



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**JÚLIO DE MESQUITA FILHO**  
**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU**  
Curso de Graduação em Física Médica



**Bárbara de Almeida Rockenmeyer**

## **Correlação da captação tireoidiana e tempo estimado de internação de pacientes submetidos à radioiodoterapia**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, UNESP, para obtenção de Bacharel em Física Médica.

Orientadora: Profa. Associada Sonia Marta Moriguchi

Coorientador: Daniel Molena Seraphim

**BOTUCATU -SP**

**2025**

**Bárbara de Almeida Rockenmeyer**

**Correlação da captação tireoidiana e tempo  
estimado de internação de pacientes submetidos  
à radioiodoterapia**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto de  
Biotecnologia, Campus de Botucatu,  
UNESP, para obtenção de Bacharel  
em Física Médica.

Orientadora: Profa. Associada Sonia Marta Moriguchi

Coorientador: Daniel Molena Seraphim

**BOTUCATU - SP**

**2025**

R682c

Rockenmeyer, Barbara

Correlação da captação tireoidiana e tempo estimado de internação de pacientes submetidos à radioiodoterapia / Barbara Rockenmeyer. -- Botucatu, 2025

36 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Física Médica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Botucatu

Orientadora: Sonia Marta Moriguchi

Coorientadora: Daniel Molena Seraphim

1. Radioiodoterapia. 2. Iodo. 3. Hospitalização. 4. Tireoide. 5. Carcinoma de tireoide.

I. Título.

Barbara de Almeida Rockenmeyer

## **Correlação da captação tireoidiana e tempo estimado de internação de pacientes submetidos à radioiodoterapia**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Universidade Estadual Paulista, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel, do curso de Graduação em Física Médica.

Local, 21 de fevereiro de 2025.

### BANCA EXAMINADORA



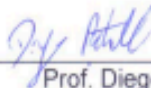
---

Prof. Associada Sonia Marta Moriguchi  
Orientadora



---

Prof. Dra Kattia Hiromoto Koga  
Examinadora



---

Prof. Diego Petrocelli  
Examinador

## AGRADECIMENTOS

A ideia de onde ela vem?! De que matéria bruta

Vem essa luz sobre as nebulosas  
Cai de incógnitas criptas misteriosas  
Como estalactites de uma gruta?!

Vem da psicogenética e alta luta  
Do feixe de moléculas nervosas,  
Que, em desintegrações maravilhosas,  
Delibera, e depois, quer e executa!

Vem do encéfalo absconso que a constringe,  
Chega em seguida às cordas da laringe,  
Tísica, tênue, mínima, raquítica ...

Quebra a força centrípeta que a amarra,  
Mas, de repente, e quase morta, esbarra  
No molambo da língua paralítica!

Agradeço a todos que contribuíram durante a complexa, sinuosa e assombrosa, idealização da inefável alegria de viver!.

## RESUMO

**Introdução:** O carcinoma diferenciado (CDT) é o tipo de tumor mais frequente da tireoide tratado, com frequência, por remoção cirúrgica e posterior radioiodoterapia (RIT). O iodo radioativo, elemento instável que decai emitindo partículas beta ( $\beta$ ), destrói as células tumorais remanescentes. Na maioria das vezes, há necessidade de internação para proteção radiológica, com liberação quando os níveis de radiação atenderem às normas da CNEN. O período de internação pode ser dependente da quantidade de tecido iodocaptante e da excreção fisiológica do paciente.

**Objetivo:** Correlacionar a captação tireoidiana de 24 h de  $^{131}\text{I}$  (CAP%), de pesquisas de corpo inteiro diagnóstica (PCI), com o tempo estimado de internação (TEI), em pacientes portadores de CDT submetidos à RIT.

**Materiais e Métodos:** Estudo transversal, observacional com coleta retrospectiva de dados de pacientes submetidos a RIT, no período de 2012 à 2024, em hospital público. A CAP% foi mensurada em 24 h após a administração de 0,185- 1,11 MBq (5-30  $\mu\text{Ci}$ ) de  $^{131}\text{I}$  no contador proporcional. O TEI foi calculado através da constante de decaimento do nuclídeo, taxas de leitura inicial e final de 30  $\mu\text{Sv/h}$  a dois metros, mensurados com *Geiger-Müller*, para cada paciente. As variáveis foram analisadas de acordo com a média, desvio padrão e frequência, do sexo, idade, histologia, CAP%, atividade da dose, estadiamento clínico e risco de recorrência. Foram realizadas também, correlações de Pearson e Spearman entre CAP% e TEI. O nível de significância foi de 5%. Todos os dados foram manipulados com auxílio do programa SAS for windows, v.9.4.

**Resultados:** Cento e onze pacientes com idades entre 14 e 80 ( $50,43 \pm 14,64$ ) anos foram incluídos neste estudo, 97 (86,61%) eram mulheres. A média de atividade de  $^{131}\text{I}$  administrado foi de  $5352,79 \pm 1300,18$  MBq. O TEI foi de  $17,58 \pm 5,66$  h. A média da CAP% foi  $2,51 \pm 4,58\%$ . Não foi observada correlação entre CAP% e TEI (Pearson test: -0,10358; p-valor = 0,2815)

**Conclusões:** Não existe correlação entre a CAP% e TEI.

**Palavras-chave:** iodoterapia, câncer de tireoide, pesquisa de corpo inteiro, captação de tireoide, tempo estimado de internação, radioproteção, medicina nuclear

## ABSTRACT

**Introduction:** Differentiated thyroid carcinoma (DTC) is the most common type of thyroid tumor, often treated with surgical removal and subsequent radioiodine therapy (RIT). Radioactive iodine, an unstable element that decays by emitting beta particles ( $\beta$ ), destroys the remaining tumor cells. In most cases, hospitalization is necessary for radiological protection, with release when radiation levels meet CNEN standards. The period of hospitalization may depend on the amount of iodine uptake tissue and the patient's physiological excretion.

**Objective:** To correlate the 24-hour thyroid uptake of  $^{131}\text{I}$  (CAP%), from diagnostic whole body scan (WBS), with the estimated hospitalization time (EHT), in patients with DTC undergoing RIT.

**Materials and Methods:** Cross-sectional, observational study with retrospective collection of data from patients undergoing RIT, from 2012 to 2024, in a public hospital. CAP% was measured 24 h after administration of 0,185-1,11 MBq (5-30  $\mu\text{Ci}$ ) of  $^{131}\text{I}$  in a proportional counter. EHT was calculated using the nuclide decay constant, initial and final reading rates of 30  $\mu\text{Sv/h}$  at two meters, measured with Geiger-Müller, for each patient. The variables were analyzed according to the mean, standard deviation and frequency, sex, age, histology, CAP%, dose activity, clinical staging and risk of recurrence. Pearson correlations were also performed between CAP% and EHT. The significance level was set at 5%. All data were manipulated using the SAS for Windows program, v.9.4.

**Results:** One hundred and eleven patients aged between 14 and 80 ( $50.43 \pm 14.64$ ) years were included in this study, 97 (86.61%) were women. The average RIT activity was  $5352.79 \pm 1300.18$  MBq. The average EHT was  $17.58 \pm 5.66$  h. The average CAP% was  $2.51 \pm 4.58\%$ . No correlation was observed between CAP% and EHT (Pearson test:  $-0.10358$ ;  $p\text{-value} = 0.2815$ ).

