



**INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES**  
Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

**MODELAGEM COMPUTACIONAL DO MANEQUIM MATEMÁTICO DA  
MULHER BRASILEIRA PARA CÁLCULOS DE DOSIMETRIA INTERNA  
E PARA FINS DE COMPARAÇÃO DAS FRAÇÕES ABSORVIDAS  
ESPECÍFICAS COM A MULHER REFERÊNCIA**

**EDMIR XIMENES**

Tese apresentada como parte dos  
requisitos para obtenção do Grau  
de Doutor em Ciências na Área de  
Tecnologia Nuclear – Aplicações.

Orientador:  
Prof. Dr. Gian Maria A. A. Sordi

São Paulo  
2006

## Índice para catálogo sistemático

**XIMENES, Edmir.** Modelagem computacional do manequim matemático da mulher brasileira para cálculos de dosimetria interna e para fins de comparação das frações absorvidas específicas com a mulher referência: São Paulo, USP/IPEN - Universidade de São Paulo/Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2006, 222 p. (Tese de Doutorado em Ciências; Área de Tecnologia Nuclear – Aplicações).

Resumo: *Aborda a teoria e construção do Manequim Matemático da Mulher Brasileira para uso em dosimetria interna.*

Palavras-chave: 1 Modelagem Computacional – 2 Dosimetria Interna – 3 Fração Absorvida Específica (FAE) – 4 Método de Monte Carlo – 5 Mulher Brasileira – 6 Física Computacional.

*Dedico a Marisa, minha esposa, e  
a meus filhos Danielle e Felipe.*

## *Agradecimentos*

*Ao meu orientador, professor e amigo, Dr. Gian Maria A. A. Sordi, não apenas pela orientação, mas também, pelas aulas da disciplina Elementos Fundamentais de Proteção Radiológica, decisivas no escopo do campo de pesquisa desta tese.*

*À Dra. Maria Inês Calil Cury Guimarães, a qual mereceria várias páginas de agradecimentos por esses nove anos em que me envolve com a área da Medicina Nuclear – muito embora eu seja da área da Ciência da Computação – e por ter sido orientadora de minha Dissertação de Mestrado. Agora, nesta fase de Doutorado, sempre disposta a me socorrer, colocou a meu dispor seu vasto conhecimento e acessibilidade.*

*À Maria Aparecida Hellmeister Trezza, analista de sistema da Divisão de Computação do IPEN, que muito me ajudou na conversão de um antigo sistema baseado em Estação RISC-6000, sob o sistema operacional UNIX, para computador pessoal.*

*Ao Dr. Alípio Luiz Dias Neto, “in memoriam”, do Centro de Medicina Nuclear da FMUSP, pelos sábios conselhos dados quando do início do doutorado.*

*Ao Dr. Paulo Saldiva, do Departamento de Patologia da FMUSP, que me permitiu pesquisar junto ao banco de dados dos Anuários do Instituto Médico Legal.*

*A Onedes Raymundo Júnior, Secretário de Residência Médica da FMUSP, que preparou a infra-estrutura de meu ambiente de trabalho com sala, computador e senha para acesso ao Sistema de Patologia Autópsia e Biópsia.*

*Ao Departamento de Mastologia do Hospital do Câncer A. C. Camargo, em São Paulo, nas pessoas do Dr. Mário Mourão Netto, do Sr. Luiz Kitamura e da Sra. Magda Joyce pelo apoio dado quando da pesquisa com próteses mamárias.*

*Ao professor mestre Joel Saade, especialista em computação e escritor, pela ajuda e sugestões na elaboração do sistema computacional desse trabalho.*

*Aos professores do IPEN, cujas aulas de Fundamentos de Tecnologia Nuclear me mostraram o fascinante mundo da Física Nuclear.*

*Ao Dr. Ibsen Thadeo Damiani, mestre em Neurologia, pela ajuda profissional.*

*Enfim, agradeço a todos que atuaram nos bastidores e que, nessas condições, também contribuíram para a execução deste trabalho.*

## Epígrafe

***“Die schlimmste Sache zu verstehen ist genau zu wissen etwas zu verstehen”.***

***“A coisa mais difícil de compreender é por que conseguimos compreender alguma coisa”.***

(Albert Einstein, *apud* Kaku, 2001 – tradução livre)

## Lista de publicações referentes

**Ximenes, E.; Guimarães, M. I. C. C.; Sordi, G. M. A. A.** “Medicina do trabalho e os princípios básicos de proteção radiológica: Antigos e Novos Paradigmas.” **O Mundo da Saúde**, São Paulo: Ed. Centro Universitário São Camilo, 2003.

**Ximenes, E.; Guimarães, M. I. C. C.** “Modelagem computacional de objetos para obtenção de volumes: Uso em dosimetria interna e pesquisa.” **Anais do WORKCOMP’2002 – Workshop de Computação: Íntegra da palestra proferida no 5º encontro. ITA / CTA Instituto Tecnológico de Aeronáutica / Centro Tecnológico Aeroespacial**, p.37-45, São José dos Campos, 2002.

**Ximenes, E.; Guimarães, M. I. C. C.** “Sistema Computacional Aplicado à Medicina Nuclear com Subsídio de Processo Estocástico.” **Revista Mackenzie de Engenharia e Computação**. Ano 2, n.2, São Paulo: Ed. Mackenzie, 2002.

**Ximenes, E.; Guimarães, M. I. C. C.** “Modelagem computacional de objetos para obtenção de volumes: Uso em dosimetria interna, ensino e pesquisa.” **Anais da ICECE’2000 – International Conference on Engineering and Computer Education**, vol. II, p.327-330, São Paulo: Ed. SENAC SP, 2000.

**Ximenes, E.; Guimarães, M. I. C. C.** “Development of the Applicated Program to Calculate Volumes Throughout Monte Carlo Method to use in Internal Dosymetry Calculation.” **Alasbimn Journal 1(2)**. Resumo do trabalho apresentado no **XIX Congresso Brasileiro de Biologia e Medicina Nuclear**: december 1998, <[WWW.ALASBIMNJOURNAL.CL](http://WWW.ALASBIMNJOURNAL.CL)>.

## Resumo

Tanto em Medicina Nuclear como em outras aplicações científicas as ferramentas para cálculos dosimétricos são de suma importância para atender os princípios básicos de proteção radiológica. Este trabalho desenvolve o manequim matemático da mulher brasileira, para ser usado como base em cálculos das Frações Absorvidas Específicas (FAEs) nos órgãos do corpo e no esqueleto, em virtude dos objetivos com relação à diagnose ou à terapia em Medicina Nuclear. O manequim ora desenvolvido é similar, na forma, ao manequim de Snyder tornando-o mais realístico para as condições antropomórficas da mulher brasileira. Para isso, utilizou-se o formalismo do método Monte Carlo, através do código computacional ALGAM-97<sup>®</sup>. Como contribuição aos objetivos deste trabalho, foi desenvolvido e implementado o sistema computacional *cFAE* – *consulta Fração Absorvida Específica*, que se torna mais versátil para a consulta do usuário pesquisador. A interface de diálogo com o operador foi projetada seguindo a atual tendência de utilização de uma linguagem orientada para o evento. Essa interface permite que o usuário navegue através dos manequins referência, escolha o órgão fonte, a energia desejada e receba as respostas num diálogo eficiente e intuitivo. O sistema fornece, além dos dados referentes à mulher brasileira, também aqueles referentes ao modelo de Snyder e ao modelo do homem brasileiro. O sistema possibilita não apenas introduzir os dados individuais para as FAEs dos três manequins, mas também a comparação entre eles.

## Abstract

Tools for dosimetric calculations are of the utmost importance for the basic principles of radiological protection, not only in nuclear medicine, but also in other scientific calculations. In this work a mathematical model of the Brazilian woman is developed in order to be used as a basis for calculations of Specific Absorbed Fractions (SAFs) in internal organs and in the skeleton, in accord with the objectives of diagnosis or therapy in nuclear medicine. The model developed here is similar in form to that of Snyder, but modified to be more relevant to the case of the Brazilian woman. To do this, the formalism of the Monte Carlo method was used by means of the ALGAM-97<sup>®</sup> computational code. As a contribution to the objectives of this thesis, we developed the computational system *cSAF* – *consultation for Specific Absorbed Fractions* (*cFAE* from Portuguese acronym) - which furnishes several “look-up” facilities for the research user. The dialogue interface with the operator was planned following current practices in the utilization of event-oriented languages. This interface permits the user to navigate by means of the reference models, choose the source organ, the energy desired, and receive an answer through an efficient and intuitive dialogue. The system furnishes, in addition to the data referring to the Brazilian woman, data referring to the model of Snyder and to the model of the Brazilian man. The system makes available not only individual data to the SAFs of the three models, but also a comparison among them.



## Sumário Geral

Índice para catálogo sistemático	ii
Dedicatória	iii
Agradecimentos	iv
Epígrafe	v
Lista de publicações referentes	vi
Resumo	vii
Abstract	viii
Sumário Geral	ix
Lista de Figuras	xiii
Lista de Gráficos	xiv
Lista de Tabelas	xv
Lista das equações que definem o manequim da mulher brasileira	xvi
Lista das interfaces gráficas do sistema	xviii
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 Tema	1
1.2 Histórico	1
1.3 Objetivo	2
1.4 Motivação	2
1.5 Justificativa	4
1.6 Metodologia	4
1.7 Estrutura e Organização do Trabalho	5
<b>2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b>	<b>8</b>
2.1 Introdução	8
2.2 Principais grandezas físicas usadas em proteção radiológica	9
2.2.1 Exposição	9
2.2.2 Dose Absorvida	10
2.2.3 Depósito de Energia	11
2.2.4 Energia Cedida	12
2.2.5 Dose Equivalente (Equivalente de Dose – ICRP 60)	12
2.2.6 A situação atual do Brasil frente a publicação ICRP 60	13
2.2.7 Fração Absorvida e Fração Absorvida Específica	14

<b>2.3</b>	<b>Interação da radiação eletromagnética com a matéria</b>	<b>16</b>
2.3.1	Processo Fotoelétrico	17
2.3.2	Processo Compton	18
2.3.3	Produção de Pares	20
<b>2.4</b>	<b>Partículas alfa e núcleos de recuo</b>	<b>21</b>
<b>2.5</b>	<b>Partículas beta e elétrons</b>	<b>22</b>
<b>2.6</b>	<b>Método de Monte Carlo para cálculo de dose absorvida</b>	<b>23</b>
2.6.1	Introdução	23
2.6.2	Descrição geral	23
<b>3.</b>	<b><i>MENSURAÇÃO ANTROPOMÓRFICA DA MULHER BRASILEIRA</i></b>	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>Introdução</b>	<b>26</b>
<b>3.2</b>	<b>Modelo matemático da Mulher Referência</b>	<b>27</b>
<b>3.3</b>	<b>Outros manequins no contexto da diversidade humana</b>	<b>28</b>
<b>3.4</b>	<b>Manequim matemático do Homem Brasileiro</b>	<b>29</b>
<b>3.5</b>	<b>Manequim matemático da Mulher Brasileira</b>	<b>29</b>
3.5.1	Estatura e peso corporais	30
3.5.2	Determinação da massa dos órgãos, do esqueleto e dos tecidos	32
3.5.3	Forma, regiões e sub-regiões do manequim	32
<b>3.6</b>	<b>Densidades dos tecidos</b>	<b>36</b>
3.6.1	Introdução	37
3.6.2	Obtenção da densidade dos tecidos da referência brasileira feminina	38
<b>4.</b>	<b><i>DESENVOLVIMENTO DO MANEQUIM MATEMÁTICO DA MULHER BRASILEIRA – RESULTADOS OBTIDOS</i></b>	<b>41</b>
<b>4.1</b>	<b>Introdução</b>	<b>41</b>
<b>4.2</b>	<b>Estrutura externa do corpo</b>	<b>41</b>
4.2.1	Região da cabeça	41
4.2.2	Região do tronco	42
4.2.3	Região das mamas	43
4.2.4	Região das pernas	47
<b>4.3</b>	<b>O sistema do esqueleto</b>	<b>48</b>
4.3.1	Ossos das pernas	48
4.3.2	Ossos dos braços	49
4.3.3	Pelve	50
4.3.4	Espinha	50
4.3.5	Crânio	51
4.3.6	Caixa torácica	51
4.3.7	Clavículas	52
4.3.8	Escápulas ou omoplatas	52
<b>4.4</b>	<b>Órgãos internos e pele</b>	<b>53</b>
4.4.1	Adrenais	54
4.4.2	Baço	55
4.4.3	Bexiga urinária	55
4.4.4	Cérebro	55
4.4.5	Coração	55
4.4.6	Estômago	56

4.4.7	Fígado	56
4.4.8	Intestino delgado	57
4.4.9	Intestino grosso	57
4.4.10	Intestino grosso superior	57
4.4.11	Intestino grosso inferior	59
4.4.12	Ovários	61
4.4.13	Pâncreas	62
4.4.14	Pele	62
4.4.15	Pulmões	65
4.4.16	Rins	66
4.4.17	Timo	66
4.4.18	Tireóide	66
4.4.19	Útero	67
<b>5.</b>	<b>MODELAGEM COMPUTACIONAL E O MÉTODO DE MONTE CARLO</b>	<b>68</b>
5.1	Introdução	68
5.2	Modelos	68
5.2.1	Facilidades oferecidas pelos modelos	68
5.2.2	Tipos de modelos	69
5.2.3	Modelos simbólicos ou matemáticos	69
5.2.4	Modelos conceituais	69
5.2.5	Modelos heurísticos	69
5.3	Simulação de sistemas	70
5.4	Origem e aplicações do Método de Monte Carlo	71
5.4.1	Representação do Método de Monte Carlo	71
5.4.2	Aplicações na Medicina	72
5.4.3	MIRD e o Método de Monte Carlo	72
5.5	O transporte de energia	73
5.5.1	O código ALGAM-97	74
5.5.2	Síntese das sub-rotinas do programa ALGAM-97	77
5.6	O código ALGAM-97 para computador pessoal	79
5.6.1	Introdução	79
5.6.2	Conversão do código ALGAM-97 para PC stand alone	79
5.6.3	Outras modificações no código ALGAM-97	80
5.6.4	Validação do código	81
<b>6.</b>	<b>O SISTEMA cFAE – consulta Fração Absorvida Específica</b>	<b>82</b>
6.1	Desenvolvimento dos algoritmos	82
6.2	O projeto cFAE	82
6.2.1	Plataforma de desenvolvimento - software básico	82
6.2.2	Plataforma de desenvolvimento - hardware	83
6.2.3	Interface Gráfica com o usuário	83
6.3	Integração de sistemas	83
<b>7.</b>	<b>DISCUSSÕES E CONCLUSÃO</b>	<b>84</b>
7.1	Comparação entre o volume teórico e empírico das mamas	84
7.2	ICRP: Publicação 23 & Publicação 89	86

<b>7.3</b>	<b>Comparação das FAEs para o Corpo Total</b>	<b>86</b>
<b>7.4</b>	<b>Limitações do ALGAM-97</b>	<b>87</b>
<b>7.5</b>	<b>Desempenho do ALGAM-97 para <i>PC stand alone</i></b>	<b>87</b>
<b>7.6</b>	<b>Considerações Finais</b>	<b>88</b>
<b>8.</b>	<b><i>CONTRIBUIÇÕES ORIGINAIS DO TRABALHO</i></b>	<b>89</b>
<b>9.</b>	<b><i>SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</i></b>	<b>90</b>
	<b><i>APÊNDICES</i></b>	<b>92</b>
	Apêndice A: Sub-rotinas para o programa ALGAM-97	93
	Apêndice B: Tabela de <i>FAEs</i> das mamas da Mulher Brasileira	106
	Apêndice C: Comparação das <i>FAEs</i> da Mulher Referência com as da Mulher Brasileira	110
	Apêndice D: Gráficos de fontes uniformemente distribuídas	171
	Apêndice E: Interface Gráfica – <i>cFAE</i>	194
	<b><i>ANEXO</i></b>	<b>198</b>
	<b><i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i></b>	<b>199</b>



## Lista de Figuras

FIGURA 1 – Taxa de mortalidade por câncer em mulheres – algumas patologias.	3
FIGURA 2 – Tratamentos no Hospital do Câncer A. C. Camargo em 2000.	3
FIGURA 3 – Modos de interação da radiação com a matéria.	8
FIGURA 4 – Exposição no ar.	10
FIGURA 5 – Dose absorvida.	11
FIGURA 6 – Representação esquemática do procedimento entre ICRP 26 e ICRP 60 .	14
FIGURA 7 – Degradação da energia dos fótons incidentes no sistema biológico.	17
FIGURA 8 – Representação do processo fotoelétrico.	18
FIGURA 9 – Representação do processo Compton.	19
FIGURA 10 – Absorção de fótons por produção de pares.	20
FIGURA 11 – Partícula alfa: dois prótons e dois nêutrons.	22
FIGURA 12 – Variáveis biométricas do manequim.	28
FIGURA 13 – Dimensões do Manequim Matemático apresentado por Snyder.	31
FIGURA 14 – Dimensões do Manequim Matemático do Homem Brasileiro.	31
FIGURA 15 – Dimensões do Manequim Matemático da Mulher Brasileira.	31
FIGURA 16 – Perspectiva transversal dos manequins: cilindros elípticos concêntricos.	35
FIGURA 17 – Representação do esqueleto e vista anterior dos principais órgãos na cabeça e no tronco.	36
FIGURA 18 – Secção do tronco em planos perpendiculares ao eixo z e a secção do manequim coreano.	37
FIGURA 19 – Mama madura.	43
FIGURA 20 – Desenvolvimento mamário.	44
FIGURA 21 – Turgência mamária	44
FIGURA 22 – Representação geométrica para costelas, escápulas e clavículas.	53
FIGURA 23 – Representação dos órgãos internos – no destaque a região do trato gastrointestinal.	54
FIGURA 24 – Estrutura do intestino grosso (Snyder et al., 1974).	57
FIGURA 25 – Síntese do Trato Gastrointestinal.	61
FIGURA 26 – Representação do Método de Monte Carlo	72
FIGURA 27 – Diagrama de blocos do código ALGAM-97.	76
FIGURA 28 – Macrofluxo de Operação: ALGAM-97 & cFAE.	80
FIGURA 29 – Processo caracterizado por uma função.	82
FIGURA 30 – À esquerda, foto das próteses mamárias; à direita, seus números e volumes.	85
FIGURA 31 – Incorporação preferencial de radiofármacos nos tecidos do corpo humano.	91



## Lista de Gráficos

<i>Gráfico 1 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Adrenais.</i>	172
<i>Gráfico 2 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Baço.</i>	173
<i>Gráfico 3 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Bexiga.</i>	174
<i>Gráfico 4 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Corpo Total.</i>	175
<i>Gráfico 5 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Esqueleto.</i>	176
<i>Gráfico 6 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Estômago.</i>	177
<i>Gráfico 7 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Fígado.</i>	178
<i>Gráfico 8 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Intestino Grosso Inferior.</i>	179
<i>Gráfico 9 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Intestino Grosso Superior.</i>	180
<i>Gráfico 10 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Intestino Delgado mais Conteúdo.</i>	181
<i>Gráfico 11 – Fonte-Alvo: Mamas ⇒ Rins.</i>	182
<i>Gráfico 12 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Medula Amarela.</i>	183
<i>Gráfico 13 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Medula Vermelha.</i>	184
<i>Gráfico 14 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Ovários.</i>	185
<i>Gráfico 15 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Pâncreas.</i>	186
<i>Gráfico 16 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Pele Total.</i>	187
<i>Gráfico 17 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Pulmões.</i>	188
<i>Gráfico 18 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Rins.</i>	189
<i>Gráfico 19 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Tecido Total.</i>	190
<i>Gráfico 20 – Fonte-Alvo: Rins ⇒ Timo.</i>	191
<i>Gráfico 21 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Tireóide.</i>	192
<i>Gráfico 22 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Útero.</i>	193



## Lista de Tabelas

<i>Tabela 1 – Massa média, em gramas, dos órgãos, do esqueleto e dos tecidos da Mulher Referência Brasileira.</i>	33
<i>Tabela 2 – Comparação entre as massas médias dos órgãos dos manequins em gramas.</i>	34
<i>Tabela 3 – Regiões do tronco.</i>	35
<i>Tabela 4 – Regiões das pernas.</i>	35
<i>Tabela 5 – Regiões da cabeça.</i>	35
<i>Tabela 6 – Composição percentual dos tecidos em peso</i>	38
<i>Tabela 7 – Alteração: adendo ICRP/80</i>	38
<i>Tabela 8 – Cálculo das Densidades dos Tecidos.</i>	39
<i>Tabela 9 – Valores biométricos do manequim matemático da mulher brasileira.</i>	41
<i>Tabela 10 – Valores médios de volumes e massas para as mamas da mulher brasileira.</i>	47
<i>Tabela 11 – Quantidade de próteses mamárias usadas</i>	85
<i>Tabela 12 – FAEs para o Corpo Total, simultaneamente alvo e fonte (kg<sup>-1</sup>).</i>	86
<i>Tabela 13 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Adrenais.</i>	113
<i>Tabela 14 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Baço.</i>	116
<i>Tabela 15 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Bexiga.</i>	119
<i>Tabela 16 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Corpo Total.</i>	122
<i>Tabela 17 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Esqueleto.</i>	125
<i>Tabela 18 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Estômago.</i>	128
<i>Tabela 19 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Fígado.</i>	131
<i>Tabela 20 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Intestino Grosso Inferior.</i>	134
<i>Tabela 21 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Intestino Grosso Superior.</i>	137
<i>Tabela 22 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Intestino Delgado.</i>	140
<i>Tabela 23 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Medula Amarela.</i>	143
<i>Tabela 24 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Medula Vermelha.</i>	146
<i>Tabela 25 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Ovários.</i>	149
<i>Tabela 26 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Pâncreas.</i>	152
<i>Tabela 27 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Pele Total.</i>	155
<i>Tabela 28 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Pulmões.</i>	158
<i>Tabela 29 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Rins.</i>	161
<i>Tabela 30 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Tecido Total.</i>	164
<i>Tabela 31 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Tireóide.</i>	167
<i>Tabela 32 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Útero.</i>	170



## Lista das equações que definem o manequim da mulher brasileira

<i>Fórmula 1 – Região da cabeça.</i>	42
<i>Fórmula 2 – Volume da cabeça.</i>	42
<i>Fórmula 3 – Região do tronco.</i>	42
<i>Fórmula 4 – Volume do tronco.</i>	42
<i>Fórmula 5 – Região das mamas.</i>	45
<i>Fórmula 6 – Região das mamas sem a pele.</i>	46
<i>Fórmula 7 – Volume de ambas as mamas com a pele.</i>	47
<i>Fórmula 8 – Região das pernas.</i>	48
<i>Fórmula 9 – Volume das pernas.</i>	48
<i>Fórmula 10 – Região dos ossos das pernas</i>	49
<i>Fórmula 11 – Volume dos ossos das pernas.</i>	49
<i>Fórmula 12 – Região dos ossos dos braços.</i>	49
<i>Fórmula 13 – Volume dos ossos dos braços.</i>	49
<i>Fórmula 14 – Região da Pelve.</i>	50
<i>Fórmula 15 – Volume da Pelve.</i>	50
<i>Fórmula 16 – Região da espinha.</i>	50
<i>Fórmula 17 – Volume da espinha.</i>	50
<i>Fórmula 18 – Região do crânio.</i>	51
<i>Fórmula 19 – Volume do crânio.</i>	51
<i>Fórmula 20 – Região da caixa torácica.</i>	51
<i>Fórmula 21 – Volume da caixa torácica.</i>	52
<i>Fórmula 22 – Região das clavículas.</i>	52
<i>Fórmula 23 – Volume das clavículas.</i>	52
<i>Fórmula 24 – Região das escápulas.</i>	53
<i>Fórmula 25 – Volume das escápulas.</i>	53
<i>Fórmula 26 – Região das adrenais.</i>	54
<i>Fórmula 27 – Região do baço.</i>	55
<i>Fórmula 28 – Região da bexiga urinária.</i>	55
<i>Fórmula 29 – Região do cérebro.</i>	55
<i>Fórmula 30 – Região do coração.</i>	56
<i>Fórmula 31 – Região do estômago.</i>	56
<i>Fórmula 32 – Região do fígado.</i>	56
<i>Fórmula 33 – Região do intestino delgado.</i>	57
<i>Fórmula 34 – Região do intestino grosso superior, cólon ascendente: paredes.</i>	57
<i>Fórmula 35 – Região do intestino grosso superior, cólon ascendente: conteúdos.</i>	58
<i>Fórmula 36 – Região do intestino grosso superior, cólon transverso: paredes.</i>	58
<i>Fórmula 37 – Região do intestino grosso superior, cólon transverso: conteúdo.</i>	58
<i>Fórmula 38 – Região do intestino grosso inferior, cólon descendente: paredes.</i>	59
<i>Fórmula 39 – Região do intestino grosso inferior, cólon descendente: conteúdo.</i>	59
<i>Fórmula 40 – Região do intestino grosso inferior, cólon sigmóide: porção superior da parede.</i>	60
<i>Fórmula 41 – Região do intestino grosso inferior, cólon sigmóide: porção inferior da parede.</i>	60
<i>Fórmula 42 – Região do intestino grosso inferior, cólon sigmóide: porção superior do conteúdo.</i>	60
<i>Fórmula 43 – Região do intestino grosso inferior, cólon sigmóide: porção inferior do conteúdo.</i>	60
<i>Fórmula 44 – Região dos ovários.</i>	62
<i>Fórmula 45 – Região do pâncreas.</i>	62
<i>Fórmula 46 – Volume da pele da cabeça.</i>	63
<i>Fórmula 47 – Volume da pele do tronco sem as mamas.</i>	63
<i>Fórmula 48 – Volume da pele do tronco com as mamas.</i>	64
<i>Fórmula 49 – Volume da pele das pernas.</i>	65
<i>Fórmula 50 – Volume total da pele com as mamas.</i>	65
<i>Fórmula 51 – Volume total da pele sem as mamas.</i>	65
<i>Fórmula 52 – Região dos pulmões.</i>	66
<i>Fórmula 53 – Região dos rins.</i>	66
<i>Fórmula 54 – Região do timo.</i>	66

<i>Fórmula 55 – Região da tireóide.</i>	67
<i>Fórmula 56 – Região do útero.</i>	67



## Lista das interfaces gráficas do sistema

<i>Tela 1 – Abertura do sistema cFAE (superior).</i>	195
<i>Tela 2 – Sobre o cFAE (inferior).</i>	195
<i>Tela 3 – cFAE: Fonte Uniformemente Distribuída (superior).</i>	196
<i>Tela 4 – Comparação gráfica das FAEs para os modelos de referência (inferior).</i>	196
<i>Tela 5 –Exemplos-1 de sobreposição de interfaces do sistema cFAE, fonte:Corpo Total (superior).</i>	197
<i>Tela 6 –Exemplos-2 de sobreposição de interfaces do sistema cFAE fonte:Pele Total (inferior).</i>	197



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Tema

O tema deste trabalho é o estudo do conceito de *manequins matemáticos* – também denominados *phantoms* – usados em dosimetria interna e em proteção radiológica, sob a perspectiva de simulações computacionais.

## 1.2 Histórico

O desenvolvimento científico e tecnológico no campo da energia atômica, incorporado no século passado, mormente em sua segunda metade e, sobretudo, nas áreas aplicáveis à medicina, à agricultura e à produção de energia elétrica, tem proporcionado à sociedade uma considerável elevação de sua qualidade de vida. Porém, com a utilização cada vez maior de radiofármacos em Medicina Nuclear, tanto para tratamentos como para diagnósticos, houve uma crescente preocupação com doses absorvidas pelos seres humanos quando em contacto com a radiação ionizante.

Muitos cientistas e pesquisadores têm manifestado preocupação a respeito de prós e contras em relação ao uso da radiação e dos seus efeitos no corpo humano. Muitos trabalhos foram desenvolvidos para fornecer subsídios quanto à aplicação, à proteção e à padronização da radiação. Dentre esses, podem ser citados aqueles que procuram dimensionar o corpo humano, por meio de formas matematicamente definíveis, com o intuito de prestar auxílio, por exemplo, aos pesquisadores que trabalham com dosimetria e proteção radiológica.

Um desses estudos foi desenvolvido pela equipe de Snyder *et al.* (1974) que utilizou como modelo o *Homem Referência*, da publicação 23 da *ICRP–International Commission on Radiological Protection* (ICRP, 1974), que fora baseado no estudo antropométrico de americanos, ingleses e canadenses.

A equipe desenvolveu um modelo matemático que calcula, utilizando-se do Método de Monte Carlo, as Frações Absorvidas Específicas (FAE) pelo órgão crítico, amplamente utilizada em cálculos de dosimetria interna (Snyder *et al.*, 1974).

Pelo fato de que o homem referência fora calculado para americanos, canadenses e ingleses, populações da raça caucasiana em sua maioria, cujos dados antropométricos divergem dos da população brasileira, foi desenvolvido, em 1995, o *Manequim Matemático do Homem Brasileiro para Cálculos de Dosimetria Interna* (Guimarães, 1995).

No trabalho de Guimarães, ficaram demonstradas certas especificidades em alguns órgãos do manequim brasileiro que, por estarem em um manequim de compleição física menor que a do homem referência, tinham as Frações Absorvidas Específicas bem maiores, o que é de grande interesse para tratamentos e diagnósticos que se utilizam das radiações ionizantes, sejam na medicina nuclear, no radiodiagnóstico e na radioterapia, bem como, para os trabalhadores cujas atividades envolvam radiações e que a elas estão expostos em seu cotidiano (Guimarães, *op. cit.*).

### 1.3 Objetivo

O objetivo deste trabalho foi elaborar a modelagem de um manequim matemático da mulher brasileira, para ser usado em dosimetria interna e na determinação das doses equivalentes nos seus órgãos internos e nos ossos do esqueleto. Compararam-se as Frações Absorvidas Específicas ao modelo referência, para obtenção de uma aproximação mais realista entre as doses absorvidas por mulheres brasileiras, ao se apresentarem para diagnóstico e/ou terapia com radiação ionizante, assim como, para as trabalhadoras da área que lidam com tal radiação.

### 1.4 Motivação

As taxas de mortalidade por câncer em mulheres na faixa de 30 a 49 anos de idade estão em ascensão no Brasil (IDB, 2003), havendo a necessidade de detecção e tratamento precoce das patologias tipicamente femininas. Quanto ao câncer de mama, segundo Ereno (2006, p.64), as estimativas apontam 48.930 novos casos e 9.335 óbitos para 2006. No país, morrem 4.000 mulheres por ano de câncer de colo uterino, depois de um tratamento complexo, muito sofrimento e enormes despesas (Pinotti, 2005).

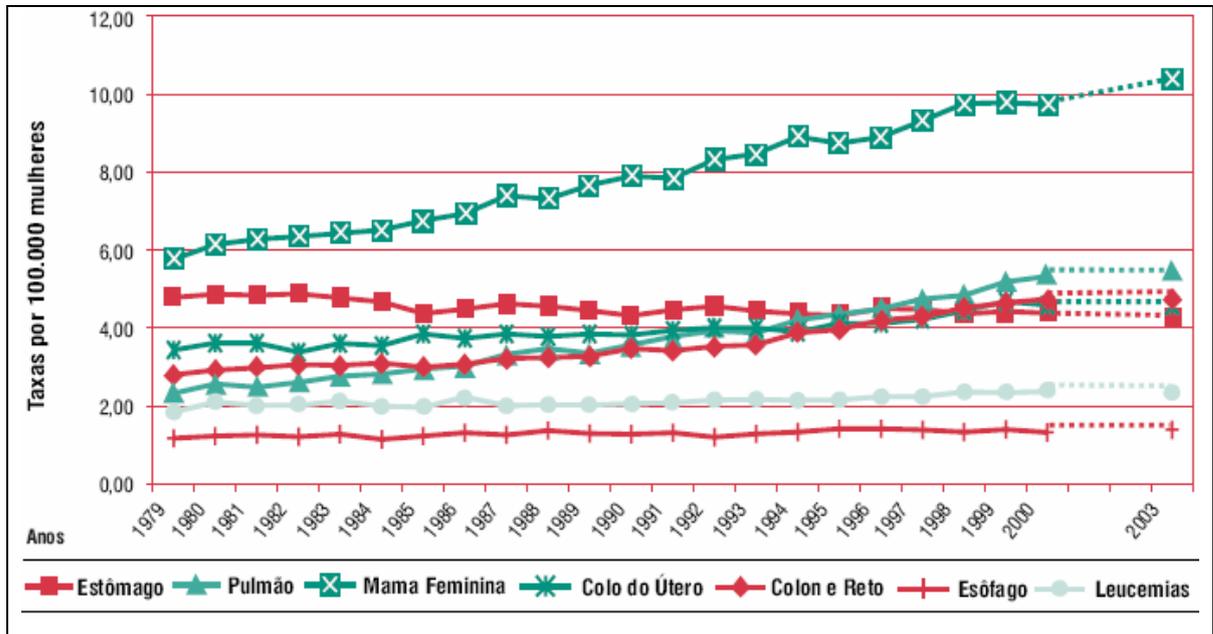
Segundo o Anuário Estatístico de Saúde do Brasil (2001),<sup>1</sup> “... as neoplasias malignas têm incidência diferenciada por sexo. Entre as mulheres, uma das maiores taxas é de neoplasia do colo do útero, com 19 casos por 100 mil mulheres.”.

O câncer da mama feminina (10,40/100.000) manter-se-á como a primeira causa de morte em mulheres, seguido pelo câncer de pulmão (5,45/100.000), de cólon e do reto (4,73/100.000), do colo do útero (4,58/100.000) e do estômago (4,27/100.000) – é o que estima o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2003, p. 21). A taxa de mortalidade de

---

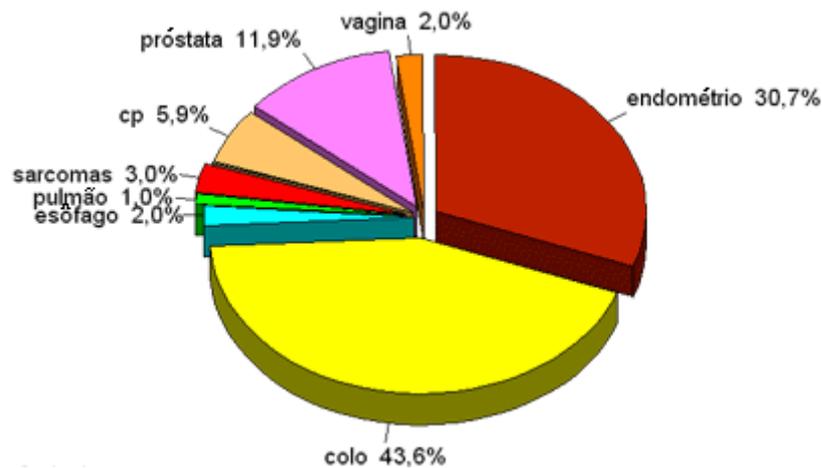
<sup>1</sup> Ministério da Saúde, 2001 [<<http://portal.saude.gov.br>>], acessado em 03-01-2006.

1979 a 2003 para algumas patologias está representada na FIG.1. O Hospital do Câncer A. C. Camargo, em São Paulo, atendeu 225 pacientes em seu Serviço de Braquiterapia, em



**FIGURA 1 – Taxa de mortalidade por câncer em mulheres – algumas patologias.**  
Fonte: Ministério da Saúde, Instituto Nacional de Câncer (INCA/IBGE 2003, p. 72).

2000. Em sua página na Internet,<sup>2</sup> o hospital apresenta um gráfico em que se observa que os tumores ginecológicos (no colo uterino e no endométrio) representam 75% das pacientes atendidas. Esse gráfico está reproduzido na FIG 2.



**FIGURA 2 – Tratamentos no Hospital do Câncer A. C. Camargo em 2000.**  
Fonte: <www.hcanc.org.br>, acessado em 03/01/2006.

A Medicina nuclear, com subsídios da Física nuclear, se utiliza de radionuclídeos para o diagnóstico e o tratamento dessas patologias. Os radiofármacos administra-

<sup>2</sup> Hospital do Câncer A. C. Camargo – São Paulo <<http://www.hcanc.org.br>>, acessado em 03-01-2006.

dos, segundo Okuno (1998, p. 76), tendem a se concentrar em certos órgãos, fazendo com que a dose não seja uniforme no corpo todo e tornando quase impossível medir a dose em cada um dos órgãos de uma pessoa. Entretanto, os cálculos teóricos feitos para o “homem referência” (e para o “homem brasileiro”)<sup>3</sup> permitem determinar essas doses.

Assim, dentre as diversas motivações que deram origem a este trabalho, destaca-se a necessidade de se dispor de um *manequim feminino brasileiro*, que forneça estimativas confiáveis das Frações Absorvidas Específicas para as profissionais da área da saúde que lidam com cálculos de dosimetria interna pois, pequenas diferenças entre grupos populacionais, podem ser de muita relevância.

## 1.5 Justificativa

O modelo de Snyder *et al.* (1974) é hermafrodito, uma vez que, junto aos órgãos de reprodução masculino, estão também os órgãos de reprodução feminino, o que acarreta alguns problemas para o tamanho dos órgãos que se localizam no abdome. O modelo brasileiro, elaborado por Guimarães (1995), foi desenvolvido somente para o homem brasileiro, sem a representação dos órgãos de reprodução femininos.

Enquanto que, pelo ICRP-23, o manequim tem a altura de 170 cm e 70 kg, o modelo de Snyder (1974) é baseado em um homem de 174 cm e massa de 70 kg. O homem referência brasileiro apresenta como valores médios 62 kg de massa e 168 cm de altura (Guimarães, 1995, p. 29) ao passo que a mulher brasileira apresenta constituição física distinta, tanto em relação às dimensões acima apresentadas pelo manequim americano como em relação às do homem brasileiro.

## 1.6 Metodologia

Para alcançar os objetivos propostos, realizaram-se diversas pesquisas sobre os estudos existentes a respeito dos modelos matemáticos do corpo de um ser humano, com especial atenção para o manequim matemático do homem brasileiro.

Na fundamentação teórica, fez-se uma introdução sobre as radiações ao interagirem com um material. Discorreu-se sobre as grandezas utilizadas em proteção radiológica e sobre a interação da radiação eletromagnética com a matéria e, ainda, descreveu-se o Método de Monte Carlo e sua utilização para o cálculo de dose absorvida.

---

<sup>3</sup> Parênteses nosso.

Na mensuração antropométrica da mulher brasileira, os valores médios de massa e altura foram obtidos por meio das pesquisas elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1977; IBGE, 2004) enquanto que, para se determinarem massas, formas e dimensões de órgãos e ossos de seu esqueleto, obteve-se o concurso do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina da USP, por consulta aos dados das autópsias registradas nos bancos de dados e em livros de registros desse departamento. Quanto ao volume médio das mamas da mulher, brasileira, entre 20 e 40 anos, recorreu-se a pesquisas no Departamento de Mastologia do Hospital do Câncer A. C. Camargo, em São Paulo.

