos parâmetros voltados para o dimensionamento da infraestrutura dos serviços de assistência oncológica no país apontada por Gadelha⁶⁷, Gomes Junior e Almeida⁶⁸, em 2009, apresentaram um modelo de simulação focado na cobertura dos casos de câncer atendidos pelo SUS. O modelo aplicado foi um Modelo de Mistura de Distribuições de Probabilidades. Por meio dos dados de produção para faturamento da radioterapia fornecidos pelo SIA e pelo Sistema de Informação Hospitalar do SUS (SIH) do Estado de São Paulo em 2002, foram identificadas as modalidades de tratamento em prática, estimados os casos que receberam cada modalidade, calculadas as taxas de utilização e simulada a infraestrutura necessária à cobertura dos casos identificados no SUS⁶⁸.

Considerando que esse modelo foi capaz de identificar a utilização diferenciada das modalidades terapêuticas por subgrupos de casos atendidos no sistema, Gomes Junior e

Almeida⁶⁸ identificaram a necessidade de 102 equipamentos de radioterapia para atender 50.600 casos novos por ano pelo SUS no Estado de São Paulo. De acordo com os parâmetros adotados à época (Portaria 741/2005), seriam necessários 51 equipamentos (1 para cada 1.000 casos novos) no Estado.

Posteriormente, ao aplicar as estimativas calculadas por Zubizarreta et al.²⁰, Mendez et al.⁶⁹ indicaram que os 357 equipamentos de radioterapia existentes em 2016 corresponderiam a 50,8% da necessidade de equipamentos no Brasil, estabelecendo, portanto, um total de 703 equipamentos necessários para o país. Para 2018, um levantamento da necessidade de radioterapia para o Brasil realizado pela Sociedade Brasileira de Radioterapia (SBRT) e pela Fundação Dom Cabral⁷⁰ aplicou a proporção de 52% do total de casos novos como parâmetro de necessidade conforme utilizada em estudos internacionais e indicou necessidade de 406 equipamentos de radioterapia externa para o país. Mais recentemente, Hanna et al.⁷¹ aplicaram o parâmetro de 60% dos casos novos, adotado pelo Ministério da Saúde³⁸ ao total de casos estimados para 2020, incluindo pele não melanoma e indicaram necessidade de 680 equipamentos.

1 JUSTIFICATIVA

De acordo com Donabedian⁷², o acesso aos serviços de saúde pode ser medido pelo uso dos serviços de saúde em relação à necessidade da população. Levesque⁷³ indica que o acesso pode ser definido como a oportunidade de ter as necessidades de cuidado com a saúde atendidas. Já Penchansky e Thomas⁷⁴ apontam a disponibilidade como uma das dimensões de acesso, sendo que ela representa a relação entre a quantidade e o tipo de serviços existentes e a quantidade e o tipo de necessidade da população.

Graças à expansão e qualificação dos registros de câncer de base populacionais e dos avanços metodológicos e computacionais, as projeções das estimativas de incidência de câncer para o futuro já vêm sendo realizadas com certa acurácia⁷⁵. Porém, estimar a proporção de casos incidentes de câncer que precisarão de tratamento radioterápico ainda constitui um desafio.

Considera-se que, para o planejamento populacional de uma assistência oncológica que seja eficiente e equânime é necessário obter estimativas confiáveis da necessidade para permitir o dimensionamento da infraestrutura com vistas a oferecer o melhor tratamento disponível para o maior número possível de casos⁶⁷. Na elaboração de um programa nacional de controle de câncer, a estimativa de necessidade de radioterapia é considerada um importante parâmetro porque a radioterapia é um serviço que depende de investimento em recursos humanos e equipamentos especializados de alto custo⁴⁸.

No caso da radioterapia, uma alta proporção de necessidades não cobertas acarreta problemas no acesso aos serviços, provavelmente por conta do número limitado de serviços que oferecem o tratamento, disponibilidade de equipamentos e/ou de pessoal capacitado para oferecer o tratamento^{76,77}. Por outro lado, a alta disponibilidade de radioterapia pode levar à ociosidade de instalações⁷⁸, não sendo custo-efetiva em algumas localidades. Assim, mesmo quando a capacidade instalada parece ser adequada, permanece a necessidade de planejamento da rede assistencial de forma a cobrir a demanda¹³.