**Conclusions:** There is no correlation between CAP% and EHT..

**Keywords:** radioiodine therapy, thyroid cancer, whole-body scan, thyroid uptake, estimated length of hospital stay, radioprotection, nuclear medicine.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Dados descritivos da frequência amostral do tipo histológico tumoral .....	27
<b>Tabela 2</b>	Dados descritivos da frequência amostral do estadiamento clínico tumoral .....	27
<b>Tabela 3</b>	Dados descritivos da frequência amostral do estadiamento clínico tumoral.....	28
<b>Tabela 4</b>	Estatística descritiva das variáveis quantitativas relacionadas à iodoterapia. HCFMB, 2025.....	28
<b>Tabela 5</b>	Estadiamento clínico do CDT e variáveis.....	31
<b>Tabela 6</b>	Risco de estratificação do CDT .....	32
<b>Tabela 7</b>	Comparação entre TPIR, TEI e constante de decaimento ( $\lambda$ ) para a população jovem e idosa.....	32

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Captador de tireoide captus 3000.....	22
<b>Figura 2</b>	Exemplos de PCI. Duas PCI com imagens nas projeções anterior e posterior. 2A. PCI negativa. 2B. PCI positiva em remanescente tireodiano .....	24
<b>Figura 3</b>	Dispersão comparativa entre TEI e o TPIR (horas) nas diversas faixas etárias.....	30
<b>Figura 4</b>	Redução média percentual entre TPIR e TEI, com o agrupamento por décadas.....	31
<b>Figura 5</b>	Comparação entre TEI e TSH em função da idade. ....	33

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ALARA</b>	<i>As Low As Reasonably Achievable</i>
<b>ATA</b>	<i>American Thyroid Association</i>
<b>BG</b>	Radiação de fundo
<b>Bq</b>	Becquerel
<b>CAP%</b>	Captação de 24 horas da tireoide, em porcentagem
<b>CDT</b>	Carcinoma diferenciado de tireoide
<b>CFT</b>	Carcinoma folicular de tireoide
<b>Ci</b>	Curie
<b>CNEN</b>	Comissão Nacional de Energia Nuclear
<b>CPMC</b>	Contagem por minuto na coxa
<b>CPMd</b>	Contagem da dose administrada
<b>CPMt</b>	Contagem por minuto na tireoide
<b>CPT</b>	Carcinoma papilífero de tireoide
<b>DP</b>	Desvio padrão

<b>h</b>	Hora
<b><sup>131</sup>I</b>	Iodo-131
<b>MCP</b>	Microcarcinoma papilífero
<b>MN</b>	Medicina nuclear
<b>PCI</b>	Pesquisa de corpo inteiro
<b>QT</b>	Quarto terapêutico
<b>RIT</b>	Radioiodoterapia
<b>RR</b>	Risco de recorrência
<b>TEI</b>	Tempo estimado de internação
<b>TG</b>	Tireoglobulina
<b>TPIR</b>	Tempo de permanência em isolamento radiológico
<b>TSH</b>	Hormônio tireoestimulante
<b>TT</b>	Tireoidectomia total
<b>T<sub>3</sub></b>	Triiodotironina
<b>T<sub>4</sub></b>	Tiroxina

**$t_i$**  Taxa de dose inicial

**$t_f$**  Taxa de dose final

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\beta$	Partícula beta
$\gamma$	Gama
$\lambda$	Lambda - Constante de decaimiento
$\mu$	Micro
<b>m</b>	Mili

## LISTA DE EQUAÇÕES

**Equação 1**

$$Cap = \frac{CPMt - CPMc}{CPMd - BG} (100)$$

**Equação 2**

$$TPIR = t_f - t_i$$

**Equação 3**

$$T_f = T_i e^{-(\lambda t)}$$

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1 Carcinoma diferenciado de tireoide .....	<b>15</b>
1.2 Física na medicina nuclear .....	<b>16</b>
1.3 Diagnóstico em medicina nuclear .....	<b>17</b>
1.4 Tratamento em medicina nuclear .....	<b>18</b>
1.5 Normativa da Comissão Nacional de Energia Nuclear .....	<b>18</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>19</b>
<b>3. CASUÍSTICA E MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
3.1 Métodos diagnósticos .....	<b>20</b>
3.1.1 Captação cervical (CAP%) .....	<b>21</b>
3.1.2 Pesquisa de corpo inteiro (PCI) .....	<b>22</b>
3.2 Cálculo do tempo de permanência em isolamento radiológico (TPIR).....	<b>24</b>
3.3 Cálculo da estimativa teórica do tempo de internação dos pacientes (TEI).....	<b>25</b>
3.4 Análise Estatística .....	<b>26</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>26</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>35</b>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Carcinoma diferenciado de tireoide

O câncer surge através de alterações genéticas que desregulam as funções celulares promovendo crescimento tecidual desordenado e inadequado das funções vitais. Estima-se que, a cada cinco pessoas, uma desenvolverá algum tipo de tumor em sua vida<sup>1</sup>. Dentre todos os tipos de neoplasia, o carcinoma diferenciado de tireoide (CDT) é o tipo de tumor endócrino com maior incidência mundial, sendo o tipo papilífero (CPT) correspondente a 60 a 80% dos casos<sup>2</sup>. No Brasil, nos últimos 20 anos, devido aos avanços tecnológicos de diagnóstico, o número de casos informados aumentou aproximadamente 10 vezes, com maior incidência no sexo feminino<sup>3</sup>.

A glândula tireoide está localizada anterior à traqueia e desempenha importante função fisiológica na produção hormonal de triiodotironina ( $T_3$ ) e tiroxina ( $T_4$ ). É uma das maiores glândulas endócrinas do corpo humano, com 15 a 20 gramas em um indivíduo adulto. Possui formato semelhante ao de uma borboleta, com dois lobos conectados pelo istmo, sendo constituída por células foliculares esféricas ocas, que são preenchidas por glicoproteína denominada colóide<sup>4</sup>.

Os hormônios tireoideanos  $T_3$  e  $T_4$ , são produzidos por meio da extração plasmática do iodo pela bomba de iodeto presente nas células periféricas da glândula<sup>4</sup>. Uma vez que o iodo é captado, é neutralizado e organificado pelas células foliculares, permitindo ligação com resíduos de aminoácidos tirosina na tireoglobulina (TG) que, quando acoplados, formam os hormônios que são transportados e ficam armazenados no colóide<sup>5</sup>. Fisiologicamente, desempenham funções metabólicas importantes como o controle da frequência cardíaca, da pressão arterial, da temperatura corporal e da taxa metabólica basal<sup>6</sup>. São essenciais também para o crescimento celular, uma vez que interagem com receptores nucleares e podem estimular ou bloquear sínteses proteicas específicas<sup>7</sup>.

O iodo-127 (iodo estável) utilizado para a produção hormonal é proveniente da ingestão alimentar, sendo 100 a 150 $\mu$ g/dia a quantidade indicada pela Organização Mundial da Saúde para um indivíduo adulto<sup>8</sup>. Aproximadamente 30%

advindo da alimentação fica retido na tireoide e permanece até que o ciclo hormonal seja concluído. O restante é excretado por vias renal e intestinal.