De posse dos dados antropométricos da mulher brasileira, esses resultados foram comparados com dados representados pelo modelo de Snyder *et al.* (1974) e pelo modelo de Guimarães (1995).

Em virtude da distribuição espacial e à heterogeneidade das formas dos órgãos do corpo humano, houve necessidade de estudos que fornecessem subsídios e embasamento para o cálculo das Frações Absorvidas Específicas e de sua modelagem computacional, considerando-se as alterações implementadas no sistema ALGAM-97® (Warner & Craig Jr. 1968), desenvolvido pelo Laboratório Nacional de Oak Ridge, ORNL<sup>4</sup> (U.S. Atomic Energy Commission) e por outras organizações privadas e governamentais.

## 1.7 Estrutura e Organização do Trabalho

Esta tese está organizada em capítulos que podem ser, sucintamente, assim descritos:

**Capítulo 1 - Introdução.** Neste capítulo, como se está vendo, apresentou-se o tema, o histórico dos estudos dos manequins matemáticos, as motivações, os objetivos, a metodologia e a justificativa que conduziram à produção deste trabalho. Apresenta-se ainda a organização do próprio trabalho.

**Capítulo 2 - Fundamentos Teóricos.** Apresenta a interação da radiação eletromagnética com a matéria, o conceito e as grandezas de *Dose*, além da aplicação do *Método de Monte Carlo* para cálculo de dose absorvida.

**Capítulo 3 - Mensuração Antropomórfica da Mulher Brasileira.** Discute compleição física, peso, estatura e forma do corpo humano das populações mundiais no contexto da diversidade humana. Apresentam-se ainda diversos modelos que representam

---

<sup>4</sup> Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, Nuclear Division.

esses povos e, por fim, a mensuração antropomórfica da mulher brasileira descrevendo o modo como foram obtidos os valores médios de sua massa e de sua altura.

**Capítulo 4 - Desenvolvimento do Manequim Matemático da Mulher Brasileira – Resultados obtidos.** Apresenta as técnicas de modelagem matemática do corpo humano, suas evoluções e as equações que definem órgãos e esqueleto, mostrando como o modelo obtido pode representar satisfatoriamente o manequim matemático da mulher brasileira para efeito de cálculos de dosimetria interna, de modo a usá-los para determinação da dose equivalente. Neste capítulo, estão incluídas ainda as equações das regiões matemáticas do corpo, do esqueleto e dos órgãos internos.

**Capítulo 5 - Modelagem Computacional e o Método de Monte Carlo.** Expõe a fundamentação do *Método de Monte Carlo* aplicado à construção e à simulação de modelos.

**Capítulo 6 - Descrição do Software.** Contém a definição e a implementação do sistema “*cFAE – consulta Fração Absorvida Específica*”.

**Capítulo 7 - Discussões e Conclusão.** Discussão dos resultados obtidos e apresentação das considerações finais e da conclusão do trabalho.

**Capítulo 8 - Contribuições Originais do Trabalho.** Expõe as principais contribuições do trabalho para a área da Medicina Nuclear, no que tange a diagnóstico, terapia e proteção radiológica.

**Capítulo 9 - Sugestões para Trabalhos Futuros.** Expõe uma relação de propostas de pesquisas e de desenvolvimento futuros, a partir desta pesquisa.

Esta Tese possui ainda cinco apêndices e um anexo:

**APÊNDICES:**

- **Apêndice A** – contém as sub-rotinas elaboradas para representar matematicamente os órgãos da mulher brasileira para uso no programa ALGAM-97.
- **Apêndice B** – contém a tabela de Frações Absorvidas Específicas para fonte uniformemente distribuída em ambas as mamas da mulher brasileira.
- **Apêndice C** – apresenta as tabelas de Frações Absorvidas Específicas para o manequim matemático da mulher brasileira.

- Apêndice D – expressa através de gráficos as FAEs para fonte uniformemente distribuída em órgãos *alvo-fonte* versus órgãos *fonte-alvo*.
- Apêndice E – contém algumas telas de Interface Gráfica do sistema cFAE – *consulta Fração Absorvida Específica*.

**ANEXO:**

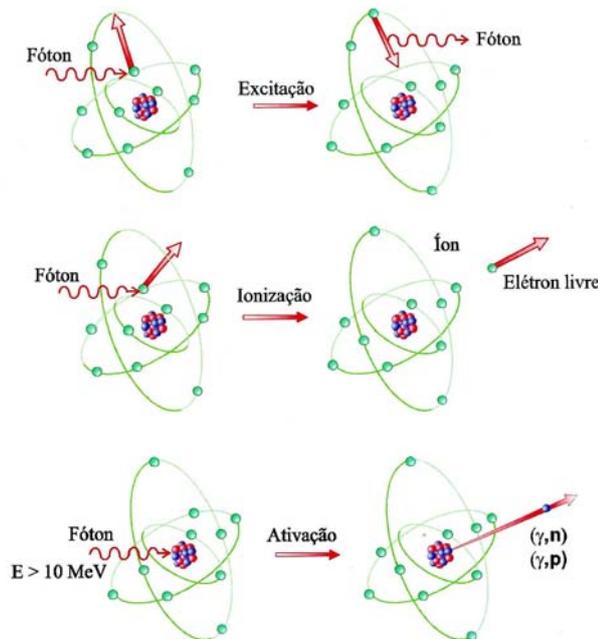
- Anexo A – apresenta o preâmbulo do livro *O Câncer*, de Antônio Prudente, publicado em 1939.

## 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Neste capítulo, apresentam-se a teoria da interação das radiações com a matéria, particularmente ao atingirem um organismo vivo, e as grandezas físicas para representar tais fenômenos.

### 2.1 Introdução

As radiações, ao interagirem com um material, podem nele provocar excitação atômica ou molecular, ionização ou ativação do núcleo. A excitação atômica ou molecular é a interação, na qual, elétrons são deslocados de seus orbitais de equilíbrio e, ao retornarem, emitem a energia excedente sob a forma de luz ou raios X característicos. A ionização é a interação em que elétrons são removidos dos orbitais pelas radiações, resultando elétrons livres de alta energia, íons ou radicais livres, quando ocorrem quebra de ligações químicas. Segundo Tauhata *et al.* (2003, p.70) “A interação de radiações com energia superior à energia de ligação dos nucleons com um material pode provocar reações nucleares e resultar num núcleo residual e na emissão de radiação. A absorção de nêutrons de baixa energia, denominados de nêutrons térmicos, pode ocorrer com certa frequência, dependendo da natureza do material irradiado e da probabilidade de captura do nêutron pelo núcleo, deixando-o também em um estado excitado” (FIG. 3).



**FIGURA 3 – Modos de interação da radiação com a matéria.**

Fonte: Tauhata *et al.* (2003, p. 71)

Dimenstein & Ghilardi Netto (2002, p. 49) esclarecem a teoria de que: “Quando um elétron passa nas proximidades do núcleo, a carga positiva desse age sobre a carga negativa do elétron. Então, o elétron é atraído para o núcleo e, com isso, é desviado de sua direção original. Assim, o elétron perde energia e é retardado quando varia de direção. A energia cinética perdida pelo elétron é emitida diretamente na forma de um fóton de radiação. A radiação produzida dessa forma é denominada *bremsstrahlung*, que significa radiação de freamento ou frenagem. Essa radiação é também denominada de radiação branca, pelo fato de ser análoga à luz branca”.

As radiações constituídas por partículas carregadas como alfa, beta e elétrons acelerados, ao atingirem a matéria, podem converter uma parte de sua energia de movimento, em radiação eletromagnética. Essa radiação, denominada de *raios X de freamento*, é o resultado da interação entre os campos elétricos da partícula incidente, do núcleo e dos elétrons atômicos. Ocorre com maior probabilidade na interação de elétrons com átomos de número atômico elevado. Como consequência do mecanismo e do ângulo aleatório de saída da partícula após a interação, a energia convertida em raios X é imprevisível, com valor variando de zero até um valor máximo, igual à energia cinética da partícula incidente (Tauhata *et al.*, 2003).

## **2.2 Principais grandezas físicas usadas em proteção radiológica**

Bellintani *et al.* (2002) elucidam que o conceito de *dose* foi introduzido em proteção radiológica por analogia ao seu uso em farmacologia, uma vez que, o que se pretendia era determinar o efeito causado por uma dose de radiação ionizante. O termo dose, como usado na farmacologia, significa a quantidade de uma substância aplicada em um ser vivo por unidade de peso de seu corpo para se obter determinado efeito biológico.

O discernimento da importância das radiações em nosso cotidiano elevou a demanda por conhecimentos teóricos acerca dos efeitos dessas radiações no corpo humano. A partir da necessidade de especificá-las e de medi-las, novas grandezas foram sendo definidas.

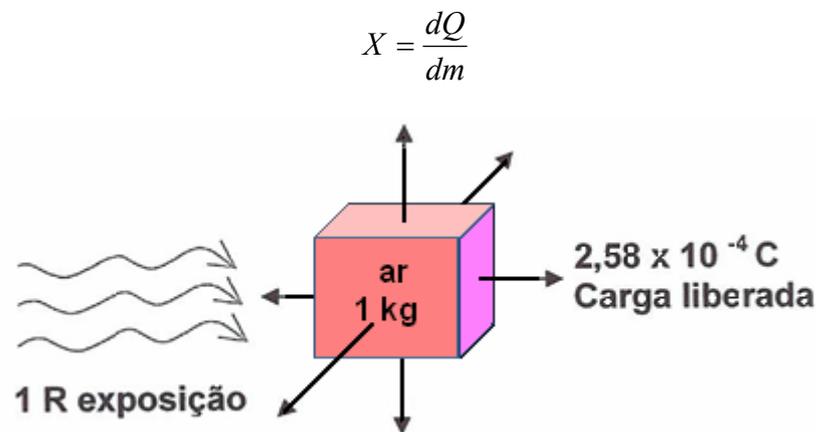
### **2.2.1 Exposição**

A primeira grandeza a ser introduzida nessa área específica da Física foi a *Exposição (X)* que, segundo Okuno (1998, p. 22), foi definida de forma muito complexa em 1928. Somente em 1962, é que conseguiram encaminhar soluções, após várias tentativas de redefinição, ocorridas durante todos esses anos. Basicamente, a Exposição é uma

grandeza que caracteriza o feixe de raios X e gama e mede a quantidade de carga elétrica produzida por ionização, no ar, por essa radiação, por unidade de massa do ar (FIG. 4). Os raios X ou gama, ao interagirem com os átomos de um determinado meio, produzem elétrons ou pares elétron-pósitron.

Exposição é o quociente de  $dQ$  por  $dm$ , no qual  $dQ$  é o valor absoluto de todas as cargas elétricas dos íons de um mesmo sinal produzidos no ar, quando todos os elétrons (negativos e positivos) liberados pelos fótons, num elemento de volume de ar, cuja massa é  $dm$ , são completamente freados no ar (Todo & Sordi, 1997; Dimenstein, 2001).

A antiga unidade de Exposição é o roentgen, ( $R$ ):  $1R = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C kg}^{-1}$ . No Sistema Internacional, passa a ser o Coulomb por quilograma:  $\text{C kg}^{-1}$ .



**FIGURA 4 – Exposição no ar.**  
Fonte: Dimenstein *et al.* (2001, p. 27)

### 2.2.2 Dose Absorvida

Como a Exposição definida em termos de ionização no ar não era adequada (Okuno, 1998, p. 22), para medir a quantidade de radiação absorvida por parte do corpo, ela não serve, por exemplo, em radioterapia. Assim, em 1950, foi introduzida uma nova grandeza, a *Dose Absorvida*, ( $D$ ). Essa grandeza é definida para qualquer tipo de radiação ionizante e para qualquer meio (vide FIG. 5), ao contrário da Exposição, definida somente para raios X e gama em um dado meio, o ar. Ela é definida pela *International Commission on Radiation Unites and Measurements* (ICRU, 1975) como sendo a energia  $\bar{\epsilon}$  da radiação absorvida pela massa  $m$  do absorvedor. Desse modo  $D$  é o quociente de  $d\bar{\epsilon}$  por  $dm$ , onde  $d\bar{\epsilon}$  é a energia média cedida pela radiação ionizante à matéria:

$$D = \frac{d\bar{\epsilon}}{dm}$$

A unidade oficial de dose absorvida recomendada pela ICRU (*op. cit.*) de 1950 a 1975 foi o rad, definida como:

$$1 \text{ rad} = 100 \frac{\text{erg}}{\text{g}} = 10^{-2} \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

O rad foi definido de tal forma que uma exposição à radiação X ou gama de 1R resultasse numa dose absorvida pelo tecido mole ou água de aproximadamente 1 rad<sup>5</sup>, isto é, a razão  $\text{rad} / R \approx 1$ , independentemente da energia de radiação. Mas isso nem sempre é verdade para outros meios. No caso do osso, por exemplo, essa razão vale aproximadamente 4 para raio X de pequena energia, usado em radiologia diagnóstica, isto é, uma exposição de 1R corresponde a uma dose absorvida pelo osso de 4 rad; para energias superiores a 300 keV, a razão rad/R é aproximadamente igual a 1.

Posteriormente, foi recomendada a substituição do rad por uma nova unidade do Sistema Internacional, o gray (Gy), sendo  $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J kg}^{-1}$  (ICRU, 1980).

A relação entre gray e o rad é dada por  $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$ .



**FIGURA 5 – Dose absorvida.**  
Fonte: Dimenstein *et al.* (2001, p. 29)

### 2.2.3 Depósito de Energia

Depósito da energia,  $\varepsilon_i$ , é a energia depositada em uma única interação,  $i$ , então  $\varepsilon_i = \varepsilon_{in} - \varepsilon_{out} + Q$  onde  $\varepsilon_{in}$  é a energia incidente (excluídas aquela de repouso),  $\varepsilon_{out}$  é a soma das energias que saem da interação (excluídas aquela de repouso),  $Q$  é a troca de energias provenientes das variações das energias das massas de repouso dos núcleos de todas as partículas envolvidas na interação. Se  $Q > 0$  então diminui a energia de repouso. Se  $Q < 0$  então aumenta a energia de repouso (ICRU, 1998, p. 15).

A unidade de energia cedida é o Joule, ( J ).

<sup>5</sup>  $1 \text{ rad} = 0,01 \text{ Gy} = 0,01 \text{ J/kg}$

### 2.2.4 Energia Cedida

Energia Cedida,  $\varepsilon$ , pela radiação ionizante à matéria num volume é definido como:  $\varepsilon = R_{in} - R_{out} + \Sigma Q$  onde,  $R_{in}$  é a energia incidente sobre o volume, isto é, as somas das energias (excluídas aquelas de repouso) de todas as partículas ionizantes com ou sem carga elétrica que entram no volume;  $R_{out}$  é a energia da radiação que sai do volume, isto é, a soma das energias (excluídas aquelas de repouso) de todas as partículas ionizantes com ou sem carga elétrica que saem do volume;  $\Sigma Q$  é a soma de todas as trocas de energia provenientes das variações das energias das massas de repouso dos núcleos e partículas elementares em qualquer transformação nuclear que ocorra no volume. Se a variação da energia da massa de repouso for positiva  $\Sigma Q$  é negativo e em caso contrário é positivo (ICRU, 1998, p. 15; Todo & Sordi, 1997, p. 6-7).

A unidade de energia cedida é o Joule, ( J ).

### 2.2.5 Dose Equivalente (Equivalente de Dose – ICRP 60)<sup>6</sup>

O tipo de dano biológico causado num meio exposto à radiação poderá ser diferente, dependendo do tipo de radiação incidente, da energia e da distribuição da radiação no tecido. Levando isso em consideração, foi introduzida em 1962, uma grandeza especial para fins de proteção radiológica, calculada a partir da multiplicação da dose absorvida por um fator numérico, adimensional, chamado fator de qualidade (Okuno, 1998, p. 23). Esse fator considera que, quanto maior o número de ionizações produzidas por unidade de comprimento, tanto maior é o dano. Para prótons, nêutrons, partículas alfa e íons pesados, recomenda-se o uso do valor 25 para o fator de qualidade (ICRU, 1986); para os raios beta emitidos pelo trítio, recomenda-se o valor 2; e para raios X gama e elétrons com energia superior a 0,030 Mev, o valor 1. Dessa forma, ainda segundo Okuno (*op. cit.*), leva-se em conta que, embora uma partícula alfa dificilmente atravesse a pele, ela provoca um dano biológico 25 vezes maior que um fóton de raios X, para uma mesma dose absorvida, se ela for emitida no interior do corpo. Essa grandeza foi denominada *Dose Equivalente (H)* e se define como o produto da dose absorvida (D) pelo fator de qualidade (Q), sendo Q adimensional:

$$H = D \times Q$$

---

<sup>6</sup> Vide adiante a situação do Brasil frente a publicação ICRP 60.

O fator de qualidade, ( $Q$ ), leva em consideração que a radiação produz maior número de ionizações no tecido, por unidade de comprimento. No primeiro caso, estão, por exemplo, partículas alfa, fragmentos de fissão; e, no segundo, raios X, raios gama e elétrons.

A unidade de Dose Equivalente adotada pela ICRU (*op. cit.*) até o ano de 1975 foi o rem:

$$1\text{rem} = 1\text{rad} \times Q$$

Para fótons  $Q = 1$  e, portanto,  $1\text{rem} = 1\text{rad}$ .

A unidade adotada para essa grandeza a partir de 1979 no Sistema Internacional em substituição ao rem é o sievert, ( $Sv$ ), sendo:

$$1Sv = 1Gy \times Q$$

Para fótons  $Q = 1$  e, portanto,  $1Sv = 1Gy$ . A relação entre sievert e o rem é:  
 $1Sv = 100\text{rem}$ .

### 2.2.6 A situação atual do Brasil frente a publicação ICRP 60

As publicações da ICRP de número 26 (ICRP, 1977) e a de número 60 (ICRP, 1990)<sup>7</sup> foram trabalhos que estabeleceram grandezas radiológicas importantes e coerente em um espaço de mais de uma década entre elas. Nesse tempo novas grandezas surgiram e outras foram substituídas.

Segundo Tauhata *et al.* (2003, p.131), alguns problemas relacionados à determinação de grandezas surgiram na introdução da ICRP 26, que serviu de base no Brasil à norma “Diretrizes Básicas de Radioproteção” (CNEN NE-3.01, 1988). A grandeza *Dose Equivalent* do ICRP 26 foi traduzida na norma brasileira para *Dose Equivalente*, ao invés de *Equivalent de Dose*, que deveria ser a tradução correta. Por outro lado, a ICRP 60 introduziu o conceito de grandeza denominada *Equivalent Dose*, ainda não adotado na norma brasileira, mas cuja tradução deve ser *Dose Equivalente* o que obrigará a CNEN a alterar a denominação da grandeza anterior ou criar uma tradução diferente para esse novo conceito.

Na FIG 6 se representa o procedimento de definição das grandezas radiológicas em sua conexão com o risco de detrimento, nas concepções da ICRP 26 e ICRP 60.

---

<sup>7</sup> Editada em julho de 1993

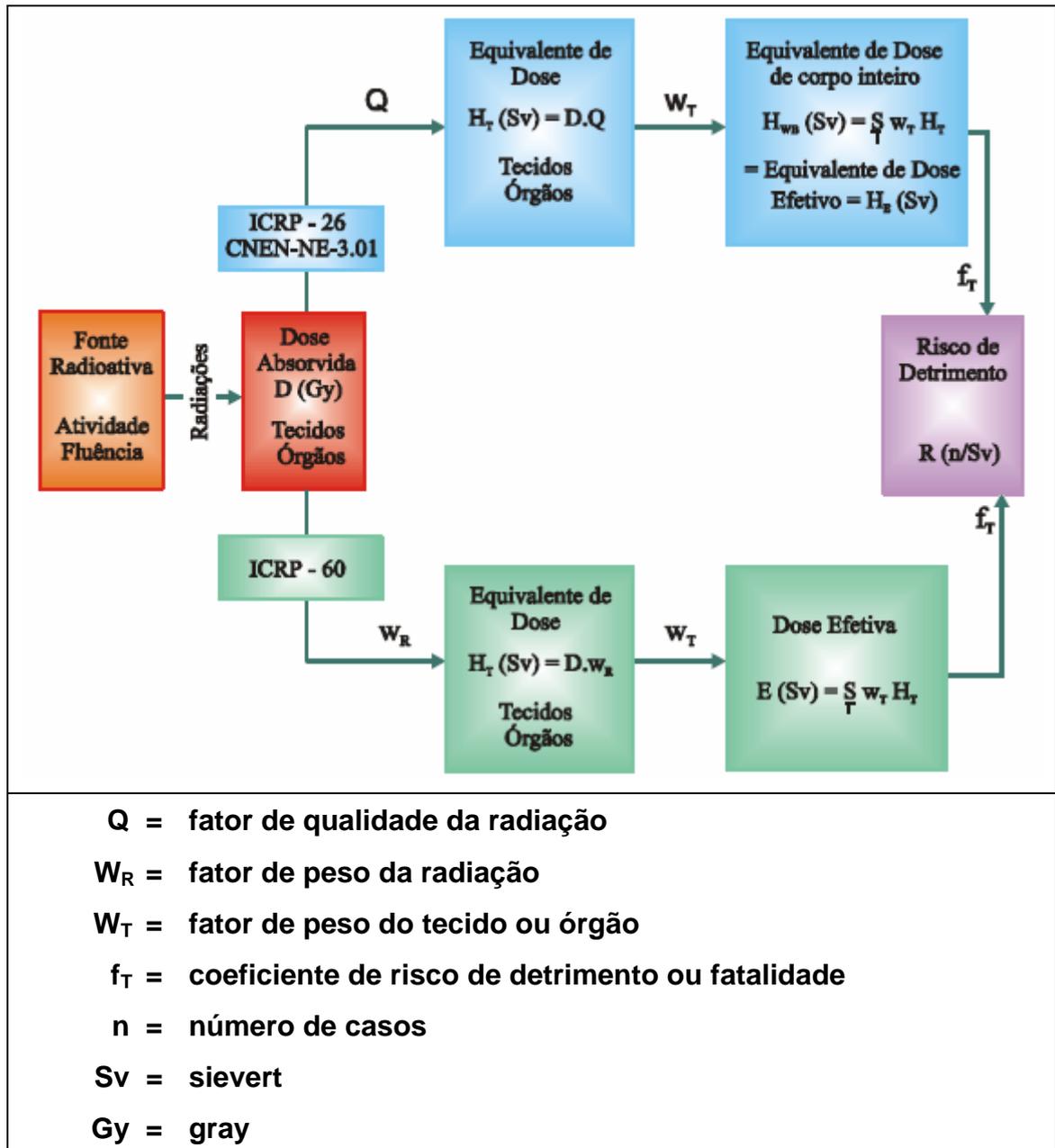


FIGURA 6 – Representação esquemática do procedimento entre ICRP 26 e ICRP 60.

Fonte: Tauhata *et al.* (2003, p.132)

Assim, no texto desta tese onde se lê *Dose Equivalente* da norma CNEN, entenda-se *Equivalente de Dose*.

### 2.2.7 Fração Absorvida e Fração Absorvida Específica

A *Fração Absorvida*  $\phi$  representa a fração da energia emitida pelo radionuclídeo no órgão fonte,  $\tau_h$ , que é depositada no órgão alvo,  $\tau_k$ , para o qual a dose é calculada. As frações absorvidas são calculadas usando-se o Método de Monte Carlo ou outras técnicas de análise.

As frações têm sido calculadas para fótons com energia entre 10 e 4000 keV, contidas em fontes puntiformes ou distribuídas com várias formas geométricas, por exemplo, esferas, elipsóides etc., assim como para manequins matemáticos projetados para simular o corpo humano (Brownell *et al.*, 1968, *apud* Guimarães, 1995).

A Fração Absorvida é definida como:

$$\phi(\tau_k \leftarrow \tau_h) = \frac{\text{Energia média depositada no alvo}}{\text{Energia total emitida pela fonte}}$$

A magnitude de  $\phi$  depende da energia, do tipo de radiação que pode ser partícula ou fóton, da relação geométrica entre a fonte e a região alvo e da distribuição da radioatividade na região fonte.

A *Fração Absorvida Específica*,  $\Phi$ , é definida como sendo o quociente da fração absorvida,  $\phi$ , pela massa do órgão alvo,  $\tau_k$ :

$$\Phi(\tau_k \leftarrow \tau_h) = \frac{\phi(\tau_k \leftarrow \tau_h)}{m_k}$$

As frações absorvidas específicas são relativamente insensíveis ao tamanho e à forma da fonte e do alvo, quando o alvo está distante da fonte.

A relação entre a dose equivalente e a fração absorvida específica pode ser indicada, segundo Snyder *et al.* (1974):

$$H = 51,15 \sum_i f_i \bar{E}_i \Phi_i(x \leftarrow y) Q_i(x) \quad (\text{rem}/\mu\text{Ci-dia})$$

onde:

$H$  é a dose equivalente por microcurie-dia;

51,15 = g-rad (MeV) x (desintegrações/ $\mu\text{Ci-dia}$ )<sup>8</sup>;

$f_i$  é fração das partículas do tipo  $i$  por integração;

$\bar{E}_i$  é a energia média do  $i$ -ésimo tipo de partícula;

$\Phi_i(x \leftarrow y)$  é a fração absorvida de energia para o  $i$ -ésimo tipo de partícula

onde são considerados os órgãos alvos ( $x$ ) e os órgãos fontes ( $y$ ) e

$Q_i(x)$  é o fator de qualidade e modificação da radiação do tipo  $i$  no órgão alvo.

<sup>8</sup> No Sistema Internacional de Medidas: gray (Gy) x becquerel (Bq)

### 2.3 Interação da radiação eletromagnética com a matéria

A radiação ionizante, ao atingir um organismo vivo, interage com os átomos das moléculas que compõem suas células, podendo ocasionar, pela deposição de energia nos tecidos, danos biológicos ou simplesmente liberação de calor. Isto é mostrado esquematicamente na FIG. 7 (Johns *et al.* 1971, *apud* Deus, 1978).

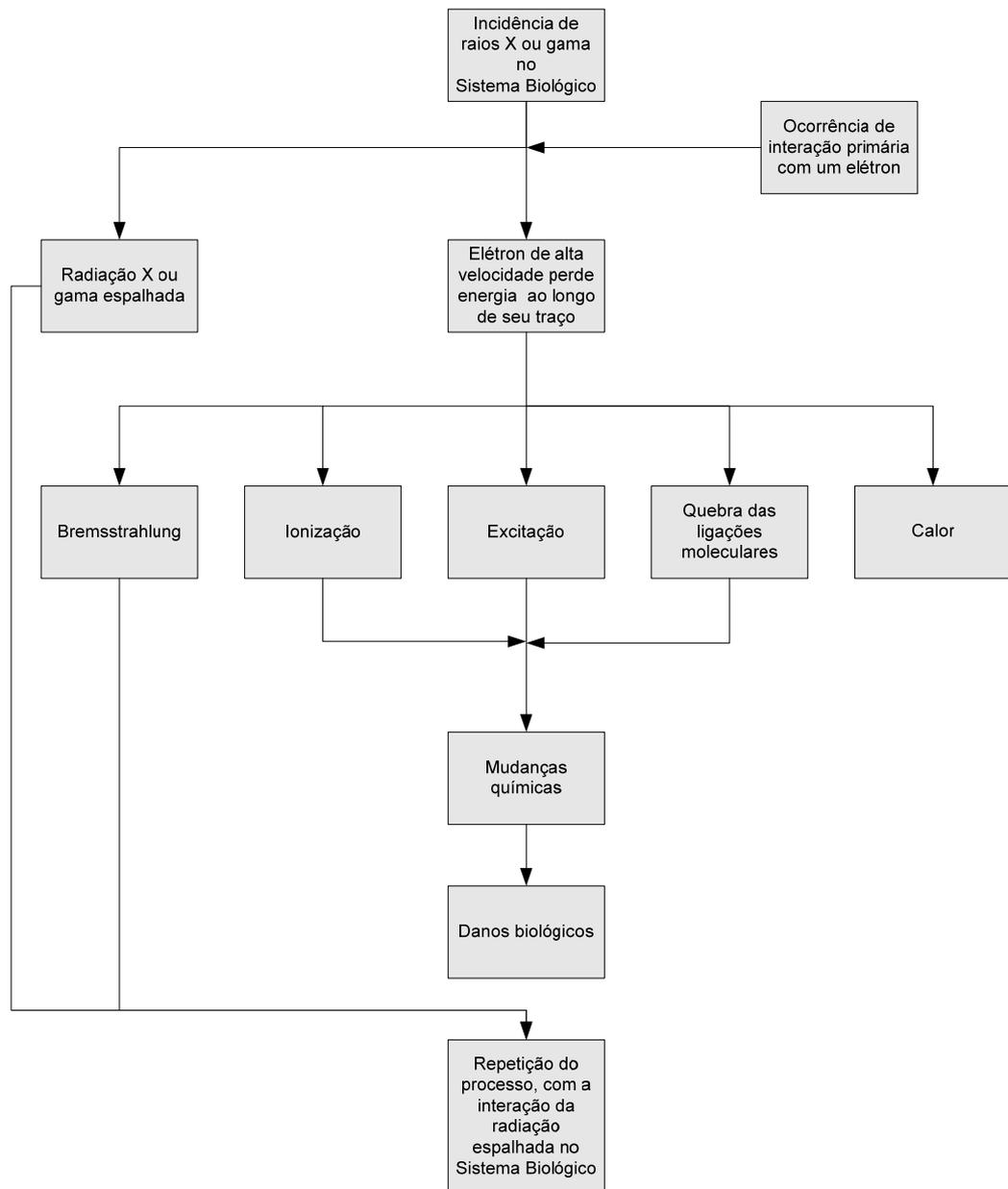
Inicialmente, o fóton colide com um dos elétrons dos átomos que compõem o tecido. Esse elétron é posto em movimento e o fóton espalhado prossegue com energia menor, colidindo com outros elétrons, da mesma maneira que o fóton primário, até ser completamente absorvido pelo tecido ou escapar do sistema biológico.

O elétron posto em movimento produz um traço ao longo do qual ionização e/ou excitação dos átomos ou quebra das ligações moleculares podem ocorrer e são as responsáveis pelo dano biológico.

Contudo, a maior parte da energia do fóton é convertida em calor, não havendo, portanto, ocorrência de danos nas células, o efeito bremsstrahlung pode também ser produzido por alguns dos elétrons de alta energia quando são freados por colisões. Essa radiação interagirá com o tecido, da mesma maneira como os fótons primários e os fótons espalhados (Guimarães, 1995; Deus, 1978; Attix *et al.*, 1968).

A radiação eletromagnética interage com o tecido humano por meio de três processos principais, descritos a seguir: *Fotoelétrico*, *Compton* e *Produção de Pares* (Greening, 1968; Guimarães, 1995; Deus, 1978; Dimenstein *et al.*, 2001; Castro Jr. *et al.*, 2000):

- O *processo fotoelétrico* ocorre com a influência recíproca entre o elétron e o fóton, em que esse desaparece, cedendo toda sua energia àquele, para sua remoção do átomo. Ocorre predominantemente para energias pequenas e para materiais com elevado número atômico,  $Z$ .
- Para faixas maiores de energia, existe a possibilidade de transferência parcial da energia incidente com a matéria. Essa interação é chamada de *processo Compton*.
- Para os fótons com energia maior do que 1,022 MeV, a interação não ocorre mais com os elétrons, mas sim, com o núcleo. Esse mecanismo de interação da radiação com a matéria é chamado de *produção de pares*.

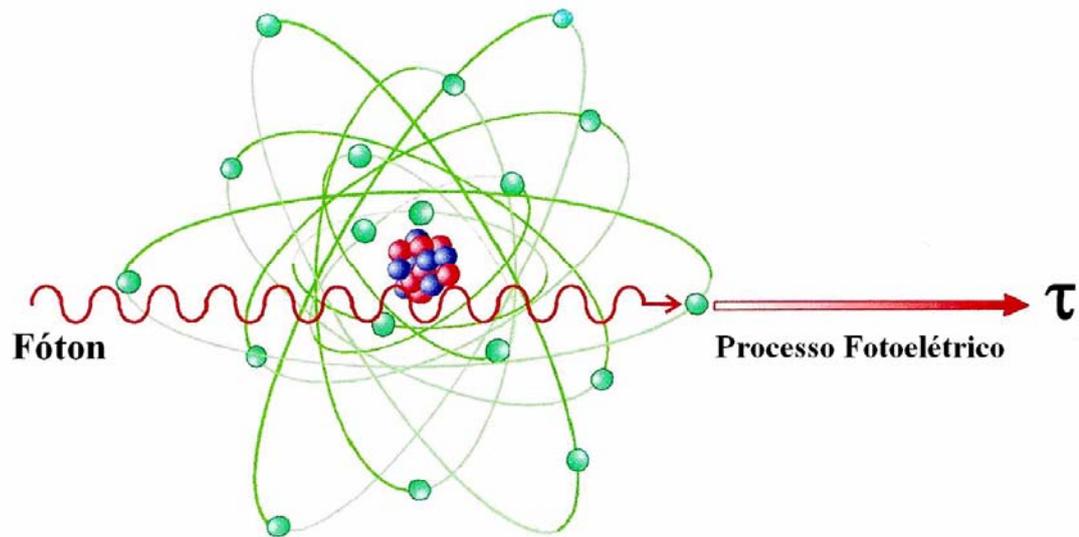


**FIGURA 7 – Degradação da energia dos fótons incidentes no sistema biológico.**

### 2.3.1 Processo Fotoelétrico

O processo fotoelétrico ocorre quando um fóton interage, por exemplo, com um elétron da camada mais interna (K), removendo-o do átomo, como se vê na FIG. 8. Toda energia desse fóton é cedida ao elétron e à sua remoção do átomo. Portanto, neste processo, o fóton desaparece. Sendo  $h\nu$  a energia do fóton, onde  $h$  é a constante de Planck, e  $\nu$  é a sua frequência, o elétron é lançado com uma energia cinética dada por  $\tau = h\nu - E_k$ , onde,  $E_k$  é a energia de ligação, no caso dos elétrons da camada K.

O átomo permanece com uma lacuna na órbita K apenas por alguns instantes, pois, havendo ionização, o átomo fica num estado excitado e volta ao seu estado fundamental pelo preenchimento da lacuna por um elétron de outra camada. Quando o elétron cai para a camada K, ele libera energia e a quantidade de energia liberada é característica de cada elemento; a radiação produzida pelo deslocamento de elétron dentro de um átomo é chamada de radiação característica.



**FIGURA 8 – Representação do processo fotoelétrico.**

Fonte: Tauhata *et al.* (2003, p. 73).

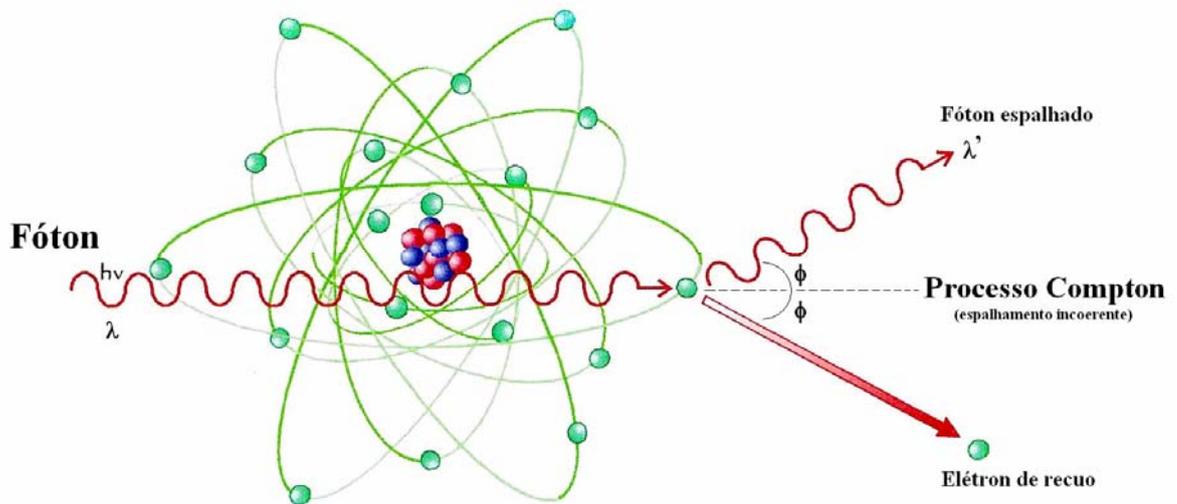
Assim, se  $\delta$  é a energia média da radiação característica emitida por um fóton absorvido, então  $(h\nu - \delta)$  é a energia transferida para o elétron da camada K. O coeficiente de transferência de energia dividido pela densidade do absorvedor é então dado por:

$$\frac{\tau_k}{\rho} = \frac{\tau}{\rho} \left( \frac{h\nu - \delta}{h\nu} \right) = \frac{\tau}{\rho} \left( 1 - \frac{\delta}{h\nu} \right)$$

onde  $\tau$  é o coeficiente de atenuação total.

### 2.3.2 Processo Compton

No processo Compton, mostrado esquematicamente na FIG. 9 (Tauhata *et al.*, 2003), um fóton incidente com uma energia relativamente alta atinge um elétron livre da última camada (mais externa), ejetando-o de sua órbita. O fóton é defletido pelo elétron, desviando-se de sua trajetória original e transformando-se em uma radiação espalhada. Tanto o fóton quanto o elétron são espalhados. O fóton incidente sempre retém parte de sua energia original e essa reação produz um par de íons, ou seja, um átomo positivo e um elétron negativo.



**FIGURA 9 – Representação do processo Compton.**

Fonte: Tauhata *et al.* (2003, p. 75).

Em 1923, Compton verificou que o elétron, ao entrar em oscilação, pode sofrer um recuo e o fóton espalhado teria uma energia  $h\nu'$  menor que a energia incidente  $h\nu$ , ou seja,  $h\nu = h\nu' - E$ , onde  $E$  é a energia cinética do elétron de recuo. Como a quantidade de movimento é conservada, as energias podem ser calculadas como:

$$E = h\nu' \frac{\alpha(1 - \cos \phi)}{1 + \alpha(1 - \cos \phi)}$$

$$h\nu = h\nu' \frac{1}{1 + \alpha(1 - \cos \phi)}$$

$$\alpha = \frac{h\nu}{m_0 c^2}$$

onde  $\phi$  é o ângulo formado entre as direções de incidências do fóton inicial e do fóton espalhado;  $m_0 c^2$  é a energia de repouso do elétron.