A oferta adequada de serviços de radioterapia oncológica no âmbito de um Plano Nacional é um dos pontos cruciais para o controle do câncer em um país²² e para isto é fundamental conhecer a oferta e estimar a necessidade de tratamento radioterápico visando garantir o tratamento integral e mais adequado a pacientes com câncer.

Quando a necessidade de radioterapia não é atendida, parâmetros empíricos não constituem a melhor opção para basear políticas de controle de câncer. É necessário que sejam

estudados padrões de referência considerando necessidades locais e então, alocar adequadamente recursos, e a maior eficiência na utilização dos mesmos²⁰. Para obter estimativas confiáveis de necessidade em radioterapia é preciso conhecer a frequência da doença e definir parâmetros baseados em evidências que permitam estruturar adequadamente a assistência oncológica de forma a cobrir o maior número possível de casos com indicação de tratamento⁶⁷.

Além das indicações para a radioterapia em cada percurso clínico, os parâmetros chave para estimar a necessidade de radioterapia são as frequências relativas dos tipos de câncer e o estadiamento no momento do diagnóstico⁴⁹. No Brasil, existem diferentes padrões de incidência de câncer entre as regiões brasileiras⁷⁹. Dessa forma, é de importância crucial considerar tais diferenças ao estimar a necessidade de radioterapia para cada região do país e avaliar seu impacto no número absoluto de casos novos de câncer que precisarão de radioterapia ao longo do curso da doença, bem como dimensionar o número de recursos necessários para cobrir essa necessidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estimar a necessidade de tratamento radioterápico para câncer e analisar a oferta de equipamentos de radioterapia em atividade para atender a essa demanda no Brasil e grandes regiões pelo Sistema Único de Saúde e na assistência privada em 2018

2.2 Objetivos Específicos

- a) Estimar o número de casos de câncer que demandam tratamento radioterápico;
- b) calcular o número de equipamentos de radioterapia externa que seriam necessários para atender à demanda;
- c) comparar a oferta existente de equipamentos de radioterapia em relação às necessidades estimadas.

REFERÊNCIAS

1. Fitzmaurice C, Dicker D, Pain A, Hamavid H, Moradi-Lakeh M, MacIntyre MF, et al. The Global Burden of Cancer 2013. *JAMA Oncol.* 2015;1(4):505–27. Disponível em: <http://oncology.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jamaoncol.2015.0735>
2. Bray F, Jemal A, Torre LA, Forman D, Vineis P. Long-term Realism and Cost-effectiveness: Primary Prevention in Combatting Cancer and Associated Inequalities Worldwide. *J Natl Cancer Inst.* 2015;107(12):d1v273. Disponível em: <http://jnci.oxfordjournals.org/lookup/doi/10.1093/jnci/d1v273>
3. Fidler MM, Bray F, Soerjomataram I. The global cancer burden and human development: A review. *Scand J Public Health.* 2018;46(1):27–36.
4. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Colombet M, Mery L, Piñeros M, et al. Global Cancer Observatory: Cancer Today. 2020 [acessado em 2021 Mar 9]. Disponível em: <https://gco.iarc.fr/today>
5. Ferlay J, Laversanne M, Ervik M, Lam F, Colombet M, Mery L, et al. Global Cancer Observatory: Cancer Tomorrow. 2020. Disponível em: <https://gco.iarc.fr/tomorrow>
6. MS, SVS, CGIAE. Sistema de Informações sobre Mortalidade - SIM. 2020 [acessado em 2020 Jul 3]. Disponível em: <http://datasus.saude.gov.br/>
7. Nichols M, Townsend N, Scarborough P, Rayner M. Cardiovascular disease in Europe: Epidemiological update. *Eur Heart J.* 2013;34(39):3028–34.
8. Azevedo e Silva G, Jardim BC, Ferreira V de M, Junger WL, Girianelli VR. Mortalidade por câncer nas capitais e no interior do Brasil: uma análise de quatro décadas. *Rev Saude Publica.* 2020;54:126.
9. Dantas MNP, Souza DLB de, Souza AMG de, Aiquoc KM, Souza TA de, Barbosa IR. Fatores associados ao acesso precário aos serviços de saúde no Brasil. *Rev Bras Epidemiol.* 2021;24.
10. Victora CG, Barreto ML, Do Carmo Leal M, Monteiro CA, Schmidt MI, Paim J, et al. Health conditions and health-policy innovations in Brazil: The way forward. *Lancet.* 2011;377(9782):2042–53. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60055-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60055-X)