A suspeita de CDT pode ser realizada por palpação dos nódulos, checagem dos níveis séricos de TG no sangue e pela realização de imagens médicas, como as de ultrassom<sup>6</sup>. Após a confirmação tumoral, de acordo com o seu risco e tipo, o paciente pode realizar tireoidectomia total (TT) ou parcial, seguido de radioiodoterapia (RIT), um tratamento coadjuvante com o objetivo da ablação de células remanescentes ou metastáticas, visto que elas são comuns após a TT<sup>6</sup>.

## **1.2 Física na medicina nuclear**

Tanto o diagnóstico quanto o tratamento realizados em medicina nuclear (MN), se utilizam de propriedades físicas de elementos instáveis para a sua realização. De acordo com o tratamento ou diagnóstico a ser realizados, utilizam-se diferentes compostos baseados em suas características de atividade amostral, radiação emitida, energia de emissão e tempo de meia-vida<sup>20</sup>.

A radioatividade, característica dos elementos instáveis, ocorre pela emissão espontânea de radiação eletromagnética ou particulada durante o decaimento do elemento que busca estabilidade. Durante esse decaimento, um dos parâmetros a serem observados é o de atividade radioativa da amostra, que se trata do número de transformações nucleares por unidade de tempo, sendo de extrema importância pois fornece a quantidade de radiação que uma amostra emite e tem impacto direto com a dose absorvida pelos pacientes durante tratamentos<sup>11</sup>.

O tipo de radiação emitida durante as transformações nucleares é também muito importante, pois cada tipo emitido possui diferentes interações com a matéria. As ondas eletromagnéticas são muito utilizadas para diagnósticos, visto que são esparsamente ionizantes e, mesmo sendo ionizantes, não interagem muito com o tecido humano possibilitando assim, a produção de sinal para formação de imagens em equipamentos denominados câmaras gama<sup>21</sup>. As partículas emitidas, densamente ionizantes, são utilizadas para tratamentos devido ao seu poder de destruição celular tumoral, depositando dose no paciente. Cada elemento também possui diferentes tipos de energia associados ao seu tipo de decaimento e tempo de

meia-vida, que corresponde ao tempo que um elemento precisa para decair sua atividade pela metade<sup>20</sup>.

Como os métodos de tratamento em MN se baseiam no uso de energias ionizantes, deve-se seguir o princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), sigla em inglês que tem como objetivo a proteção radiológica de pacientes e indivíduos do público, onde a limitação de dose é primordial<sup>25</sup>. Para a checagem e acompanhamento das normas estabelecidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), são utilizados detectores físicos que medem a taxa de exposição radioativa do ambiente, sendo o tipo *Geiger-Müller* mais utilizado em MN, quando é possível identificar a taxa de dose que o paciente recebeu, em uSv/h.

No sistema internacional de medidas, a unidade utilizada para radioatividade é o Becquerel (Bq), porém em alguns países como o Brasil, a unidade Curie (Ci) é também adotada<sup>12</sup>.

### **1.3 Diagnóstico em medicina nuclear**

Para a realização de diagnósticos, a MN baseia-se na administração de radionuclídeos e inclui uma grande variedade de exames. Esses compostos garantem sucesso ao diagnóstico pois, são formulados com substratos, responsáveis pela acoplagem do composto em órgãos e funções fisiológicas específicas, e um átomo radioativo meta instável que decai emitindo radiação gama ( $\gamma$ )<sup>19</sup>.

Para a realização dos procedimentos em tireóide, existem normas e recomendações a serem seguidas como as da Associação Americana de Tireoide (do inglês *American Thyroid Association (ATA)*), que sugerem em casos específicos, após a remoção cirúrgica da tireoide, a realização da pesquisa de corpo inteiro diagnóstica (PCI) e de captação cervical (CAP%), realizadas com a administração de iodo-131 (<sup>131</sup>I). A CAP% se trata de um método funcional, realizada após 24 h de administração de pequenas quantidades do <sup>131</sup>I, onde um contador proporcional fornece a porcentagem de retenção de iodo nas células remanescentes de tecido tireoidiano após TT. A PCI é um método de imagem realizado 48h a administração de 74 - 185 MBq (2 - 5 mCi) de <sup>131</sup>I com aquisição de varredura do corpo inteiro nas projeções anterior e posterior em gama câmara, visando identificar tecido tireoidiano

iodocaptante, seja remanescente e/ou metástases e, na maioria das vezes, é realizado em conjunto com a CAP%. Em PCIs positivas, pode-se realizar a RIT, para a ablação das células tireoidianas remanescentes ou metastáticas.

#### **1.4 Tratamento em medicina nuclear**

Os tratamentos utilizam nuclídeos que decaem emitindo partículas. A RIT é um tipo de tratamento com administração via oral do  $^{131}\text{I}$  que possui meia vida de 8,02 dias e, quando decai, emite partículas beta ( $\beta^-$ ) e ondas  $\gamma$ . As partículas, possuem energia máxima de 606 keV e são densamente ionizantes, contribuindo para ionização e destruição de tecidos tireoidianos que captam o  $^{131}\text{I}$  devido a incapacidade de diferenciação celular do iodo alimentar com o radioativo, durante a fase de produção hormonal.

Após a avaliação do quadro clínico com indicação para a RIT o paciente é orientado, seguindo as orientações da ATA, a submeter-se a dieta pobre em iodo e evitar o uso de produtos que contenham iodo em sua formulação, com no mínimo um mês de antecedência a realização do diagnóstico e/ou terapia<sup>9</sup>. Outras orientações como intervalo de quatro meses de exames contrastado e suspensão de hormônio tireoidiano ou administração de TSH exógeno são recomendadas.

O tratamento é realizado de forma segura e seguindo as normas de proteção radiológica estabelecidas pela CNEN<sup>14</sup>.

#### **1.5 Normativa da Comissão Nacional de Energia Nuclear**

Um dos princípios básicos do uso de radiação, é a de que todas exposições devem ser as menores possíveis<sup>14</sup>. Na MN, o radioisótopo ou radionuclídeo, um emissor radioativo, é administrado ao paciente que se acumula nas células, logo algumas medidas restritivas devem ser aplicadas para limitação de dose ao público externo. As normas estabelecem que a administração de substâncias radioativas com atividades maiores que 1850 MBq (50 mCi), seja realizada com a internação do paciente em quarto terapêutico (QT), que possui todas as blindagens necessárias, e sua liberação ocorra após a aferição da taxa de dose inferior a  $30\mu\text{Sv/h}$  medido a dois metros de distância do paciente<sup>14</sup>.

A diminuição da radiação emitida pelo paciente se dá pela meia-vida física e meia-vida biológica, e a combinação das duas fornece a meia-vida efetiva, que é a combinação do decaimento físico com a excreção biológica do paciente. O tempo estimado de internação (TEI) considera as características físicas do radiotraçador e também o comportamento biológico do paciente.

O QT, deve ser isolado das demais instalações hospitalares, possuindo banheiro privativo, biombo de blindagem junto ao leito, sinalização com o símbolo internacional de radiação, locais para descarte de rejeito radioativo e proteções radiológicas necessárias para limitar exposições de indivíduos do público em áreas externas<sup>14</sup>.