Quando ocorre uma colisão frontal de um fóton com um elétron, esse último se moverá com energia máxima na direção do fóton incidente. O fóton, por sua vez, será retro-espalhado com energia mínima. Essas energias se representam tornando-se o ângulo  $\phi = 180^\circ$ , ficando, assim, as equações acima:

$$E_{\max} = h\nu' \frac{2\alpha}{1 + 2\alpha}$$

$$h\nu_{\min} = h\nu' \frac{1}{1 + 2\alpha}$$

Se, na colisão, o fóton espalhado prosseguir na mesma direção do fóton incidente ( $\phi = 0$ ), as energias serão:

$$\begin{aligned} E &\equiv 0 \\ hv' &\cong hv \end{aligned}$$

Nesse tipo de colisão, toda energia do fóton incidente é carregada pelo fóton espalhado e a energia do elétron, então, é aproximadamente zero. O coeficiente de transferência de energia é dado por:

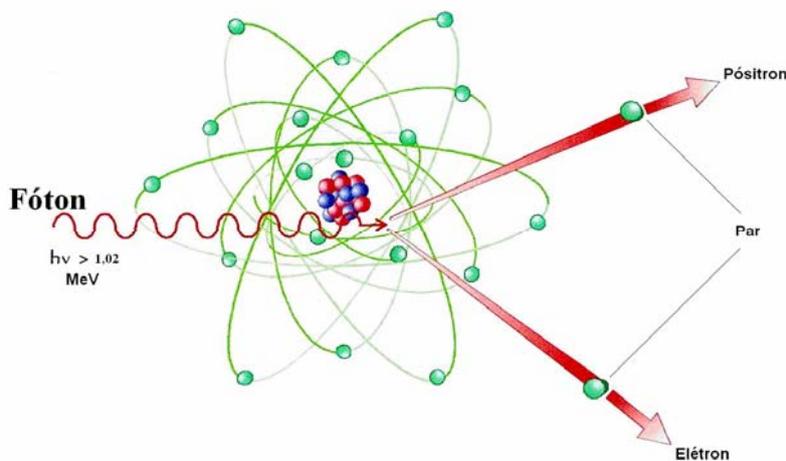
$$\tau_k = \sigma \frac{\bar{E}_k}{hv'}$$

onde  $\bar{E}_k$  e  $\sigma$  são respectivamente a energia média do elétron de recuo e o coeficiente de atenuação total para o espalhamento. O coeficiente de espalhamento é definido por:

$$\sigma_s = \sigma \left( \frac{1 - \bar{E}_k}{hv'} \right)$$

### 2.3.3 Produção de Pares

Um fóton de alta energia, ao interagir com o núcleo de um átomo, desaparece e sua energia é transformada em matéria, sob a forma de dois corpúsculos: um elétron convencional e outro positivo – ou seja, uma partícula com a mesma massa do elétron, mas de carga positiva – denominada pósitron (par pósitron-elétron). Esse processo pode ocorrer quando um fóton de energia maior que 1,022 MeV passa próximo ao núcleo. O desaparecimento do fóton deve-se ao fato de haver interação com o campo do núcleo, como se vê na FIG. 10 (Tauhata *et al.*, 2003).



**FIGURA 10** – Absorção de fótons por produção de pares.  
Fonte: Tauhata *et al.* (2003, p. 77).

O processo pode ser descrito por:

$$h\nu = 1,022 + E_+ + E_-$$

onde  $E_+$  é a energia cinética do pósitron e  $E_-$  é a energia cinética do elétron.

O pósitron, após perder sua energia cinética, é logo aniquilado ao interagir com um elétron  $e$ , como resultado, são emitidos dois fótons com 0,511 MeV de energia cada um, na mesma direção mas em sentidos opostos.

Acima da energia limiar de 1,022 MeV para o processo de produção de pares, a seção de choque aumenta lentamente para energias crescentes. Assim, um fóton de energia elevada tem maior probabilidade de ser eliminado por esse processo do que um fóton de menor energia.

O coeficiente de transferência de energia do processo é chamado de  $\pi_k$ ; o coeficiente de atenuação é chamado de  $\pi$ ; e ambos são relacionados da seguinte maneira:

$$\pi_k = \pi \frac{\bar{E}_k}{h\nu}$$

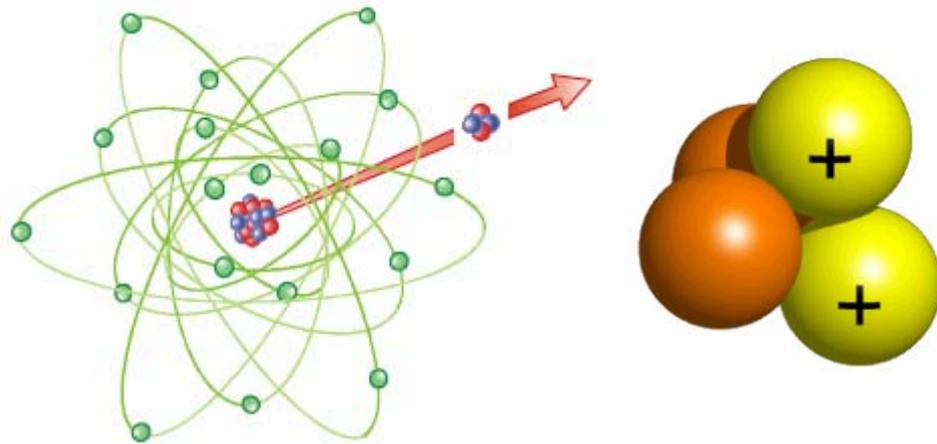
onde  $\bar{E}_k$  é a energia cinética média por colisão das partículas carregadas (o pósitron elétron). Uma vez que o pósitron criado tem uma pequena probabilidade de ser aniquilado antes de atingir o repouso, a energia que aparece como radiação de aniquilação é igual a 1,022 MeV e,  $\bar{E}_k = h\nu - 1,022$ . Portanto, dessa expressão, temos:

$$\pi_k = \pi \frac{(h\nu - 1,022)}{h\nu} = \pi \left( 1 - \frac{1,022}{h\nu} \right)$$

Parte da energia do elétron e do pósitron pode ser convertida em Radiação de frenamento ou *bremstrahlung* e escapar do meio absorvedor, tornando o coeficiente de absorção de energia menor que  $\pi$ .

## 2.4 Partículas alfa e núcleos de recuo

Para partículas alfa e núcleos de recuo (FIG. 11), supõe-se que a energia seja absorvida no tecido fonte, exceto para órgãos com paredes e conteúdo, onde a contribuição da energia é estimada para a dose de superfícies da parede (Guimarães, 1995, p. 26).



**FIGURA 11 – Partícula alfa: dois prótons e dois nêutrons.**  
 Fonte: Tauhata *et al.* (2003, p. 24).

## 2.5 Partículas beta e elétrons

A partícula beta é uma partícula carregada negativamente, isto é, um elétron ejetado em alta velocidade do núcleo do átomo, quando um de seus nêutrons torna-se um próton. Uma partícula beta é mais penetrante, produz uma densidade de ionização menor e possui um alcance maior que uma partícula alfa de mesma energia. O alcance de uma partícula beta de 3 MeV de energia é de, respectivamente, 1260, 1,50 e 0,56cm no ar, no tecido humano e no alumínio. Em virtude de sua pequena massa, a trajetória das partículas beta é tortuosa (Spiers, 1968, *apud* Guimarães, 1995, p. 25).

As partículas beta emitidas por potássio-40, estrôncio-90 e césio-137 podem penetrar cerca de 0,5cm no tecido humano.

Geralmente, a dose absorvida (ou equivalente) devido às partículas beta para fontes de mesma atividade e aproximadamente mesma energia é bem maior que a dose devida à fonte gama. Isso ocorre se a fonte beta estiver a uma menor distância do alvo do que a fonte gama. Se, por exemplo, a distância for dez vezes menor, a fonte beta se tornará cem vezes mais potente. Se o alvo for o tecido do corpo humano, este freará todas as partículas beta, fazendo com que toda a energia seja dissipada no próprio tecido.

A radiação beta representa, portanto, um perigo maior em caso de exposição interna, por exemplo, no caso de absorção do estrôncio-90, que se deposita nos ossos e emite radiação beta de energia máxima de 3 MeV.

Para elétrons, pósitrons e partículas beta, a contribuição dessas radiações de curto alcance na interação com a matéria é geralmente tomada como zero, se a fonte e alvo não forem o mesmo órgão. As exceções para essa regra são os órgãos com paredes quando

a fonte está dentro do conteúdo, por exemplo, bexiga urinária, estômago e intestino (Spiers, 1968, *apud* Guimarães, 1995, p. 26).

## 2.6 Método de Monte Carlo para cálculo de dose absorvida

### 2.6.1 Introdução

A técnica de Monte Carlo, que será detalhada no Capítulo 5, é um método estatístico de resolução de problemas matemáticos, utilizado para estudar o comportamento macroscópico de um sistema, simulando variáveis aleatórias microscópicas. No presente trabalho, esse método foi utilizado para a previsão estatística de taxas de interação, do coeficiente de absorção de energia e de caminhos seguidos pela radiação (Guimarães, 1995; Deus, 1978; Warner & Craig Jr. 1968).

### 2.6.2 Descrição geral

Para contornar as dificuldades encontradas na avaliação da absorção de energia nos vários órgãos e regiões do corpo, quando fontes radioativas estão presentes no seu interior, desenvolveu-se um manequim matemático que contém os dados aproximados do homem referência.

O manequim matemático ora apresentado é composto de três tipos de tecidos, a saber: o *tecido mole*, o *esqueleto* e os *pulmões*. Para se determinar um local de interação do fóton, o método de obtenção do local de interação baseia-se na escolha de um coeficiente de atenuação  $\mu_0$  maior ou igual ao de qualquer dos tecidos acima. Esse local de interação é então determinado pela expressão:

$$R = 1 - e^{-\mu_0 d}$$

onde  $d$  é a distância atravessada pelo fóton até ocorrer a interação; e  $R$  é um número aleatório, compreendido entre 0 e 1.

Portanto, o ponto de interação à distância  $d$  do ponto de partida na direção do fóton é testado para a região que o contém. Tomando-se certa região  $i$ , começa então um jogo de possibilidades, a probabilidade de aceitação  $\frac{\mu_i}{\mu_0}$ , onde  $\mu_i$  é o coeficiente de atenuação total da região. Em seguida, gera-se um número aleatório (randômico)  $R$  para se verificar se houve a interação do fóton nessa região  $i$ . Quando  $R \leq \frac{\mu_i}{\mu_0}$ , o local de interação

será aceito e, em caso contrário, o fóton prosseguirá seu percurso, partindo do ponto alcançado com a mesma direção e energia.

A expectativa correta para o fóton atingir qualquer ponto na direção da propagação é obtida por meio desse procedimento, não importando quantas interfaces ele deverá atravessar. O fóton tem uma probabilidade finita de absorção que predomina para pequenas energias e, assim, poucos fótons penetrarão grandes distâncias, ficando pobre a estatística. Para compensar parcialmente essa dificuldade, a cada fóton é dado um fator de ponderação inicial de valor unitário. Após cada interação pelo processo Compton, é calculado o fator de ponderação – cuja função é expressar a probabilidade de sobrevivência – e é atribuído ao fóton espalhado. O fator de ponderação, depois de cada interação Compton, é expresso por:

$$W_n = W_{(n-1)} \frac{\mu_c(E_{(n-1)})}{\mu(E_{(n-1)})}$$

onde  $W_{(n-1)}$  é o fator de ponderação antes da  $n$ -ésima interação e  $\mu_c(E_{(n-1)})$  e  $\mu(E_{(n-1)})$  são os coeficientes de atenuação de massa para o espalhamento Compton e o coeficiente de atenuação de massa total, respectivamente. Essa redução do fator de ponderação sofrida pelo fóton é igual à probabilidade de ocorrência do espalhamento Compton que o fóton sofreria no processo físico real.

A história do fóton termina quando:

- ele escapa do manequim; ou
- sua energia cai abaixo de 4 keV; ou ainda
- seu fator de ponderação torna-se abaixo de  $10^{-5}$ .

Nos dois últimos casos, a energia é considerada localmente absorvida.

Para a  $n$ -ésima interação, a deposição de energia no meio é dada por:

$$E_n = W_{(n-1)} \left[ \frac{\mu_{pe}(E_{(n-1)})}{\mu(E_{(n-1)})} E_{(n-1)} + \frac{\mu_c(E_{(n-1)})}{\mu(E_{(n-1)})} (E_{(n-1)} - E_n) + \frac{\mu_{pp}(E_{(n-1)})}{\mu(E_{(n-1)})} (E_{(n-1)} - 2m_0c^2) \right]$$

onde

$$\mu_{pe}(E_{(n-1)}), \mu_c(E_{(n-1)}) \text{ e } \mu_{pp}(E_{(n-1)})$$

são respectivamente os coeficientes de atenuação de massa para os processos fotoelétrico, Compton e produção de pares antes da colisão; e  $m_0c^2$  é a energia de repouso do elétron.

Quando ocorre o processo fotoelétrico, a energia total do fóton é localmente absorvida. O mesmo acontece com a energia do pósitron e do elétron na Produção de Pares.

A aniquilação do pósitron produz dois fótons de energia 0,511 MeV cada um e fator de ponderação total igual a:

$$2W_{(n-1)} \frac{\mu_{pp}(E_{(n-1)})}{\mu(E_{(n-1)})}$$

e tem uma direção aleatória de propagação, porém com sentidos opostos. O alcance dos pósitrons e dos elétrons também é levado em consideração nos cálculos.

### 3. MENSURAÇÃO ANTROPOMÓRFICA DA MULHER BRASILEIRA

Neste capítulo, é apresentado o histórico de estudos de modelos matemáticos do corpo humano, a descrição de suas evoluções, de seus aprimoramentos e das adequações implementadas. Expõem-se ainda como se chegou aos valores médios de massa e altura da mulher brasileira, além das equações que definem as regiões internas e externas de seu manequim matemático.

#### 3.1 Introdução

Como visto no Capítulo 1 deste trabalho, em meados do século passado, após a Segunda Guerra Mundial, a comunidade científica manifestou sua preocupação quanto ao uso das radiações. Esse fato fez surgir diversos trabalhos para o equacionamento da relação do ser humano com a radiação, aproveitando seus benefícios e procurando eliminar seus riscos.

O conceito do *Homem Padrão* e posteriormente, o de *Homem Referência* – terminologia usada após o Comitê II da Comissão Internacional em Proteção Radiológica (ICRP, 1974) – teve o objetivo de padronizar os dados físicos e biológicos necessários para o cálculo de dose interna. O *Homem Referência* não representa a média da humanidade, um determinado grupo ou um determinado indivíduo em particular, não existindo, portanto, nenhuma relação em termos estatísticos.

Médicos e Físicos podem fazer o cálculo de dose para um indivíduo específico, tomando como base o *Homem Referência*, pois suas características estão bem definidas já que, para a definição de seus segmentos, foram tomados os dados que caracterizam o ser humano. Em caso de estimativa rotineira de dose, em que a exposição do indivíduo seja pequena, é bastante útil a existência de um referencial que permita ignorar pequenas diferenças individuais. Havendo, porém, a necessidade de doses maiores e mais precisas, basta que se faça um refinamento, levando-se em conta os resultados disponíveis para o *Homem Referência*.

A estrutura corporal e as principais características do *Homem Referência* são as seguintes (ICRP, *op. cit.*):

- idade na faixa de 20 a 30 anos;
- altura de 170cm;

- massa de 70 kg;
- vivendo em clima de temperatura média entre 10 e 20 °C;
- volume de ar inalado de  $2 \cdot 10^7 \text{ cm}^3$  por dia;
- volume de água incorporada de 3,0 litros por dia.

Segundo Todo (1979), diversas pesquisas foram feitas com o objetivo de definir as suas características físicas e biológicas e, nessas, podem-se encontrar dados sobre a massa, a dimensão e a densidade de cada órgão, bem como, suas composições biológicas quanto a proteínas, lipídios, carboidratos e outros. Além desses, verificam-se dados relacionados com a composição elementar dos tecidos do corpo e dos órgãos, e também, com a incorporação e excreção dos elementos.

### 3.2 Modelo matemático da Mulher Referência

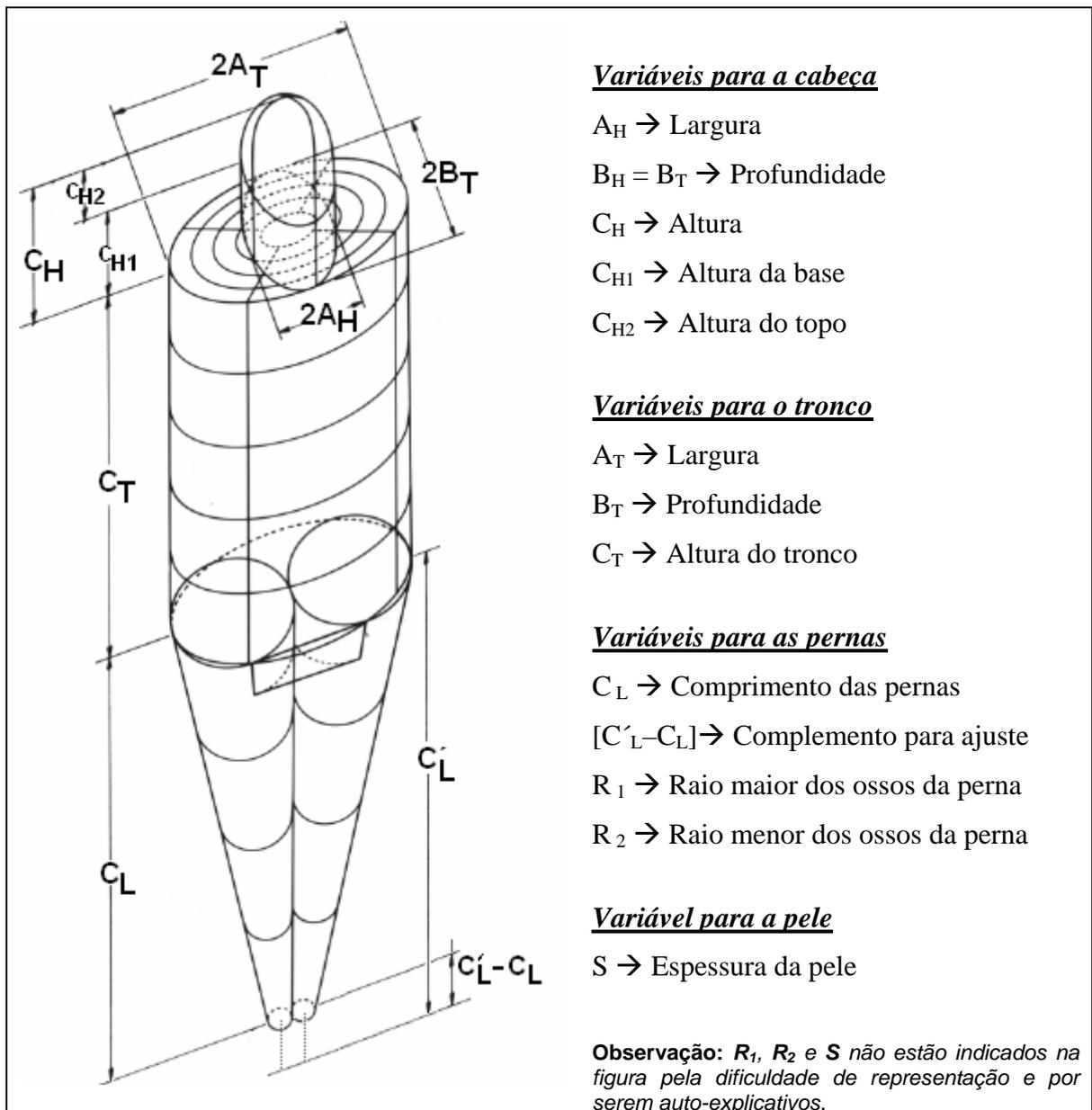
Por meio dos dados aproximados do *Homem (Mulher) Referência*,<sup>9</sup> tais como: dimensão, forma, composição e densidade, publicados pela Comissão Internacional em Proteção Radiológica (ICRP, 1974), foi construído um modelo matemático do homem, em que o corpo e seus principais órgãos são descritos por expressões matemáticas. Esse modelo é constituído por figuras geométricas regulares, tais como: cilindros, seções de cones, elipsóides, esferas e planos que simulam as formas e as dimensões do corpo humano.

Pode-se observar na FIG.12 que o modelo apresenta-se na posição ereta, possui aproximadamente a forma adulta do corpo humano e é dividido em três regiões principais, representadas pelas seguintes figuras geométricas (Snyder *et al.*, 1974; Cristy, 1980; Cristy e Eckerman, 1987):

- um cilindro elíptico, representando a região do pescoço e a parte inferior da cabeça. A parte superior é representada por seção de um elipsóide;
- um cilindro elíptico, representando o tronco e onde se encontram embutidos os braços, o tórax e os quadris;
- dois cones circulares seccionados no vértice, representando as pernas e os pés, associados a uma região plana frontal, delimitando a região genital.

---

<sup>9</sup> Como o manequim é hermafrodito, usualmente, é designado pelo nome masculino: *Homem Referência*.



**FIGURA 12 – Variáveis biométricas do manequim.**

Fonte: Cristy e Eckerman (1987).

### 3.3 Outros manequins no contexto da diversidade humana

Sabe-se que compleição física, peso, estatura, forma do corpo, cor etc. das populações mundiais são diferentes entre si por diversos motivos, entre os quais se podem citar: influência das diferentes regiões climáticas, costumes alimentares, relevo das diferentes regiões do planeta, além de problemas econômicos e sociais distintos.

O Homem Referência foi baseado em indivíduos com idade entre 20 e 30 anos, com uma população formada em quase sua totalidade por caucasianos que, em geral, apresentam uma estrutura óssea avantajada, tendo uma alimentação rica em carboidratos,

proteínas e sais minerais, que o diferencia de outros povos, entre eles, o brasileiro. Percebendo que esse modelo não se ajustava totalmente a outros países, sobretudo aos em desenvolvimento e visando a explorar e a analisar as características antropométricas de populações no contexto da diversidade humana, vários outros manequins foram calculados para exprimir melhor a realidade de cada população. Tais estudos converteram-se em várias publicações, das quais se podem citar:

- Brasileiro (Guimarães, 1995);
- Coreano (Kim *et al.*, 2005);
- Indiano (Jain *et al.*, 1995);
- Japonês (Tanaka *et al.*, 1979);
- Paquistanês (Akhter *et al.*, 2001);
- Saudita (Al-Harithy, 2004) etc..

### 3.4 Manequim matemático do Homem Brasileiro

O IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – publicou em 1977 uma pesquisa dos dados antropométricos de 53.466 brasileiros e brasileiras com idades entre 0 e 75 anos. Esse trabalho foi atualizado em 2002 e 2003, tendo sido publicado em 2004 (IBGE, 2004). Essa pesquisa do IBGE serviu de subsídio para o desenvolvimento do *Manequim Matemático do Homem Brasileiro para Cálculos de Dosimetria Interna*, (Guimarães *et al.*, 2002, p. 475-485), para fins de comparação das Frações Absorvidas Específicas com o Homem Referência (FIG. 13 e FIG. 14). Esse modelo brasileiro apresenta a estatura de 1,68m e a massa de 62kg, mostrando que existem realmente diferenças nas FAEs dos órgãos dos brasileiros, devido ao fato de esse possuir estatura e massa corporal menor que o Homem Referência.

### 3.5 Manequim matemático da Mulher Brasileira

Segundo o IBGE (2004), a coleta das medidas antropométricas de peso, altura e perímetro braquial<sup>10</sup> da população brasileira foi realizada em todos os moradores encontrados durante o período da entrevista realizada entre julho de 2002 a junho 2003, em todos os domicílios visitados.

---

<sup>10</sup> Pertencente ou relativo aos braços, braçal (Segundo o Dicionário Básico da Língua Portuguesa de Aurélio Buarque de Holanda Ferreira).

Para a mensuração do peso, foi utilizada uma balança eletrônica portátil, com capacidade de 150 quilogramas. O valor do peso, obtido em grama, foi arredondado para quilograma e, então, registrado.

A altura foi medida com trenas graduadas em milímetros e capacidade de três metros. A altura de um indivíduo é a distância que vai da sola dos pés ao topo de sua cabeça. Em indivíduos com idade maior ou igual a dois anos a altura foi mensurada com a pessoa na posição vertical (estatura) e nos indivíduos menores de dois anos, a altura foi, mensurada com o indivíduo na posição horizontal (comprimento) e distendido sobre superfície horizontal, lisa e plana. A altura de cada pessoa foi arredondada de milímetros para centímetros e, então, registrada.

O registro correspondente ao sexo das pessoas de cada domicílio visitado foi realizado, obedecendo a estas categorias: *masculino*, *feminino-não-gestante e feminino-não-lactante*, *feminino-gestante e feminino-lactante*. Para os moradores do sexo feminino, a definição ocorreu pela situação em que se encontravam no momento da entrevista.

Para o presente trabalho, os dados apresentados pelo IBGE não foram usados em sua totalidade. A população feminina de interesse foi estabelecida para uma faixa etária entre 20 e 40, anos como na determinação do *Manequim Matemático do Homem Brasileiro* (Guimarães, 1995).

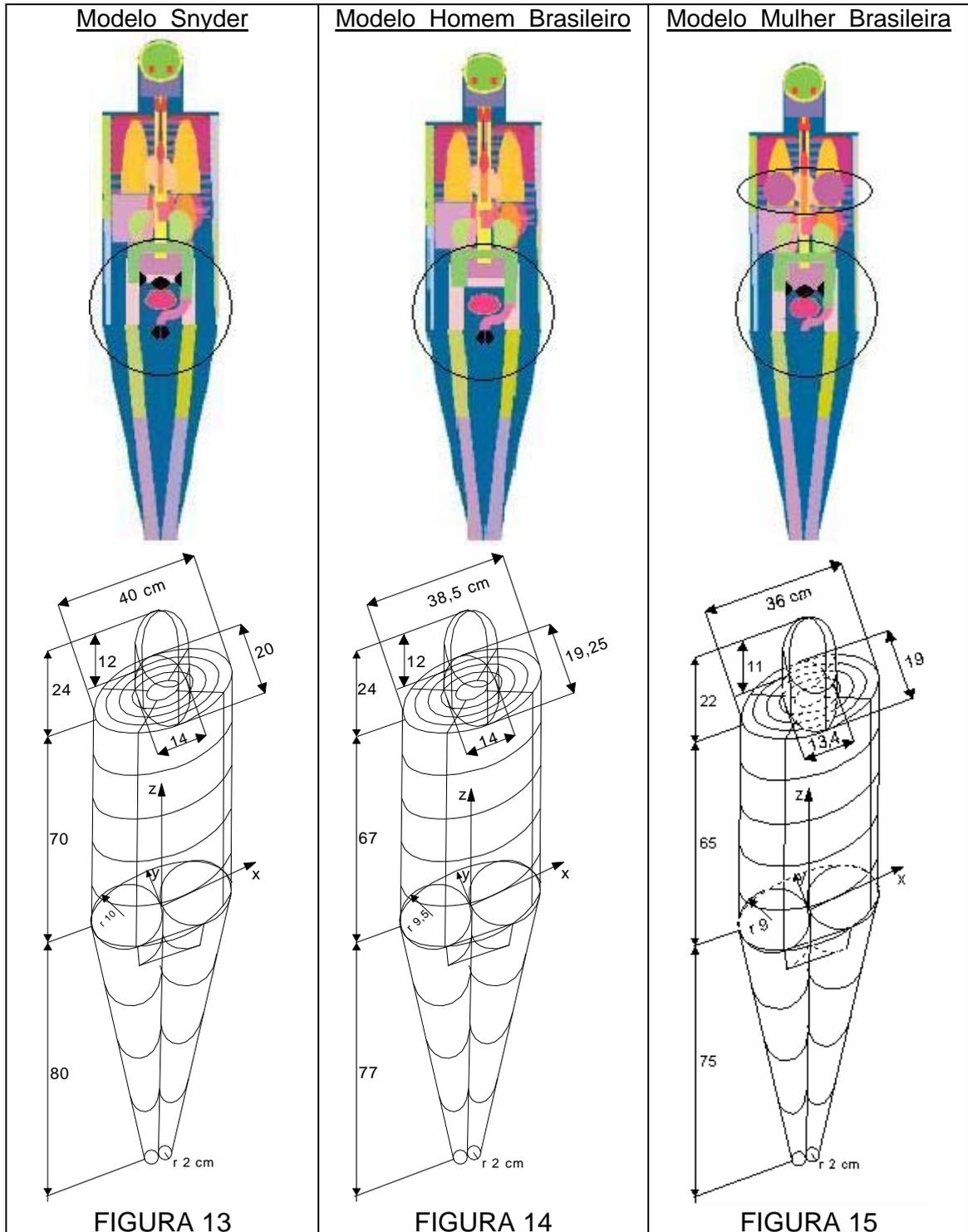
Foram excluídas ainda as pessoas que se declararam *gestante e lactante*, seguindo recomendações da OMS – Organização Mundial de Saúde – para a avaliação do perfil antropométrico de populações de adultos (Physical, 1995, *apud* IBGE, 2004).

### 3.5.1 Estatura e peso corporais

Baseada nas pesquisas do IBGE (1977; 2004) acima expostas, foram calculadas pela média ponderada a altura e massa da mulher brasileira (FIG. 15). Os dados encontrados foram:

- Altura:  $162,0 \pm 2,8\text{cm}$
- Massa:  $58,2 \pm 0,8\text{kg}$

A mensuração corporal da mulher brasileira e a metodologia para obtê-la serão expostas na seção a seguir.



**FIGURA 13 – Dimensões do Manequim Matemático apresentado por Snyder.**

**FIGURA 14 – Dimensões do Manequim Matemático do Homem Brasileiro.**

**FIGURA 15 – Dimensões do Manequim Matemático da Mulher Brasileira.**

Observação: Pode-se verificar na parte superior das figuras, nos destaques, que o modelo e Snyder é hermafrodito, possui ovários, útero e testículos; o modelo do Homem Brasileiro possui testículos e o modelo da Mulher Brasileira, possui ovários, útero e mamas.

### 3.5.2 Determinação da massa dos órgãos, do esqueleto e dos tecidos

Para determinar massas, formas e dimensões dos órgãos que compõem o Manequim Matemático da Mulher Brasileira, foram pesquisados os bancos de dados do *Departamento de Patologia* da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - FMUSP. A pesquisa foi feita com os recursos do *SISPATOL*<sup>®</sup> – *Sistema de Patologia Autópsia e Biópsia* –, um código de computação desenvolvido sob encomenda do Departamento de Patologia da FMUSP à softhouse *ETZ Informática*,<sup>11</sup> onde estão cadastrados os *Anuários do Instituto Médico Legal* desde o ano de 1999.

Para atender aos propósitos deste trabalho, houve necessidade de se alterar o sistema SISPATOL, que graças à criação de um novo sub-menu permite selecionar a busca aos bancos de dados mediante a filtragem de novos campos: *idade, sexo, tipos de doenças, causa da morte e história clínica*. Essa alteração no sistema foi possível através de solicitação do *Centro de Medicina Nuclear* da FMUSP ao Departamento de Patologia o que permitiu a agilização das pesquisas desta tese.

Para este trabalho, filtrou-se o sistema, selecionando apenas indivíduos do sexo feminino com idade entre 20 e 40 anos, quando de seu óbito. Esse levantamento foi desenvolvido de modo que cada órgão lesado na morte não era levado em consideração, bem como, se o mesmo não fora prejudicado pela *causa mortis*. Na Tabela 1, observam-se as massas dos órgãos e ossos encontradas para o modelo da mulher brasileira.

Para a obtenção dos dados dos ossos que compõem o esqueleto, foram realizadas algumas medições em radiografias para a observação da forma, da largura e do comprimento dos ossos e suas massas foram obtidas por aproximação e equiparação com o Homem Referência apresentado pela ICRP-23. Na Tabela 2, encontram-se as comparações entre as massas dos modelos de Snyder *et al.* (1974), do Homem Referência Brasileiro de Guimarães (1995) e da Mulher Referência Brasileira.

### 3.5.3 Forma, regiões e sub-regiões do manequim

Os manequins têm a forma aproximada do corpo humano, como visto anteriormente, e é representado ereto com o eixo ( $z$ ), positivo, direcionado para a cabeça; o eixo ( $x$ ), positivo, é direcionado para a esquerda do manequim; o eixo ( $y$ ), positivo, é direcionado para a parte posterior do manequim (FIGS. 13, 14 e 15). A origem dos eixos é tomada na base do tronco, onde há a bifurcação das pernas, e os eixos são apresentados em *cm*.

<sup>11</sup> Comunicação pessoal de Onedes Raymundo Júnior - Secretário de Residência Médica – FMUSP: <onedes@usp.br>.

**Tabela 1 – Massa média, em gramas, dos órgãos, do esqueleto e dos tecidos da Mulher Referência Brasileira.**

<b>ÓRGÃOS</b>			
ADRENAL DIREITA	6,42	M.V. ESCÁPULAS	55,60
ADRENAL ESQUERDA	6,42	M.V. ESPINHA INFERIOR	126,26
ADRENAIS	12,84	M.V. ESPINHA MÉDIA	163,32
BAÇO	143,74	M.V. ESPINHA SUPERIOR	39,38
BEXIGA	37,36	M.V. MANDÍBULAS	13,90
CONTEÚDO	165,54	M.V. PELVE	419,31
CÉREBRO	1201,26	M.V. PERNA DIREITA SUPERIOR	22,01
CORAÇÃO	492,75	M.V. PERNA ESQUERDA SUPERIOR	22,01
FÍGADO	1497,84	M.V. REGIÃO INFERIOR	589,58
G.I. ESTÔMAGO	124,16	M.V. REGIÃO MÉDIA	377,61
CONTEÚDO	204,39	MEDULA VERMELHA	1158,31
G.I. I.G.I.	131,98	<b>MEDULA AMARELA</b>	
CONTEÚDO	114,42	M.A. BRAÇO DIREITO INFERIOR	150,19
G.I. I.G.S.	173,65	M.A. BRAÇO DIREITO SUPERIOR	3,67
CONTEÚDO	174,34	M.A. BRAÇO ESQUERDO INFERIOR	150,19
INT. DELG. + CONTEÚDO	864,50	M.A. BRAÇO ESQUERDO SUPERIOR	3,67
MAMA DIREITA	172,64	M.A. CABEÇA	63,71
MAMA ESQUERDA	172,64	M.A. CLAVÍCULAS	6,18
MAMAS	345,28	M.A. COSTELAS	155,21
NARIZ	7,86	M.A. CRÂNIO	45,95
OVÁRIO DIREITO	3,42	M.A. ESCÁPULAS	18,53
OVÁRIO ESQUERDO	3,42	M.A. ESPINHA INFERIOR	42,09
OVÁRIOS	6,84	M.A. ESPINHA MÉDIA	54,44
PÂNCREAS	49,90	M.A. ESPINHA SUPERIOR	13,13
PULMÃO DIREITO	416,11	M.A. MANDÍBULAS	4,63
PULMÃO ESQUERDO	416,11	M.A. PELVE	139,77
PULMÕES	832,22	M.A. PERNA DIREITA INFERIOR	177,99
REGIÃO NASAL	19,66	M.A. PERNA DIREITA SUPERIOR	7,34
RIM DIREITO	117,65	M.A. PERNA ESQUERDA INFERIOR	177,99
RIM ESQUERDO	117,65	M.A. PERNA ESQUERDA SUPERIOR	7,34
RINS	235,29	M.A. REGIÃO INFERIOR	852,90
SEPTO	11,80	M.A. REGIÃO MÉDIA	241,70
TIMO	20,53	MEDULA AMARELA	1158,31
TIREÓIDE	16,25	<b>PELES</b>	
ÚTERO	54,14	PELE DA CABEÇA	229,16
<b>OSSOS DO ESQUELETO</b>		PELE DAS PERNAS	1088,58
CLAVÍCULAS	62,73	PELE DO TRONCO (sem Mamas)	1222,92
COSTELA	796,52	PELE TOTAL (sem Mamas)	2540,66
CRÂNIO	971,61	PELE DAS MAMAS	45,78
ESCÁPULAS	233,21	PELE TOTAL (*)	2562,45
ESPINHA	1018,54	<b>TECIDOS</b>	
OSSOS DA PERNA DIREITA	1606,41	TECIDOS DA CABEÇA	1559,82
OSSOS DA PERNA ESQUERDA	1606,41	TECIDOS DAS PERNAS	13718,62
OSSOS DO BRAÇO DIREITO	548,55	TECIDOS DO TRONCO (sem Mamas)	24858,19
OSSOS DO BRAÇO ESQUERDO	548,55	TECIDOS TOTAIS (sem Mamas)	40136,63
PELVE	695,62	TECIDOS DAS MAMAS	345,28
ESQUELETO TOTAL	8088,16	TECIDOS TOTAIS	40481,91
<b>MEDULA VERMELHA</b>		<b>TOTAIS DO CORPO TODO</b>	
M.V. BRAÇO DIREITO	11,00	CABEÇA	4208,35
M.V. BRAÇO ESQUERDO	11,00	PERNAS	18292,83
M.V. CABEÇA	191,12	TRONCO (sem Mamas)	35353,77
M.V. CLAVÍCULAS	18,53	CORPO TOTAL (sem Mamas)	57854,95
M.V. COSTELAS	118,15	MAMAS	345,28
M.V. CRÂNIO	137,84	<b>CORPO TOTAL</b>	
		CORPO TOTAL	58200,23

(\*) A pele cobrindo as mamas foi adicionada; a pele do tronco coberta pelas mamas foi subtraída.

Tabela 2 – Comparação entre as massas médias dos órgãos dos manequins em gramas.

Órgão	Manequim de Snyder		Manequim do Homem Referência Brasileiro		Manequim da Mulher Referência Brasileiro	
	Parede	Conteúdo	Parede	Conteúdo	Parede	Conteúdo
Adrenais	15,50		13,76		12,83	
Baço	173,60		155,85		143,74	
Bexiga	Parede	Conteúdo	Parede	Conteúdo	Parede	Conteúdo
	45,13	200,00	37,83	167,10	37,36	165,54
Fígado	1.809,00		1.602,40		1.497,84	
Mamas	—		—		345,28	
Ovários	8,27		—		6,84	
Pâncreas	60,27		75,46		49,90	
Pulmões	999,20		885,03		832,22	
Rins	284,20		251,72		235,29	
Testículos	37,08		31,20		—	
Timo	24,80		21,95		20,53	
Tireóide	19,63		17,00		16,25	
Útero	65,40		—		54,14	

**Trato Gastrointestinal**

<i>Aparelho Digestivo:</i>	Parede	Conteúdo	Parede	Conteúdo	Parede	Conteúdo
1. Estômago	150,00	246,90	126,22	207,90	124,16	204,39
2. Intestino Grosso Inferior	160,10	136,80	141,79	121,00	131,98	114,42
3. Intestino Grosso Superior	209,20	220,00	184,48	193,87	173,65	174,34
4. Intestino Delgado + Conteúdo	1.044,00		921,21		864,50	

**Esqueleto / Medulas / Pele / Tecidos**

Esqueleto	10.474,08	9.200,04	8.088,16
Medula Amarela	1.500,00	1.329,00	1.158,31
Medula Vermelha	1.500,00	1.329,00	1.158,31
Pele ( <i>sem a Pele das Mamas</i> )	2.791,17	2.380,60	2.540,66
Pele ( <i>com a Pele das Mamas</i> )	—	—	2.562,45
Tecidos Totais ( <i>sem Mamas</i> )	48.480,00	40.579,80	40.136,63
Tecidos Totais ( <i>com Mamas</i> )	—	—	40.481,91
Corpo Total	69.880,00	61.893,74	58.200,23

Os manequins são subdivididos em sub-regiões definidas por formas geométricas. A região do tronco é formada por seis planos, as pernas são subdivididas dentro de quatro regiões delimitadas por quatro planos e a cabeça é dividida em oito repartições conforme se vê nas Tabelas 3, 4 e 5.