11. Stewart BW, Kleihues P. World Cancer Report. Lyon: IARC Press; 2003. 351 p.
12. Coleman MP. Cancer survival: Global surveillance will stimulate health policy and improve equity. *Lancet*. 2014;383(9916):564–73. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)62225-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13)62225-4)
13. Bentzen SM, Heeren G, Cottier B, Slotman B, Glimelius B, Lievens Y, et al. Towards evidence-based guidelines for radiotherapy infrastructure and staffing needs in Europe: The ESTRO QUARTS project. *Radiother Oncol*. 2005;75(3):355–65. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167814004005729>
14. Gasinska A. The contribution of women to radiobiology: Marie Curie and beyond. *Reports Pract Oncol Radiother*. 2016;21(3):250–8.
15. Tepper JE, Foote RL, Michalski JM. Gunderson & Tepper's Clinical Radiation Oncology. 5th ed. Philadelphia: Elsevier; 2020. 2300 p.
16. Rodin D, Jaffray D, Atun R, Knaul FM, Gospodarowicz M. The need to expand global access to radiotherapy. *Lancet Oncol*. 2014;15(4):378–80. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24694630>
17. Delaney GP, Barton MB. Evidence-based Estimates of the Demand for Radiotherapy. *Clin Oncol*. 2015;27(2):70–6. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0936655514003793>
18. Barton MB, Frommer M, Shafiq J. Role of radiotherapy in cancer control in low-income and middle-income countries. *Lancet Oncol*. 2006;7(7):584–95. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470204506707598>
19. Cancer Research UK. What radiotherapy is. 2016 [acessado em 2016 Oct 15]. Disponível em: <http://www.cancerresearchuk.org/about-cancer/cancers-in-general/treatment/radiotherapy/about/what-radiotherapy-is#worry>
20. Zubizarreta EH, Fidarova E, Healy B, Rosenblatt E. Need for Radiotherapy in Low and Middle Income Countries - The Silent Crisis Continues. *Clin Oncol*. 2015;27(2):107–14. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clon.2014.10.006>
21. Jaffray DA, Gospodarowicz MK. Radiation Therapy for Cancer. In: Gelband H, Jha P, Sankaranarayanan R, Horton S, editors. Disease Control Priorities, Third Edition (Volume 3). The World Bank; 2015. p. 239–47. Disponível em: <http://elibrary.worldbank.org/doi/book/10.1596/978-1-4648-0349-9>

22. Atun R, Jaff DA, Barton MB, Bray F, Baumann M, Vikram B, et al. Expanding global access to radiotherapy. 2015;1153–86.
23. Oam MB, Barton M, Jacob S, Shafiq J, Wong K, Thompson S, et al. Review of Optimal Radiotherapy. *Collab Cancer Outcomes Res Eval*. 2013;(March):6; 574.
24. Borrás JM, Lievens Y, Dunscombe P, Coffey M, Malicki J, Corral J, et al. The optimal utilization proportion of external beam radiotherapy in European countries: An ESTRO-HERO analysis. *Radiother Oncol*. 2015 Jul;116(1):38–44. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.radonc.2015.04.018>
25. IAEA, International Atomic Energy Agency (IAEA). Planning National Radiotherapy Services: a Practical Tool. IAEA Hum Heal Rep Ser No 14. 2010;(14):100. Disponível em: <http://www.iaea.org/Publications/index.html>
26. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeções da População do Brasil e Unidades da Federação por sexo e idade: 2010-2060. Rio de Janeiro; 2018 [acessado em 2021 Jun 1]. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Projecao_da_Populacao/Projecao_da_Populacao_2018/projecoes_2018_populacao_2010_2060_20200406.xls
27. ANS, MS. Taxa de Cobertura de Planos de Saúde. Sistema de Informação de Beneficiários. 2018 [acessado em 2018 Mar 21]. Disponível em: <http://www.ans.gov.br/anstabnet/>
28. MS, SVS, CGIAE. Sistema de Informações Ambulatoriais - SIA. 2018 [acessado em 2020 Jul 30]. Disponível em: <http://datasus.saude.gov.br/>
29. MS, DATASUS. CNES - Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. 2018 [acessado em 2020 Jul 30]. Disponível em: <http://datasus.saude.gov.br/sistemas-e-aplicativos/cadastrros-nacionais/cnes>
30. MS, DATASUS. Dados Complementares Setembro 2016- CNES. 2016 [acessado em 2016 Nov 14]. Disponível em: ftp://ftp.datasus.gov.br/dissemin/publicos/CNES/200508_/Dados/DC/
31. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção Especializada à Saúde, Departamento de Atenção Especializada e Temática. Relatório: Censo da Radioterapia. Brasília/DF; 2019.
32. Brasil, Tribunal de Contas da União. Relatório de Auditoria Operacional: Política Nacional de Atenção Oncológica. Brasília; 2011.