### **Justificativa**

Após a realização da TT, com posterior PCI diagnóstica e CAP%, considerando que as células tireoidianas retém iodo e que as normativas estabelecem que a liberação do paciente submetido a RIT ocorra quando apresentar níveis radiométricos abaixo de 30  $\mu\text{Sv/h}$ , com aferição dos níveis feita diariamente, o seguinte estudo tem como objetivo correlacionar a porcentagem de CAP% realizada na PCI diagnóstica, com o TEI. Tais resultados podem indicar um menor intervalo na aferição da dose e diminuição do tempo de internação do paciente.

## **2. OBJETIVO**

Correlacionar a CAP% de  $^{131}\text{I}$ , da PCI diagnóstica com o TEI de portadores de CDT submetidos à RIT.

### **3. CASUÍSTICA E MÉTODOS**

#### **Desenho do Estudo**

Trata-se de uma pesquisa documental, descritiva e analítica com coleta retrospectiva de dados de pacientes com CDT submetidos à RIT, no Hospital das Clínicas na Faculdade de Medicina de Botucatu, Unesp (HCFMB) no período de 2012 a 2024. Este é um subprojeto do projeto intitulado *Estimativa de tempo de internação em isolamento radiológico pós terapia com iodo-131 em portadores de carcinoma diferenciado de tireoide*, que foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) desta Instituição, CAAE 61706322.2.0000.5411, sob parecer nº. 5.627.274.

Este estudo foi desenvolvido pelo Departamento de Infectologia, Dermatologia, Diagnóstico por Imagem e Radioterapia da Faculdade de Medicina, Campus de Botucatu, Unesp e executado no Setor Técnico de Medicina de Botucatu - FMB (SMN), Unesp, no período de 2023 a 2024.

#### **CASUÍSTICA**

Foram coletados dados de portadores CDT submetidos à TT e que realizaram a RIT com atividades superiores a 1.850 MBq (50 mCi) de <sup>131</sup>I em regime de internação em QT para proteção radiológica, em consonância com as normas reguladoras nacionais da CNEN.

#### **Critérios de inclusão:**

- Pacientes em pós operatório de TT de CDT com indicação de RIT com atividade de <sup>131</sup>I superiores à 1.850 MBq (50 mCi);
- Ambos os sexos;
- Qualquer idade;
- Realização de CAP%;
- Realização de PCI diagnóstica.

### **Critérios de exclusão:**

- Pacientes com metástases iodocaptantes linfonodais e/ou à distância, detectadas à PCI que pudessem interferir nos resultados da leitura da CAP% (região cervical e torácica alta);
- Pacientes com dados incompletos que não permitiram a análise adequada.

## **MÉTODOS**

A busca inicial da amostra foi realizada no SMN, selecionando o tipo de estudo (PCI). Foram excluídas todas as PCIs que não foram realizadas com <sup>131</sup>I e cuja patologia de base não era o CDT. Após, em busca ao prontuário, foram também excluídos PCIs de acompanhamento pós dose, selecionando somente as PCI diagnóstica.

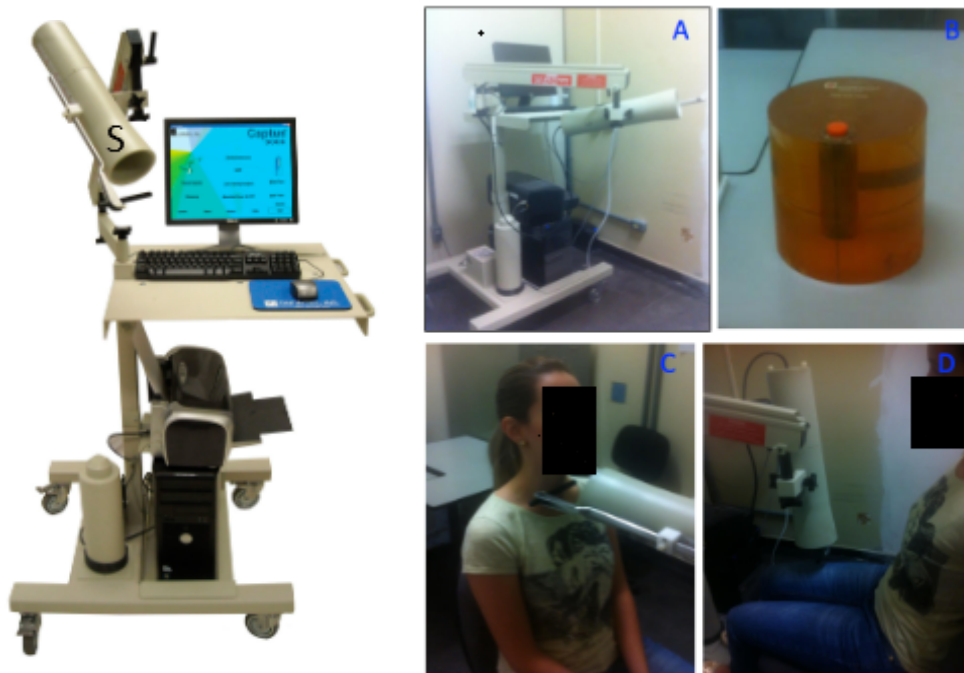
### **3.1 Métodos diagnósticos**

Os métodos de imagem (PCI e CAP%) foram realizados segundo o protocolo padrão da Instituição após a TT com suspensão de hormônio tireoidiano por 40 dias, dieta isenta de iodo por 21 dias e também de substâncias que contenham iodo em sua composição por até quatro meses (exames contrastados, medicações, etc), com níveis séricos de hormônio tireoestimulante (TSH) maiores que 30 µIU/mL.

#### **3.1.1 Captação cervical de 24 horas com <sup>131</sup>I**

Após checar a aderência das recomendações médicas fornecidas ao paciente do preparo, a CAP% foi realizada segundo protocolo padrão do SMN, com administração da solução padrão de <sup>131</sup>I com atividade entre 0,185- 1,11 MBq (5-30 µCi), sendo necessário jejum de no mínimo 6 h. O método diagnóstico foi realizado utilizando sonda gama (*Captus 3000*® 5430-0076/77, Estados Unidos), com o posicionamento do tubo de aferição, indicado pela letra S na figura 1, na região cervical e coxa do paciente, no ambiente e na solução padrão onde, de acordo com a equação 1 abaixo, se obteve contagens por minuto e a porcentagem de retenção do <sup>131</sup>I.

**Figura 1.** Captador de tireoide captus 3000.



S: Tubo de aferição de contagens de radiação. 1A. Leitura ambiente. 2A. Fantom com solução padrão. 3C. Leitura da região cervical. 1D. Leitura da coxa.

Fonte: Site Medical Expo. Arquivo do SMN.

### **Cálculo da Captação de 24 horas da tireoide (CAP%)**

$$CAP\% = \frac{CPMt - CPMc}{CPMd - BG} (100) \quad \text{[Equação 1]}$$

onde:

BG é a radiação de fundo do ambiente;

*CPMt*: contagens por minuto da tireoide;

*CPMc*: contagens por minuto na coxa;

*CPMd*, contagens da dose administrada.