Os manequins são divididos em 97 sub-regiões, nas quais foram determinadas as frações absorvidas. Dessas regiões, 85 estão no tronco, oito na cabeça e quatro nas pernas. Como visto anteriormente, o tronco apresenta cinco camadas (FIGS. 13, 14 e 15), divididas em cinco cilindros elípticos concêntricos e quatro planos verticais. Esses planos verticais não passam pelo cilindro mais interno (FIG.16).

**Tabela 3 – Regiões do tronco.**

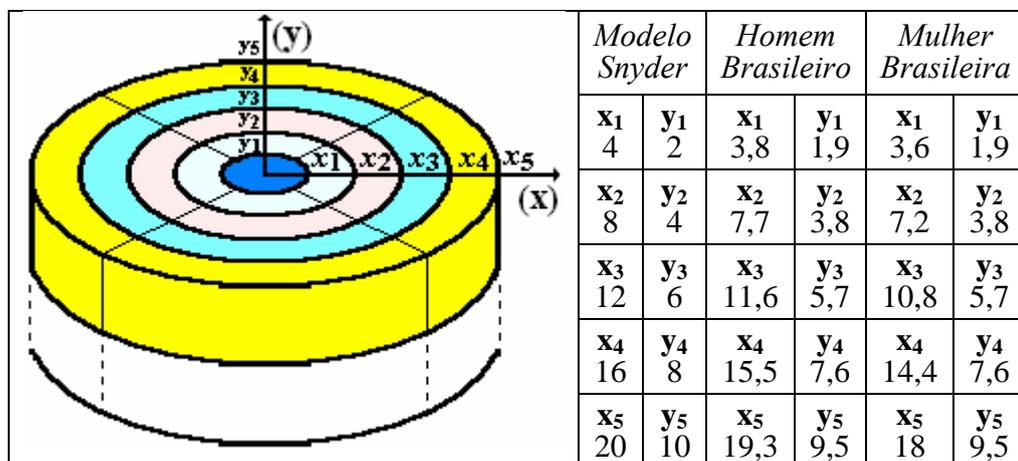
<i>Planos perpendiculares ao eixo z dos troncos dos diversos manequins.</i>						
Modelo Snyder	0	14,0	28,0	42,0	56,0	70,0
Homem Brasileiro	0	13,4	26,8	40,2	53,6	67,0
Mulher Brasileira	0	13,0	26,0	39,0	52,0	65,0

**Tabela 4 – Regiões das pernas.**

<i>Planos perpendiculares ao eixo z das pernas dos diversos manequins.</i>				
Modelo Snyder	-20,00	-40,00	-60,00	-80,00
Homem Brasileiro	-19,25	-38,50	-57,75	-77,00
Mulher Brasileira	-18,75	-37,50	-56,25	-75,00

**Tabela 5 – Regiões da cabeça.**

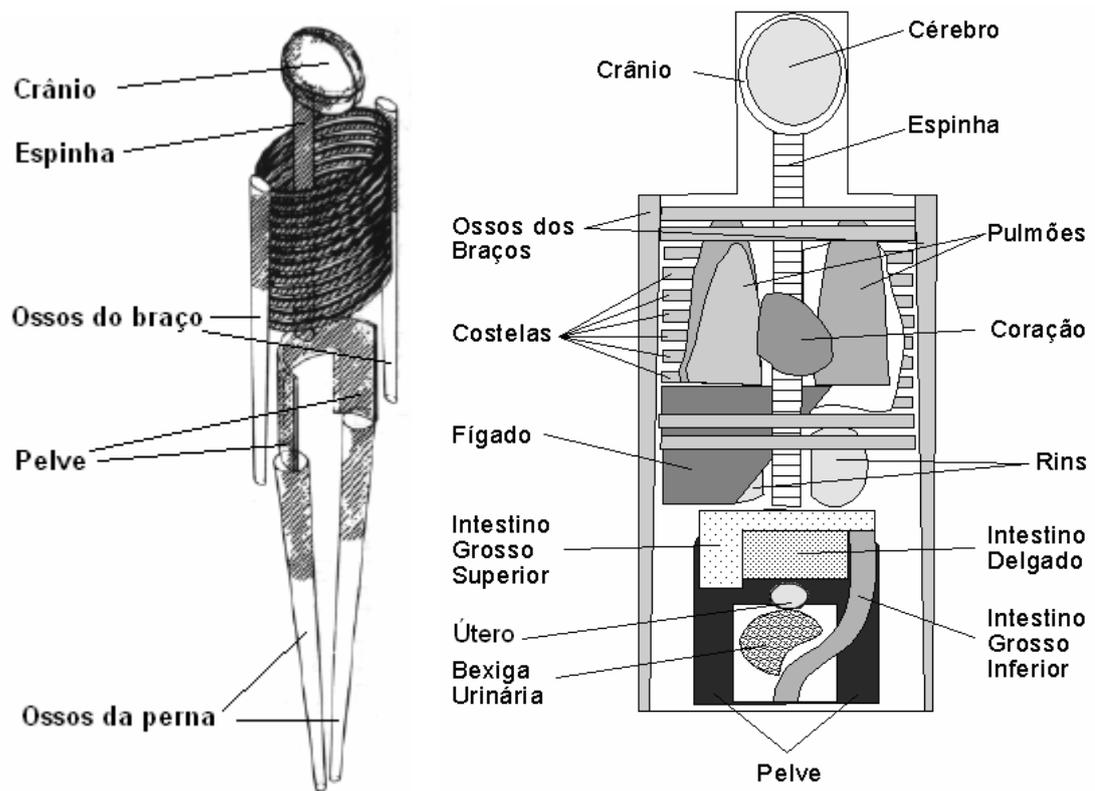
<i>Repartições das cabeças dos diversos manequins.</i>			
Modelo Snyder	$x = \pm y$	$70 \leq z \leq 82$	$82 \leq z$
Homem Brasileiro	$x = \pm y$	$67 \leq z \leq 79$	$79 \leq z$
Mulher Brasileira	$x = \pm y$	$65 \leq z \leq 76$	$76 \leq z$



**FIGURA 16 – Perspectiva transversal dos manequins: cilindros elípticos concêntricos.**

Na FIG.17, estão representados o esqueleto e a vista anterior dos órgãos principais na cabeça e no tronco, usados nos manequins do Homem Brasileiro e no modelo de Snyder. Na FIG.18, aparece a secção do tronco em diversos planos perpendiculares ao eixo z e, para fins de comparações, a secção do tronco em cadáver do manequim coreano.

Para a modelagem da Mulher Brasileira, adotou-se a mesma metodologia.



**FIGURA 17 – Representação do esqueleto e vista anterior dos principais órgãos na cabeça e no tronco.**  
Fonte: Snyder et al. (1974).

### 3.6 Densidades dos tecidos

O programa ALGAM-97, apresentado no Capítulo 5, acessa um banco de dados que contém a seção de choque para os elementos químicos que constituem o ser humano. Essa seção de choque foi obtida pela Circular 583 (NBS-583), do *National Bureau of Standards*<sup>12</sup> (Warner & Craig Jr., 1968, p. 5) e, esse programa, é preparado para lidar com tabelas para efeito fotoelétrico, para efeito Compton e para produção de pares.

Os três tipos de tecidos de que são compostos os manequins (o *tecido mole*, o *esqueleto* e os *pulmões*) apresentam em sua composição elementos, tais como: Hidrogê-

<sup>12</sup> Atualmente, *National Institute of Standards and Technology – NIST* – que, segundo Grodstein (1957) e McGinnies (1959), mantém desde 1950 uma base de dados com seções de choques necessárias em diversas aplicações científicas, industriais e de defesa.

nio, Carbono, Nitrogênio e Oxigênio. O tecido do esqueleto apresenta mais elementos, como Cálcio e Fósforo, conforme a Tabela 6 (Snyder *et al.*, 1974).

Posteriormente, Cristy e Eckerman (1987) introduziram alguns refinamentos no modelo de Snyder: o manequim sofreu a modificação de alguns de seus órgãos e recebeu alterações na composição química de seus tecidos (Tabela 7). Houve também a inclusão de dois novos elementos químicos nos tecidos, o Flúor (F) e o Silício (Si), além da revisão do conteúdo de Fósforo (P) no corpo, conforme adendo do ICRP (1980, *apud* Cristy e Eckerman, 1987, p. 41). Essas alterações provocaram ligeiras modificações nas densidades do manequim e deram origem ao código ALGAMP<sup>®</sup> (Ryman *et al.*, 1987).

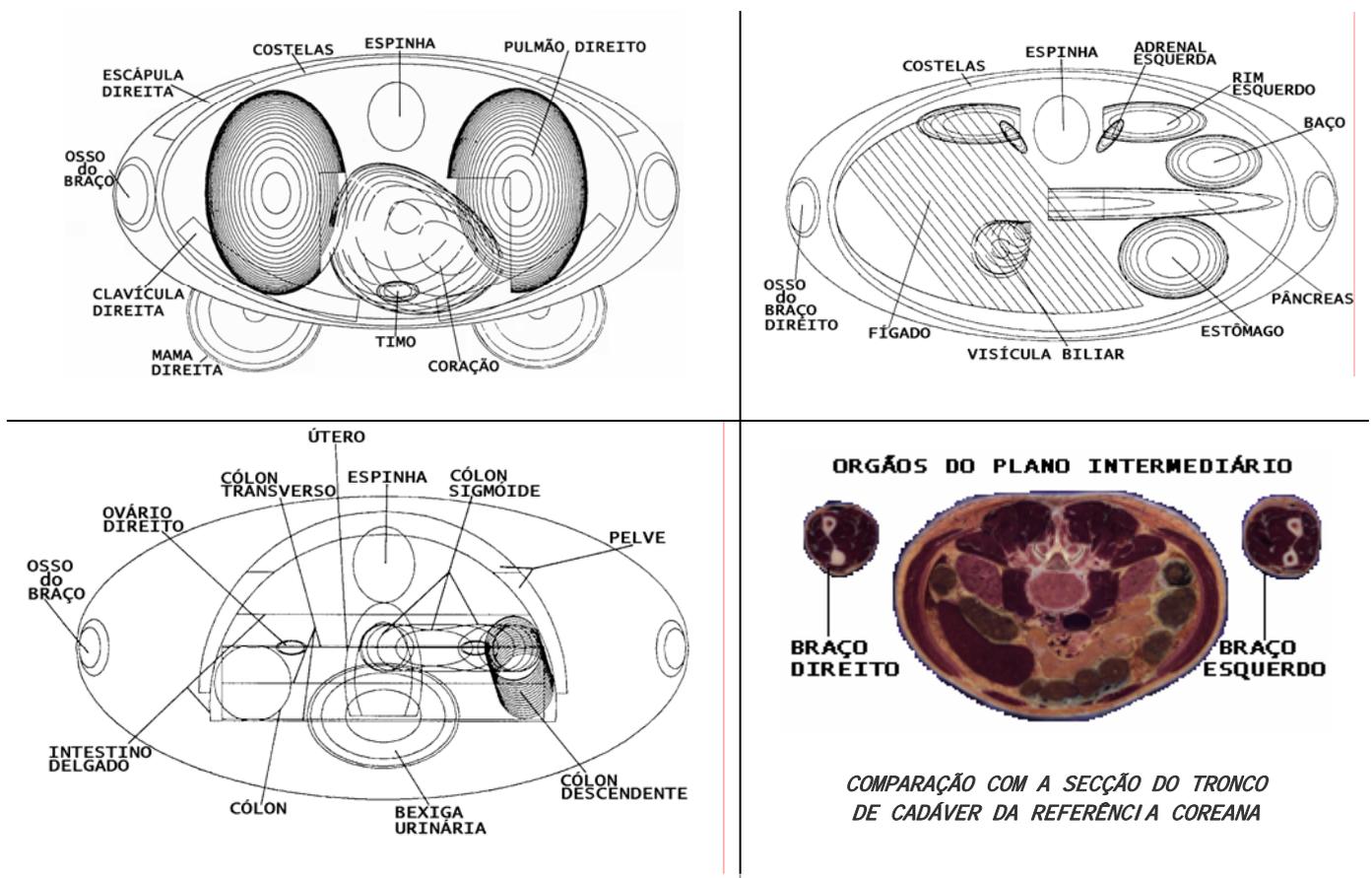


Figura superior esquerda: corte no plano superior do tronco; figura superior direita: corte no plano intermediário do tronco; figura inferior esquerda: corte no plano inferior do tronco (Cristy, 1980, p. 21-33); figura inferior direita, para fins de comparações: plano de secção do tronco de cadáver da referência coreana (Lee *et al.*, 2005).

**FIGURA 18 – Secção do tronco em planos perpendiculares ao eixo z e a secção do manequim coreano.**

### 3.6.1 Introdução

A metodologia usada para determinação da densidade dos tecidos (esqueleto, pulmões e tecido mole) do manequim matemático brasileiro feminino baseou-se na lite-

ratura acima exposta, contando com subsídios do trabalho de Deus (1978) e está descrita na seção a seguir.

<i>Elem. Quim.</i>	<i>Tec. Mole (%)</i>	<i>Esqueleto (%)</i>	<i>Pulmão (%)</i>
H	1,0470E+01	7,0400E+00	1,0210E+01
C	2,3020E+01	2,2790E+01	1,0010E+01
N	2,3400E+00	3,8700E+00	2,8000E+00
O	6,3210E+01	4,8560E+01	7,5960E+01
	—	—	—
Na	1,3000E-01	3,2000E-01	1,9000E-01
Mg	1,5000E-02	1,1000E-01	7,4000E-03
	—	—	—
P	2,4000E-01	6,9400E+00	8,1000E-02
S	2,2000E-01	1,7000E-01	2,3000E-01
Cl	1,4000E-01	1,4000E-01	2,7000E-01
K	2,1000E-01	1,5000E-01	2,0000E-01
Ca	0,0000E+00	9,9100E+00	7,0000E-03
Fe	6,3000E-03	8,0000E-03	3,7000E-02
Zn	3,2000E-03	4,8000E-03	1,1000E-03
Rb	5,7000E-04	0,0000E+00	3,7000E-04
Sr	3,4000E-05	3,2000E-03	5,9000E-06
Zr	8,0000E-04	0,0000E+00	0,0000E+00
Pb	1,6000E-05	1,1000E-03	4,1000E-05

<i>Elem. Quim.</i>	<i>Tec. Mole (%)</i>	<i>Esqueleto (%)</i>	<i>Pulmão (%)</i>
H	1,0454E+01	7,3370E+00	1,0134E+01
C	2,2663E+01	2,5475E+01	1,0238E+01
N	2,4900E+00	3,0570E+00	2,8660E+00
O	6,3525E+01	4,7893E+01	7,5752E+01
F	0,0000E+00	2,5000E-02	0,0000E+00
Na	1,1200E-01	3,2600E-01	1,8400E-01
Mg	1,3000E-02	1,1200E-01	7,0000E-03
Si	3,0000E-02	2,0000E-03	6,0000E-03
P	1,3400E-01	5,0950E+00	8,0000E-02
S	2,0400E-01	1,7300E-01	2,2500E-01
Cl	1,3300E-01	1,4300E-01	2,6600E-01
K	2,0800E-01	1,5300E-01	1,9400E-01
Ca	2,4000E-02	1,0190E+01	9,0000E-03
Fe	5,0000E-03	8,0000E-03	3,7000E-02
Zn	3,0000E-03	5,0000E-03	1,0000E-03
Rb	1,0000E-03	2,0000E-03	1,0000E-03
Sr	0,0000E+00	3,0000E-03	0,0000E+00
Zr	1,0000E-03	0,0000E+00	0,0000E+00
Pb	0,0000E+00	1,0000E-03	0,0000E+00

### 3.6.2 Obtenção da densidade dos tecidos da referência brasileira feminina

Viu-se anteriormente que, nas de pesquisas do IBGE e na consulta aos bancos de dados do Departamento de Patologia da FMUSP, obtiveram-se dados antropométricos da mulher brasileira. Os dados obtidos de massa e altura do corpo, bem como, a massa dos órgãos internos representam valores que são a média da população feminina brasileira na faixa de 20 a 40 anos de idade. Na Tabela 8, estão os valores encontrados para a referência brasileira feminina.

A densidade do tecido mole foi determinada pela razão entre a *massa total* e o *volume total* do tecido mole do corpo. A massa total do tecido mole foi obtida subtraindo-se da massa total do corpo a massa do esqueleto e dos pulmões; e o volume total, subtraindo-se do volume total do corpo o volume do esqueleto e dos pulmões (tais dados serão apresentados no Capítulo 4).

Segundo observação de Deus (1978, p. 82), a determinação da densidade como acima descrita é obtida matematicamente, mas, em seu trabalho, ele tentou verificar, por um método aproximado e mais convincente “... *quão próximo da densidade média mais provável está o valor determinado*”.

**Tabela 8 – Cálculo das Densidades dos Tecidos.**

		<u>Massa</u> ( g )	<u>Volume</u> ( cm <sup>3</sup> )	<u>Densidade</u> ( g /cm <sup>3</sup> )
<b>CORPO</b>	cabeça	4208,35	3879,27	
	tronco	35353,77	34918,80	
	mamas	345,28	332,00	
	pernas	18292,83	16700,00	
	<b>TOTAIS</b>	<b>58200,23</b>	<b>55830,07</b>	
<b>ESQUELETO</b>	pernas	3212,82	2307,90	1,392097
	braços	1097,10	762,35	1,439103
	pelve	695,62	483,14	1,439790
	espinha	1018,54	731,60	1,392209
	crânio	971,61	685,42	1,417540
	cx. torácica	796,52	597,90	1,332196
	clavículas	62,73	44,99	1,394310
	escápulas	233,21	164,10	1,421146
	<b>TOTAL</b>	<b>8088,15</b>	<b>5777,40</b>	<b>Dens. Média 1,40</b>
	<b>PULMÕES</b>	<b>TOTAL</b>	<b>832,22</b>	<b>2811,55</b>

<b>MassaTc.Mole</b>	49.279,77	<b>VolumeTc.Mole</b>	47.241,12	<b>DensidadeTc.Mole</b>	<b>1,04</b>
---------------------	-----------	----------------------	-----------	-------------------------	-------------

$$\begin{aligned} \text{MASSATECIDOMOLE} &= \text{MASSATOTAL} - \text{MASSAESQUELETO} - \text{MASSA PULMÕES} \\ \text{MASSATECIDOMOLE} &= 58.200,23 - 8.088,15 - 832,22 = \mathbf{49.279,86 \text{ g}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VOLUMETECIDOMOLE} &= \text{VOLUME TOTAL} - \text{VOLUME ESQUELETO} - \text{VOLUME PULMÕES} \\ \text{VOLUMETECIDOMOLE} &= 55.830,07 - 5.777,40 - 2.811,55 = \mathbf{47.241,12 \text{ cm}^3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DENSIDADE TECIDOMOLE} &= \text{MASSATECIDOMOLE} / \text{VOLUMETECIDOMOLE} \rightarrow \\ &= \mathbf{49.279,86} / \mathbf{47.241,12} \cong \mathbf{1,04 \text{ g/cm}^3} \end{aligned}$$

Fonte da metodologia: Deus, (1978, p. 82)

Esse método consistiu em se obter do ICRP (Publicação 23) as massas e as respectivas densidades dos diversos órgãos do corpo que compõem o tecido mole, incluindo-se músculos e gorduras. Em seguida, subtraíram-se da massa total de todo o corpo a soma das massas dos órgãos e tecidos e a massa do esqueleto e dos pulmões. Obteve-se, com isso, a massa da parte de tecido mole que compõe o restante do corpo. Como a densi-

dade dessa massa não existe – por se tratar de uma mistura de diversos tipos de tecidos, tais como: órgãos, glândulas etc. – é razoável supor que ela seja aproximadamente igual à média aritmética das densidades dos órgãos obtidos na Publicação 23. Essa média foi calculada e, em seguida, tirou-se a média ponderada de todas as densidades acima, usando como fator de ponderação as respectivas massas dos órgãos. Obteve-se como resultado um valor praticamente igual à densidade obtida anteriormente por meios matemáticos, o que, segundo Deus (*op. cit.*, p. 83) vem comprovar a validade dos cálculos.

## 4. DESENVOLVIMENTO DO MANEQUIM MATEMÁTICO DA MULHER BRASILEIRA – RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo é apresentada a Referência Brasileira Feminina, tendo como base os dados expostos no Capítulo 3, considerando-se a modelagem matemática de seu corpo e as equações que o definem. As formas geométricas e as expressões matemáticas que definem a estrutura externa de seu corpo, o seu sistema de esqueleto e seus órgãos internos são igualmente discutidos neste capítulo.

### 4.1 Introdução

O biótipo da mulher brasileira, tomando por base as variáveis biométricas de Snyder *et al.* (1974); Cristy (1980); Cristy & Ekerman (1987) como vistas nas Figuras 12 e 15, apresentam-se conforme os valores da Tabela 9. Esses valores são utilizados para definição das seções da cabeça, do tronco, das mamas e das pernas (estrutura externa), bem como, serviram de subsídios para a especificação da seção dos ossos das pernas (sistema do esqueleto) e dos órgãos internos do *Manequim Matemático da Mulher Brasileira*.

**Tabela 9 – Valores biométricos do manequim matemático da mulher brasileira.**

Cabeça (cm)	Tronco (cm)	Pernas (cm)
$A_H = 6,7$	$A_T = 18$	$C_L = 75$
$B_H = 9,5$		$C'_L = 100$
$C_H = 22$		Raios dos ossos (cm)
$C_{H1} = 14,2$		$R_1 = 3,15$
$C_{H2} = 7,8$		$R_2 = 1,125$
Obs.: para todos os manequins aqui tratados, espessura da pele $\rightarrow S = 0,2cm$		

A seguir, é apresentada a definição da estrutura externa do corpo, do sistema do esqueleto e dos órgãos internos: primeiramente, as equações generalizadas das regiões em questão e, em seguida, as equações específicas dimensionadas para a referência da mulher brasileira (*cf.* Tabela 9).

### 4.2 Estrutura externa do corpo

#### 4.2.1 Região da cabeça

A seção da cabeça é um cilindro elíptico sólido acrescido de meio elipsóide. O local é especificado por:

$$\left(\frac{x}{A_H}\right)^2 + \left(\frac{y}{B_H}\right)^2 \leq 1 \quad e \quad C_T \leq z \leq C_T + C_{H1}$$

ou

$$\left(\frac{x}{A_H}\right)^2 + \left(\frac{y}{B_H}\right)^2 + \left(\frac{z - [C_T + C_{H1}]}{C_{H2}}\right)^2 \leq 1 \quad e \quad C_T + C_{H1} \leq z \leq C_T + C_H$$

que resulta em:

$$\left(\frac{x}{6,7}\right)^2 + \left(\frac{y}{9,5}\right)^2 \leq 1 \quad e \quad 65 \leq z \leq 79,2$$

ou

$$\left(\frac{x}{6,7}\right)^2 + \left(\frac{y}{9,5}\right)^2 + \left(\frac{z - 79,2}{7,8}\right)^2 \leq 1 \quad e \quad 79,2 \leq z \leq 87$$

**Fórmula 1 – Região da cabeça.**

A massa total da cabeça é de 4.208,35g. O seu volume de 3.879,27cm<sup>3</sup> foi obtido através de:

$$\pi A_H B_H \left(C_{H1} + \frac{2}{3}C_{H2}\right) \Rightarrow \pi \times 6,7 \times 9,5 \left(14,2 + \frac{2}{3} \times 7,8\right) = 3.879,27$$

**Fórmula 2 – Volume da cabeça.**

#### 4.2.2 Região do tronco

O tronco, com sua massa de 35.353,77g, incluem braços e quadris, e exclui as mamas. É um cilindro elíptico sólido e é apresentado pela inequação:

$$\left(\frac{x}{A_T}\right)^2 + \left(\frac{y}{B_T}\right)^2 \leq 1 \quad 0 \leq z \leq C_T$$

de que resulta:

$$\left(\frac{x}{18}\right)^2 + \left(\frac{y}{9,5}\right)^2 \leq 1 \quad 0 \leq z \leq 65$$

**Fórmula 3 – Região do tronco.**

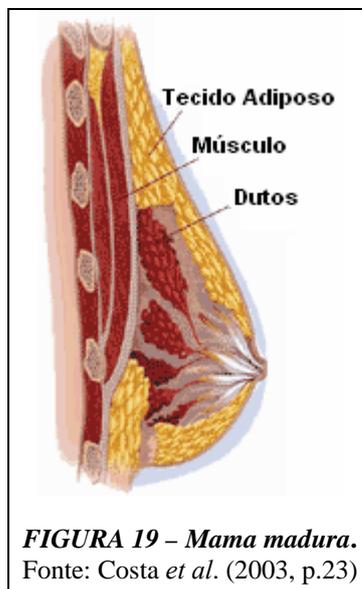
O volume da seção do tronco, com a exclusão das mamas, é de 34.918,80cm<sup>3</sup>, obtido através de:

$$\pi A_T B_T C_T \Rightarrow \pi \times 18 \times 9,5 \times 65 = 34.918,80$$

**Fórmula 4 – Volume do tronco.**

### 4.2.3 Região das mamas

As mamas, popularmente conhecidas como seios, são glândulas especializadas, cuja função principal é a produção e a secreção do leite. São essenciais para a preservação da espécie humana. Os homens possuem também glândulas mamárias e mamilos, mas não há produção de leite, devido à falta do hormônio feminino estrogênio. O tamanho da mama feminina varia e tende a se modificar segundo o desenvolvimento dos ciclos da vida da mulher: nas fases do crescimento, da menstruação, da gravidez e durante o processo de envelhecimento. A mama se forma entre o terceiro e o nono mês de gestação, assim como, o complexo chamado de mamilo. A mama ras distintas: o mamilo e a protuberância na pele; e a semente dita. No microscópio, dutos que se juntam entre si. Na mama madura, existem corresponde um duto principal (FIG. 19). A formação mados vinte anos e o amadureciapós a primeira gestação,



**FIGURA 19 – Mama madura.**  
Fonte: Costa *et al.* (2003, p.23)

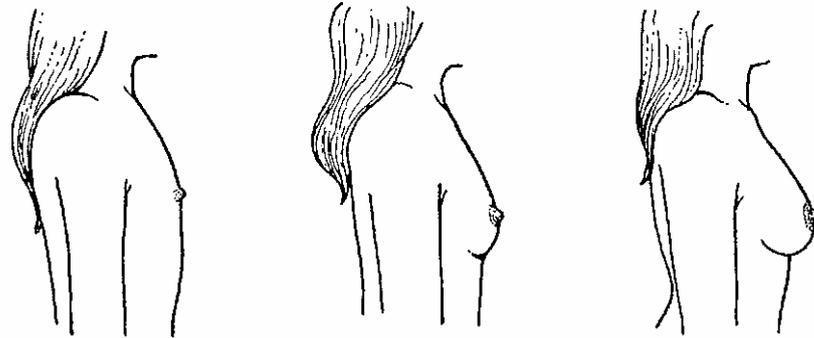
areolopapilar,<sup>13</sup> popularmente é o resultado de duas estruturas glândula. O primeiro é uma gunda é a glândula própria vê-se que ela é formada pelos até formar o lobo mamário. entre 18 e 20 lobos; cada lobo pal que vai dar no mamilo mária se completa em torno mento da glândula, somente conforme esquema apresentado na FIG. 20 (Costa, *et al.*, 2003, p. 23-25).

O que determina se a mulher terá mamas pequenas ou grandes é a predisposição genética, uma tendência familiar. O seu volume, geralmente, costuma ser proporcional ao tamanho da mulher. Mas elas mudam constantemente no decorrer da vida. Segundo Costa (*op. cit.*), uma das melhores definições para descrever sua estrutura e a idéia do *ever changing*, ou seja, de estar sempre mudando durante as fases da vida e durante todos os ciclos menstruais. Na época pré-menstrual, a glândula mamária e o tecido adiposo – a camada de gordura que a envolve e lhe dá forma – se alteram. No espaço onde está esse tecido gorduroso, a glândula evolui (aumenta) e involui (se retrai), por causa do estímulo hormonal atuante sobre a glândula, que lhe provoca um edema (uma alteração) no chamado *estroma*, localizado entre os dutos.

<sup>13</sup> Aréola: Círculo mais escuro que rodeia o mamilo do seio. Papila: bico do peito. (Segundo o Grande Dicionário Larousse Cultural da Língua Portuguesa).

O invólucro de gordura faz parte do estroma e, conforme a mulher vai envelhecendo, a glândula vai regredindo e sendo substituída por essa gordura. Durante a gestação, os enormes níveis de estrogênio e de progesterona bloqueiam a produção e o fluxo do leite e fazem as mamas aumentarem (FIG. 21). Durante o parto, porém, a placenta se descola, os níveis hormonais descem e então começa o processo de produção de leite.

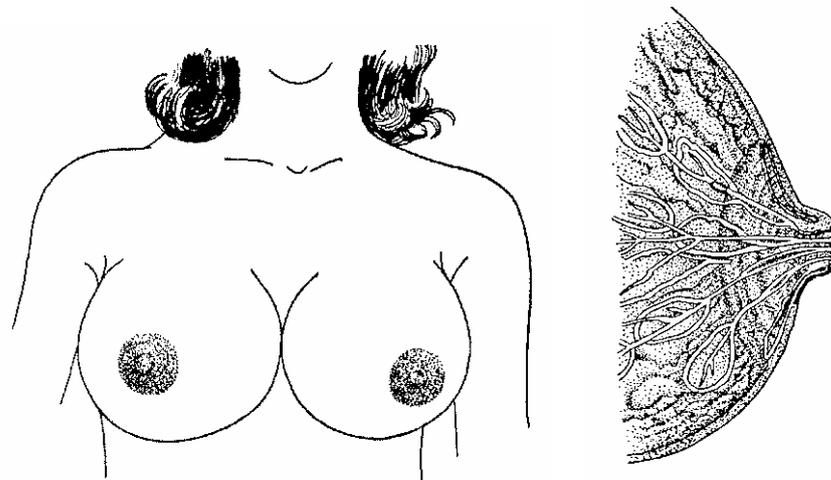
Segundo Cristy *et al.* (1987, p. 58), houve alguma divergência em relação ao tamanho apropriado das mamas no manequim da mulher adulta nos trabalhos de Kramer e sua equipe (Kramer e Drexler, 1981; Kramer, *et al.*, 1982) e de Cristy (1980). O vo-



**FIGURA 20 – Desenvolvimento mamário.**

Fonte: Costa *et al.* (2003, p. 25).

lume recomendado por Cristy (1982) é de 190 a 200cm<sup>3</sup> para o tamanho de uma única mama, de conformidade com a massa de 180g recomendada pelo ICRP (ICRP Publication 23, 1975). Kramer e equipe recomendaram primeiramente um volume de aproximadamente 365cm<sup>3</sup> e mudaram posteriormente a recomendação para 260 a 270cm<sup>3</sup>. Cristy (1984) argumenta que essa diferença no tamanho das mamas é insignificante no que diz respeito às estimativas de dose de fontes internas ou externas de fótons, exceto em energias bem



**FIGURA 21 – Turgência mamária**

Fonte: Costa *et al.* (2003, p. 46).

inferiores aos dos 25 keV. Assim, segundo Cristy *et al.* (1987, p. 58), esse desacordo não passa de “mera discussão acadêmica”.

Para a obtenção do volume médio teórico da mama da mulher brasileira, como se verá adiante, recorreu-se aos modelos de Cristy (1980) e Cristy *et al.* (1987), aplicados às dimensões do manequim matemático da mulher brasileira. Nas discussões do Capítulo 7, compara-se esse *volume médio teórico* com o *volume médio real*, obtido empiricamente em pesquisas empreendidas no Hospital do Câncer A. C. Camargo, em São Paulo. No primeiro caso, recorreu-se ao uso do software Mathematica™ Versão 5.2<sup>14</sup> no qual, a integração foi elaborada numericamente usando-se o método da quadratura de Gauss (terminologia alternativa para “integração numérica”). O uso mais comum da terminologia “regra de Simpson” que a terminologia “quadratura de Simpson” e assim por diante é uma questão de convenção (Dorn *et al.*, 1989, p. 317).

As mamas são representadas por porções de dois elipsóides ligados ao tronco e geometricamente expressos por:

$$\left(\frac{x \pm x_0}{a}\right)^2 + \left(\frac{y - y_0}{b}\right)^2 + \left(\frac{z - z_0}{c}\right)^2 \leq 1 \quad e \quad \left(\frac{x}{A_T}\right)^2 + \left(\frac{y}{B_T}\right)^2 > 1 \quad ,$$

$$\text{onde} \quad y_0 = -B_T \sqrt{1 - \left(\frac{x_0}{A_T}\right)^2}$$

o que resulta em:

$$\left(\frac{x \pm 9,0}{4,35}\right)^2 + \left(\frac{y + 8,23}{4,05}\right)^2 + \left(\frac{z - 48,3}{3,77}\right)^2 \leq 1 \quad e \quad \left(\frac{x}{18}\right)^2 + \left(\frac{y}{9,5}\right)^2 > 1 \quad ,$$

$$\text{onde} \quad y_0 = -9,5 \sqrt{1 - \left(\frac{9}{18}\right)^2} = -8,23$$

#### Fórmula 5 – Região das mamas.

O valor positivo de  $x_0$  é referente à mama esquerda; e o valor negativo refere-se à mama direita. Como a espessura da pele é da ordem de 0,2cm, o tecido interior das mamas, sem a pele, é representado por:

$$\left(\frac{x \pm 9,0}{4,15}\right)^2 + \left(\frac{y + 8,23}{3,85}\right)^2 + \left(\frac{z - 48,3}{3,57}\right)^2 \leq 1 \quad e \quad \left(\frac{x}{18}\right)^2 + \left(\frac{y}{9,5}\right)^2 > 1 \quad ,$$

<sup>14</sup> Mathematica é marca registrada de Wolfram Research, Inc. (Copyright 1988-2005).

**Fórmula 6 – Região das mamas sem a pele.**

O cálculo do volume de ambas as mamas, incluindo-se o volume da pele é obtido a partir desta expressão matemática:

$$2 \left\{ \begin{array}{l} \frac{2}{3} \pi abc + \int_{z=z_0-c}^{z=z_0+c} \int_{y=y_1(z)}^{y=y_0} t(y, z) dy dz \\ - \int_{z=z_0-c}^{z=z_0+c} \int_{y=y_0}^{y=y_2(z)} u(y, z) dy dz \end{array} \right\},$$

em que:

$$t(y, z) = x_0 + a \sqrt{1 - \left(\frac{y + y_0}{b}\right)^2 - \left(\frac{z - z_0}{c}\right)^2} - A_T \sqrt{1 - \left(\frac{y}{B_T}\right)^2},$$

$$u(y, z) = A_T \sqrt{1 - \left(\frac{y}{B_T}\right)^2} - x_0 + a \sqrt{1 - \left(\frac{y - y_0}{b}\right)^2 - \left(\frac{z - z_0}{c}\right)^2}$$

e, na qual, a integração é feita numericamente mediante o uso do método da quadratura de Gauss que, substituído, os elementos, temos a seguinte representação:

$$2 \left\{ \begin{array}{l} \frac{2}{3} \pi \times 4,35 \times 4,05 \times 3,77 \\ + \int_{z=48,3-3,77}^{z=48,3+3,77} \int_{y=y_1(z)}^{y=-8,23} t(y, z) dy dz \\ - \int_{z=48,3-3,77}^{z=48,3+3,77} \int_{y=-8,23}^{y=y_2(z)} u(y, z) dy dz \end{array} \right\},$$

onde:

$$t(y, z) = 9,0 + 4,35 \sqrt{1 - \left(\frac{y + 8,23}{4,05}\right)^2 - \left(\frac{z - 48,3}{3,77}\right)^2} - 18 \sqrt{1 - \left(\frac{y}{9,5}\right)^2},$$

$$u(y, z) = 18 \sqrt{1 - \left(\frac{y}{9,5}\right)^2} - 9,0 + 4,35 \sqrt{1 - \left(\frac{y + 8,23}{4,05}\right)^2 - \left(\frac{z - 48,3}{3,77}\right)^2}$$

em que, simplificado, tem-se:

$$2 \left\{ \begin{array}{l} 139,10547 \\ + \int_{z=44,53}^{z=52,07} \int_{y=y_1(z)}^{y=-8,23} t(y, z) dy dz \\ - \int_{z=44,53}^{z=52,07} \int_{y=-8,23}^{y=y_2(z)} u(y, z) dy dz \end{array} \right\} \text{ onde}$$

$$t(y, z) = 9,0 + 4,35 \sqrt{1 - \left(\frac{y + 8,23}{4,05}\right)^2 - \left(\frac{z - 48,3}{3,77}\right)^2} - 18 \sqrt{1 - \left(\frac{y}{9,5}\right)^2},$$

$$u(y, z) = 18 \sqrt{1 - \left(\frac{y}{9,5}\right)^2} - 9,0 + 4,35 \sqrt{1 - \left(\frac{y + 8,23}{4,05}\right)^2 - \left(\frac{z - 48,3}{3,77}\right)^2}$$

$$\cong 332 \text{cm}^3$$

**Fórmula 7 – Volume de ambas as mamas com a pele.**

Resolvendo essa expressão, obtêm-se o volume de, aproximadamente, 332  $\text{cm}^3$  para ambas as mamas com a pele.