33. Brasil, Ministério da Saúde. Portaria MS/SAS nº 741/2005. Define as Unidades de Assistência de Alta Complexidade em Oncologia (UNACON), os Centros de Assistência de Alta Complexidade em Oncologia (CACON) e os Centros de Referência de Alta Complexidade em Oncologia e suas aptidões e qualidades. 2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF), 23 de maio de 2005; Seção I: 113. Disponível em: bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/sas/2005/prt0741_19_12_2005.html
34. Araújo LP de, Sá NM de, Atty AT de M. Necessidades Atuais de Radioterapia no SUS e Estimativas para o Ano de 2030. Rev Bras Cancerol. 2016;62(1):35–42. Disponível em: http://www.inca.gov.br/rbc/n_62/v01/pdf/06-artigo-necessidades-atuais-de-radioterapia-no-sus-e-estimativas-para-o-ano-de-2030.pdf
35. Brasil, Ministério da Saúde. Portaria MS/SAS nº 140/2014. Redefine os critérios e parâmetros para organização, planejamento, monitoramento, controle e avaliação dos estabelecimentos de saúde habilitados na atenção especializada em oncologia e define as condições estruturais, de funcionamento e de recursos humanos para a habilitação destes estabelecimentos no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF), 28 de fevereiro de 2014; Seção I: 71. Disponível em: bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/sas/2013/prt0140_20_02_2013.html
36. Brasil, Ministério da Saúde. Portaria GM nº 3535/1998. Estabelece critérios para cadastramento de centros de atendimento em oncologia. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF), 03 de setembro de 1998; Seção I: 75. Disponível em: bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt3535_02_09_1998_revog.html
37. Brasil, Ministério da Saúde. Portaria GM nº 2439/2005. 2005. Institui a Política Nacional de Atenção Oncológica: promoção, prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação e cuidados paliativos, a ser implantada em todas as unidades federadas, respeitadas as competências das três esferas de gestão. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF), 09 de dezembro de 2005; Seção I: 80. Disponível em: bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2005/prt2439_08_12_2005.html
38. Brasil, Ministério da Saúde. Portaria MS/SAES nº 1.399. Redefine os critérios e parâmetros referenciais para a habilitação de estabelecimentos de saúde na alta complexidade em oncologia no âmbito do SUS. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF), 19 de dezembro de 2019; Seção I: 173. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/saes/2019/prt1399_19_12_2019.html

39. Brasil, Ministério da Saúde. Portaria MS/GM 931/2012. Institui o Plano de Expansão da Radioterapia no Sistema Único de Saúde (SUS). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF), 11 de maio de 2012; Seção I: 140. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2012/prt0931_10_05_2012.html
40. MS. Edital do Pregão Presencial n.º 05/2013 Processo n.º 25000.096286/2012 - 93. Disponível em: http://comprasnet.gov.br/aceso.asp?url=/ConsultaLicitacoes/ConsLicitacao_texto.asp
41. MS, Secretaria Executiva, Departamento de Logística em Saúde. Edital do Pregão Presencial n.º11/2013. 2013;
42. Brasil, Ministério da Saúde. Acompanhamento do Plano de Expansão da Radioterapia no SUS, Julho de 2022. Brasília/DF; 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/plano-de-expansao-da-radioterapia-no-sus>
43. Board of the Faculty on Clinical Oncology. Equipment, workload and staffing for radiotherapy in the UK 1997-2002. London; 2003.
44. Nascimento MI do, Azevedo e Silva G. Waiting time for radiotherapy in women with cervical cancer. *Rev Saude Publica.* 2015;49. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26786473>
45. Chen Z, King W, Pearcey R, Kerba M, Mackillop WJ. The relationship between waiting time for radiotherapy and clinical outcomes: A systematic review of the literature. *Radiother Oncol.* 2008;87(1):3–16.
46. Nascimento MI do, Azevedo e Silva G. Efeito do tempo de espera para radioterapia na sobrevida geral em cinco anos de mulheres com câncer do colo do útero, 1995-2010. *Cad Saude Publica.* 2015 Nov;31(11):2437–48. Disponível em: http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2015001302437
47. Batumalai V, Shafiq J, Gabriel G, Hanna TP, Delaney GP, Barton M. Impact of radiotherapy underutilisation measured by survival shortfall, years of potential life lost and disability-adjusted life years lost in New South Wales, Australia. *Radiother Oncol.* 2018;129(2):191–5. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2018.06.026>
48. Tyldesley S, Boyd C, Schulze K, Walker H, Mackillop WJ. Estimating the need for radiotherapy for lung cancer: An evidence-based, epidemiologic approach. *Int J Radiat*