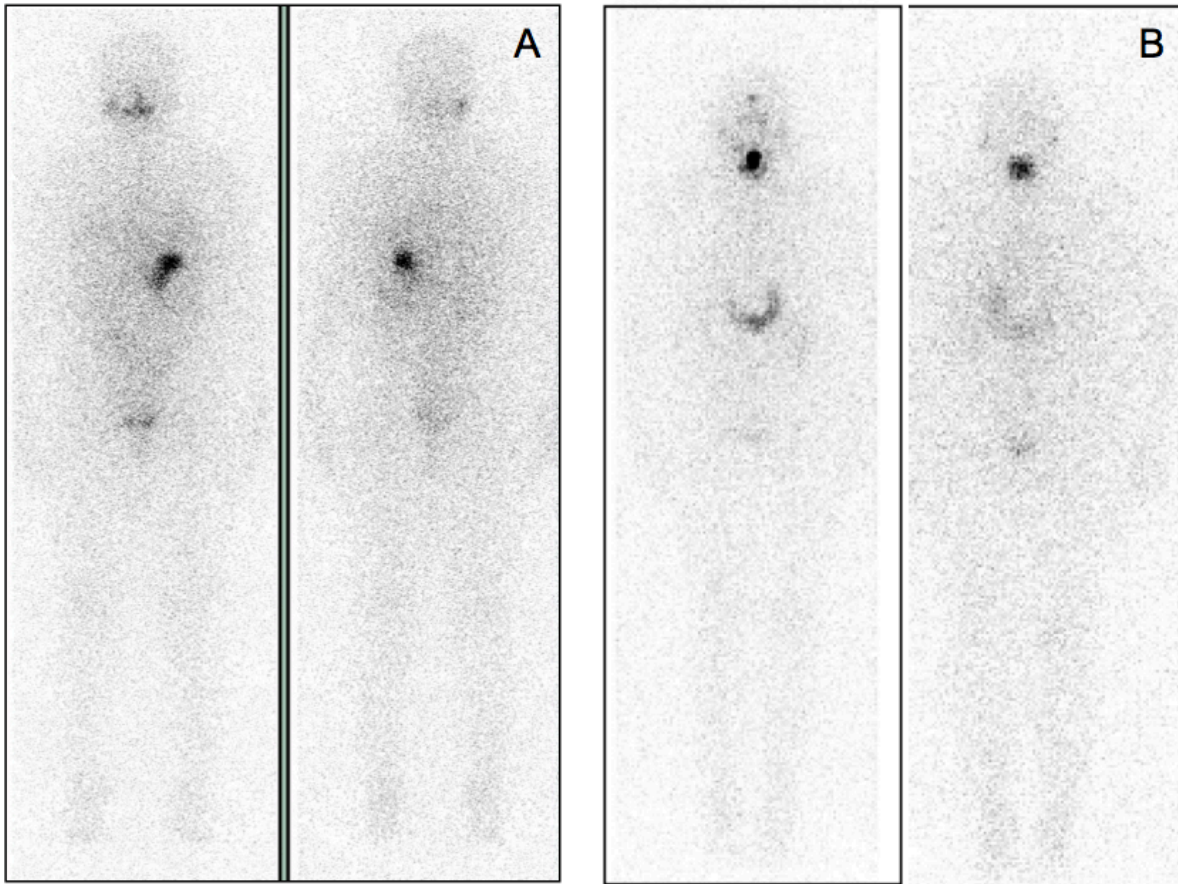
### 3.1.2 Pesquisa de corpo inteiro

Após a leitura da CAP%, o paciente foi direcionado para a realização da PCI diagnóstica. Para esse procedimento o paciente permaneceu em jejum de 6 h e ingeriu novamente o  $^{131}\text{I}$ , com atividade de 74 - 185 MBq (2 mCi). Quarenta e oito horas após, o exame foi realizado, com aquisição de imagens de varredura do corpo inteiro nas projeções anterior e posterior e imagens tomográficas híbridas de tomografia por emissão de fóton único/tomografia computadorizada (SPECT/CT), da região cervical e tórax habitualmente e, quando necessário, de outros segmentos também. Laxantes foram introduzidos após a administração do radioiodo da PCI para minimizar artefatos intestinais devido à excreção fisiológica do radionuclídeo.

As PCIs foram interpretadas e classificadas em positivas ou negativas, de acordo com a presença ou ausência de tecido iodocaptante em região cervical, em linfonodos e em outros locais (metástases à distância), sendo estes dois últimos excluídos da amostra, para não interferir na CAP%.

A figura 2 apresenta duas PCIs, sendo a da esquerda negativa e a da direita com presença de área iodocaptante na região cervical anterior, correspondente à remanescente tireoidiano pós TT.

**Figura 2.** Exemplos de PCI. Duas PCI com imagens nas projeções anterior e posterior. 2A. PCI negativa. 2B. PCI positiva em remanescente tireodiano.



Fonte: Dados coletados de pacientes submetidos ao exame no Hospital das Clínicas de Botucatu, 2024.

### 3.2 Cálculo do tempo de permanência em isolamento radiológico (TPIR)

Os pacientes submetidos à RIT com atividades superiores a 1.850 MBq (50 mCi) foram mantidos em QT para proteção radiológica, até que os níveis de taxa de dose estivessem com valores inferiores à 30  $\mu\text{Sv/h}$ . O TPIR foi calculado, considerando duas mensurações de taxa de dose, segundo equação abaixo:

O TPIR é dado pela equação abaixo:

$$TPIR = t_f - t_i \quad [\text{Equação 2}]$$

onde:

$t_f$  e  $t_i$  correspondem às datas e horários (em horas) da mensuração da taxa de dose imediatamente antes da liberação radiológica do QT e imediatamente após administração da dose, respectivamente.

### 3.3 Cálculo da estimativa teórica do tempo de internação dos pacientes (TEI)

Para estimar o tempo de internação dos pacientes submetidos à RIT foi utilizada a seguinte equação:

$$T_f = T_i e^{-(\lambda t)} \quad \text{[Equação 3]}$$

onde:

$\lambda$  é a constante de decaimento do nuclídeo no organismo;

$t$  é o tempo entre as duas leituras de taxa de dose;

$T_f$  e  $T_i$  correspondem à taxa de dose logo após a alta radiológica e imediatamente após administração da dose, respectivamente.

A equação anterior foi utilizada em dois momentos:

- para estimativa da constante de decaimento de cada paciente (primeiro momento);
- para estimar o tempo necessário de alta radiológica de cada paciente, com taxa de dose final igual ou inferior a  $30\mu\text{Sv/h}$ , utilizando a  $\lambda$  encontrado no primeiro momento.

As variáveis coletadas foram:

- Demográficas: sexo e idade;
- Radiométricas: medidas de taxa de dose, em  $\mu\text{Sv/h}$ , coletadas a dois metros de distância e realizadas com detector *Geiger-Müller (Thermo Scientific Radeye B20®*, Estados Unidos). Mensuradas em dois tempos: imediatamente após a ingestão da dose terapêutica ( $t_i$ ) e imediatamente antes

da alta ( $t_f$ ). Datas e horários desses procedimentos também foram coletados (em horas);

- Atividade de  $^{131}\text{I}$  administrada ao paciente;
- Valores de CAP% em PCI diagnóstica com radioiodo;
- Cálculo de tempo de permanência mensurado a dois metros de distância;
- TEI calculado pelo decaimento fisiológico do paciente.