O volume do tecido das mamas, excluindo-se a pele, é obtido a partir da mesma fórmula, mas substituindo-se  $(a - S)$ ,  $(b - S)$  e  $(c - S)$  para  $a$ ,  $b$  e  $c$  respectivamente. A Tabela 10 abaixo, mostra o resumo dos valores encontrados:

**Tabela 10 – Valores médios de volumes e massas para as mamas da mulher brasileira.**

Valores obtidos	Mamas com pele	Mamas sem pele	Pele das mamas
Volume	332,00 $\text{cm}^3$	287,98 $\text{cm}^3$	44,02 $\text{cm}^3$
Massa	345,28g	299,50g	45,78g

#### 4.2.4 Região das pernas

A região das pernas do manequim consiste de parte de dois cones circulares e são especificados pela seguintes desigualdades:

$$x^2 + y^2 \leq \pm x \left( A_T + \frac{A_T}{C_L} z \right), \quad -C_L \leq z \leq 0$$

que resulta em:

$$x^2 + y^2 \leq \pm x \left( 18 + \frac{z}{5,55} \right), \quad -75 \leq z \leq 0$$

**Fórmula 8 – Região das pernas.**

onde o sinal positivo e o sinal negativo referem-se à perna esquerda e à perna direita, respectivamente. A massa das pernas é de 18.292,83g e o volume de ambas 16.700cm<sup>3</sup> sendo obtido através de:

$$\frac{1}{6} \pi C_L A_T^2 \left[ 1 + \left( \frac{C'_L - C_L}{C'_L} \right) + \left( \frac{C'_L - C_L}{C'_L} \right)^2 \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{6} \pi \times 75 \times 18^2 + \left( 1 + \frac{100 - 75}{100} \right) + \left( \frac{100 - 75}{100} \right)^2 = 16.700$$

**Fórmula 9 – Volume das pernas.**

### 4.3 O sistema do esqueleto

O esqueleto apresenta maior grau de complexidade para ser calculado, por conter em seu interior as medulas vermelha<sup>15</sup> e amarela, bastante complexas de serem separadas do tecido ósseo. O esqueleto é como uma mistura homogênea de ossos, medula e outros constituintes orgânicos, tais como o tecido cortical, trabecular, cartilaginoso e periarticular (Deus, 1978, p. 54). Para os cálculos supõe-se que a medula amarela e a medula vermelha sejam distribuídas uniformemente nas regiões ósseas e que absorvam energia tão eficientemente quanto o osso (Snyder *et al.*, 1974, p. 37; Cristy, 1980, p. 50; Cristy e Eckerman, 1987, p. 54). Essa suposição, segundo os autores mencionados, não está grosseiramente errada para energias de 200 keV ou mais, mas é cada vez mais incorreta para energias inferiores a 100 keV, nas quais o efeito fotoelétrico domina o processo de interação do fóton.

Nos próximos subitens, são apresentados a definição do conjunto de ossos que compõe o sistema do esqueleto e as equações que definem geometricamente as regiões onde se localizam, suas massas e respectivos volumes.

#### 4.3.1 Ossos das pernas

Os ossos da perna são representados por um tronco de cone de seção circular. As desigualdades que os representam são:

<sup>15</sup> Também denominada de “medula eritropoética” ou “medula hematopoética”.

$$\left( x \pm \left[ \frac{A_T}{2} + \frac{kz}{C_L - S} \right] \right)^2 + y^2 \leq \left( R_1 + \left[ \frac{R_1 - R_2}{C_L - S} \right] z \right)^2 ,$$

*e*  $-(C_L - S) \leq z \leq 0$  ,

*em que*  $k = \frac{A_T}{2} \left( 1 - \frac{C'_L - C_L}{C'_L} \right)$  ,

$R_1 = 0,175 A_T$  ,

*e*  $R_2 = \frac{A_T}{4} \left( \frac{C'_L - C_L}{C'_L} \right)$  .

que resulta, em:

$$\left( x \pm 9 - \frac{6,75}{74,8} z \right)^2 + y^2 \leq \left( 3,15 + \frac{2}{74,8} z \right)^2 , \quad -74,8 \leq z \leq 0$$

**Fórmula 10 – Região dos ossos das pernas**

Nessa inequação, o sinal positivo representa os ossos da perna direita e o sinal negativo representa os ossos da perna esquerda. A massa dos ossos das pernas é de 3.212,82g e o seu volume é de 2.307,90cm<sup>3</sup>, assim obtido:

$$\frac{2}{3} \pi (C_L - S) (R_1^2 + R_2^2 + R_1 R_2) \Rightarrow \frac{2}{3} \pi (75 - 0,2) (3,15^2 + 1,125^2 + 3,15 \times 1,125) = 2.307,90$$

**Fórmula 11 – Volume dos ossos das pernas.**

### 4.3.2 Ossos dos braços

Os ossos de cada braço são representados por um tronco de cone de seção elíptica. A inequação para os ossos do braço é dada por:

$$\left[ \frac{\left( \frac{1,3}{128} \right) (z-64) + (x \pm 17)}{1,3} \right]^2 + \left( \frac{y}{2,5} \right)^2 \leq \left[ \frac{128 + (z-64)}{128} \right]^2$$

*e*  $0 \leq z \leq 64$

**Fórmula 12 – Região dos ossos dos braços.**

Nessa inequação o sinal positivo representa os ossos do braço direito e o sinal negativo representa os ossos braço esquerdo. A massa dos ossos dos braços é de 1.097,10g e seu volume é de 762,35cm<sup>3</sup>. Esse último valor é assim obtido:

$$\frac{7}{6} \pi z_2 a b \Rightarrow \frac{7}{6} \pi \times 64 \times 1,30 \times 2,5 = 762,35$$

**Fórmula 13 – Volume dos ossos dos braços.**

### 4.3.3 Pelve

A pelve consiste em um par de ossos que formam o quadril e que são ligados à coluna vertebral pelo osso sacro. É definida no manequim como a porção de volume compreendida entre dois cilindros circulares não concêntricos, descritos pelas desigualdades:

$$\begin{aligned}x^2 + (y + 2,85)^2 &\leq (11,14)^2 \\x^2 + (y + 3,61)^2 &\geq (10,50)^2 \\y + 2,85 &\geq 0 \\0 &\leq z \leq 20,43 \\y &\leq 4,75 \quad \text{se } z \leq 13\end{aligned}$$

**Fórmula 14 – Região da Pelve.**

A massa dos ossos que constituem a pelve é de 695,62g sendo o seu volume de 483,14cm<sup>3</sup>. Esse último valor é obtido através da expressão:

$$\begin{aligned}V_{\text{Pelve}} = & \frac{a_2}{b_2} \left[ \frac{\pi}{2} b_2^2 (z_2 - z_1) + z_1 \left\{ (y_1 - y_{02}) \sqrt{b_2^2 - (y_1 - y_{02})^2} \right. \right. \\ & \left. \left. + b_2^2 \operatorname{sen}^{-1} \left( \frac{y_1 - y_{02}}{b_2} \right) \right\} \right] - \left[ \frac{a_1}{b_1} \frac{\pi}{2} b_1^2 (z_2 - z_1) \right. \\ & \left. - z_2 \left\{ (y_{02} - y_{01}) \sqrt{b_1^2 - (y_{02} - y_{01})^2} + b_1^2 \operatorname{sen}^{-1} \left( \frac{y_{02} - y_{01}}{b_1} \right) \right\} \right. \\ & \left. + z_1 \left\{ (y_1 - y_{01}) \sqrt{b_1^2 - (y_1 - y_{01})^2} + b_1^2 \operatorname{sen}^{-1} \left( \frac{y_1 - y_{01}}{b_1} \right) \right\} \right] .\end{aligned}$$

$$\text{substituindo-se, vem } \Rightarrow V_{\text{Pelve}} = 483,14$$

**Fórmula 15 – Volume da Pelve.**

### 4.3.4 Espinha

A coluna vertebral ou espinha é definida por um cilindro elíptico representado pelas seguintes expressões:

$$\left( \frac{x}{1,8} \right)^2 + \left( \frac{y - 5,22}{2,38} \right)^2 \leq 1 \quad 20,42 \leq z \leq 72,89$$

**Fórmula 16 – Região da espinha.**

A massa da espinha é de 1.047,02g e o seu volume é de 731,60cm<sup>3</sup>, valor obtido através da expressão:

$$\pi a b (z_4 - z_1) \Rightarrow \pi \times 1,8 \times 2,38 (74,78 - 20,42) = 731,60$$

**Fórmula 17 – Volume da espinha.**

### 4.3.5 Crânio

Os ossos da cabeça são representados pelo volume situado entre dois elipsoides concêntricos, definidos por:

$$\left(\frac{x}{5,743}\right)^2 + \left(\frac{y}{8,55}\right)^2 + \left(\frac{z - 79,2}{5,95}\right)^2 \geq 1$$

e

$$\left(\frac{x}{6,5}\right)^2 + \left(\frac{y}{9,3}\right)^2 + \left(\frac{z - 79,2}{7,54}\right)^2 \leq 1$$

**Fórmula 18 – Região do crânio.**

A massa dos ossos do crânio é de 971,61g e seu volume é de 685,42cm<sup>3</sup>, sendo esse último valor obtido através da expressão:

$$\frac{4}{3}\pi [(a+d)(b+d)(c+d) - abc] \Rightarrow \frac{4}{3}\pi 6,5 \times 9,3 \times 7,54 - 5,743 \times 8,55 \times 5,95 = 685,42$$

**Fórmula 19 – Volume do crânio.**

### 4.3.6 Caixa torácica

A caixa torácica (costelas) é representada pela porção situada entre dois cilindros elípticos concêntricos, os quais são cortados por planos horizontais igualmente espaçados, vide FIG. 22. Os volumes de interesse são tomados alternadamente. No manequim, a caixa torácica é descrita por:

$$\begin{aligned} \left(\frac{x}{15,3}\right)^2 + \left(\frac{y}{9,31}\right)^2 &\leq 1 \\ 32,6 &\leq z \leq 62,5 \\ \left(\frac{x}{14,8}\right)^2 + \left(\frac{y}{8,8}\right)^2 &\geq 1 \end{aligned}$$

com a condição de que a parte inteira de  $n$  seja par,

$$n = \left(\frac{z-32,6}{1,3}\right)$$

fazendo com que as definições sejam:

$$0 \leq \left(\frac{z-32,6}{1,3}\right) < 1 \text{ ou } 2 \leq \left(\frac{z-32,6}{1,3}\right) < 3 \text{ ou } 4 \leq \left(\frac{z-32,6}{1,3}\right) < 5 \dots$$

**Fórmula 20 – Região da caixa torácica.**

A massa dos ossos da caixa torácica é de 796,52g e seu volume, expresso através da fórmula a seguir, é de 597,90cm<sup>3</sup>.

$$\begin{aligned} 12\pi c [ab - (a-d)(b-d)] &\Rightarrow 12\pi 1,3 [15,3 \times 9,31 - (15,3 \times 0,477) (9,31 \times 0,477)] \\ &\Rightarrow 12\pi 1,3 \times 142,4 - 14,8 \times 8,88 = 597,90 \end{aligned}$$

**Fórmula 21 – Volume da caixa torácica.**

#### 4.3.7 Clavículas

As clavículas (FIG.22) são representadas matematicamente por duas porções de toróides que se alongam num arco circular. Tem um raio de aproximadamente 0,7319 cm. As clavículas incluem somente a porção dos toróides entre o plano  $10,54 - y = |x| \cot\theta$ , com  $\theta \cong 8^\circ 5,5'$  e  $\theta \cong 48^\circ 12'$ . Os valores absolutos dos sinais servem para ambas as clavículas, direita e esquerda. As expressões que as definem são:

$$\begin{aligned} x^2 + (y - 10,54) &= (9,5)^2; \quad z = 63,38 \\ &\text{podem reduzir-se à forma:} \\ (z - 63,38)^2 + \left(19 - \sqrt{x^2 + (y - 10,54)^2}\right)^2 &\leq 0,7319^2 \\ &e \\ 0,73137 \leq \frac{10,54 - y}{|x|} &\leq 6,4852; \quad y \leq 0 \end{aligned}$$

**Fórmula 22 – Região das clavículas.**

A massa dos ossos das clavículas é de 62,73g e seu volume é de 44,99cm<sup>3</sup>, sendo obtido pela expressão:

$$2\pi r^2 (\theta_2 - \theta_1) R \Rightarrow 2\pi \times 0,7319^2 \times 0,7036 \times 19 = 44,99$$

**Fórmula 23 – Volume das clavículas.**

#### 4.3.8 Escápulas ou omoplatas

As escápulas ou omoplatas (FIG.22) são representadas geometricamente pela porção situada entre dois cilindros elípticos concêntricos. Para cada escápula, o volume é limitado pelos planos  $z = 47,26$ ,  $z = 62,50$ ,  $y = 0,28|x|$ , e  $y = 0,91|x|$ . O sinal de valor absoluto em  $x$  permite que se use a mesma definição para ambas as escápulas direita e esquerda. As inequações são as seguintes:

$$\left(\frac{x}{17,1}\right)^2 + \left(\frac{y}{9,6}\right)^2 \leq 1 ; \quad \left(\frac{x}{15,3}\right)^2 + \left(\frac{y}{9,6}\right)^2 > 1 ;$$

$$47,26 \leq z \leq 62,50 \quad ; \quad y > 0 \quad e$$

$$0,28 < \frac{y}{|x|} < 0,91$$

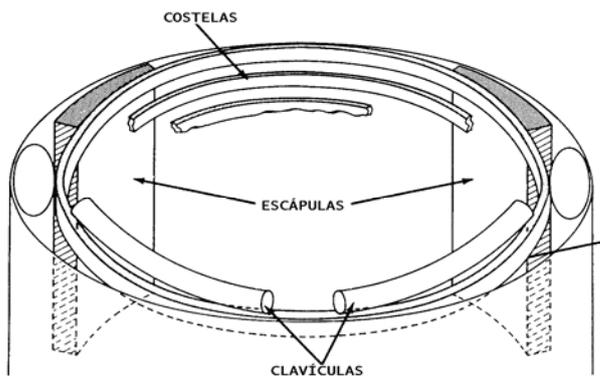
**Fórmula 24 – Região das escápulas.**

A massa das escápulas é de 233,21g e seu volume é de 164,10cm<sup>3</sup>. Esse último valor é assim obtido:

$$V = b(z_2 - z_1) \left\{ a_2 \left[ \operatorname{tg}^{-1} \frac{a_2 m_2}{b} - \operatorname{tg}^{-1} \frac{a_2 m_1}{b} \right] - a_1 \left[ \operatorname{tg}^{-1} \frac{a_1 m_2}{b} - \operatorname{tg}^{-1} \frac{a_1 m_1}{b} \right] \right\} \Rightarrow 9,6(62,5 - 47,26) \times$$

$$\left\{ 17,1 \left[ \operatorname{tg}^{-1} \frac{17,1 \times 0,91}{9,6} - \operatorname{tg}^{-1} \frac{17,1 \times 0,28}{9,6} \right] - 15,3 \left[ \operatorname{tg}^{-1} \frac{15,3 \times 0,91}{9,6} - \operatorname{tg}^{-1} \frac{15,3 \times 0,28}{9,6} \right] \right\} = 164,10$$

**Fórmula 25 – Volume das escápulas.**

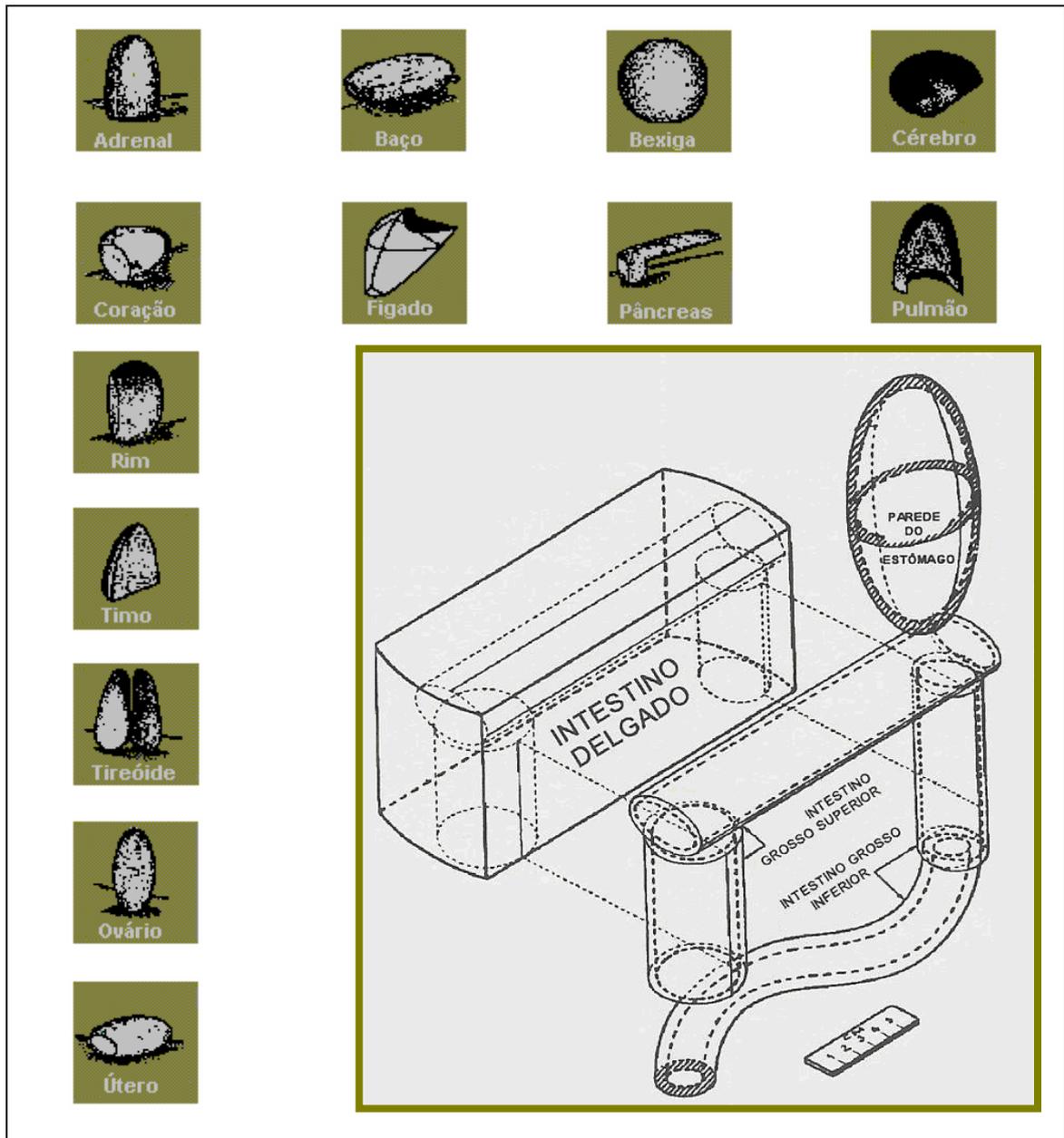


À esquerda, costelas, escápulas e clavículas como é calculado geometricamente no manequim da mulher brasileira e, à direita, como é na forma real.

**FIGURA 22 – Representação geométrica para costelas, escápulas e clavículas.**

#### 4.4 Órgãos internos e pele

Os órgãos internos, cujas equações das regiões espaciais são apresentadas a seguir, estão esquematizados através de figuras geométricas (FIG. 23) que, embora simples, representam bem, segundo Snyder *et al.* (1974), Cristy (1980) e Cristy & Eckerman (1987), as dimensões e a forma dos principais órgãos do corpo humano. Esses órgãos foram escolhidos para representar o manequim devido a suas funções vitais no organismo e, também, por suas afinidades com determinados radionuclídeos (Guimarães, 1995, p. 85).



**FIGURA 23 – Representação dos órgãos internos – no destaque a região do trato gastrointestinal.**

Obs.: Tamanhos não proporcionais, segundo Snyder *et al.* (1974).

#### 4.4.1 Adrenais

Cada glândula adrenal é definida como metade de um elipsóide que se situa no topo do rim. As adrenais são definidas pelas inequações abaixo e os sinais “+” e “-” se referem à adrenal direita e esquerda respectivamente.

$$\left(\frac{x \pm 4,0}{1,35}\right)^2 + \left(\frac{y - 6,0}{0,47}\right)^2 + \left(\frac{z - 35,3}{4,6}\right)^2 \leq 1, \quad z \geq 35,3$$

**Fórmula 26 – Região das adrenais.**

A massa das adrenais é de 12,83g e seu volume é de 12,34cm<sup>3</sup>.

#### 4.4.2 Baço

O baço é definido como um elipsóide, representado pela seguinte desigualdade:

$$\left(\frac{x-9,9}{3,5}\right)^2 + \left(\frac{y-2,85}{1,9}\right)^2 + \left(\frac{z-34,35}{5,57}\right)^2 \leq 1$$

**Fórmula 27 – Região do baço.**

A massa do baço é de 143,74g e seu volume é de 138,21cm<sup>3</sup>.

#### 4.4.3 Bexiga urinária

A bexiga urinária é representada por elipsóides de inequações:

$$\left(\frac{x}{4,462}\right)^2 + \left(\frac{y+4,27}{3,285}\right)^2 + \left(\frac{z-7,42}{3,211}\right)^2 \leq 1$$

$$e$$

$$\left(\frac{x}{4,228}\right)^2 + \left(\frac{y+4,27}{3,051}\right)^2 + \left(\frac{z-7,42}{2,922}\right)^2 \geq 1$$

*os conteúdos são definidos por:*

$$\left(\frac{x}{4,228}\right)^2 + \left(\frac{y+4,27}{3,051}\right)^2 + \left(\frac{z-7,42}{2,922}\right)^2 < 1$$

**Fórmula 28 – Região da bexiga urinária.**

A massa da parede da bexiga urinária é de 37,36g e seu volume é de 35,92cm<sup>3</sup>; sua massa é de 165,54g e seu volume, de 159,17cm<sup>3</sup>.

#### 4.4.4 Cérebro

O cérebro é representado pela figura de um elipsóide da inequação:

$$\left(\frac{x}{6,31}\right)^2 + \left(\frac{y}{8,17}\right)^2 + \left(\frac{z-79,2}{5,27}\right)^2 \leq 1$$

**Fórmula 29 – Região do cérebro.**

A massa do cérebro é de 1.201,26g e seu volume é de 1.155,06cm<sup>3</sup>.

#### 4.4.5 Coração

O coração é representado por uma semi-elipsóide associada a uma semi-esfera, que é cortada por um plano. As desigualdades que o representam são as seguintes:

$$x_1 = 0,6249(x+0,9) - 0,3075(y+2,85) - 0,6(z-47,36) \quad ,$$

$$y_1 = 0,3803(x+0,9) + 0,8609(y+2,85) \quad ,$$

$$z_1 = 0,5243(x+0,9) - 0,2581(y+2,85) + 0,7113(z-47,36) \quad ,$$

$$\left(\frac{x_1}{7,2}\right)^2 + \left(\frac{y_1}{4,7}\right)^2 + \left(\frac{z_1}{4,7}\right)^2 \leq 1 \quad \text{para } x_1 \geq 0$$

$$x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 \leq 4,7^2 \quad \text{para } x_1 < 0$$

**Fórmula 30 – Região do coração.**

A massa do coração é de 492,75g e seu volume é de 473,80cm<sup>3</sup>.

#### 4.4.6 Estômago

O estômago é representado por elipsóides de inequações:

$$\left(\frac{x-7,2}{3,6}\right)^2 + \left(\frac{y+3,8}{2,85}\right)^2 + \left(\frac{z-32,5}{7,42}\right)^2 \leq 1$$

$$\text{e}$$

$$\left(\frac{x-7,2}{3,014}\right)^2 + \left(\frac{y+3,8}{2,264}\right)^2 + \left(\frac{z-32,5}{6,834}\right)^2 \geq 1$$

**Fórmula 31 – Região do estômago.**

A massa da parede do estômago é de 124,16g e seu volume é de 119,38cm<sup>3</sup>.

Seu conteúdo tem a massa de 204,39g e seu volume é de 196,53cm<sup>3</sup>.

#### 4.4.7 Fígado

O fígado é definido geometricamente por um cilindro elíptico cortado por um plano e representado pelas seguintes desigualdades:

$$\left(\frac{x}{14,85}\right)^2 + \left(\frac{y}{7,60}\right)^2 \leq 1 \quad ,$$

$$\left(\frac{x}{31,5}\right) + \left(\frac{y}{42,75}\right) - \left(\frac{z}{39,92}\right) \leq -1$$

$$\text{e}$$

$$25,07 \leq z \leq 39,92$$

**Fórmula 32 – Região do fígado.**

A massa do fígado é de 1.497,84g e seu volume é de 1.440,23cm<sup>3</sup>.

#### 4.4.8 Intestino delgado

O intestino delgado e seu conteúdo são representados geometricamente pela seção de um cilindro circular, definido por:

$$\left(\frac{x}{10,45}\right)^2 + \left(\frac{y+3,61}{10,45}\right)^2 \leq 1 \Leftrightarrow x^2 + (y+3,61)^2 \leq (10,45)^2 ,$$

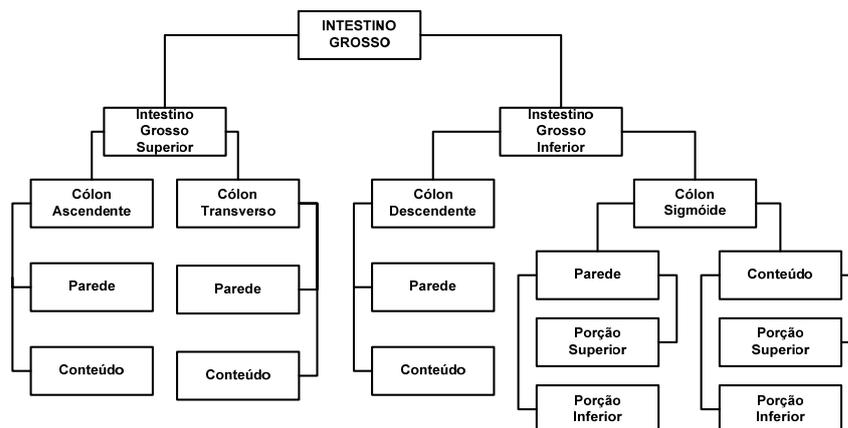
$$-4,61 \leq y \leq 2,09 \quad e \quad 15,78 \leq z \leq 25,07$$

**Fórmula 33 – Região do intestino delgado.**

A massa do intestino delgado é de 864,50g e seu volume é de 831,25cm<sup>3</sup>. Segundo o ICRP (1974) e Snyder *et al.* (1974), o comprimento do intestino delgado pode chegar a 754cm e a espessura de sua parede é estimada entre 0,3 e 0,4cm.

#### 4.4.9 Intestino grosso

O intestino grosso é constituído pelos intestinos *superior* e *inferior* e estão aqui descritos nesta estrutura:



**FIGURA 24 – Estrutura do intestino grosso (Snyder *et al.*, 1974).**

#### 4.4.10 Intestino grosso superior

O intestino grosso superior é constituído pelo cólon ascendente e pelo cólon transverso. As paredes do cólon ascendente são definidas pelas inequações:

$$\left(\frac{x+7,65}{2,3}\right)^2 + \left(\frac{y+2,24}{2,3}\right)^2 \leq 1 \Leftrightarrow (x+7,65)^2 + (y+2,24)^2 \leq (2,3)^2 ,$$

$$\left(\frac{x+7,65}{1,63}\right)^2 + \left(\frac{y+2,24}{1,63}\right)^2 \geq 1 \Leftrightarrow (x+7,65)^2 + (y+2,24)^2 \geq (1,63)^2 ,$$

$$e$$

$$13,42 \leq z \leq 22,30$$

**Fórmula 34 – Região do intestino grosso superior, cólon ascendente: paredes.**

A parede do cólon ascendente tem uma massa de 76,394g e seu volume é de 73,456cm<sup>3</sup>.

A região do conteúdo do cólon ascendente pode ser definida pelas seguintes expressões matemáticas:

$$\left(\frac{x+7,65}{1,63}\right)^2 + \left(\frac{y+2,24}{1,63}\right)^2 < 1 \Leftrightarrow (x+7,65)^2 + (y+2,24)^2 < (1,63)^2 \quad ,$$

$$13,42 \leq z \leq 22,30$$

**Fórmula 35 – Região do intestino grosso superior, cólon ascendente: conteúdos.**

O conteúdo do cólon ascendente tem uma massa de 77,085g e seu volume é de 74,120cm<sup>3</sup>.

O cólon transversal é definido por uma parte de um toro elíptico com seção transversal também elíptica. As equações que descrevem suas paredes e seu conteúdo são:

$$\left(\frac{y+2,24}{2,25}\right)^2 + \left(\frac{z-23,67}{1,4}\right)^2 \leq 1 \quad ,$$

$$\left(\frac{y+2,24}{1,75}\right)^2 + \left(\frac{z-23,67}{0,9}\right)^2 \geq 1 \quad ,$$

$$-9,45 \leq x \leq 9,45$$

**Fórmula 36 – Região do intestino grosso superior, cólon transversal: paredes.**

$$\left(\frac{y+2,24}{1,75}\right)^2 + \left(\frac{z-23,67}{0,9}\right)^2 < 1 \quad ,$$

$$-9,45 \leq x \leq 9,45$$

**Fórmula 37 – Região do intestino grosso superior, cólon transversal: conteúdo.**

A parede do cólon transversal tem uma massa de 97,285g e seu volume é de 93,517cm<sup>3</sup>; seu conteúdo possui massa de 97,285g (mesma massa da parede) e seu volume também possui a mesma massa da parede, que é de 93,517cm<sup>3</sup>.

#### 4.4.11 Intestino grosso inferior

O intestino grosso inferior é constituído pelo cólon descendente e pelo cólon sigmóide. O cólon descendente é definido como um cilindro elíptico inclinado, cortado por dois planos horizontais. As expressões matemáticas que descrevem suas paredes e seu conteúdo são:

$$\begin{aligned} \left(\frac{x-x_0}{1,70}\right)^2 + \left(\frac{y-y_0}{2,02}\right)^2 &\leq 1 \\ \left(\frac{x-x_0}{1,21}\right)^2 + \left(\frac{y-y_0}{1,53}\right)^2 &\geq 1 \\ &e \\ 8,10 &\leq x \leq 22,3 \\ &onde: \\ x_0 &= 8,32 + 0,67\left(\frac{z-22,3}{14,2}\right) \quad e \quad y_0 = 2,45\left(\frac{8,10-z}{14,2}\right) \end{aligned}$$

**Fórmula 38 – Região do intestino grosso inferior, cólon descendente: paredes.**

$$\begin{aligned} \left(\frac{x-x_0}{1,21}\right)^2 + \left(\frac{y-y_0}{1,53}\right)^2 &< 1 \\ &e \\ 8,10 &\leq x \leq 22,3 \\ &onde: \\ x_0 &= 8,32 + 0,67\left(\frac{z-22,3}{14,2}\right) \quad e \quad y_0 = 2,45\left(\frac{8,10-z}{14,2}\right) \end{aligned}$$

**Fórmula 39 – Região do intestino grosso inferior, cólon descendente: conteúdo.**

A parede do cólon descendente tem uma massa de 73,429 g e seu volume é de 70,605cm<sup>3</sup>; seu conteúdo possui uma massa de 85,892g e seu volume é de 52,588cm<sup>3</sup>.

O cólon sigmóide mais o conteúdo é representado por duas metades de um toróide elíptico juntas em uma de suas extremidades, de forma a descrever um “S”. As descrições matemáticas de suas paredes (porção superior e porção inferior), bem como, seu conteúdo (porção superior e porção inferior) são definidas pelas expressões abaixo.

$$\begin{aligned} \left(\frac{\sqrt{(x-2,7)^2 + (z-8,1)^2} - 5,32}{1,45}\right)^2 + \left(\frac{y}{1,45}\right)^2 &\leq 1 \Rightarrow \\ \Rightarrow \left(\sqrt{(x-2,7)^2 + (z-8,1)^2} - 5,32\right)^2 + y^2 &\leq (1,45)^2 \quad , \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \left( \frac{\sqrt{(x-2,7)^2 + (z-8,1)^2} - 5,32}{1,45 - 0,62} \right)^2 + \left( \frac{y}{1,45 - 0,62} \right)^2 \geq 1 \Rightarrow \\ \Rightarrow & \left( \sqrt{(x-2,7)^2 + (z-8,1)^2} - 5,32 \right)^2 + y^2 \geq (0,83)^2 \quad , \\ & x \geq 2,7 \quad e \quad z \leq 8,10 \end{aligned}$$

**Fórmula 40 – Região do intestino grosso inferior, cólon sigmóide: porção superior da parede.**

$$\begin{aligned} & \left( \frac{\sqrt{(x-2,7)^2 + z^2} - 2,75}{1,45} \right)^2 + \left( \frac{y}{1,45} \right)^2 \leq 1 \Rightarrow \\ \Rightarrow & \left( \sqrt{(x-2,7)^2 + z^2} - 2,75 \right)^2 + y^2 \leq (1,45)^2 \quad , \\ & \left( \frac{\sqrt{(x-2,7)^2 + z^2} - 2,75}{1,45 - 0,62} \right)^2 + \left( \frac{y}{1,45 - 0,62} \right)^2 \geq 1 \Rightarrow \\ \Rightarrow & \left( \sqrt{(x-2,7)^2 + z^2} - 2,75 \right)^2 + y^2 \geq (1,45)^2 \quad , \\ & x \geq 2,7 \quad e \quad z \leq 8,10 \end{aligned}$$

**Fórmula 41 – Região do intestino grosso inferior, cólon sigmóide: porção inferior da parede.**

$$\begin{aligned} & \left( \frac{\sqrt{(x-2,7)^2 + (z-8,1)^2} - 5,32}{1,45 - 0,62} \right)^2 + \left( \frac{y}{1,45 - 0,62} \right)^2 < 1 \Rightarrow \\ \Rightarrow & \left( \sqrt{(x-2,7)^2 + (z-8,1)^2} - 5,32 \right)^2 + y^2 < (0,83)^2 \quad , \\ & x \geq 2,7 \quad e \quad z \leq 8,10 \end{aligned}$$

**Fórmula 42 – Região do intestino grosso inferior, cólon sigmóide: porção superior do conteúdo.**

$$\begin{aligned} & \left( \frac{\sqrt{(x-2,7)^2 + z^2} - 2,75}{1,45 - 0,62} \right)^2 + \left( \frac{y}{1,45 - 0,62} \right)^2 < 1 \Rightarrow \\ \Rightarrow & \left( \sqrt{(x-2,7)^2 + z^2} - 2,75 \right)^2 + y^2 < (1,45)^2 \quad , \\ & x \geq 2,7 \quad e \quad z \leq 8,10 \end{aligned}$$

**Fórmula 43 – Região do intestino grosso inferior, cólon sigmóide: porção inferior do conteúdo.**

A parede do cólon sigmóide tem uma massa de 58,547g e seu volume é de 56,295cm<sup>3</sup>; seu conteúdo tem massa de 28,532g e volume de 27,435cm<sup>3</sup>.

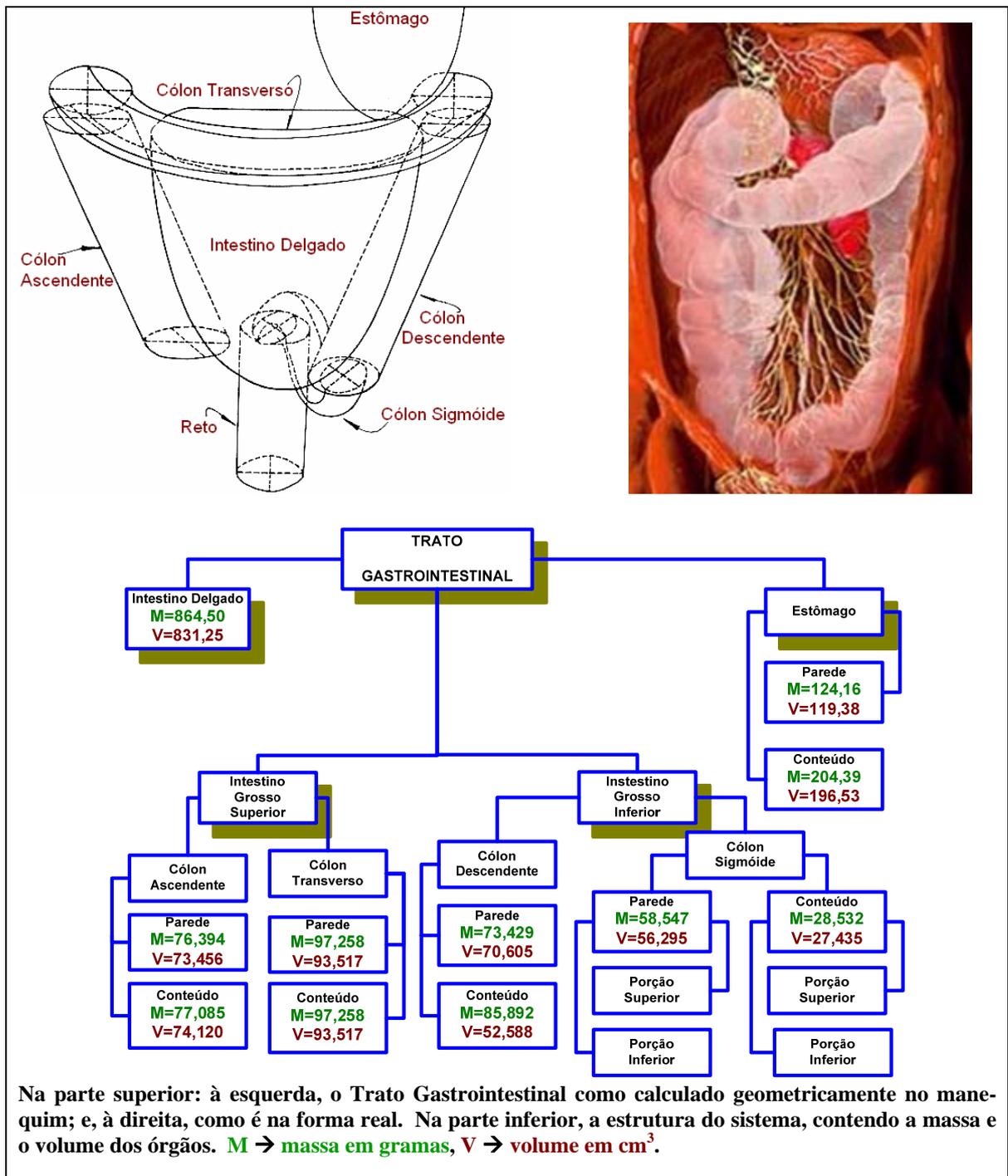


FIGURA 25 – Síntese do Trato Gastrointestinal.

#### 4.4.12 Ovários

Cada ovário tem a forma de um elipsóide. Os ovários são definidos pela expressão abaixo e os sinais “-” e “+” se referem ao ovário esquerdo e ao ovário direito, respectivamente.

$$\left(\frac{x \pm 5,4}{0,9}\right)^2 + \left(\frac{y}{0,475}\right)^2 + \left(\frac{z-14}{1,857}\right)^2 \leq 1$$

**Fórmula 44 – Região dos ovários.**

A massa dos ovários é de 6,84g e seu volume é de 6,58cm<sup>3</sup>.