- Oncol Biol Phys. 2001;49(4):973–85.
49. Borrás JM, Barton M, Grau C, Corral J, Verhoeven R, Lemmens V, et al. The impact of cancer incidence and stage on optimal utilization of radiotherapy: Methodology of a population based analysis by the ESTRO-HERO project. *Radiother Oncol.* 2015;116(1):45–50. Disponible em: [https://www.thegreenjournal.com/article/S0167-8140\(15\)00218-2/fulltext](https://www.thegreenjournal.com/article/S0167-8140(15)00218-2/fulltext)
 50. Barbera L, Zhang-salomons J, Huang J, Tyldesley S, Mackillop W. Defining the Need for Radiotherapy for Lung Cancer in the General Population. *Med Care.* 2003;41(9):1074–85.
 51. Kerba M, Miao Q, Zhang-Salomons J, Mackillop W. Defining the Need for Breast Cancer Radiotherapy in the General Population: a Criterion-based Benchmarking Approach. *Clin Oncol.* 2007 Sep;19(7):481–9. Disponible em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0936655507005833>
 52. Kerba M, Miao Q, Zhang-Salomons J, Mackillop W. Defining the Need for Prostate Cancer Radiotherapy in the General Population: A Criterion-based Benchmarking Approach. *Clin Oncol.* 2010;22(10):801–9. Disponible em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clon.2010.07.006>
 53. Foroudi F, Tyldesley S. An evidence-based estimate of appropriate radiotherapy utilization rate for breast cancer. *Int J* 2002;53(5):1240–53. Disponible em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360301602028213>
 54. Foroudi F, Tyldesley S, Barbera L, Huang J, Mackillop WJ. Evidence-based estimate of appropriate radiotherapy utilization rate for prostate cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2003;55(1):51–63.
 55. Foroudi F, Tyldesley S, Barbera L, Huang J, Mackillop WJ. An evidence-based estimate of the appropriate radiotherapy utilization rate for colorectal cancer. *Int J Radiat Oncol.* 2003 Aug;56(5):1295–307. Disponible em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360301603004231>
 56. Usmani N, Foroudi F, Du J, Zakos C, Campbell H, Bryson P, et al. An evidence-based estimate of the appropriate rate of utilization of radiotherapy for cancer of the cervix. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2005;63(3):812–27.
 57. Jena R, Round C, Mee T, Kirkby N, Hoskin P, Williams M. The malthus programme - a