### **3.4. Análise Estatística**

Todos os dados coletados foram analisados de forma quantitativa e qualitativa, e as inferências estatísticas foram calculadas com o uso do programa SAS for windows, v.9.4. Foram realizadas correlações de Pearson, para as variáveis ao nível de significância de 5%.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No período de 2012 a 2024 foram realizadas 150 terapias. Desse total, foram excluídos pacientes com dados incompletos, que não realizaram internação e que possuíam metástase em sua PCI. A amostra final para este estudo foi composta por 111 pacientes.

Houve predominância do sexo feminino ( $n= 95$ ; 87,15%), assim como na literatura. A causa para essa predominância ainda é desconhecida, mas estudos sugerem que diferenças genéticas e hormonais, como os níveis de estrogênio, podem contribuir para a incidência do carcinoma de forma significativa na população feminina<sup>15</sup>.

Notou-se com grande variabilidade da faixa etária com média de  $50,73 \pm 14,38$  anos, sendo 66 anos de diferença entre a paciente mais nova e a mais velha. Ainda não existe consenso sobre como a idade influencia a formação de neoplasia na

tireoide, mas um estudo realizado no Japão mostrou que existem diferenças em manifestações clínicas em pacientes com idades inferiores a 15 anos e entre 15 e 19 anos<sup>16</sup>. Entretanto, devido a amostra apresentar apenas três pacientes nessa faixa etária, e apresentarem apenas o CPT em comum, não se pode inferir hipóteses sobre as prováveis causas e manifestações clínicas da neoplasia.

Em relação ao tipo histológico houve predominância do CPT. O estágio clínico mais frequente foi o I. Os riscos de recorrência (RR) baixo e intermediário foram os mais frequentes e proporcionais. As tabelas 1, 2 e 3 apresentam estes resultados.

Tabela 1. Dados descritivos da frequência amostral do tipo histológico tumoral.

Tipo Histológico	N	Frequência (%)
CPT	87	79,8165
CFT	5	4,587174
MCP	13	11,9266
SI	4	3,6697

N: número de pacientes. CPT: carcinoma papilífero da tireoide; CFT: carcinoma folicular da tireoide; MCP: microcarcinoma da tireoide; SI: sem informação.

Tabela 2 . Dados descritivos da frequência amostral do estadiamento clínico tumoral.

Estadiamento Clínico	N	Frequência (%)
I	65	59,6333
II	9	8,2569
III	18	16,5138
IV	3	2,7523
V	1	0,9174
SI	13	11,9266

N: número de pacientes. SI: sem informação.

Tabela 3. Dados descritivos da frequência amostral do Risco de Recorrência.

Risco	N	Frequência (%)
Baixo	47	47,95
Intermediário	40	40,82
Alto	11	11,22

N: número de pacientes.

Como foco nas variáveis relacionadas à RIT, um máximo de atividade de 9.324 MBq (252 mCi) foi administrada. A média da taxa de dose inicial foi quase quatro vezes maior que a média da taxa de dose final. A média da CAP% foi baixa, com amplo intervalo. O TEI foi menor que o TPIR, em especial se for considerado o seu tempo mínimo (Tabela 4).

Tabela 4 - Estatística descritiva das variáveis quantitativas relacionadas à iodoterapia. HCFMB, 2025.

	Média±DP	Mínimo	Máximo
	5352,79±1300,1		
Atividade (MBq)	8	3700	9324
Taxa de dose inicial (µSv/h)	82,28±29,96	35,2	196
Taxa de dose final (µSv/h)	22,82±5,59	8,3	29,9
CAP%	2,16±2,27	0,1	11,5
TPIR (h)	23,31±4,17	18	46,51
TEI (h)	17,58±5,66	5,17	31,15
Constante de decaimento (λ)	0,056±0,017	0,0182	0,1051

DP: desvio padrão amostral; h: hora. TPIR: tempo de permanência em isolamento radiológico. TEI: tempo estimado de internação. CAP%: Captação cervical 24h.

Não se observou correlação entre a CAP% e o TEI na presente amostra (Pearson test: -0,10358; p-valor= 0,2815).

Embora houvesse a hipótese que a quantidade de restos tireoidianos pós TT, fosse o principal motivo de retenção de maior quantidade do radioiodo, devido à organificação e permanência intracelular, ela foi negada neste estudo, mostrando que ela não influencia o TEI.

Algumas hipóteses podem ser consideradas como:

- A presença de  $^{131}\text{I}$  em tecido extratireoidiano no momento da alta radiológica. Isso pode ser devido ao fato de que a CAP% avalia a retenção apenas na região cervical, enquanto que a taxa de dose na alta radiológica é medida a dois metros do tórax do paciente e, portanto, sofre influência da distribuição no corpo inteiro. Assim, como o TEI foi calculado a partir dessa medida de taxa de dose, este reflete a retenção de iodo no corpo inteiro, enquanto a CAP% reflete a retenção apenas na região cervical, limitando a correlação. Reflete-se se as contagens das imagens de varredura de corpo inteiro da PCI, ao invés da CAP% não teria esta correlação. Outra hipótese, seria determinar a região torácica destas imagens, que teriam melhor similaridade com a área do contador Geiger, detectando, inclusive metástases pulmonares que podem apresentar retenção do radionuclídeo. Novos trabalhos devem ser conduzidos considerando correlacionar imagens com áreas de interesse no corpo inteiro e/ou torácica e respectivas contagens com o TEI.
- Outra hipótese, que não foi foco deste estudo, mas que poderia ser considerada, embora infrequente com esta quantidade de iodo  $^{131}\text{I}$  utilizada, é a possibilidade do efeito *stunning* pela PCI diagnóstica, uma vez que a CAP% é mensurada neste exame e a taxa de exposição é realizada após a dose terapêutica. A comparação com a PCI pós dose pode indicar estes achados. Novos estudos podem ser conduzidos com a associação destas variáveis.

A partir deste parágrafo, alguns dados adicionais coletados e analisados interessantes serão apresentados que somam às informações do projeto.

Conforme observado na Tabela 4, o TEI é menor que o TPIR. As figuras 3 e 4 apresentam, respectivamente, a dispersão do TEI com TPIR e a porcentagem da diferença entre eles. Tal fato, provavelmente, se relaciona ao protocolo de visitas ao leito do hospital, relacionado ao aspecto burocrático de internação/alta onde as visitas de leito eletivo ocorram uma vez por dia no período da manhã (24 horas) e não noturno, propiciando um maior período para leitura da taxa de dose e não relacionado ao limite da taxa para a alta, quando se avalia várias vezes no período de internação até que os níveis de taxa de dose estejam inferiores a 30  $\mu\text{Sv/h}$ .

Figura 3. Dispersão comparativa entre TEI e o TPIR (horas) nas diversas faixas etárias.