#### 4.4.13 Pâncreas

O pâncreas é a metade de um elipsóide com uma seção removida e é definido matematicamente pelas desigualdades:

$$\left(\frac{x+1}{14,4}\right)^2 + \left(\frac{y}{1,14}\right)^2 + \left(\frac{z-34,35}{3,064}\right)^2 \leq 1 \quad ,$$

$$x \geq -0,9 \quad e$$

$$z \geq 34,35 \quad se \quad x > 2,7$$

**Fórmula 45 – Região do pâncreas.**

A massa do pâncreas é de 49,90g e seu volume é de 47,98cm<sup>3</sup>.

#### 4.4.14 Pele

A pele é composta da derme – camada cutânea mais profunda e composta de densa rede de tecido conjuntivo vascular – e da epiderme – camada superficial não vascularizada. A pele é o maior órgão do corpo humano, revestindo-o integralmente. A derme e a epiderme estão contidas numa camada de 0,2cm que cobre o exterior do corpo dos manequins matemáticos referidos neste trabalho. Segundo Guimarães (1995, p. 125), nas costas, a espessura da pele é maior e corresponde a mais ou menos o dobro do valor representativo, mas esse fator não foi levado em consideração na confecção dos manequins. A região da pele é compreendida pela parte que recobre a cabeça, as pernas e o tronco. No caso do tronco, incluem-se a parte superior e inferior do cilindro elíptico que o representa, mas se exclui a parte exposta, onde se encontram a parte inferior da cabeça e a parte superior das pernas; inclui-se também a pele cobrindo as mamas, mas se exclui a pele do tronco que fora coberto pelas mamas.

Obteve-se o volume total aproximado da pele ( $V_p$ ) para o manequim da mulher brasileira por meio da soma dos volumes das peles: da cabeça ( $V_{pc}$ ), do tronco ( $V_{pt}$ ), das pernas ( $V_{pp}$ ) e das mamas ( $V_{pm}$ ). Esse último valor fora calculado anteriormente.

$$V_p = V_{pc} + V_{pt} + V_{pp} + V_{pm}$$

Obs.: Síntese do cálculo do volume da pele.

Para o volume da pele do tronco, os cálculos se referem a valores com a pele e sem a pele das mamas, uma vez que, para a comparação com o manequim de Snyder não se deve considerar as mamas, já que não estão presentes naquele manequim.

**[i]** Cálculo do volume da pele da cabeça ( $V_{pc}$ ):

$$V_{pc} = \pi A_H B_H \left( C_{H1} + \frac{2}{3} C_{H2} \right) - \pi (A_H - S)(B_H - S) \left[ C_{H1} + \frac{2}{3} (C_{H2} - S) \right]$$

substituindo-se vem:

$$V_{pc} = \pi \times 6,7 \times 9,5 \left( 14,2 + \frac{2}{3} 7,8 \right) - \pi (6,7 - 0,2)(9,5 - 0,2) \left[ 14,2 + \frac{2}{3} (7,8 - 0,2) \right]$$

$$V_{pc} = 220,35 \text{ cm}^3$$

**Fórmula 46 – Volume da pele da cabeça.**

**[ii]** Cálculo do volume da pele do tronco ( $V_{pt}$ ):

Sem levar em consideração as mamas:

$$V_{pt} = \pi A_T B_T C_T - \pi (A_T - S)(B_T - S) C_T + 2S \times \left\{ \left( \frac{A_T - S}{B_T - S} \right) \left[ y_1 \sqrt{(B_T - S)^2 - y_1^2} + (B_T - S)^2 \operatorname{sen}^{-1} \left( \frac{y_1}{B_T - S} \right) \right] - \frac{A_H}{B_H} \left[ y_1 \sqrt{B_H^2 - y_1^2} + B_H^2 \operatorname{sen}^{-1} \left( \frac{y_1}{B_H} \right) \right] \right\}$$

onde

$$y_1 = \sqrt{\frac{(A_T - S)^2 - A_H^2}{\left( \frac{A_T - S}{B_T - S} \right)^2 + \left( \frac{A_H}{B_H} \right)^2}} \Rightarrow y_1 = \sqrt{\frac{(18 - 0,2)^2 - 6,7^2}{\left( \frac{18 - 0,2}{9,5 - 0,2} \right)^2 + \left( \frac{6,7}{9,5} \right)^2}} \Rightarrow y_1 = 8,085$$

substituindo-se vem:

$$V_{pt} = \pi \times 18 \times 9,5 \times 65 - \pi \times (18 - 0,2) \times (9,5 - 0,2) \times 65 + 2 \times 0,2 \times \left\{ \left( \frac{18 - 0,2}{9,5 - 0,2} \right) \left[ 8,085 \sqrt{(9,5 - 0,2)^2 - 8,085^2} + (9,5 - 0,2)^2 \operatorname{sen}^{-1} \left( \frac{8,085}{9,5 - 0,2} \right) \right] - \frac{6,7}{9,5} \left[ 8,085 \sqrt{9,5^2 - 8,085^2} + 9,5^2 \operatorname{sen}^{-1} \left( \frac{8,085}{9,5} \right) \right] \right\}$$

$$\cong 1175,89 \text{ cm}^3 \text{ (sem as mamas)}$$

**Fórmula 47 – Volume da pele do tronco sem as mamas.**

Para se chegar à estimativa do volume da pele do tronco, deve-se adicionar ao volume obtido acima a pele que cobre as mamas e subtrair-se a pele do tronco que fora coberta pelas mamas.

Como se viu acima, quando do estudo da região das mamas, o volume de pele que as recobre é de  $44,02\text{cm}^3$ . O volume de pele do troco coberto por ambas as mamas, que deve ser subtraído, é obtido através da seguinte expressão matemática:

$$4 c S \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{t(x) \cdot u(x)} dx,$$

em que:

$$t(x) = 1 - \left( \frac{x - x_0}{a} \right)^2 - \left[ \frac{B_T \sqrt{1 - \left( \frac{x}{A_T} \right)^2} - y_0}{b} \right]^2,$$

$$u(x) = 1 + \frac{B_T^2 x^2}{A_T^2 (A_T^2 - x^2)}$$

A integração, nesse caso, é feita numericamente usando-se o método da quadratura de Gauss que substituído assim se expressa:

$$4 \times 3,77 \times 0,2 \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{t(x) \cdot u(x)} dx,$$

onde:

$$t(x) = 1 - \left( \frac{x - 9}{4,35} \right)^2 - \left[ \frac{9,5 \sqrt{1 - \left( \frac{x}{18} \right)^2} + 8,23}{4,05} \right]^2,$$

$$u(x) = 1 + \frac{9,5^2 x^2}{18^2 (18^2 - x^2)}$$

$$\cong 23,07\text{cm}^3$$

portanto, tem-se:

$$V_{pt} = 1175,89 + 44,02 - 23,07$$

$$\boxed{V_{pt} = 1.196,84\text{cm}^3}$$

**Fórmula 48 – Volume da pele do tronco com as mamas.**

[iii] Cálculo do volume da pele das pernas ( $V_{pp}$ ):

$$V_{pp} = \frac{2}{3} \pi C_L \left\{ (R_1^2 + R_2^2 + R_1 R_2) - [(R_1 - S)^2 + (R_2 - S)^2 + (R_1 - S)(R_2 - S)] \right\} + 2\pi (R_2 - S)^2 S, \quad \text{onde } R_1 = \frac{A_T}{2} \quad e \quad R_2 = \frac{A_T}{2} \left( \frac{C'_L - C_L}{C'_L} \right).$$

substituindo-se tem-se:

$$V_{pp} = \frac{2}{3} \pi 75 \times \left\{ (9^2 + 2,25^2 + 9 \times 2,25) - [(9 - 0,2)^2 + (2,25 - 0,2)^2 + (9 - 0,2)(2,25 - 0,2)] \right\} + 2\pi (2,25 - 0,2)^2 0,2, \quad \text{onde } R_1 = \frac{18}{2} = 9 \quad e \quad R_2 = \frac{18}{2} \left( \frac{100 - 75}{100} \right) = 2,25.$$

$$V_{pp} = 1.046,72 \text{ cm}^3$$

**Fórmula 49 – Volume da pele das pernas.**

[iv] Cálculo do volume da pele das mamas ( $V_{pm}$ ) – já efetuado quando do estudo de sua região geométrica no manequim:

$$V_{pm} = 44,02 \text{ cm}^3$$

Portanto, o volume total de pele para o manequim é dado por:

- Considerando-se as mamas:

$$V_{p \text{ com mamas}} = V_{pc} + V_{pt} + V_{pp}$$

$$V_{p \text{ com mamas}} = 220,35 + 1196,84 + 1046,72$$

$$V_{p \text{ com mamas}} = 2.463,91 \text{ cm}^3$$

**Fórmula 50 – Volume total da pele com as mamas.**

- Não se considerando as mamas:

$$V_{p \text{ sem mamas}} = V_{pc} + V_{pt}^* + V_{pp}$$

$$V_{p \text{ sem mamas}} = 220,35 + 1175,89 + 1046,72$$

$$V_{p \text{ sem mamas}} = 2.442,96 \text{ cm}^3$$

**Fórmula 51 – Volume total da pele sem as mamas.**

#### 4.4.15 Pulmões

Cada pulmão é representado geometricamente pela metade de um elipsóide que tem uma seção anterior removida. Os sinais “+” e “-” se referem ao pulmão direito e esquerdo, respectivamente. As inequações que os definem são:

$$\left(\frac{x \pm 7,65}{4,5}\right)^2 + \left(\frac{y}{7,12}\right)^2 + \left(\frac{z-40,39}{22,28}\right)^2 \leq 1$$

para  $z \geq 40,39$

ou

$$\left(\frac{x \pm 2,25}{4,5}\right)^2 + \left(\frac{y}{7,12}\right)^2 + \left(\frac{z-40,39}{22,28}\right)^2 \geq 1$$

para  $y < 0$

**Fórmula 52 – Região dos pulmões.**

A massa dos pulmões direito e esquerdo é de 832,22g e o volume de ambos é de 2.811,55cm<sup>3</sup>.

#### 4.4.16 Rins

Cada rim é definido por um elipsóide seccionado por um plano. O sinal positivo representa o rim direito e o sinal negativo, o rim esquerdo. As desigualdades que os definem são:

$$\left(\frac{x \pm 5,4}{4,05}\right)^2 + \left(\frac{y-5,7}{1,42}\right)^2 + \left(\frac{z-30,17}{5,10}\right)^2 \leq 1$$

e  $|x| \geq 2,70$

**Fórmula 53 – Região dos rins.**

A massa dos rins direito e esquerdo é de 235,29g e o volume de ambos é de 226,24cm<sup>3</sup>.

#### 4.4.17 Timo

O timo é um órgão formado por dois lobos que recobrem parte do pericárdio e dos grandes vasos da base do coração. O timo desenvolve-se até a puberdade e a partir dessa fase inicia a sua involução. Seu papel importante é na transmissão neuromuscular e em processos imunológicos. O timo é representado no manequim matemático por um elipsóide com a seguinte desigualdade:

$$\left(\frac{x+1,8}{2,7}\right)^2 + \left(\frac{y+5,7}{0,47}\right)^2 + \left(\frac{z-56,17}{3,71}\right)^2 \leq 1$$

**Fórmula 54 – Região do timo.**

O timo apresenta a massa de 20,53g e o seu volume é de 19,74cm<sup>3</sup>.

#### 4.4.18 Tireóide

Os lóbulos da tireóide situam-se entre dois cilindros concêntricos cortados por uma superfície e definidos pelas inequações:

$$\begin{aligned}
 x^2 + (y+5,4)^2 &\leq (2,0)^2 \quad , \\
 x^2 + (y+5,4)^2 &\geq (0,9)^2 \quad , \\
 y+5,4 &\leq 0 \quad , \\
 65 \leq z \leq 65 + 4,64 &\Leftrightarrow 65 \leq z \leq 69,64 \quad ,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &e \\
 [(y+5,4)-|x|]^2 &\geq 2[x^2+(y+5,4)^2]r^2 \quad , \\
 &em\ que
 \end{aligned}$$

$$\tau = \frac{2(\sqrt{2}-2)}{5}(z-65)+1 \quad para \quad 0 \leq z-65 \leq \frac{5}{4}$$

$$\tau = \frac{2(2-\sqrt{2})}{15}(z-65)+\frac{2\sqrt{2}-1}{3} \quad para \quad \frac{5}{4} < z-65 \leq 5$$

**Fórmula 55 – Região da tireóide.**

A massa da tireóide é de 16,25g e o seu volume é de 15,63cm<sup>3</sup>.

#### 4.4.19 Útero

O útero é definido geometricamente como um elipsóide cortado por um plano. As desigualdades que o representam são as seguintes:

$$\left(\frac{x}{2,25}\right)^2 + \left(\frac{y+1,9}{4,75}\right)^2 + \left(\frac{z-13}{1,4}\right)^2 \leq 1$$

$$y \geq -4,275$$

**Fórmula 56 – Região do útero.**

A massa do útero é de 54,14g e o seu volume é de 52,06cm<sup>3</sup>.

## **5. MODELAGEM COMPUTACIONAL E O MÉTODO DE MONTE CARLO**

### **5.1 Introdução**

Como se viu no Capítulo 2 deste trabalho, o Método de Monte Carlo será usado para previsão estatística da transferência de energia por interação pelos caminhos seguidos pela radiação. Neste capítulo, o estudo dos modelos e sua operação (simulação), em geral, e o Método de Monte Carlo, em particular, fornecerão subsídios para a compreensão do código computacional ALGAM-97<sup>®</sup>, usado neste trabalho para a obtenção das Frações Absorvidas Específicas e para a elaboração do sistema informatizado *cFAE – consulta Fração Absorvida Específica*.

### **5.2 Modelos**

O homem, ao estudar sistemas, objetos ou fenômenos, depara-se muitas vezes com dificuldades em analisá-los em sua forma natural de existência por dificuldade de acesso, medição ou mesmo pelos altos riscos e custos envolvidos. Por isso, segundo Naylor *et al.* (1971), são utilizadas formas de representação que permitem manipular e compreender as entidades estudadas, quer em seus aspectos qualitativos quer nos quantitativos. Num sentido mais amplo, o modelo representa certa quantidade de informações e atributos sobre aquilo que é representado, conforme os objetivos e necessidades da análise. Para construir um modelo, não existe uma regra absoluta, mas há um aspecto bastante significativo: a sua característica evolutiva. Todo modelo inicia-se de maneira simples, tornando-se complexo à medida que vão surgindo aspectos necessários para a análise ser executada. Assim sendo, gradativamente, o modelo torna-se mais complexo e mais útil, para que a simulação fique completa ou muito próxima do real.

#### **5.2.1 Facilidades oferecidas pelos modelos**

Os modelos assumem papel importante na resolução de determinados problemas e, segundo Andrade (2004, p. 11), permitem facilidades que podem ser assim enumeradas:

- visualização da estrutura do sistema real em análise;
- representação das informações e de suas inter-relações;

- sistematização das análises e das avaliações do valor de cada alternativa que se apresenta;
- transformação em instrumento de comunicação e de discussão com outras pessoas.

### 5.2.2 Tipos de modelos

Dependendo da maneira como o processo de decisão é abordado pelo analista e da própria natureza da decisão, pode-se, segundo Andrade (*op. cit.*), identificar diferentes tipos de modelos, tais como: modelos simbólicos ou matemáticos, modelos conceituais e modelos heurísticos.

### 5.2.3 Modelos simbólicos ou matemáticos

Os modelos simbólicos ou matemáticos baseiam-se na pressuposição de que todas as informações e variáveis relevantes do problema de tomada de decisão podem ser quantificadas. Utiliza-se de símbolos matemáticos para representá-las e para usar funções matemáticas destinada a descrever ligações entre elas e a operação do sistema. São muitas as maneiras de gerar e utilizar essas relações e, por isso, existem vários tipos de modelos matemáticos. O processo de solução subsequente decorre do modelo utilizado.

### 5.2.4 Modelos conceituais

Os modelos conceituais relacionam de maneira seqüencial e lógica as informações e as fases do processo, de modo a permitir o desenvolvimento controlado e consistente com os objetivos a que se deseja alcançar.

### 5.2.5 Modelos heurísticos

Os modelos heurísticos são construídos quando a complexidade do problema é de tal ordem que a utilização de relações matemáticas torna-se impraticável ou extremamente dispendiosa. O esforço de construir o modelo não seria compensado pelos benefícios conseguidos no processo de decisão. Esses modelos baseiam-se em regras empíricas ou intuitivas que, dada determinada solução para o problema, permitem o avanço para outra solução mais aprimorada. São basicamente procedimentos de busca inteligente de estados do processo de decisão sempre em direção ao aumento do valor do critério escolhido. Os modelos construídos com base nas técnicas de “inteligência artificial” são exemplos de modelos heurísticos.

### 5.3 Simulação de sistemas

A simulação de um sistema é a operação de um modelo que representa esse sistema, geralmente de computadores, respeitando-se todas as regras e as condições reais às quais o sistema está submetido. O modelo permite manipulações que seriam inviáveis no sistema real que ele representa, por causa do custo ou da impossibilidade de realizá-las.

Segundo Andrade (2004, p. 113) “... a simulação sempre foi usada pela humanidade como meio de representar os processos relativos aos sistemas em que as pessoas viviam”. Como exemplo, continua Andrade (*op. cit.*, p. 113) incluem-se: “a escultura, a pintura e todas as formas de representação de idéias”.

Em ciência, a utilização de modelos é uma atividade corriqueira, desde os modelos realizados em escala reduzida, como edificações, topografia e barragens, até modelos de aviões para estudos aerodinâmicos e modelos analíticos de processos físicos e mentais. Podem-se enumerar muitas razões para justificar o uso da simulação das quais, destacam-se:

- a impossibilidade ou o alto custo para se observar diretamente a operação do sistema no mundo real;
- o sistema observado pode ser tão complexo que sua modelagem matemática torna-se inviável;
- a solução do modelo pode ser muito trabalhosa e pouco flexível.

Os modelos de simulação oferecem uma representação do mundo real para geração e análise de alternativas; oferecem um grau de liberdade considerável para a escolha da ação mais conveniente; e permitem a criação de ambientes futuros possíveis. Dentre as diversas vantagens do uso da simulação, podem-se enumerar as seguintes:

- estudar e experimentar interações complexas de um sistema;
- estudar variações no meio-ambiente e verificar o impacto dessas no sistema;
- melhorar a compreensão do sistema a partir da experiência adquirida em construir modelos;
- descobrir as variáveis mais importantes do sistema e a maneira como elas interagem por meio da simulação;
- permitir a experimentação com novas situações sobre as quais se tem pouca ou nenhuma informação;
- permitir a realização de testes antes da implementação real.

O uso moderno do termo “simulação” tem origem em um trabalho da década de 1940, em que se associaram a expressão “Método de Monte Carlo” a uma técnica matemática que será apresentada na próxima seção.

## 5.4 Origem e aplicações do Método de Monte Carlo

O processo, ou Método, de Monte Carlo é um método de *física-estatística-computacional* que se presta a solucionar problemas matemáticos, físicos e de outras disciplinas, por meio de um conjunto de processos de análise numérica, utilizando-se de uma amostragem estatística. Seu nome é uma referência ao principado de Mônaco, célebre por suas casas de jogos que utilizam roletas. A referência ocorre porque a roleta é um excelente mecanismo para se obterem variáveis aleatórias. A criação desse método está ligada aos nomes dos matemáticos norte-americanos J. von Neumann e S. Ulam (1945). Seu uso generalizou-se logo após o aparecimento do computador digital, muito embora sua base teórica já fosse conhecida há bastante tempo (Sobol, 1976).

Historicamente, foi o primeiro sistema usado com sucesso para resolução de problemas de transporte de partículas e, atualmente, é largamente empregado em diversas áreas: Física, Química, Biologia etc. (Binder, 1995).

Em todas as aplicações do Método de Monte Carlo é construído um modelo estocástico (probabilístico), pois utiliza resoluções numéricas e propriedades probabilísticas de ocorrência de eventos, em que o valor esperado de certa variável aleatória é equivalente ao valor da quantidade física a ser determinada (Lux *et al.*, 2000; Allen *et al.*, 1987).

Atualmente, o enorme poder de processamento, aliado às grandes memórias dos computadores, tem reduzido problemas difíceis de Matemática a simples problemas de Estatística, graças ao uso do Método de Monte Carlo (Carter *et al.*, 1975).

### 5.4.1 Representação do Método de Monte Carlo

O Método de Monte Carlo baseia-se na utilização da função cumulativa de probabilidade  $y = F(x)$ , na qual  $x$  é a variável aleatória com distribuição de probabilidades própria e  $y$  é a variável com distribuição uniforme entre 0 e 1.

Sorteia-se um número aleatório nos intervalos (0 a 1) ou (0 a 100) e, utilizando-se a função cumulativa de probabilidade da variável em simulação  $F(x)$ , determina-se o valor da variável  $x$  que corresponde ao número aleatório sorteado (vide FIG. 26).

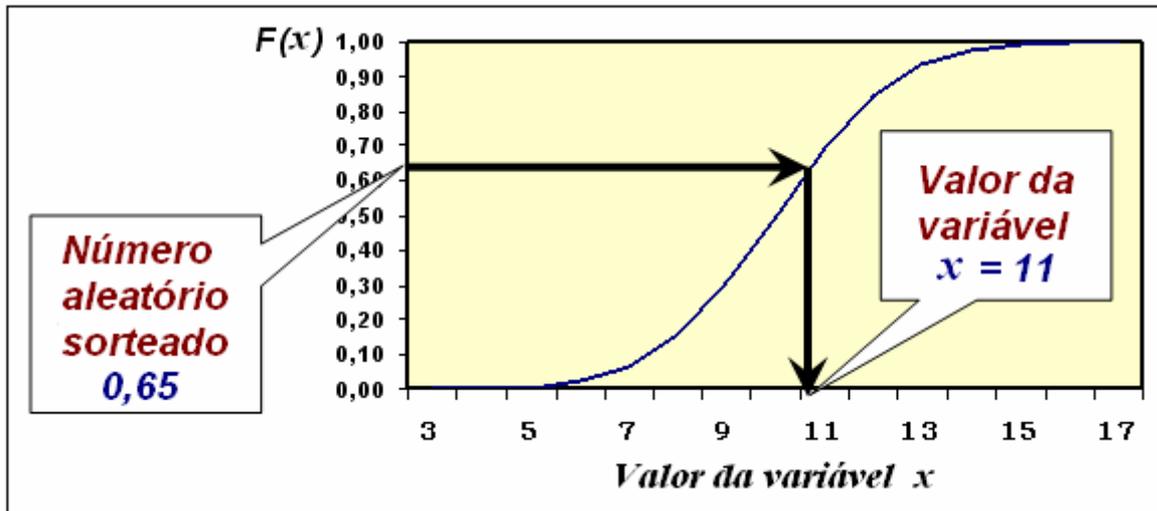


FIGURA 26 – Representação do Método de Monte Carlo  
 Fonte: Andrade, 2004, p. 119

#### 5.4.2 Aplicações na Medicina

As aplicações do Método de Monte Carlo na Física Médica cobrem quase todos os tópicos, incluindo a proteção radiológica, radiodiagnóstico, radioterapia, Medicina Nuclear etc. Segundo Zaidi (2003, p. 30) há um interesse crescente em aplicações novas, como em terapia de radiação intravenosa, entre outras. Seu uso para simular o transporte da radiação transformou-se em um dos meios mais exatos de prever distribuições de dose absorvidas e outras quantidades de interesse da medicina, tanto em tratamentos por radiação como em procedimentos de diagnósticos, usando radionuclídeos. Para tanto, a idéia geral da análise de Monte Carlo é criar um modelo tão similar quanto possível ao sistema físico real e, então, gerar interações dentro desse sistema, baseando-se nas probabilidades conhecidas de ocorrências, com a amostragem aleatória das *funções da densidade de probabilidade*.

O transporte de partículas de radiação é simulado pela “criação” das partículas ou raios de uma região definida da fonte, geralmente, com uma orientação inicial aleatória no espaço. Tais partículas viajam através do sistema, interagindo e depositando energias em pontos diferentes. A penetração e o movimento das partículas geram a deposição de energias em cada interação, determinando a dose absorvida. Quanto maior for o número de eventos individuais, chamados “histórias”, melhor será a qualidade do comportamento médio relatado e, com isso, a incerteza estatística diminui.

#### 5.4.3 MIRD e o Método de Monte Carlo

Para H. Zaidi (2003, p. 33), “... os cálculos mais avançados de Monte Carlo na Física Médica foram empreendidos na área da Medicina Nuclear”. Quanto aos estudos

de dosimetria, o formalismo e os dados baseados nos cálculos de Monte Carlo, desenvolvidos pelo Medical Internal Radiation Dose Committee of the Society of Nuclear Medicine “MIRD” foram publicados em uma série de trabalhos desde 1968. Em alguns desses trabalhos, foi mostrado o uso extensivo da simulação de Monte Carlo para o cálculo das Frações Absorvidas Específicas em fontes de fótons distribuídas uniformemente nos manequins matemáticos (Berger, 1968, *apud* Zaidi, 2003, p. 33).

Os cálculos de Monte Carlo para fótons foram executados usando o código de computador denominado ALGAM que “criava” fótons em posições aleatórias dentro de toda região fonte (órgãos e tecidos), dando a esses fótons uma orientação aleatória no espaço e seguindo em suas interações.

## 5.5 O transporte de energia

Quando um fóton ou um elétron de energia elevada penetra em um meio material, origina uma cascata de partículas secundárias até que sua energia termine. Um dos requisitos a serem cumpridos por qualquer programa usando o processo de Monte Carlo e que pretenda ser útil nessa simulação é a possibilidade de modelar geometrias complexas. Segundo Sempau (2002), a simulação de Monte Carlo tem sido utilizada para estudar numerosos aspectos relacionados com a Física Médica e, para uma revisão em profundidade do tema, deve-se consultar a obra de Andreo (1991).

Existem diversos programas (ou sistemas de programas) que fazem essa modelagem computacional e que, utilizando os recursos modernos da Ciência da Computação e com as devidas modificações em seus códigos, podem ser adaptado para o cálculo das Frações Absorvidas Específicas. Surgiram então programas de propósito geral, capazes de simular o transporte de fótons e elétrons, dentre os quais podemos citar:

- ALGAM (Warner & Craig, 1968; Cristy & Eckerman, 1987);
- ALGAMP (Ryman & Eckerman, 1993);
- BRHGAM (Warner, 1973);
- EGS4 (Jenkins *et al.*, 1988);
- EGSnrc (Kling *et al.*, 2001);
- GEANT (Kling *et al.*, 2001);
- ITS (Jenkins *et al.*, 1988);
- MCNP (Briesmeister, 2000; Kling *et al.*, 2001);
- MIRDOSE (Stabin, 1996);
- MIRDOSE OLINDA (Stabin, 2005);
- PENELOPE (Salvat *et al.*, 2001; Kling *et al.*, 2001) etc..

Todos esses programas permitem a simulação de materiais de composição arbitrária, com geometrias complexas, e aceitam intervalos de energia que vão desde poucos keV até alguns GeV, ainda que os extremos dessas energias dependam em grande medida do programa considerado (Sempau, 2002). Alguns desses estão disponíveis no *Radiation Safety Information Computational Center (RSICC)* o qual centraliza e distribui informações a respeito de softwares aplicáveis à área de transporte e segurança das radiações. Atualmente, há mais de 1.700 pacotes de software atendendo a 73 países do mundo. Para auxiliar os possíveis usuários, esses softwares estão classificados em diferentes categorias e são periodicamente atualizados (URL\_RSICC, 2005).

### 5.5.1 O código ALGAM-97

O nome do programa (ou código computacional) ALGAM-97 é um acrônimo de *Monte Carlo Estimation of Internal Dose from Gamma-Ray Sources in a Phantom Man*, onde o número 97 refere-se às 97 regiões alvos/fontes do manequim matemático.

O principal objetivo do programa é estimar a fração absorvida nos órgãos e regiões do manequim matemático, quando fótons de energia conhecida são emitidos de uma região fonte. O programa fornece os resultados das frações absorvidas para fótons de 12 energias distintas e é composto basicamente de três conjuntos de sub-rotinas: o primeiro trata da fonte; o segundo, da geometria do meio; e o terceiro, do transporte do fóton, utilizando-se, para isso, do Método de Monte Carlo aplicado aos processos de interação dos fótons.

O propósito da sub-rotina fonte é a de simular um determinado órgão do corpo que contenha material radioativo. Esse órgão passa a ser então a fonte onde se inicia todo o processo para cálculo da fração absorvida pelos órgãos alvos.

Dessa forma, escolhem-se aleatoriamente as coordenadas  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$  que definirão o ponto de partida do fóton. Em seguida, associam-se a esse ponto três cossenos diretores, também escolhidos aleatoriamente e que definirão os ângulos de saída do fóton. Atribui-se também uma energia inicial  $E_0$  e um fator de ponderação igual à unidade que está relacionado com a probabilidade de sobrevivência desse fóton. Posteriormente, essas informações são passadas para o sistema de transporte do fóton, onde será determinada a distância percorrida pela radiação eletromagnética. No programa, essa distância é calculada, utilizando-se para o coeficiente de atenuação de massa total um valor que leva em conta a região em consideração, isto é, tecido mole, tecido pulmonar e tecido ósseo, como se viu anteriormente no Capítulo 2. Esse procedimento permite que a distância determinada

seja a menor distância percorrida pelo fóton, para que possa ocorrer uma colisão, qualquer que seja o meio em que ele se encontre. Nesse ponto, é utilizada a sub-rotina que encerra a geometria do meio, para determinar o órgão ou a região na qual o fóton se encontra. Uma vez definido esse local, gera-se um número aleatório  $R$ , para determinar a probabilidade de ocorrência da colisão dada por  $\mu_i/\mu_0$ , onde  $\mu_i$  é o coeficiente de atenuação de massa total do meio em que o fóton se encontra. Se o número aleatório  $R$ , gerado uniformemente no intervalo de 0 a 1, for maior que  $\mu_i/\mu_0$ , a colisão não ocorre e o fóton continua o seu trajeto na mesma direção, com a mesma energia e o mesmo fator de ponderação.

Posteriormente, joga-se uma nova chance para determinar o local da próxima interação e o processo se repete. Entretanto, se o resultado é favorável, isto é,  $R \leq \mu_i/\mu_0$ , o local é aceito como ponto de colisão e, nesse caso, o programa considera a ocorrência de um dos seguintes processos de interação: Efeito Compton, Efeito Fotoelétrico ou Produção de Pares.

A energia depositada nessa colisão é registrada e armazenada para o órgão alvo em questão. Se o local da interação, escolhido aleatoriamente, pertencer à região do osso, é chamada uma sub-rotina especial para calcular a quantidade de energia depositada na medula óssea vermelha, na medula óssea amarela e na porção restante do osso. Dessa forma, em cada colisão, a energia inicial atribuída ao fóton é reduzida, assim como a sua probabilidade de sobrevivência.

Ainda, no Capítulo 2, se viu que a história de um fóton termina quando ele escapa do manequim, ou quando sua energia for menor que 4 keV, ou ainda se o seu fator de ponderação for menor que  $10^{-5}$ . Resumindo, as etapas da história de um fóton são as seguintes:

- a sua origem;
- o caminho percorrido;
- as interações sofridas e a energia depositadas por:
  - Efeito Compton;
  - Efeito Fotoelétrico;
  - Produção de Pares.

Se sua história não findou, o fóton continua o seu percurso, carregando o saldo da energia e do fator de ponderação da última colisão com um novo ângulo de espalhamento determinado aleatoriamente. Nesse caso, determina-se novamente a distância onde ocorrerá a próxima colisão, o seu meio, a probabilidade de ocorrência, o processo

físico de interação e a redução na energia e no fator de ponderação até o término de sua história. Em seguida, o programa ALGAM-97 coleta todas as informações anteriores de seus registros referentes às frações de energia absorvidas pelo órgão fonte e que foram absorvidas por cada órgão alvo, em cada colisão e os atualiza com os novos dados que acabara de obter. Posteriormente, retorna à sub-rotina fonte para o início da história de um novo fóton. O programa ALGAM-97 repete esse processo para as histórias de 60.000 fótons e, quando esse número é atingido, determina a energia média depositada ( $\bar{\epsilon}$ ) em cada órgão alvo. Em seguida, calcula a fração absorvida, conforme visto anteriormente no Capítulo 2 (Warner & Craig, 1968; Todo, 1979; Guimarães, 1995). A representação do sistema está esquematizada no diagrama de blocos abaixo (FIG. 27).

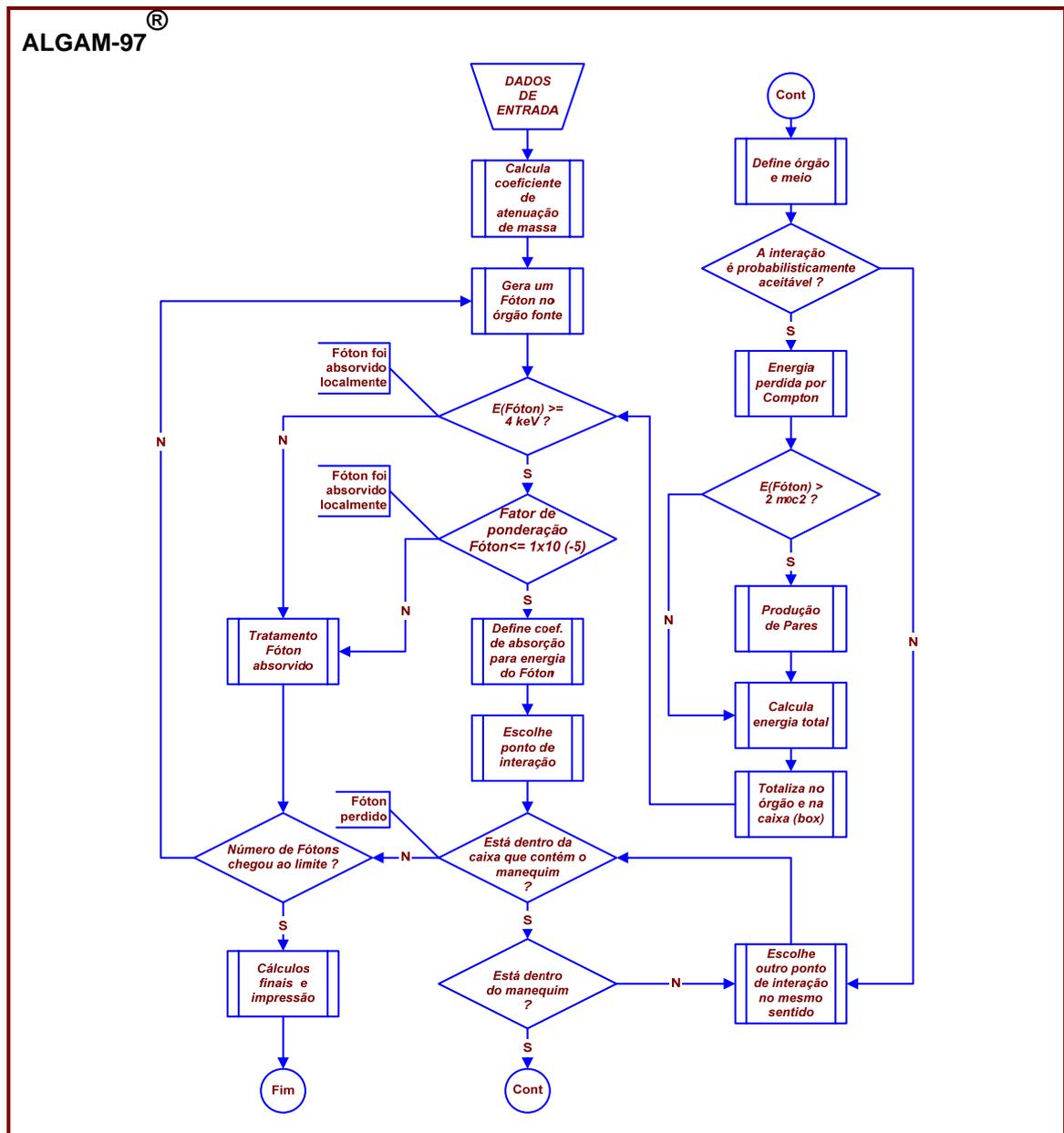


FIGURA 27 – Diagrama de blocos do código ALGAM-97.

### 5.5.2 Síntese das sub-rotinas do programa ALGAM-97

*BLOCK DATA*: Sub-rotina em que se definem as massas das regiões do manequim e de seus órgãos, o número total de órgãos, os eixos e os parâmetros pertinentes a cada órgão.

*INPUT*: Sub-rotina em que estão determinados os senos dos ângulos que apresentam as partes da cabeça e do tronco do manequim.

*SOURCE*: Sub-rotina fonte que gera aleatoriamente as coordenadas,  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$ , que definem o ponto onde o fóton inicia sua história.

*GTISO*: Sub-rotina geradora de uma direção aleatória para o fóton inicial e que é também chamada quando ocorre produção de pares.

*DCOMP*: Avalia a fração de energia absorvida nos compartimentos do manequim.

*DCOMP(1)*: Passo dentro da sub-rotina, anterior onde são iniciados os parâmetros utilizados.

*DCOMP(3)*: Local onde são determinadas as energias absorvidas em cada colisão durante a história do fóton.

*DCOMP(4)*: Armazenamento de energia para cada fóton.

*DCOMP(5)*: Local onde estão determinados e gravados a fração de energia absorvida, o desvio padrão e o coeficiente de variação nos compartimentos do modelo matemático, após o término da história dos 30.000 fótons.

*SPECIA*: Estima a fração de energia absorvida nos órgãos e regiões do manequim.

*SPECIA(1)*: Local dentro da sub-rotina anterior onde são iniciados os parâmetros aí utilizados.

*SPECIA(3)*: Local onde são determinadas as energias depositadas em cada colisão.

*SPECIA(4)*: Local de armazenamento das energias para cada fóton.

*SPECIA(5)*: Local de determinação e gravação das frações de energia absorvida, do erro padrão e do coeficiente de variação nos órgãos e regiões do manequim matemático, após o término das 30.000 histórias.

*DFACT*: Função que determina a fração de energia depositada na região alvo pelo fóton incidente.

*TESTWT*: Sub-rotina em que se verifica o término da história do fóton.

*COLLIS*: Subprograma onde se encontra o Método de Monte Carlo.

Nesse subprograma são determinados:

- a distância percorrida pelo fóton;
- a probabilidade de ocorrência de colisão;
- o fator de ponderação que será atribuído ao fóton emergente, resultante da interação Compton.

*GEOM*: Sub-rotina onde é verificado se o fóton saiu ou não do manequim.