- new tool for estimating radiotherapy demand at a local level. *Clin Oncol.* 2012;24(1):1–3. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clon.2011.11.009>
58. Round C, Mee T, Kirkby NF, Cooper T, Williams M V., Jena R. The malthus programme: Developing radiotherapy demand models for breast and prostate cancer at the local, regional and national level. *Clin Oncol.* 2013;25(9):538–45. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clon.2013.05.006>
59. Round CE, Williams M V., Mee T, Kirkby NF, Cooper T, Hoskin P, et al. Radiotherapy demand and activity in England 2006–2020. *Clin Oncol.* 2013;25(9):522–30. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clon.2013.05.005>
60. Jena R, Mee T, Kirkby NF, Williams MV. Quantifying Uncertainty in Radiotherapy Demand at the Local and National Level using the Malthus Model. *Clin Oncol.* 2015;27(2):92–8. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0936655514004191>
61. Delaney G, Jacob S, Featherstone C, Barton M. The role of radiotherapy in cancer treatment: Estimating optimal utilization from a review of evidence-based clinical guidelines. *Cancer.* 2005;104(6):1129–37.
62. Barton MB, Jacob S, Shafiq J, Wong K, Thompson SR, Hanna TP, et al. Estimating the demand for radiotherapy from the evidence: A review of changes from 2003 to 2012. *Radiother Oncol.* 2014;112(1):140–4. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.radonc.2014.03.024>
63. Rosenblatt E, Barton M, Mackillop W, Fidarova E, Cordero L, Yarney J, et al. Optimal radiotherapy utilisation rate in developing countries: An IAEA study. *Radiother Oncol.* 2015;116(1):35–7. Disponível em: <http://www.thegreenjournal.com/article/S0167814015002947/fulltext%5Cnhttp://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167814015002947>
64. Hanna TP, Shafiq J, Delaney GP, Vinod SK, Thompson SR, Barton MB. The population benefit of evidence-based radiotherapy: 5-Year local control and overall survival benefits. *Radiother Oncol.* 2018;126(2):191–7. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2017.11.004>
65. Erridge SC, Featherstone C, Chalmers R, Campbell J, Stockton D, Black R. What will be the radiotherapy machine capacity required for optimal delivery of radiotherapy in

- Scotland in 2015? *Eur J Cancer*. 2007;43(12):1802–9.
66. Gamboa O, Cotes M, Valdivieso J, Henriquez G, Bobadilla I, Esguerra JA, et al. Estimation of the Need for Radiation Therapy Services According to the Incidence of Cancer in Colombia to 2035. *Adv Radiat Oncol*. 2021;6(6).
67. Gadelha MIP. Planejamento da assistência oncológica : um exercício de estimativas Cancer care planning : a rough estimate study. *Rev Bras Cancerol*. 2002;48(4):533–43.
68. Gomes Junior SCS, Almeida RT. Modelo de simulação para estimar a infraestrutura necessária à assistência oncológica no sistema público de saúde. *Rev Panam Salud Pública*. 2009 Feb;25(2):113–9. Disponível em: http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49892009000200003&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt
69. Mendez LC, Moraes FY, Fernandes G dos S, Weltman E. Cancer Deaths due to Lack of Universal Access to Radiotherapy in the Brazilian Public Health System. *Clin Oncol*. 2018;30(1):e29–36. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clon.2017.09.003>
70. Sociedade Brasileira de Radioterapia, Fundação Dom Cabral. RT 2030: Plano de desenvolvimento da radioterapia para a próxima década. 2021;01–227. Disponível em: https://sbradioterapia.com.br/wp-content/uploads/2021/08/Relatorio_Projeto_RT2030.pdf
71. Hanna SA, Gouveia G, Moraes Y, Rosa A, Viani A. Lessons from the Brazilian radiotherapy expansion plan : A project database study. 2022;14:1–11.
72. Donabedian A. Models for Organizing the Delivery of Personal Health Services and Criteria for Evaluating Them. *Milbank Mem Fund Q*. 1972;50(4):103–54.
73. Levesque J-F, Harris M, Russell G. Patient-centred access to health care. *Int J Equity Health*. 2013;12(18):1–9.
74. Penchansky R, Thomas JW. The Concept of Access: definition and relationship to consumer satisfaction. *Med Care*. 1981 Feb;19(2):127–40. Disponível em: <http://journals.lww.com/00005650-198102000-00001>
75. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin*. 2021 May 4;71(3):209–49. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.3322/caac.21660>