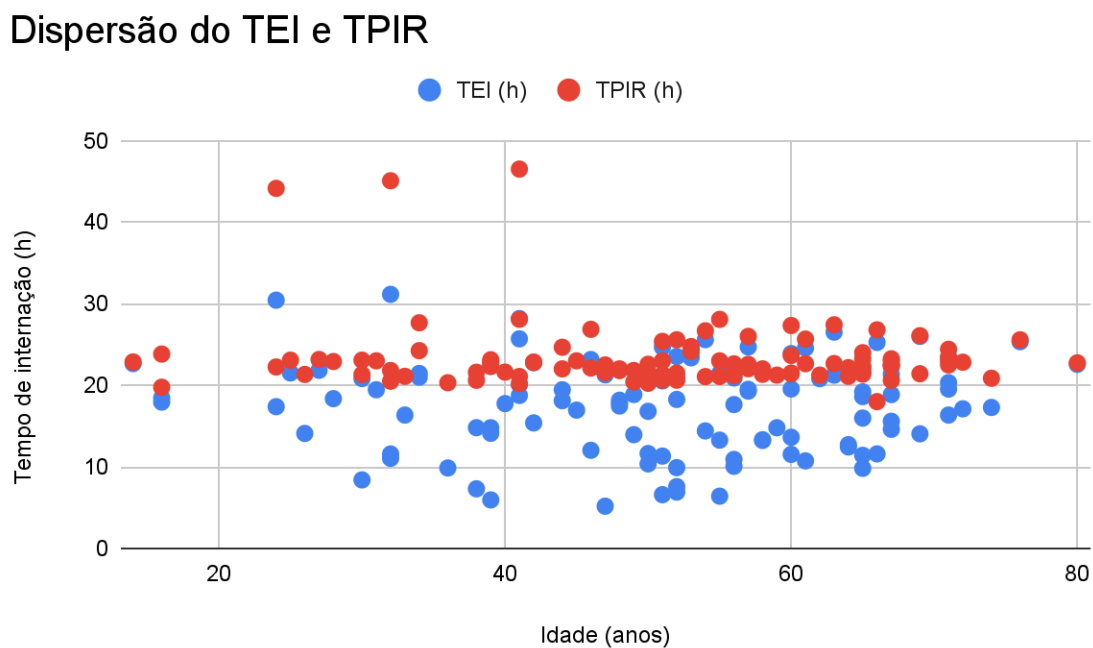
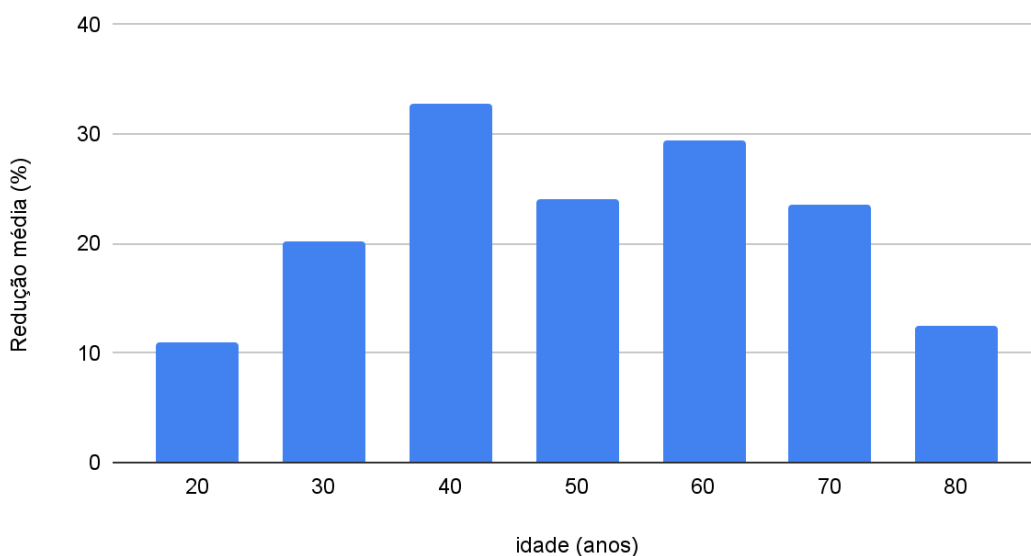


Figura 4. Redução média percentual entre TPIR e TEI, com o agrupamento por décadas.

### Redução média percentual do TPIR em comparação ao TEI



Embora exista uma variabilidade amostral entre os grupos, que limitem a análise inferencial, observou-se que quanto maior a gravidade da doença (RR e estádios mais avançados), maior foi a atividade de  $^{131}\text{I}$  administrada. Porém, o TEI não mostrou paralelismo. Outros fatores provavelmente influenciaram nesta modificação, como a quantidade residual de tecido tireoidiano após TT, além da quantidade de material radioativo (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5. Estadiamento clínico do CDT e variáveis.

Estadiamento				
Clínico	N	Atividade(MBq)±DP	TEI (h)±DP	Lambda ( $\lambda$ )±DP
I	65	5036,07±1375,66	16,49±7,25	0,0011±0,0015
II	9	5215,15±720,39	19,03±4,92	0,0009±0,0004
III	18	6324,78±1059,68	20,27±4,12	0,0009±0,0003
IV	3	6783,21±1068,19	19,07±1,86	0,0011±0,0001

DP: desvio padrão. N: número de pacientes . Lambda: constante de decaimento. TEI: tempo estimado de internação.

Tabela 6. Risco de estratificação do CDT.

Risco	N	Atividade(MBq)±DP	TEI (h)±DP	Lambda ( $\lambda$ )±DP
Baixo	47	4789,28±1378,62	15,30±6,39	0,0012±0,0018
Intermediário	40	5742,77±1067,82	19,79±6,52	0,0009±0,0003
Alto	11	6345,87±1132,57	19,99±2,94	0,0009±0,0001

DP: desvio padrão. TEI: tempo estimado de internação. TPIR: tempo de permanência em isolamento radiológico. Lambda: constante de decaimento do nuclídeo. CDT: Carcinoma diferenciado da tireoide.

Neste sentido, pensou-se em analisar a variável idade, pensando na queda biológica do metabolismo basal em idosos. A amostra então foi dicotomizada em dois grupos, conforme apresentado na tabela 7.

Tabela 7. Comparação entre TPIR, TEI e constante de decaimento ( $\lambda$ ) para a população jovem e idosa.

Idade (anos)	N	TPIR (h)	Lambda ( $\lambda$ )	TEI (h)
< 60	75	23,4729	0,0555	17,9088
> 60	34	22,9775	0,0556	18,7547

N: número de pacientes; TPIR: tempo de permanência em isolamento radiológico;  $\lambda$ : constante de decaimento; TEI: tempo estimado de internação. h: horas.