*MEDIUM*: Verifica o local ou o meio onde o fóton sofreu a interação, isto é, se é no tecido mole, no pulmão ou no osso, ou ainda, se saiu do manequim. Verifica ainda se o fóton está na região da cabeça, do tronco ou das pernas.

*TRUNK*: Sub-rotina onde estão as inequações que definem os órgãos que servirão como alvos na região do tronco.

*HEAD*: Sub-rotina onde se encontram as inequações que definem as sub-regiões alvos da cabeça.

*LEGS*: Sub-rotina que define as inequações das sub-regiões alvos que compõem as pernas.

*MARROW*: Sub-rotina que estima a energia que é depositada nas medulas vermelha e amarela e no tecido ósseo para o esqueleto.

*KLEIN, AZI, ROT*: Determinam o ângulo de espalhamento do fóton, após ocorrer uma interação Compton, assim como, a energia que foi depositada.

*PAIR*: É utilizada quando ocorre Produção de Pares. É determinado aí o fator de ponderação atribuído ao fóton, resultante da aniquilação do pósitron.

*OUTPUT*: Imprime os parâmetros introduzidos pela sub-rotina BLOCK-DATA. Imprime também o número total de colisões e o número de fótons, que tem a sua história terminada por cada um dos três processos citados anteriormente.

*BOXN*: Determina o compartimento onde o fóton sofreu interação dentro do manequim matemático.

*GTSIGW, GENSIG, SIGMAS, INDEX, FINDXS, DISCON, COMBIN*: Sub-rotinas onde se encontram as seções de choque, que podem ser utilizadas opcionalmente para: a) gerar um dispositivo de armazenamento externo que contém uma tabela de coeficientes de atenuação e de probabilidade de espalhamento, determinados a partir da seção de choque para fótons; b) ou para gravar a tabela do dispositivo de armazenamento externo

para um arranjo na memória do computador; c) para recuperar os coeficientes de atenuação e probabilidade de espalhamento do arranjo já presente na memória do computador.

## 5.6 O código ALGAM-97 para computador pessoal

### 5.6.1 Introdução

O código ALGAM-97 foi elaborado originariamente para ser executado em computadores *mainframe* da série IBM 360 (e posteriores) e utilizou-se das linguagens de programação FORTRAN IV e Assembler/360 em sua concepção.

O Centro de Processamento de Dados do IPEN substituiu, em 1993, o seu sistema central de computação, o antigo *mainframe* IBM 4381 por uma estação de RISC-6000, que trabalhava com o sistema operacional UNIX – não compatível, portanto, com o antigo sistema. Essa troca demandou mudanças no programa ALGAM-97 para a nova plataforma, sendo então alteradas algumas de suas funções e outras, escritas em Assembler substituídas por rotina em FORTRAN. Desde então o programa ALGAM-97 passou a ser utilizado em sua versão RISC.

### 5.6.2 Conversão do código ALGAM-97 para PC stand alone

Para dar maior flexibilidade e autonomia de pesquisa a este trabalho, houve necessidade de nova conversão do programa ALGAM-97, alterando-o para ser utilizado em computador pessoal, sob o sistema operacional Windows.<sup>16</sup> Para a linguagem de programação, utilizou-se o compilador *FORTRAN Visual Workbench*®, da Microsoft Corp.

Os arquivos que, tanto na versão *mainframe* IBM quanto RISC-6000, eram definidos externamente através de *JCL–Job Control Language*,<sup>17</sup> passaram a ser definidos internamente por meio dos recursos da linguagem de programação. Os arquivos que receberam esse tratamento são os seguintes (FIG. 28):

- Arquivo de Input para Seção de Choque;
- Arquivo de Input/Output, binário para dados temporários das rotinas;
- Arquivo de Input com órgão fonte, energia e quantidade de fótons;
- Arquivo de Output fornecendo as FAEs dos órgãos alvo (planilha).

<sup>16</sup> Windows é marca registrada da Microsoft Corp.

<sup>17</sup> Linguagem usada em plataforma *mainframe* IBM para definição e controle de arquivos

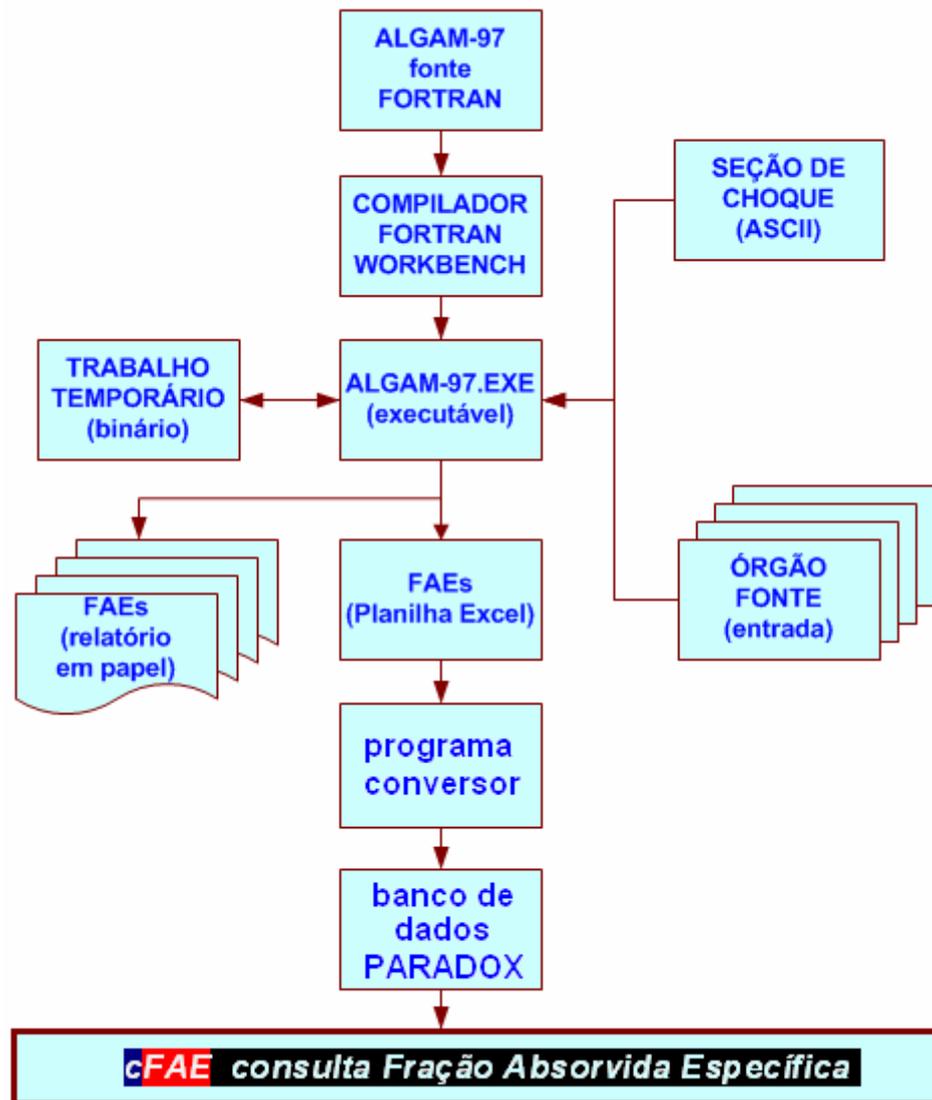


FIGURA 28 – Macrofluxo de Operação: ALGAM-97 & cFAE

### 5.6.3 Outras modificações no código ALGAM-97

A emissão de relatórios em papel foi mantida, acrescentando-se o valor das *Frações Absorvidas Específicas* para cada órgão que, no programa ALGAM-97 original, não eram fornecidas. Acrescentou-se ainda ao programa uma nova função para a geração automática de planilhas eletrônicas Excel,<sup>18</sup> contendo as FAEs em órgãos alvos para fontes uniformemente distribuídas. Posteriormente as planilhas geradas foram convertidas em um *Banco de Dados Paradox*, através de um programa desenvolvido como parte dessa tese e serviram como *Base de Dados de Entrada* para o desenvolvimento do sistema *cFAE – consulta Fração Absorvida Específica*, descrito no Capítulo 6 (vide o Macrofluxo de Operação na (FIG. 28).

<sup>18</sup> Excel é marca registrada da Microsoft Corp.

#### **5.6.4 Validação do código**

Para avaliar se o sistema convertido atendia aos requisitos, aplicou-se o denominado *Teste back-to-back* (Rios *et al.*, 2003) ou seja, o mesmo teste é executado em versões diferentes e os resultados são comparados. Para isso, foi executado o programa com os dados dos modelos de Snyder e do Homem Brasileiro e verificou-se que os resultados obtidos eram os mesmos dos trabalhos originais.

## 6. O SISTEMA *cFAE* – *consulta Fração Absorvida Específica*

Este capítulo apresenta a definição, os requisitos e o desenvolvimento de algoritmos do sistema *cFAE*; especificando, ainda, a plataforma de software básico, o hardware mínimo recomendado, além de parte da *interface gráfica com o usuário*.

### 6.1 Desenvolvimento dos algoritmos

Segundo Barros *et al.* (2006), um algoritmo é uma seqüência de processos que, atuando sobre dados de entrada, leva à solução de um determinado problema. Um processo (FIG. 29) é caracterizado por uma função matemática generalizada  $f$ , à qual associa uma única saída  $s = f(e)$ , a cada entrada  $e$ . A entrada e a saída formam a parte passiva (dados); a função propriamente dita forma a parte ativa (processo).

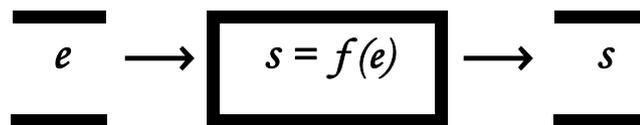


FIGURA 29 – Processo caracterizado por uma função.

Fonte: Barros *et al.*, 2006, p. 13.

As planilhas geradas pelo código ALGAM-97 modificado foram usadas como Base de Dados de Entrada para os processos do sistema. Programas elaborados em linguagem orientada a evento, como no caso do *cFAE*, executam o processo definido pelo algoritmo, gerando a saída correspondente.

### 6.2 O projeto *cFAE*

Para implementação do projeto do sistema, optou-se pela linguagem *Delphi*, que usa o *Object Pascal*<sup>19</sup> como linguagem de base. O compilador *Pascal* tem sido um dos mais rápidos do mercado, aproveitando-se da arquitetura de 32 bits (Osier *et al.*, 1998).

#### 6.2.1 Plataforma de desenvolvimento - software básico

- Sistema operacional: Windows<sup>XP</sup> Professional, Versão 5.1 (2002);
- Linguagem de programação: *Delphi Enterprise*, versão 6.0, Build 6.163;
- Planilha eletrônica: Excel 2003 (11.8012.6568), Service Pack 2.

<sup>19</sup> *Delphi* e *Pascal* são marcas registradas da Borland Software Corporation.

### 6.2.2 Plataforma de desenvolvimento - hardware

- Processador: Intel Pentium 4;
- CPU: 2.80 GHz;
- Memória RAM: 512 MB.

### 6.2.3 Interface Gráfica com o usuário

As funções do sistema com suas respectivas interfaces são intuitivas e têm a aparência e o comportamentos semelhantes às aplicações do Windows, o que permite ao usuário escolher comandos, inicializar rotinas e obter ajuda sobre tais, apontando para ícones e para listas de itens de menu na tela. As escolhas podem ser ativadas com o teclado ou com o *mouse*<sup>20</sup> (vide Apêndice E).

## 6.3 Integração de sistemas

Para o desenvolvimento e a implementação do projeto **cFAE**, foram utilizados subsídios dos seguintes sistemas computacionais:

- *ALGAM-97* – *Monte Carlo Estimation of Internal Dose from Gamma-Ray Sources in a Phantom Man*, desenvolvido pelo Laboratório Nacional de Oak Ridge (ORNL) (Warner & Craig, 1968);
- *Sispatol* – *Sistema de Patologia Autópsias e Biópsia*, do Departamento de Patologia da FMUSP, desenvolvido pela softhouse *ETZ Informática*; e
- *Sisvol* – *Sistema para Estimativa de Volumes*, para cálculo de volumes complexos (Ximenes, 1998).

---

<sup>20</sup> Literalmente “rato”, objeto para apontar e desenhar na tela do computador

## 7. DISCUSSÕES E CONCLUSÃO

Este capítulo apresenta os resultados obtidos e as principais conclusões decorrentes dos estudos realizados que culminaram com o desenvolvimento do sistema informatizado pertinente ao desenvolvimento desta tese.

### 7.1 Comparação entre o volume teórico e empírico das mamas

Visando comprovar a precisão e a qualidade das estimativas teóricas diante daquelas obtidas empiricamente para os valores médios do volume das mamas da mulher brasileira, empreendeu-se uma pesquisa junto ao *Hospital do Câncer A. C. Camargo*,<sup>21</sup> em São Paulo. Nessa pesquisa foram consultados os dados cadastrais referentes às pacientes que, após mastectomia radical, receberam próteses mamárias elaboradas pela Instituição. São 6 os diferentes tipos de próteses fabricadas e cada qual possui um número de identificação, ao qual corresponde um volume associado (vide FIG. 30).

Para estabelecer o quão confiáveis são os valores teóricos apresentados pelos estudos de Cristy (1980) e (Cristy *et al.*, 1987) aplicados às dimensões do manequim matemático para a mama da mulher brasileira, fez-se um levantamento dos dados dos arquivos da referida Instituição de 2002 até 2005 e os resultados estão na Tabela 11. De posse desses dados e da informação de que todas as pacientes que receberam próteses números 40 e 42 tinham idade abaixo dos 40 anos, empreendeu-se o cálculo da média ponderada para essa faixa etária. Deve-se observar neste ponto que, segundo Ereno (2006, p. 64), é na faixa etária entre 40 e 69 anos que se registram mais casos de câncer de mama entre as mulheres. Esse dado vem ao encontro dos números de próteses produzidas naquele período: 880 próteses são de números 40 e 42 e, 1.282 são de números 44 ou maiores, ou seja 68,6% a mais.

Como se viu anteriormente, o volume para ambas as mamas do manequim matemático da mulher brasileira, na faixa etária de 20 a 40 anos é, teoricamente, de 287,98 cm<sup>3</sup> (aproximadamente 144cm<sup>3</sup> cada mama) e, pelos cálculos baseados nas próteses usadas no Hospital do Câncer A. C. Camargo, obteve-se:

$$\text{Média}_{(T: 40,42)} = \frac{446 \times 116 + 434 \times 148}{446 + 434} \cong 132\text{cm}^3$$

<sup>21</sup> Para as consultas ao banco de dados apoiou-nos o Sr. Luiz Kitamura <luiz.kitamura@hcancer.org.br> atendendo a uma solicitação do IPEN àquela Instituição.

Como se vê a diferença de  $144\text{cm}^3$ , do valor teórico, para  $132\text{cm}^3$  do valor obtido empiricamente, é de  $12\text{cm}^3$ , ou seja 8,3% a menos.

Para Cristy e equipe (1987, p. 58), o volume para uma única mama da mulher referência, é de  $190$  a  $200\text{cm}^3$ , baseando-se na densidade dos tecidos e na recomendação do ICRP (1975), que é de  $180\text{g}$  para sua massa. Portanto, a diferença entre a mama da mulher referência ( $190/200\text{cm}^3$ ) e a do modelo brasileiro ( $144\text{cm}^3$ ) está entre  $46$  e  $56\text{cm}^3$  a menos, ou seja, entre 24,2 e 28%.

( *vide proporções por meio do lápis, no centro da foto* )

Número	Volume ( $\text{cm}^3$ )
40	116
42	148
44	331
46	500
48	545
50	750

FIGURA 30 – À esquerda, foto das próteses mamárias; à direita, seus números e volumes.

Tabela 11 – Quantidade de próteses mamárias usadas

Número	Ano				Total Confeccionado
	2002	2003	2004	2005	
40	103	82	140	121	446
42	111	95	135	93	434
44	63	101	157	104	425
46	109	82	193	89	473
48	82	30	74	61	247
50	29	15	51	42	137
<b>Total Confeccionado</b>	<b>497</b>	<b>405</b>	<b>750</b>	<b>510</b>	<b>2162</b>

Deve-se levar em conta que esses volumes, obtidos empiricamente, referem-se a mulheres que tiveram câncer e sofreram mastectomia total. É também de interesse que

se investigue, em outro trabalho, o quanto o tratamento do câncer teve influência no volume da outra.

## 7.2 ICRP: Publicação 23 & Publicação 89

A utilização do ICRP-23 (1974) ante o mais recente ICRP-89 (2002) deu-se em virtude de, a *referência hermafrodita de Snyder*, bem como a referência do *homem brasileiro* estarem baseadas naquele relatório. Isso possibilita uma comparação mais apropriada desses dois modelos com o modelo da *mulher brasileira*, desenvolvida neste trabalho.

Deixa-se, portanto, para futuros trabalhos explorações que venham dar maior refinamento, em conformidade com a Publicação 89 do ICRP, à modelagem computacional dos manequins da mulher brasileira e do homem brasileiro, em comparação com a referência de Snyder.

## 7.3 Comparação das FAEs para o Corpo Total

Segundo Guimarães (1995, p. 151), a diferença global das Frações Absorvidas Específicas para o *Corpo Total* não deve ultrapassar a fração dos 15%, pois em discussões mantidas em congressos internacionais soube-se que esse é um fator dentro dos limites obtidos por pesquisadores em seus trabalhos. Os resultados obtidos por este trabalho para o Corpo Total, resumidos na Tabela 12 (vide valores completos no Apêndice C) estão de acordo com essa premissa, pois a diferença entre o modelo da mulher brasileira e o modelo de Snyder é de aproximadamente 10% e, em relação ao modelo do homem brasileiro, está em torno de -3% (vide valores em destaques na Tabela 12)

**Tabela 12 – FAEs para o Corpo Total, simultaneamente alvo e fonte ( $\text{kg}^{-1}$ ).**

MB: Mulher Brasileira; HB: Homem Brasileiro; SN: Snyder; EN: Energia em keV												
EN	10	15	20	30	50	100	200	500	1000	1500	2000	4000
MB	1.52E-02	1.48E-02	1.39E-02	1.18E-02	7.85E-03	5.00E-03	4.60E-03	4.64E-03	4.32E-03	4.05E-03	3.85E-03	3.24E-03
SN	1.41E-02	1.36E-02	1.28E-02	1.07E-02	7.29E-03	4.68E-03	4.35E-03	4.38E-03	4.11E-03	3.89E-03	3.64E-03	3.02E-03
%	<b>8%</b>	<b>9%</b>	<b>9%</b>	<b>10%</b>	<b>8%</b>	<b>7%</b>	<b>6%</b>	<b>6%</b>	<b>5%</b>	<b>4%</b>	<b>6%</b>	<b>7%</b>
EN	10	15	20	30	50	100	200	500	1000	1500	2000	4000
MB	1.52E-02	1.48E-02	1.39E-02	1.18E-02	7.85E-03	5.00E-03	4.60E-03	4.64E-03	4.32E-03	4.05E-03	3.85E-03	3.24E-03
HB	1.56E-02	1.51E-02	1.41E-02	1.17E-02	7.91E-03	4.98E-03	4.63E-03	4.62E-03	4.43E-03	4.09E-03	3.84E-03	3.17E-03
%	<b>-3%</b>	<b>-2%</b>	<b>-1%</b>	<b>1%</b>	<b>-1%</b>	<b>0%</b>	<b>-1%</b>	<b>0%</b>	<b>-2%</b>	<b>-1%</b>	<b>0%</b>	<b>2%</b>

#### 7.4 Limitações do ALGAM-97

O programa ALGAM-97 original não prevê as mamas em seu código computacional e como um dos objetivos deste trabalho é a comparação das Frações Absorvidas Específicas com a mulher referência, houve, então, a necessidade de tratamento duplo: “valores com as mamas” e “valores sem as mamas”. Nos casos da execução do programa para *Tecido Total* e *Pele Total*, a massa correspondente às mamas – com pele e sem pele – foi levada em conta.

Essa limitação do código ALGAM-97 tornou necessária, para a obtenção das Frações Absorvidas Específicas para fonte uniformemente distribuída em ambas as mamas, a elaboração de uma nova rotina que as tratasse como fonte externa (vide rotina 11 do Apêndice A).

As Frações Absorvidas Específicas para fonte uniformemente distribuídas em ambas as mamas encontram-se no Apêndice B. Não há possibilidade de considerar as mamas como alvo, pois o código ALGAM-97 aponta-o como fóton perdido (fora do manequim) quando esse ultrapassa a pele do tronco.

#### 7.5 Desempenho do ALGAM-97 para *PC stand alone*

Como se viu anteriormente, as modificações de *hardware* e *software* efetuadas no programa ALGAM-97, alterando-o para ser utilizado em computador pessoal, teve como premissa trazer maior flexibilidade e autonomia a essa pesquisa e juntamente com tais vantagens, agregaram-se outras.

Houve substancial ganho no desempenho do programa, qual seja: segundo o RSICC (URL\_RSICC, 2005), para a execução do programa simulando a história de 50.000 fótons, eram necessários de 3 a 15 minutos em um *mainframe* IBM modelo 360/91, enquanto que, no atual ambiente para *PC stand alone*, composto de uma CPU Pentium 4 de 2,8 Ghz, a execução de 1.000.000 (um milhão) de fótons ocorre em 22 segundos.

Para agilizar as pesquisas, procedeu-se a outra alteração no código do programa para que o cálculo da *Fração Absorvida Específica* passasse a ser calculado e exibido no relatório de saída, fato esse que não ocorre no programa original.

Outras alterações efetuadas referem-se aos dados antropométricos da mulher brasileira, disponíveis neste trabalho.

## 7.6 Considerações Finais

Pelas pesquisas que se empreendeu e que deram origem aos resultados acima expostos e, adiante, nos Apêndices – em que se faz a comparação das Frações Absorvidas Específicas com os modelos do *Homem Brasileiro* e do *Modelo Referência* – verificasse que os valores apresentados para a *Mulher Brasileira* são mais confiáveis que aqueles modelos similares.

Desse modo, os objetivos desta tese foram atingidos, pois possibilitaram a obtenção de aproximações mais realistas entre as doses absorvidas por mulheres brasileiras. E, indo um pouco mais além, é de se crer que essas frações poderão ter grande aplicação, não somente em Medicina Nuclear, mas também, diante dos princípios básicos de proteção radiológica para as trabalhadoras brasileiras que atuam com radiação ionizante.

Salienta-se, finalmente, a oportunidade criada para que, nesta tese, se efetuasse um trabalho interdisciplinar, o qual envolveu pesquisadores da Computação, da Física, da Estatística e da Medicina e produziu interações bastante frutíferas para todas as áreas.

E, a partir dessa atividade, é possível vislumbrar uma perspectiva para os estudos em Computação que permitam explorar sistemas mais complexos, abrindo caminho para novos entendimentos no tratamento de fenômenos físicos, tanto do ponto de vista teórico quanto da sua contraposição, a atividade experimental.

## 8. CONTRIBUIÇÕES ORIGINAIS DO TRABALHO

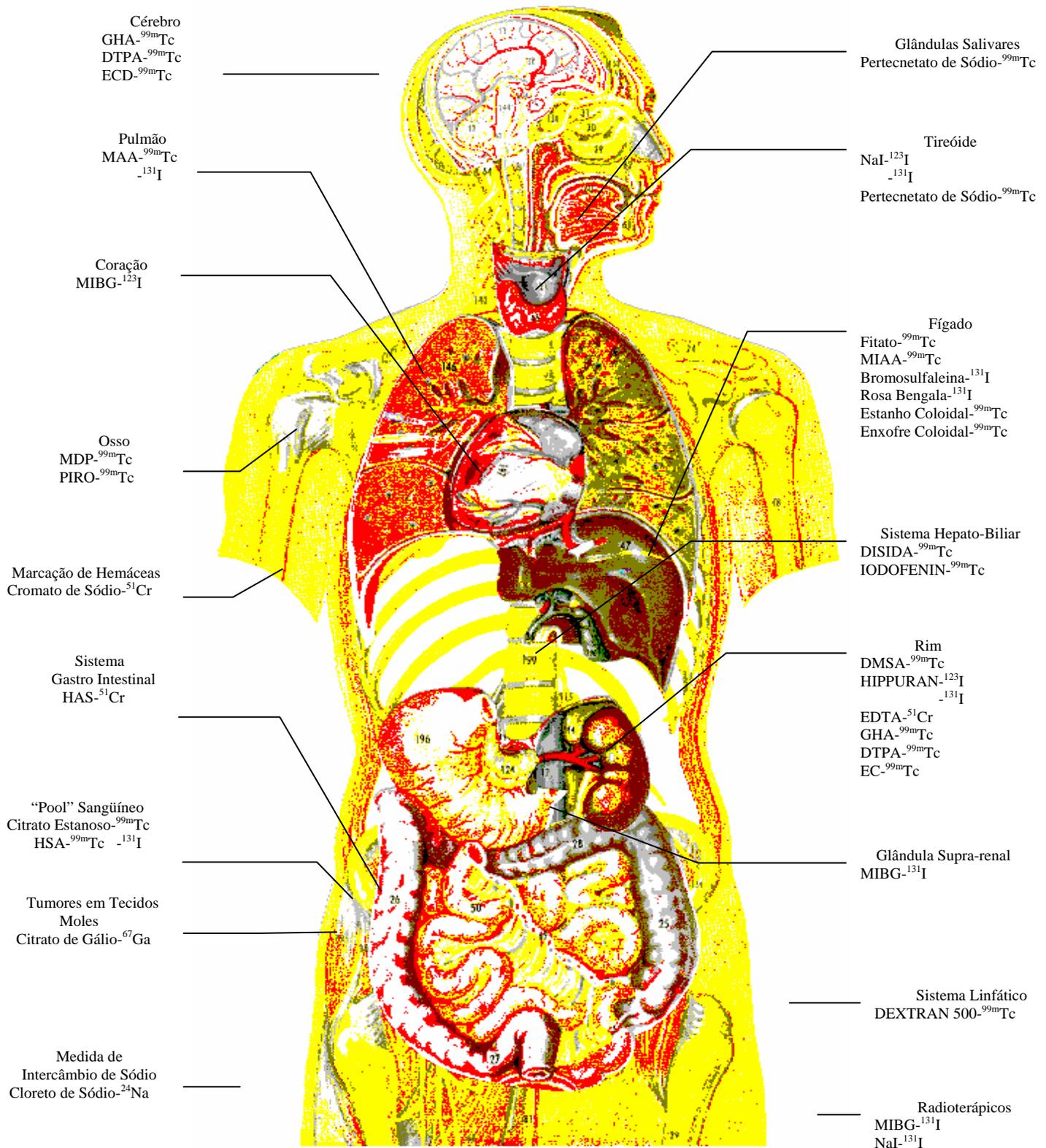
No desenvolvimento deste trabalho, foram obtidos, entre outros, os seguintes resultados originais:

- Levantamento das massas e dimensões dos órgãos e dos ossos que constituem o manequim para elaboração do modelo matemático;
- Elaboração das sub-rotinas que representam os órgãos da *Mulher Referência Brasileira* (Apêndice A);
- Inclusão no código do programa ALGAM-97 da sub-rotina com vistas à obtenção das Frações Absorvidas Específicas para fonte uniformemente distribuída em ambas as mamas;
- Conversão do programa ALGAM-97 para uso em computadores pessoais, sob o sistema operacional Windows® (*PC stand alone*);
- Alteração no sistema de arquivos do ALGAM-97, que passou a gerar um arquivo de *output*, no formato de planilha eletrônica MS-Excel, com uso da linguagem de programação *FORTRAN Visual Workbench*, sendo mantido o arquivo no formato de relatório em papel;
- Inclusão, no arquivo de relatórios em papel, do valor das FAEs para cada órgão que, no programa ALGAM-97 original, não era calculado.
- Desenvolvimento dos algoritmos, elaboração e implementação do sistema CFAE – *consulta Fração Absorvida Específica*;
- Cálculo das Frações Absorvidas Específicas do modelo da *mulher brasileira*, para fins de comparação com a *mulher referência*, – apresentada por Snyder e pelo ICRP-23 – como também para o modelo do *homem brasileiro*.

## 9. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No decorrer da elaboração deste trabalho, diversas possibilidades de trabalhos futuros foram sendo delineadas. A seguir destacam-se algumas dessas de maior significância.

- Desenvolver um manequim feminino brasileiro que represente a mulher gestante, no qual se consideraria o crescimento do útero durante a gravidez além do próprio feto;
- Usar o sistema *SISPATOL* da FMUSP, juntamente com o sistema *Sisvol*, para se obter o volume médio dos órgãos para qualquer idade, o que permitiria elaborar manequins individuais dos pacientes;
- Incluir no sistema *cFAE* rotinas para trabalhar particularmente com determinados radionuclídeos, uma vez que existem afinidades de determinados órgãos com radiofármacos específicos (FIG. 31);
- Alterar o código do ALGAM-97 *stand alone*, para que possa calcular o coração de Coffey (*apud* Cristy, 1980, p. 29-31), o esqueleto facial de Hwang *et al.* (*apud* Cristy, 1980, p. 44) e o rim heterogêneo de Todo (1979).
- Adaptar o ALGAM-97 para o tratamento de *Partículas Beta* o que, possibilitaria, com isso, novas aplicações no sistema *cFAE*.



**FIGURA 31 – Incorporação preferencial de radiofármacos nos tecidos do corpo humano.**  
 Fonte: Matias Puga Sanches (IPEN)

## APÊNDICES

**A seguir apresentam-se os seguintes apêndices:**

- A. Sub-rotinas elaboradas para o programa ALGAM-97;**
- B. Tabela de Fração Absorvida Específica para fonte uniformemente distribuída em ambas as mamas do manequim matemáticos da mulher brasileira;**
- C. Tabelas de Fração Absorvida Específica: Comparação da mulher referência com a mulher brasileira;**
- D. Gráficos da Fração absorvida Específica ( $\text{kg}^{-1}$ ) por energia (keV);**
- E. Algumas telas da interface gráfica do sistema *cFAE*.**

<b>Apêndice A: Sub-rotinas para o programa ALGAM-97</b>
---

**Sub-rotinas elaboradas para o programa ALGAM-97 para o manequim matemático da mulher brasileira**

## 1. Fonte monoenergética uniformemente distribuída em ambas as Adrenais

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
IF(FA01AS(R).LE..5) GO TO 8
C  RIGHT ADRENAL
2 X=FA01AS(0)*1.35-1.35
Y=FA01AS(R)*1. - 0.47
Z=FA01AS(R)*9.5 - 4.75
IF(X*X/1.82+Y*Y/0.22+Z*Z/21.16.GT.1.) GO TO 2
6 X=X-4.3
GO TO 13
C  LEFT ADRENAL
8 X=FA01AS(0)*1.35
Y=FA01AS(R)*1. - 0.47
Z=FA01AS(R)*9.5 - 4.75
IF(X*X/1.82+Y*Y/0.22+Z*Z/21.16.GT.1.) GO TO 8
12 X=X+4.0
13 Y=Y+6.0
IF(Z.GE.0.) GO TO 14
Z=-Z
14 Z=Z+35.3
CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
ENER = EZERO
WGT = 1.
IMEDB=2
RETURN
END

```

## 2. Fonte monoenergética uniformemente distribuída no Baço

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
8 X=FA01AS(0)*6.3-3.15
Y=FA01AS(R)*3.8-1.9
Z=FA01AS(R)*11.14-5.57
IF(X*X/9.92+Y*Y/3.61+Z*Z/31.0.GT.1.) GO TO 8
12 X=X+9.9
13 Y=Y+2.85
14 Z=Z+34.35
CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
ENER = EZERO
WGT = 1.
IMEDB=2
RETURN
END

```

### 3. Fonte monoenergética uniformemente distribuída na Bexiga

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
8 X=FA01AS(0)*8.456-4.228
Y=FA01AS(R)*6.102-3.051
Z=FA01AS(R)*5.954-2.977
IF(X*X/17.876+Y*Y/9.309+Z*Z/8.863.GT.1.) GO TO 8
12 X=X
13 Y=Y-4.27
14 Z=Z+7.42
CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
ENER = EZERO
WGT = 1.
IMEDB=2
RETURN
END

```

### 4. Fonte monoenergética uniformemente distribuída no Corpo Total

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
Z=FA01AS(R)*162.-75.
IF(Z.LT.0.) GO TO 11
IF(Z.LT.65.) GO TO 10
IF(Z.LT.79.2) GO TO 9
C CABECA (ELIPSOIDE)
8 X=FA01AS(0)*13.4-6.7
Y=FA01AS(R)*19.-9.5
IF(X*X/44.89+Y*Y/90.25+((Z-79.2)/7.8)**2.GT.1.) GO TO 8
GO TO 14
C CABECA (CILINDRO ELIPTICO)
9 X=FA01AS(0)*13.4-6.7
Y=FA01AS(R)*19.-9.5
IF(X*X/44.89+Y*Y/90.25.GT.1.) GO TO 9
GO TO 14
C TRONCO
10 X=FA01AS(0)*36.-18.
Y=FA01AS(R)*19.-9.5
IF(X*X/324+Y*Y/90.25.GT.1.) GO TO 10
GO TO 14
C PERNAS
11 X=FA01AS(0)*36.-18.
Y=FA01AS(R)*19.-9.5
IF(X.LT.0.) GO TO 12
IF(X*X+Y*Y.GT.X*(18.+Z/5.55)) GO TO 11
GO TO 14
12 IF(X*X+Y*Y.GT.-X*(18.+Z/5.55)) GO TO 11
14 CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
ENER = EZERO
WGT = 1.
IMEDB=2
RETURN
END

```

## 5. Fonte monoenergética uniformemente distribuída no Esqueleto

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C O ESQUELETO FOI DIVIDIDO EM SEIS PARTES:
C      1.) OSSOS DAS PERNAS
C      2.) OSSOS DOS BRACOS
C      3.) COLUNA VERTEBRAL
C      4.) PELVIS
C      5.) CAIXA TORACICA
C      6.) CRANIO
1 X0=FA01AS(R)
IF(X0.LE.1./6.) GO TO 60
IF(X0.LE.2./6.) GO TO 50
IF(X0.LE.3./6.) GO TO 40
IF(X0.LE.4./6.) GO TO 30
IF(X0.GT.5./6.) GO TO 20
C CRANIO
10 X=FA01AS(0)*13.0-6.5
Y=FA01AS(R)*18.6-9.3
Z=FA01AS(R)*14.2+72.8
IF(X*X/42.25+Y*Y/86.49+(Z-79.2)**2/56.85.GT.1.) GO TO 10
IF(X*X/32.98+Y*Y/73.1+(Z-79.2)**2/35.4.LT.1.) GO TO 10
GO TO 100
C CAIXA TORACICA
20 X=FA01AS(0)*30.6-15.3
Y=FA01AS(R)*18.6-9.3
Z=FA01AS(R)*29.9+32.6
IF(X*X/234.1+Y*Y/86.49.GT.1.) GO TO 20
IF(X*X/219.0+Y*Y/77.44.LT.1.) GO TO 20
Z0=(Z-32.6)/1.3
IF(Z0.GE.0..AND.Z0.LT.1.) GO TO 100
IF(Z0.GE.2..AND.Z0.LT.3.) GO TO 100
IF(Z0.GE.4..AND.Z0.LT.5.) GO TO 100
IF(Z0.GE.6..AND.Z0.LT.7.) GO TO 100
IF(Z0.GE.7..AND.Z0.LT.9.) GO TO 100
IF(Z0.GE.10..AND.Z0.LT.11.) GO TO 100
IF(Z0.GE.12..AND.Z0.LT.13.) GO TO 100
IF(Z0.GE.14..AND.Z0.LT.15.) GO TO 100
IF(Z0.GE.16..AND.Z0.LT.17.) GO TO 100
IF(Z0.GE.18..AND.Z0.LT.19.) GO TO 100
IF(Z0.GE.20..AND.Z0.LT.21.) GO TO 100
IF(Z0.GE.22..AND.Z0.LT.23.) GO TO 100
GO TO 20
C PELVIS
30 X=FA01AS(0)*22.28-11.14
Y=FA01AS(R)*22.28-11.14
Z=FA01AS(R)*20.43
IF(Y+2.85.LT.0.) GO TO 30
IF(X*X+(Y+2.85)**2.GT.124.1) GO TO 30
IF(X*X+(Y+3.61)**2.LT.110.25) GO TO 30
IF(Z.LE.13.0.AND.Y.GT.4.75) GO TO 30
C COLUNA VERTEBRAL
40 X=FA01AS(0)*3.6-1.8
Y=FA01AS(R)*4.76-2.38
Z=FA01AS(R)*53.02+20.42
IF(X*X/3.24+Y*Y/5.66.GT.1.) GO TO 40
Y=Y+5.22

```

```

C
C OSSO DO BRACO ESQUERDO
  IF(FA01AS(R).LE..5) GO TO 54
  50 X=FA01AS(0)*2.6+17.0
  Y=FA01AS(R)*5.0-2.5
  Z=FA01AS(R)*64.0
  Z1=((1.3/128.)*(Z-64.0))
  Z2=(128.+(Z-64)/128.)
  IF((Z1+(X-17.0)/1.3)**2+Y*Y/6.25.GT.Z2*Z2) GO TO 50
  GO TO 100
C
C OSSO DO BRACO DIREITO
  54 X=FA01AS(0)*2.6-17.0
  Y=FA01AS(R)*5.0-2.5
  Z=FA01AS(R)*64.
  Z1=((1.3/128.)*(Z-64.))
  Z2=(128.+(Z-64)/128.)
  IF((Z1+(X+17.0)/1.3)**2+Y*Y/6.25.GT.Z2*Z2) GO TO 54
  GO TO 100
C
C OSSOS DAS PERNAS
  60 X=FA01AS(0)*36.-18.
  Y=FA01AS(R)*18.-9.0
  Z=FA01AS(R)*74.8-74.8
  IF(X.LT.0.) GO TO 62
  IF(((X-9.0)-6.75/74.8*Z)+Y*Y.GT.(3.15+2.0/74.8*Z)**2) GO TO 60
  GO TO 100
C
  62 IF(((X+9.0)-6.75/74.8*Z)+Y*Y.GT.(3.15+2.0/74.8*Z)**2) GO TO 60
  100 CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
  ENER = EZERO
  WGT = 1.
  IMEDB=2
  RETURN
  END

```

## 6. Fonte monoenergética uniformemente distribuída no Estômago

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
  8 X=FA01AS(0)*6.028-3.014
  Y=FA01AS(R)*4.528-2.264
  Z=FA01AS(R)*13.668-6.834
  IF(X*X/9.084+Y*Y/5.125+Z*Z/46.703.GT.1.) GO TO 8
  12 X=X+7.2
  13 Y=Y-3.8
  14 Z=Z+32.5
  CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
  ENER = EZERO
  WGT = 1.
  IMEDB=2
  RETURN
  END