76. Rosenblatt E, Fidarova E, Zubizarreta EH, Barton MB, Jones GW, Mackillop WJ, et al. Radiotherapy utilization in developing countries: An IAEA study. *Radiother Oncol*. 2018;128(3):400–5. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2018.05.014>
77. Datta NR, Samiei M, Bodis S. Radiotherapy infrastructure and human resources in Europe – Present status and its implications for 2020. *Eur J Cancer*. 2014;50(15):2735–43. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959804914007564>
78. Madi MR. O estabelecimento de uma rede de atenção oncológica: análise da estrutura de serviços habilitados. 2017;
79. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva, Coordenação de Prevenção e Vigilância. Estimativa | 2018 Incidência de Câncer no Brasil. INCA, editor. Rio de Janeiro; 2017. 128 p.
80. Shin HR, Curado MP, Ferlay J, Heanue M, Edwards B, Storm H. Chapter 5: Comparability and quality of data. In: Curado MP, Edwards B, Shin HR, Storm H, Ferlay J, Heanue M, et al., editors. *Cancer Incidence in Five Continents Volume IX*. IARC Scien. Lyon, France: IARC; 2007. p. 67–94.
81. Mathers C, Bernard C, Iburg K. Global burden of disease in 2002: data sources, methods and results. *Glob Program Evid Heal Policy Discuss*. 2004;2003(54):1–116. Disponível em: <http://www.who.int/entity/healthinfo/paper54.pdf>
82. Girianelli VR, Gamarra CJ, Azevedo e Silva G. Disparities in cervical and breast cancer mortality in Brazil. *Rev Saude Publica*. 2014;48(3):459–67.
83. Azevedo e Silva G, da Costa Leite I, Daumas RP, Valente JG, Moreira RI. Relatório do projeto de estimativa de incidência de câncer. Rio de Janeiro; 2010.
84. Ferlay J. IARCcrgTools. 2018.
85. IARC, IACR. Check and Conversion Programs for Cancer Registries. *Int Agency Res Cancer, Int Assoc Cancer Regist*. 2005;(42):1–40. Disponível em: http://www.iacr.com.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=72:iarccrgtools&catid=68&Itemid=445
86. Sobin LH, Wittekind C. *Classificação de Tumores Malignos*. UICC. 2012. 325 p.
87. Adamo M, Dickie L, Ruhl J. *SEER Program Coding and Staging Manual 2018*. Bethesda, MD; 2018. Disponível em:

- https://seer.cancer.gov/archive/manuals/2018/SPCSM_2018_maindoc.pdf
88. Barton MB, Williams M. Assessing needs and demand for radiotherapy. In: Rosemblat E, Zubizarreta E, editors. Radiotherapy in cancer care: facing the global challenge. Vienna, Austria: IAEA; 2017. p. 43–57.
 89. Ministerio da Saúde, Agência Nacional de Saúde Suplementar. Beneficiários por UFs, Regiões Metropolitanas (RM) e Capitais. [acessado em 2022 Jan 10]. Disponível em: http://www.ans.gov.br/anstabnet/cgi-bin/dh?dados/tabnet_br.def
 90. Slotman BJ, Cottier B, Bentzen SM, Heeren G, Lievens Y, van den Bogaert W. Overview of national guidelines for infrastructure and staffing of radiotherapy. ESTRO-QUARTS: work package 1. *Radiother Oncol.* 2005;75(3):349–54. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167814004005705>
 91. International Atomic Energy Agency (IAEA). Radiotherapy in cancer care: facing the global challenge. Rosenblatt E, Zubizarreta E, editors. Vienna, Austria; 2017.
 92. Barton MB, Allen S, Delaney GP, Hudson HM, Hao Z, Allison RW, et al. Patterns of Retreatment by Radiotherapy. *Clin Oncol.* 2014;26(10):611–8. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clon.2014.03.008>
 93. Donadio LCG. Produtividade de equipamentos de teleterapia de megavoltagem: Uma visão para além das ópticas restritivas da legislação. 2019. 132 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Enfermagem e Biociências) – Centro de Ciências Biológicas e Saúde, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019
 94. StataCorp. Stata Statistical Software: Release 17. College Station, TX: StataCorp LP; 2021.
 95. Bray F, Ferlay J. Globocan 2018 Country Fast Stat Brazil. Vol. 3. 2018.
 96. Tavares de Moraes Atty A, Cordeiro Jardim B, Kneipp Dias MB, Migowski A, Tomazelli JG. PAINEL-Oncologia: uma Ferramenta de Gestão. *Rev Bras Cancerol.* 2020;66(2).
 97. United Nations. The sustainable development goals report 2022. New York; 2022. 64 p.
 98. Mendes EV. O cuidado das condições crônicas na atenção primária à saúde: o imperativo da consolidação da estratégia da saúde da família. 1ª. Vol. 127, *The Brazilian journal of infectious diseases: an official publication of the Brazilian Society of Infectious*

Diseases. Brasília/DF: Organização Pan-Americana da Saúde; 2012. 512 p.

99. Brasil. Emenda Constitucional N° 95. Altera o Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, para instituir o Novo Regime Fiscal, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF), 16 de dezembro de 2016; Seção I: 2. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/21295527/do1-2016-12-16-emenda-constitucional-n-95-21295459