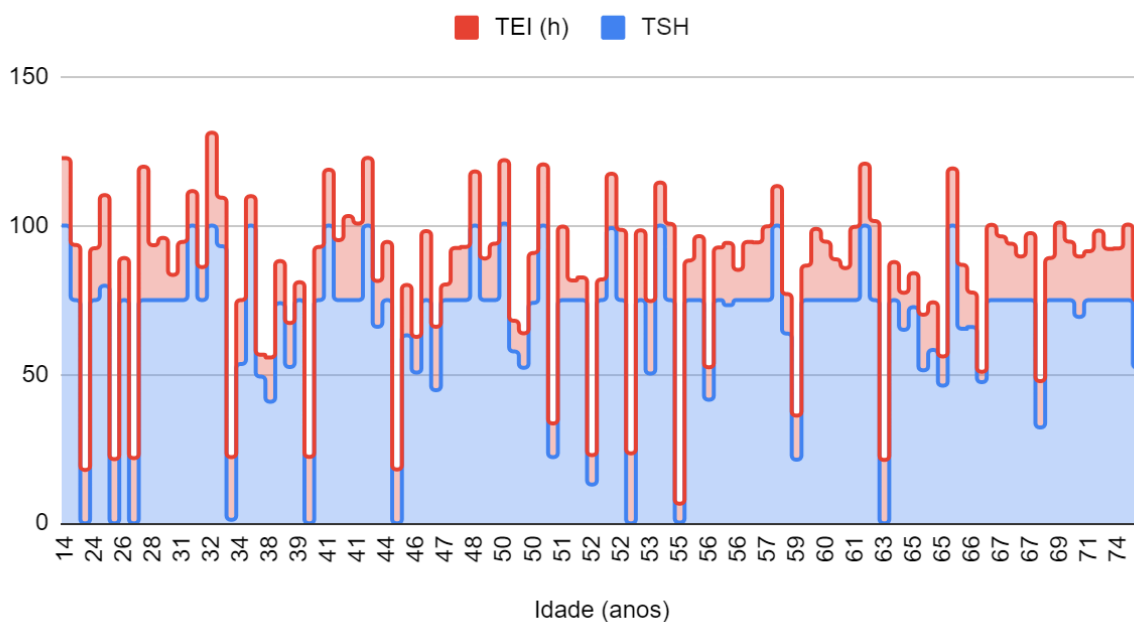
Um estudo foi realizado na Itália, através de uma regressão linear para realização de estimativa de retenção de iodo em 166 pacientes com carcinoma. Os resultados mostraram que a excreção de nuclídeos no organismo se dá de forma mais lenta em pacientes com idade superior a 60 anos, influenciando assim o tempo estimado e de internação<sup>17</sup>. Entretanto, neste estudo, onde a amostra foi dividida

em população jovem e idosa, não foi possível inferir hipóteses concretas. Possivelmente outras variáveis podem ter interferido no resultado.

Plotando os dados de TEI e níveis séricos hormonais de TSH em função da idade, como mostra a figura 5, pode-se observar que os níveis hormonais mais elevados coincidem com TEI. Ao realizar análises adicionais obteve-se fraca correlação positiva entre o TEI e os níveis séricos hormonais de TSH (Pearson test: 0,23232, p-valor=0,0166). Entretanto, mesmo com essa informação de correlação, os valores de níveis séricos não eram exatos, pois apresentavam muitos valores como maiores que um dado limiar, o que torna difícil a interpretação, inferências estatísticas e que pode gerar uma grande propagação de erro. Novos estudos devem ser conduzidos para esclarecer esta possível correlação.

Figura 5. Comparação entre TEI e TSH em função da idade.

### Comparação entre o TEI e o TSH em função da idade



## 5. CONCLUSÃO

Não existe correlação entre o tempo estimado de internação (TEI) e a captação cervical de 24 horas (CAP%) em portadores de carcinoma diferenciado da tireoide, submetidos à iodoterapia.

## 6. REFERÊNCIAS

LOPES-JÚNIOR, Luís Carlos. OS REGISTROS DE CÂNCER NO CONTEXTO DA VIGILÂNCIA EM SAÚDE. **Development Research**, Espírito Santo, v. 11, n. 03, p. 45693-45696, jan./fev. 2021.

DOS SANTOS, Livia Maria Silva et al. Evolução temporal da mortalidade por câncer de tireoide no Brasil no período de 2000 a 2012. **Brazilian Journal of Clinical Analysis**, Bahia, v. 48, n. 2, p. 133-7, mar./abr. 2016.

BORGES, Anne Karin da Mota et al. Câncer de tireoide no Brasil: estudo descritivo dos casos informados pelos registros hospitalares de câncer, 2000-2016. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Rio de Janeiro, v. 29, p. e2019503, ago. 2020.

SILVERTHORN, Dee Unglaub. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2017. 554 p.

O'MALLEY, Janis P.; ZIESSMAN, Harvey A. **Nuclear Medicine and Molecular Imaging: The Requisites E-Book: Nuclear Medicine and Molecular Imaging: The Requisites E-Book**. 5. ed. Philadelphia: Elsevier Health Sciences, 2020. 10 p.

NGUYEN, Quang T. et al. Diagnosis and treatment of patients with thyroid cancer. **American health & drug benefits**, Nevada, v. 8, n. 1, p. 30, dez./jan. 2015.

NUNES, Maria Tereza. Hormônios tiroideanos: mecanismo de ação e importância biológica. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 47, p. 639-643, dez. 2003.

LOPES, Maria Santana et al. Iodo e tiróide: o que o clínico deve saber. **Acta Medica Portuguesa**, Portugal, v. 25, n. 3, p. 174-178, mai/jun. 2012.

HAUGEN, Bryan R. et al. 2015 American Thyroid Association management guidelines for adult patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer: the American Thyroid Association guidelines task force on thyroid nodules and differentiated thyroid cancer. **Thyroid**, Estados Unidos, v. 26, n. 1, p. 1-133, dez. 2016.

OKUNO, Emico. **Radiação: efeitos, riscos e benefícios**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018. 25 p.

OKUNO, Emico; YOSHIMURA, Elisabeth Mateus. **Física das radiações**. 1. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2016. 30 p.

DE ALMEIDA, Guilherme. Sistema Internacional de Unidades (SI). **Grandezas e unidades físicas: Terminologia, símbolos e recomendações**. 3. ed. Lisboa: plátano editora, 1997. 12 p.

WYSZOMIRSKA, Anna. Iodine-131 for therapy of thyroid diseases. Physical and biological basis. **Nuclear Medicine Review**, Polônia, v. 15, n. 2, p. 120-123, mai. 2012.

CNEN, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **CNEN NN 3.05: requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de medicina nuclear**. São Paulo. 2013. 10 p.

LORENZ, Kerstin; SCHNEIDER, Rick; ELWERR, Malik. Thyroid carcinoma: do we need to treat men and women differently?. **Visceral Medicine**, Estados Unidos, v. 36, n. 1, p. 10-14, jan. 2020.

SUGINO, Kiminori et al. Cutoff age between pediatric and adult thyroid differentiated cancer: is 18 years old appropriate?. **Thyroid**, Estados Unidos, v. 32, n. 2, p. 145-152, jun. 2022.

KLAIN, Michele et al. Whole-body radioiodine effective half-life in patients with differentiated thyroid cancer. **Diagnostics**, Itália, v. 11, n. 10, p. 1740, jul./ago. 2021.

TAPROGGE, Jan et al. Adjustment of the iodine ICRP population pharmacokinetic model for the use in thyroid cancer patients after thyroidectomy. **Journal of Radiological Protection**, Estados Unidos, v. 41, n. 4, p. 1034, nov. 2021.

SOLEIMANISARDOO, Laya et al. The effect of thyroid-stimulating hormone on stage of differentiated thyroid carcinoma. **Endocrinology, Diabetes & Metabolism**, Irã, v. 4, n. 3, p. e00266, jun. 2021.

ARAÚJO, Elaine Bortoleti de et al. Garantia da qualidade aplicada à produção de radiofármacos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 44, p. 1-12, mar. 2008.

HEYDE, Kris. **Basic ideas and concepts in nuclear physics: an introductory approach**. CRC Press, 2020.

RAGHEB, M. Gamma rays interaction with matter. **Nuclear, Plasma and Radiation Science. Inventing the Future,**” [https://netfiles. uiuc. edu/mragheb/www](https://netfiles.uiuc.edu/mragheb/www), p. 17-22, 2011.

SCHISKA, Alan. Teaching radiography students the ALARA principle. **Radiologic technology**, v. 93, n. 2, p. 228-231, .2021.