```

### 7. Fonte monoenergética uniformemente distribuída no Fígado

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
8 X=FA01AS(0)*29.7-14.85
Y=FA01AS(R)*15.2-7.60
Z=FA01AS(R)*15.2+25.07
IF(X*X/220.52+Y*Y/57.76.GT.1.) GO TO 8
IF(X/31.5+Y/42.75-Z/39.92.GT.-1.) GO TO 8
12 X=X
13 Y=Y
14 Z=Z
CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
ENER = EZERO
WGT = 1.
IMEDB=2
RETURN
END

```

### 8. Fonte monoenergética uniformemente distribuída no Intestino Delgado

```

SUBROUTINE SOURCE
C MONOENERGETIC
C UNIFORM IN SMALL INTESTINE PLUS CONTENTS
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
8 X=FA01AS(0)*20.9-10.45
Y=FA01AS(R)*20.9-10.45
Z=FA01AS(R)*9.28-4.64
IF(X*X/109.2+Y*Y/109.2.GT.1.) GO TO 8
12 X=X
13 Y=Y-3.61
14 Z=Z+20.43
CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
ENER = EZERO
WGT = 1.
IMEDB=2
RETURN
END

```

### 9. Fonte monoenergética uniformemente distribuída no Intestino Grosso Inferior

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
IF(FA01AS(R).LE..5) GO TO 8
2 X=FA01AS(0)*2.42-1.21
Y=FA01AS(R)*3.06-1.53
Z=FA01AS(R)*14.2+8.10
IF(X*X/1.4641+Y*Y/2.3409.GT.1.) GO TO 2

```

```

X0=8.32+(0.67*(Z-22.3)/14.2)
Y0=2.45*(8.10-Z)/14.2
X=X+X0
Y=Y+Y0
GO TO 12
8 Z=FA01AS(R)*8.10
X=FA01AS(0)*36.-18.
Y=FA01AS(R)*2.9-1.45
IF(Z.GT.8.10) GO TO 8
YY=Y*Y
ZZ=Z*Z
X0=(X-2.7)**2
Z0=(Z-8.10)**2
X1=SQRT(X0+Z0)
IF(X.LE.2.7) GO TO 10
IF ((X1-5.32)**2+YY.GT.2.1025) GO TO 8
GO TO 12
10 IF(Z.LT.0.) GO TO 8
X1=SQRT(X0+ZZ)
IF((X1-2.7)**2+YY.GT.2.1025) GO TO 8
12 CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
ENER = EZERO
WGT = 1.
IMEDB=2
RETURN
END

```

## 10. Fonte monoenergética uniformemente distribuída no Intestino Grosso Superior

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
IF(FA01AS(R).LE..5) GO TO 8
2 Z=FA01AS(R)*8.88+13.42
6 X=FA01AS(0)*3.26-1.63
Y=FA01AS(R)*3.26-1.63
C
IF(X*X+Y*Y.GT.2.6569) GO TO 6
X=X-7.65
Y=Y-2.24
GO TO 12
C
8 X=FA01AS(0)*18.9-9.45
11 Y=FA01AS(R)*3.5-1.75
Z=FA01AS(R)*1.8-0.9
C
IF(Y*Y/3.06+Z*Z/0.81.GT.1.) GO TO 11
Y=Y-2.24
Z=Z-23.67
12 CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
ENER = EZERO
WGT = 1.
IMEDB=2
RETURN
END

```

## 11. Fonte monoenergética uniformemente distribuída em ambas as Mamas

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
IF(FA01AS(R).LE..5) GO TO 8
C MAMA DIREITA
2X=FA01AS(0)*8.7 - 4.35
Y=FA01AS(R)*8.1 - 4.05
Z=FA01AS(R)*7.54 - 3.77
IF(X*X/18.92+Y*Y/16.4+Z*Z/14.21.LT.1.) GO TO 2
IF(X*X/324.0+Y*Y/90.25.GT.1.) GO TO 2
X=X-9.0
GO TO 13
C
C MAMA ESQUERDA
8X=FA01AS(0)*8.7 - 4.35
Y=FA01AS(R)*8.1 - 4.05
Z=FA01AS(R)*7.54 - 3.77
IF(X*X/18.92+Y*Y/16.4+Z*Z/14.21.LT.1.) GO TO 8
IF(X*X/324.0+Y*Y/90.25.GT.1.) GO TO 8
X=X+9.0
C
13Y=Y-8.23
Z=Z+48.3
CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
ENER = EZERO
WGT = 1.
IMEDB=2
RETURN
END

```

## 12. Fonte monoenergética uniformemente distribuída na Medula Amarela

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
IF(FA01AS(R).LE..5) GO TO 8
C OSSO ESQUERDO DO BRACO
IF(FA01AS(R).LE..5) GO TO 4
2X=FA01AS(0)*2.6+17.
Y=FA01AS(R)*5.0-2.5
Z=FA01AS(R)*32.0
Z1=((1.3/128.)*(Z-64.))
Z2=(128.+(Z-64)/128.)
IF((Z1+(X-17.0)/1.3)**2+Y*Y/6.25.GT.Z2*Z2) GO TO 2
GO TO 14
C OSSO DIREITO DO BRACO
4X=FA01AS(0)*2.6-17.
Y=FA01AS(R)*5.0-2.5
Z=FA01AS(R)*32.0
Z1=((1.3/128.)*(Z-64.))
Z2=(128.+(Z-64)/128.)
IF((Z1+(X+17.0)/1.3)**2+Y*Y/6.25.GT.Z2*Z2) GO TO 2

```

```

GO TO 14
C OSSOS DAS PERNAS
8X=FA01AS(0)*36.-18.
Y=FA01AS(R)*18.-9.
Z=FA01AS(R)*36.-75.
IF(X.LT.0.) GO TO 12
IF(((X-9.)-8./74.8*Z)+Y*Y.GT.(3.5+2.5/74.8*Z)**2) GO TO 8
GO TO 14
12 IF(((X+9.)-8./74.8*Z)+Y*Y.GT.(3.5+2.5/74.8*Z)**2) GO TO 8
14 CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
ENER = EZERO
WGT = 1.
IMEDB=2
RETURN
END

```

### 13. Fonte monoenergética uniformemente distribuída na Medula Vermelha

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
10 X=FA01AS(0)*3.6-1.8
Y=FA01AS(R)*4.76-2.38
Z=FA01AS(R)*53.02+20.42
IF(X*X/3.24+Y*Y/5.66.GT.1.) GO TO 10
Y=Y+5.22
14 CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
ENER = EZERO
WGT = 1.
IMEDB=2
RETURN
END

```

### 14. Fonte monoenergética uniformemente distribuída em ambos os Ovários

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
IF(FA01AS(R).LE..5) GO TO 8
C OVARIO DIREITO
2 X=FA01AS(0)*1.8 - 0.9
Y=FA01AS(R)*0.95 - 0.475
Z=FA01AS(R)*3.714 - 1.857
IF(X*X/0.81+Y*Y/0.2256+Z*Z/3.4484.GT.1.) GO TO 2
6 X=X-5.4
GO TO 13
C OVARIO ESQUERDO
8 X=FA01AS(0)*1.8 - 0.9
Y=FA01AS(R)*0.95 - 0.475
Z=FA01AS(R)*3.714 - 1.857
IF(X*X/0.81+Y*Y/0.2256+Z*Z/3.4484.GT.1.) GO TO 8
12 X=X+5.4
13 Z=Z+14.0

```

```

CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
ENER = EZERO
WGT = 1.
IMEDB=2
RETURN
END

```

### 15. Fonte monoenergética uniformemente distribuída no Pâncreas

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
8 X=FA01AS(0)*28.8-14.4
  Y=FA01AS(R)*2.28-1.14
  Z=FA01AS(R)*6.128-3.064
  IF(X*X/207.36+Y*Y/1.299+Z*Z/9.388.GT.1.) GO TO 8
  IF(X.GE.0.) GO TO 9
  X=-X
9 IF(X.GT.2.7) GO TO 10
  GO TO 12
10 IF(Z.GT.0.) GO TO 12
  Z=-Z
12 X=X-0.9
13 Y=Y
14 Z=Z+34.35
  CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
  ENER = EZERO
  WGT = 1.
  IMEDB=2
  RETURN
  END

```

### 16. Fonte monoenergética uniformemente distribuída na Pele Total

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
2 Z=FA01AS(R)*162.-75.
  IF(Z.LT.0.) GO TO 2
  IF(Z.GT.65.) GO TO 2
10 X=FA01AS(0)*36.-18.
  Y=FA01AS(R)*19.-9.5
  IF(X*X/361.+Y*Y/90.25.GT.1.) GO TO 10
  IF(X*X/316.84+Y*Y/86.67.LT.1.) GO TO 10
12 X=X
  Y=Y
  Z=Z
  CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
  ENER = EZERO
  WGT = 1.
  IMEDB=2
  RETURN
  END

```

### 17. Fonte monoenergética uniformemente distribuída nos Pulmões

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
IF(FA01AS(R).LE..5) GO TO 8
C PULMAO DIREITO
2 X=FA01AS(0)*9.-4.5
Y=FA01AS(R)*14.24-7.12
Z=FA01AS(R)*44.56-22.28
IF(X*X/20.25+Y*Y/50.69+Z*Z/496.4.GT.1.) GO TO 2
IF(Y.GE.0.) GO TO 6
X=X-2.25
IF(X*X/18.66+Y*Y/47.61+Z*Z/451.98.LT.1.) GO TO 2
6 X=X-7.65
GO TO 13
C PULMAO ESQUERDO
8 X=FA01AS(0)*9.-4.5
Y=FA01AS(R)*14.24-7.12
Z=FA01AS(R)*44.56-22.28
IF(X*X/20.25+Y*Y/50.69+Z*Z/496.4.GT.1.) GO TO 8
IF(Y.GE.0) GO TO 12
X=X-2.25
IF(X*X/20.25+Y*Y/50.69+Z*Z/496.4.LT.1.) GO TO 8
12 X=X+7.65
13 Y=Y
IF(Z.GE.0.) GO TO 14
Z=-Z
14 Z=Z+40.39
CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
ENER = EZERO
WGT = 1.
IMEDB=2
RETURN
END

```

### 18. Fonte monoenergética uniformemente distribuída em ambos os Rins

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
IF(FA01AS(R).LE..5) GO TO 8
C
C RIM DIREITO
2 X=FA01AS(0)*6.75 - 4.05
Y=FA01AS(R)*2.85 - 1.42
Z=FA01AS(R)*10.21- 5.10
IF(X*X/16.40+Y*Y/2.02+Z*Z/26.01.GT.1.) GO TO 2
6 X=X-5.4
GO TO 13
C
C RIM ESQUERDO
8 X=FA01AS(0)*6.75 - 2.70
Y=FA01AS(R)*2.85 - 1.42

```

```

Z=FA01AS(R)*10.21 - 5.10
IF(X*X/20.25+Y*Y/2.25+Z*Z/30.25.GT.1.) GO TO 8
12X=X+5.4
13Y=Y+5.7
  Z=Z+30.17
  CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
  ENER = EZERO
  WGT = 1.
  IMEDB=2
  RETURN
  END

```

### 19. Fonte monoenergética uniformemente distribuída em Tecido Total (músculos)

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
2Z=FA01AS(R)*148.96-79.14
IF(Z.LT.-75.) GO TO 2
IF(Z.LT.0.) GO TO 12
IF(Z.GT.65.) GO TO 2
C
C TRONCO
10X=FA01AS(0)*36.-18.
Y=FA01AS(R)*19.-9.5
IF(X*X/361.+Y*Y/90.25.GT.1.) GO TO 10
IF(X*X/234.+Y*Y/86.67.LT.1.) GO TO 10
IF(X.LE.0.) GO TO 11
Z1=((1.3/130.)*(Z-65.))
Z2=(130.+(Z-65)/130.)
IF((Z1+(X-16.56)/1.3)**2+Y*Y/6.93.LE.Z2*Z2) GO TO 10
11Z1=((1.3/130.)*(Z-65.))
Z2=(130.+(Z-65)/130.)
IF((Z1+(X+16.56)/1.3)**2+Y*Y/6.93.LE.Z2*Z2) GO TO 2
GO TO 16
C
C PERNAS
12 X=FA01AS(0)*36.-18.
Y=FA01AS(R)*18.-9.
IF(X.LT.0.) GO TO 14
IF(X*X+Y*Y.GT.X*(18.+Z/5.55)) GO TO 11
IF(((X-9.)-8./74.8*Z)+Y*Y.LT.(3.5+2.5/74.8*Z)**2) GO TO 11
GO TO 16
C
14 IF(X*X+Y*Y.GT.-X*(18.+Z/5.55)) GO TO 11
IF(((X+9.)-8./74.8*Z)+Y*Y.LT.(3.5+2.5/74.8*Z)**2) GO TO 11
16 CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
ENER = EZERO
WGT = 1.
IMEDB=2
RETURN
END

```

## 20. Fonte monoenergética uniformemente distribuída na Tireóide

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
2 Z=FA01AS(R)*5.+65.
3 X=FA01AS(0)*4.0-2.0
4 Y=FA01AS(R)*4.0-2.0
  IF(Y.GT.0.) GO TO 4
  IF(X*X+Y*Y.GT.4.0) GO TO 3
  IF(X*X+Y*Y.LT.0.81)GO TO 3
  Z=Z-65.
  IF(Z.GT.1.25) GO TO 6
  IF((Y-ABS(X))**2.LT.2*(X*X+Y*Y)*(-Z*0.2343+1.)**2) GO TO 2
  GO TO 12
6 IF(Z.GT.4.64) GO TO 2
  IF((Y-ABS(X))**2.LT.2*(X*X+Y*Y)*(Z*0.0781+1.)**2) GO TO 2
12X=X
  Y=Y-5.4
  Z=Z+65.
  CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
  ENER = EZERO
  WGT = 1.
  IMEDB=2
  RETURN
  END

```

## 21. Fonte monoenergética uniformemente distribuída no Útero

```

SUBROUTINE SOURCE
C
COMMON/GAMMB/X,Y,Z,ALP,BET,GAM,ENER,WGT,DUM(4),IMEDB,NRG,DOM,NAME
COMMON/PARAM/NGAMA,EZERO,DUM2(6),NMED
COMMON/SKEM/E0(30),PROB(30),NUMEN(30),NE
C
8 X=FA01AS(0)*4.5-2.25
  Y=FA01AS(R)*9.025-4.75
  Z=FA01AS(R)*2.8-1.4
  IF(X*X/5.06+Y*Y/22.56+Z*Z/1.96.GT.1.) GO TO 8
12 X=X
13 Y=Y-1.9
14 Z=Z+13.0
  CALL GTISO(ALP,BET,GAM)
  ENER = EZERO
  WGT = 1.
  IMEDB=2
  RETURN
  END

```

**Apêndice B: Tabela de *FAEs* das mamas da Mulher Brasileira**

**Tabela de Fração Absorvida Específica, para fonte uniformemente distribuída, em ambas as mamas do manequim matemático da mulher brasileira**

**Fonte monoenergética uniformemente distribuída em ambas as Mamas ( $\Phi - \text{kg}^{-1}$ )**

Órgão Alvo	10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
ADRENALS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.85E-04	3.38E-03	3.17E-03	3.20E-03	3.33E-03	3.17E-03	5.73E-03	4.57E-03	8.91E-05
ADRENAL DIREITA	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.81E-04	4.38E-03	3.75E-03	2.94E-03	5.66E-03	4.52E-03	5.92E-03	3.69E-03	5.78E-06
ADRENAL ESQUERDA	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.89E-04	2.38E-03	2.59E-03	3.45E-03	1.01E-03	1.83E-03	5.52E-03	5.44E-03	1.72E-04
BAÇO	0.00E+00	9.20E-09	4.27E-04	2.19E-03	3.70E-03	3.37E-03	4.02E-03	3.89E-03	3.65E-03	2.79E-03	3.12E-03	3.59E-03
BEXIGA	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.12E-05	6.79E-04	6.32E-04	1.39E-04	1.29E-04	0.00E+00
BEXIGA CONTEÚDO	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.93E-08	1.24E-05	9.45E-05	2.59E-04	1.28E-04	4.67E-04	3.82E-04	2.12E-04
CABEÇA	7.91E-06	0.00E+00	6.27E-09	1.31E-04	5.11E-04	7.49E-04	8.99E-04	9.86E-04	1.14E-03	1.40E-03	1.22E-03	1.24E-03
CÉREBRO	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.80E-09	1.04E-04	1.48E-04	3.21E-04	3.37E-04	4.65E-04	7.09E-04	8.07E-04	6.85E-04
CLAVÍCULAS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.93E-03	1.19E-02	5.69E-03	5.18E-03	4.21E-03	4.79E-03	3.67E-03	1.85E-03	4.81E-03
CORAÇÃO	1.35E-02	2.87E-02	4.70E-02	5.98E-02	4.20E-02	2.75E-02	2.76E-02	2.78E-02	2.83E-02	2.48E-02	2.35E-02	1.80E-02
CORPO TOTAL	8.88E-03	8.78E-03	8.37E-03	7.28E-03	5.15E-03	3.52E-03	3.38E-03	3.54E-03	3.50E-03	3.29E-03	3.13E-03	2.59E-03
COSTELAS	4.10E-02	6.41E-02	8.89E-02	9.55E-02	5.79E-02	2.32E-02	1.61E-02	1.39E-02	1.42E-02	1.34E-02	1.29E-02	9.89E-03
CRÂNIO	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.31E-05	3.03E-04	6.40E-04	6.50E-04	5.05E-04	7.40E-04	9.76E-04	9.58E-04	8.77E-04
ESCÁPULA	0.00E+00	1.43E-04	4.88E-04	6.69E-03	1.46E-02	8.14E-03	5.45E-03	5.41E-03	3.79E-03	3.98E-03	3.89E-03	3.38E-03
ESPINHA	0.00E+00	0.00E+00	9.88E-05	2.60E-03	8.51E-03	7.38E-03	5.26E-03	4.02E-03	3.91E-03	4.10E-03	3.82E-03	2.74E-03
ESQUELETO	4.04E-03	6.32E-03	8.81E-03	1.04E-02	8.07E-03	4.11E-03	2.89E-03	2.47E-03	2.51E-03	2.46E-03	2.40E-03	1.95E-03
ESTÔMAGO	0.00E+00	6.04E-06	1.02E-03	4.25E-03	4.23E-03	4.70E-03	3.65E-03	5.25E-03	4.71E-03	3.76E-03	4.42E-03	5.61E-03
ESTÔMAGO + CONTEÚDO	0.00E+00	3.79E-06	5.29E-04	2.49E-03	4.17E-03	4.47E-03	3.51E-03	5.14E-03	3.53E-03	4.07E-03	4.53E-03	4.02E-03
FÍGADO	0.00E+00	1.16E-04	1.15E-03	4.41E-03	6.25E-03	5.56E-03	5.01E-03	5.29E-03	5.17E-03	5.28E-03	5.29E-03	3.67E-03
FOSSAS NASAIS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.10E-04	5.81E-04	3.07E-03	0.00E+00	4.67E-04	3.90E-04	1.23E-03	3.15E-03
G.I.INT. GROSSO INF+CONTEÚDO	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.15E-05	2.80E-04	1.55E-04	3.24E-04	1.01E-04	3.81E-04	5.28E-04	1.04E-04
G.I.INT. GROSSO INFERIOR	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.99E-05	1.81E-04	1.99E-04	3.16E-04	6.13E-04	8.77E-04	2.31E-04	3.73E-04
G.I.INT. GROSSO SUP+CONTEÚDO	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.52E-05	3.71E-04	6.13E-04	3.30E-04	7.83E-04	5.75E-04	6.76E-04	1.07E-03	1.21E-03
G.I.INT. GROSSO SUPERIOR	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.40E-05	5.68E-04	5.37E-04	7.94E-04	9.23E-04	9.93E-04	8.71E-04	1.01E-03	8.78E-04
GENITALIA	0.00E+00											
INT. DELGADO + CONTEÚDO	0.00E+00	0.00E+00	6.05E-10	2.85E-05	2.76E-04	3.39E-04	5.96E-04	7.79E-04	8.10E-04	1.12E-03	9.82E-04	8.11E-04
MA ANTEBRAÇO DIREITO	0.00E+00	0.00E+00	7.31E-05	3.56E-03	7.97E-03	5.41E-03	4.57E-03	2.82E-03	3.66E-03	3.47E-03	3.46E-03	3.19E-03
MA ANTEBRAÇO ESQUERDO	0.00E+00	0.00E+00	3.48E-04	5.24E-03	7.86E-03	5.13E-03	3.54E-03	3.66E-03	4.04E-03	2.42E-03	3.93E-03	3.12E-03
MA ANTEPERNA DIREITA	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-05	1.73E-05	2.00E-06	1.25E-05	6.94E-05	1.15E-04
MA ANTEPERNA ESQUERDA	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.79E-05	1.50E-05	2.52E-06	1.53E-05	3.27E-05	6.74E-05	9.88E-05
MA BRAÇO DIREITO	0.00E+00	0.00E+00	2.20E-04	2.34E-03	3.86E-03	2.98E-03	1.72E-03	1.88E-03	1.90E-03	2.40E-03	2.05E-03	1.82E-03
MA BRAÇO ESQUERDO	0.00E+00	1.42E-05	2.13E-04	2.46E-03	4.13E-03	2.94E-03	1.56E-03	1.76E-03	2.01E-03	1.61E-03	2.03E-03	2.00E-03
MA CABEÇA	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-04	4.92E-04	8.46E-04	7.86E-04	6.23E-04	7.18E-04	1.19E-03	1.16E-03	1.26E-03

**Fonte monoenergética uniformemente distribuída em ambas as Mamas ( $\Phi - \text{kg}^{-1}$ )**

Órgão Alvo	10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
MA CLAVÍCULAS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.93E-03	1.19E-02	5.69E-03	5.18E-03	4.21E-03	4.78E-03	3.67E-03	1.85E-03	4.81E-03
MA COSTELAS	4.10E-02	6.41E-02	8.89E-02	9.55E-02	5.79E-02	2.32E-02	1.61E-02	1.39E-02	1.42E-02	1.34E-02	1.29E-02	9.88E-03
MA CRÂNIO	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.61E-05	2.42E-04	5.62E-04	5.42E-04	4.26E-04	4.74E-04	9.65E-04	8.83E-04	8.32E-04
MA ESCÁPULA	0.00E+00	1.43E-04	4.88E-04	6.69E-03	1.46E-02	8.14E-03	5.45E-03	5.41E-03	3.79E-03	3.98E-03	3.89E-03	3.38E-03
MA ESPINHA INFERIOR	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.45E-05	2.13E-03	2.57E-03	1.99E-03	1.30E-03	1.24E-03	1.28E-03	2.06E-03	1.27E-03
MA ESPINHA MÉDIA	0.00E+00	0.00E+00	1.60E-04	4.13E-03	1.26E-02	1.05E-02	7.37E-03	5.71E-03	5.53E-03	5.67E-03	4.88E-03	3.25E-03
MA ESPINHA SUPERIOR	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.17E-04	1.40E-03	1.86E-03	1.62E-03	1.30E-03	1.40E-03	2.03E-03	2.17E-03	2.89E-03
MA MANDÍBULA	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.64E-04	4.08E-04	7.74E-04	8.37E-04	6.41E-04	1.20E-03	9.94E-04	1.09E-03	9.55E-04
MA PÉLVIS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.35E-04	2.58E-04	2.62E-04	2.45E-04	2.33E-04	3.56E-04	3.81E-04	4.87E-04
MA PERNA DIREITA	0.00E+00	6.25E-06	0.00E+00	3.31E-05	4.57E-05							
MA PERNA ESQUERDA	0.00E+00	5.21E-05	1.20E-07	5.26E-05	3.41E-05	5.74E-06						
MA REGIÃO BAIXA	0.00E+00	2.50E-06	7.63E-05	8.46E-04	1.53E-03	1.21E-03	7.20E-04	7.57E-04	7.91E-04	8.38E-04	8.98E-04	8.28E-04
MA REGIÃO MÉDIA	2.64E-02	4.12E-02	5.72E-02	6.29E-02	4.17E-02	1.82E-02	1.27E-02	1.08E-02	1.09E-02	1.04E-02	9.84E-03	7.55E-03
MEDULA AMARELA	5.50E-03	8.60E-03	1.20E-02	1.38E-02	9.86E-03	4.74E-03	3.22E-03	2.86E-03	2.90E-03	2.85E-03	2.78E-03	2.26E-03
MEDULA VERMELHA	4.19E-03	6.55E-03	9.12E-03	1.08E-02	9.10E-03	4.95E-03	3.55E-03	2.95E-03	2.90E-03	2.94E-03	2.85E-03	2.29E-03
MV BRAÇO DIREITO	0.00E+00	0.00E+00	7.31E-05	3.57E-03	7.98E-03	5.42E-03	4.57E-03	2.83E-03	3.66E-03	3.47E-03	3.47E-03	3.20E-03
MV BRAÇO ESQUERDO	0.00E+00	0.00E+00	3.48E-04	5.25E-03	7.87E-03	5.14E-03	3.54E-03	3.66E-03	4.04E-03	2.42E-03	3.93E-03	3.12E-03
MV CABEÇA	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-04	4.92E-04	8.46E-04	7.86E-04	6.23E-04	7.18E-04	1.19E-03	1.16E-03	1.26E-03
MV CLAVÍCULAS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.93E-03	1.19E-02	5.69E-03	5.18E-03	4.21E-03	4.79E-03	3.67E-03	1.85E-03	4.81E-03
MV COSTELAS	4.10E-02	6.41E-02	8.89E-02	9.55E-02	5.79E-02	2.32E-02	1.61E-02	1.39E-02	1.42E-02	1.34E-02	1.29E-02	9.88E-03
MV CRÂNIO	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.61E-05	2.42E-04	5.62E-04	5.42E-04	4.26E-04	4.74E-04	9.65E-04	8.83E-04	8.32E-04
MV ESCÁPULA	0.00E+00	1.43E-04	4.88E-04	6.69E-03	1.46E-02	8.14E-03	5.45E-03	5.41E-03	3.79E-03	3.98E-03	3.89E-03	3.38E-03
MV ESPINHA INFERIOR	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.45E-05	2.13E-03	2.57E-03	1.99E-03	1.30E-03	1.24E-03	1.28E-03	2.06E-03	1.27E-03
MV ESPINHA MÉDIA	0.00E+00	0.00E+00	1.60E-04	4.13E-03	1.26E-02	1.05E-02	7.37E-03	5.71E-03	5.53E-03	5.67E-03	4.88E-03	3.25E-03
MV ESPINHA SUPERIOR	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.17E-04	1.40E-03	1.86E-03	1.63E-03	1.30E-03	1.40E-03	2.03E-03	2.17E-03	2.89E-03
MV MANDÍBULA	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.64E-04	4.08E-04	7.74E-04	8.36E-04	6.40E-04	1.20E-03	9.93E-04	1.09E-03	9.54E-04
MV PÉLVIS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.35E-04	2.58E-04	2.62E-04	2.45E-04	2.33E-04	3.56E-04	3.81E-04	4.87E-04
MV PERNA DIREITA	0.00E+00	2.00E-06	1.25E-05	6.94E-05	1.15E-04							
MV PERNA ESQUERDA	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.80E-05	1.50E-05	2.53E-06	1.53E-05	3.27E-05	6.74E-05	9.88E-05
MV REGIÃO BAIXA	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.24E-06	5.52E-04	7.35E-04	6.15E-04	4.53E-04	4.31E-04	5.28E-04	7.17E-04	6.27E-04
MV REGIÃO MÉDIA	1.28E-02	2.01E-02	2.80E-02	3.30E-02	2.68E-02	1.36E-02	9.52E-03	8.02E-03	7.86E-03	7.60E-03	7.03E-03	5.42E-03
OSSO BRAÇO DIREITO	0.00E+00	0.00E+00	1.67E-04	2.78E-03	5.35E-03	3.86E-03	2.75E-03	2.22E-03	2.54E-03	2.78E-03	2.56E-03	2.32E-03
OSSO BRAÇO ESQUERDO	0.00E+00	9.06E-06	2.62E-04	3.46E-03	5.47E-03	3.73E-03	2.27E-03	2.45E-03	2.74E-03	1.90E-03	2.72E-03	2.40E-03

**Fonte monoenergética uniformemente distribuída em ambas as Mamas ( $\Phi - \text{kg}^{-1}$ )**

Órgão Alvo	10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
OSSO PERNA DIREITA	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.57E-06	8.80E-06	4.09E-06	6.36E-06	5.15E-05	8.09E-05
OSSO PERNA ESQUERDA	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.42E-05	7.63E-06	2.69E-05	7.81E-06	4.25E-05	5.10E-05	5.30E-05
OVÁRIO DIREIRO	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.23E-04	0.00E+00	1.41E-03	3.74E-04	2.24E-04	0.00E+00
OVÁRIO ESQUERDO	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.48E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.25E-03	0.00E+00	0.00E+00
OVÁRIOS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.38E-06	4.61E-04	0.00E+00	7.04E-04	8.13E-04	1.12E-04	0.00E+00
PÂNCREAS	0.00E+00	0.00E+00	2.47E-05	4.24E-03	6.77E-03	8.33E-03	7.54E-03	6.44E-03	9.60E-03	7.67E-03	5.29E-03	4.01E-03
PELE CABEÇA	1.45E-04	0.00E+00	0.00E+00	1.38E-04	4.22E-04	5.76E-04	1.19E-03	8.97E-04	8.56E-04	1.62E-03	1.31E-03	1.47E-03
PELE PERNA	0.00E+00											
PELE TOTAL	1.67E-02	1.03E-02	7.12E-03	4.34E-03	2.69E-03	2.03E-03	2.37E-03	2.49E-03	2.89E-03	2.66E-03	2.72E-03	2.14E-03
PELE TRONCO	3.47E-02	2.14E-02	1.48E-02	9.00E-03	5.52E-03	4.11E-03	4.71E-03	5.00E-03	5.86E-03	5.22E-03	5.40E-03	4.16E-03
PÉLVIS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.35E-04	2.58E-04	2.62E-04	2.45E-04	2.33E-04	3.56E-04	3.81E-04	4.87E-04
PERNAS	3.56E-06	7.25E-06	1.30E-06	8.12E-07	6.46E-07	3.86E-06	7.81E-06	1.74E-05	2.62E-05	4.05E-05	5.05E-05	6.38E-05
PULMÃO DIREITO	2.10E-01	1.81E-01	1.34E-01	8.20E-02	3.99E-02	2.37E-02	2.15E-02	2.40E-02	2.24E-02	1.95E-02	1.96E-02	1.40E-02
PULMÃO ESQUERDO	2.07E-01	1.72E-01	1.33E-01	7.98E-02	3.82E-02	2.35E-02	2.17E-02	2.31E-02	2.18E-02	1.95E-02	1.76E-02	1.35E-02
PULMÕES	2.08E-01	1.76E-01	1.33E-01	8.09E-02	3.91E-02	2.36E-02	2.16E-02	2.35E-02	2.21E-02	1.95E-02	1.86E-02	1.37E-02
REGIÃO NASAL	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.25E-04	2.63E-04	4.10E-04	2.52E-03	1.33E-03	9.76E-04	5.29E-04	1.02E-03	1.27E-03
RIM DIREITO	0.00E+00	0.00E+00	7.57E-09	2.43E-04	1.14E-03	1.54E-03	1.40E-03	2.11E-03	2.36E-03	1.68E-03	1.81E-03	1.13E-03
RIM ESQUERDO	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.45E-04	9.40E-04	1.36E-03	1.44E-03	1.62E-03	2.87E-03	1.71E-03	2.35E-03	1.95E-03
RINS	0.00E+00	0.00E+00	3.78E-09	2.44E-04	1.04E-03	1.45E-03	1.42E-03	1.86E-03	2.62E-03	1.69E-03	2.08E-03	1.54E-03
SEPTO	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.75E-04	2.98E-04	2.96E-04	2.16E-03	2.21E-03	1.31E-03	6.22E-04	8.73E-04	1.13E-05
TECIDO CABEÇA	0.00E+00	0.00E+00	1.69E-08	2.43E-04	8.90E-04	1.22E-03	1.38E-03	1.80E-03	1.95E-03	2.10E-03	1.63E-03	1.74E-03
TECIDO PERNA	2.43E-06	2.43E-06	0.00E+00	1.08E-06	4.83E-07	3.49E-06	7.18E-06	1.89E-05	2.86E-05	4.67E-05	5.33E-05	6.65E-05
TECIDO TOTAL	6.44E-03	6.72E-03	6.44E-03	5.50E-03	3.98E-03	2.99E-03	3.06E-03	3.30E-03	3.23E-03	3.03E-03	2.84E-03	2.44E-03
TECIDO TRONCO	1.04E-02	1.09E-02	1.04E-02	8.87E-03	6.37E-03	4.75E-03	4.86E-03	5.20E-03	5.08E-03	4.74E-03	4.46E-03	3.79E-03
TESTÍCULO DIREITO	0.00E+00											
TESTÍCULO ESQUERDO	0.00E+00											
TESTÍCULOS	0.00E+00											
TIMO	0.00E+00	4.44E-04	2.28E-03	1.20E-02	1.75E-02	1.16E-02	1.26E-02	1.34E-02	1.14E-02	1.43E-02	1.08E-02	1.16E-02
TIREÓIDE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.03E-04	1.69E-03	1.78E-03	2.52E-03	1.28E-03	3.06E-03	5.87E-03	1.97E-03	2.37E-03
TRONCO	1.45E-02	1.44E-02	1.37E-02	1.19E-02	8.37E-03	5.67E-03	5.42E-03	5.67E-03	5.58E-03	5.19E-03	4.95E-03	4.05E-03
ÚTERO	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.17E-05	2.62E-04	2.52E-04	2.30E-04	4.29E-05	8.23E-04	7.65E-04	7.34E-04

**Apêndice C: Comparação das *FAEs* da Mulher Referência com as da Mulher Brasileira**

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída em ambas as**

**ADRENAIS**

*LEGENDA:*

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

**alvo: Adrenais**

5.37E+01	3.34E+01	1.92E+01	7.07E+00	2.22E+00	1.38E+00	1.53E+00	1.57E+00	1.46E+00	1.34E+00	1.28E+00	1.03E+00
0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4
5.38E+01	3.37E+01	1.94E+01	7.19E+00	2.26E+00	1.41E+00	1.54E+00	1.62E+00	1.52E+00	1.38E+00	1.33E+00	1.05E+00
0	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4
0%	-1%	-1%	-2%	-2%	-2%	-1%	-3%	-4%	-3%	-4%	-2%

**alvo: Baço**

0.00E+00	1.03E-03	1.31E-02	5.26E-02	4.71E-02	3.47E-02	3.14E-02	2.86E-02	2.61E-02	2.35E-02	2.09E-02	2.09E-02
0	45	10	4	4	4	5	6	7	8	8	9
0.00E+00	1.50E-04	1.02E-02	4.17E-02	4.13E-02	2.61E-02	2.60E-02	2.37E-02	2.30E-02	1.96E-02	1.89E-02	1.49E-02
0	39	11	5	4	4	5	6	7	7	8	10
0%	587%	28%	26%	14%	33%	21%	21%	13%	20%	11%	40%

**alvo: Bexiga**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.06E-04	3.83E-04	9.05E-04	9.42E-04	6.37E-04	7.12E-04	2.22E-03	7.41E-06
0	0	0	0	63	46	38	68	55	56	44	46
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.24E-06	2.46E-04	2.35E-04	3.31E-04	1.03E-03	2.43E-04	6.68E-04	4.24E-04
0	0	0	0	100	44	39	65	60	43	61	72
0%	0%	0%	0%	6258%	56%	285%	185%	-38%	193%	232%	-98%

**alvo: Corpo Total**

1.73E-02	1.73E-02	1.70E-02	1.51E-02	1.08E-02	7.35E-03	6.76E-03	6.62E-03	6.21E-03	5.85E-03	5.46E-03	4.59E-03
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
1.43E-02	1.43E-02	1.41E-02	1.25E-02	9.14E-03	6.39E-03	5.77E-03	5.70E-03	5.38E-03	5.05E-03	4.75E-03	3.96E-03
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
21%	21%	21%	21%	18%	15%	17%	16%	15%	16%	15%	16%

**alvo: Esqueleto**

4.05E-10	7.23E-04	5.59E-03	1.71E-02	1.88E-02	1.01E-02	6.38E-03	5.21E-03	4.68E-03	4.45E-03	4.37E-03	3.49E-03
100	7	2	1	1	1	1	2	2	2	2	3
3.13E-10	4.21E-04	4.14E-03	1.24E-02	1.46E-02	8.18E-03	5.13E-03	4.22E-03	3.88E-03	3.60E-03	3.38E-03	2.95E-03
100	8	2	1	1	1	1	2	2	2	2	3
29%	72%	35%	38%	29%	23%	24%	23%	21%	24%	29%	18%

**alvo: Estômago**

0.00E+00	0.00E+00	5.08E-04	8.17E-03	1.50E-02	1.36E-02	1.22E-02	1.09E-02	9.70E-03	9.38E-03	9.92E-03	8.45E-03
0	0	54	9	6	6	7	9	11	12	12	15
0.00E+00	0.00E+00	2.70E-04	5.05E-03	1.29E-02	1.19E-02	1.16E-02	9.96E-03	8.64E-03	8.73E-03	8.14E-03	6.20E-03
0	0	76	11	6	6	7	9	11	12	12	16
0%	0%	88%	62%	16%	14%	5%	9%	12%	7%	22%	36%

## alvo: Fígado

3.88E-03	1.65E-02	3.19E-02	4.36E-02	3.40E-02	2.43E-02	2.24E-02	2.28E-02	2.01E-02	1.86E-02	1.67E-02	1.32E-02
7	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
1.80E-04	5.10E-03	1.58E-02	2.75E-02	2.65E-02	1.98E-02	1.74E-02	1.75E-02	1.49E-02	1.44E-02	1.29E-02	1.13E-02
30	5	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3
2056%	224%	102%	59%	28%	23%	29%	30%	35%	29%	29%	17%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.73E-06	5.67E-04	9.34E-04	1.02E-03	8.77E-04	1.30E-03	1.36E-03	1.88E-03	1.27E-03
0	0	0	83	24	20	19	27	24	29	29	32
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.29E-06	4.77E-04	6.80E-04	6.60E-04	1.32E-03	1.40E-03	9.34E-04	1.40E-03	9.81E-04
0	0	0	89	30	19	20	22	26	27	30	38
0%	0%	0%	577%	19%	37%	55%	-34%	-7%	46%	34%	29%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Superior

0.00E+00	0.00E+00	5.74E-09	5.67E-04	3.67E-03	3.99E-03	4.10E-03	3.85E-03	3.94E-03	2.92E-03	3.12E-03	3.09E-03
0	0	71	26	10	8	9	12	15	17	18	19
0.00E+00	0.00E+00	6.37E-08	5.50E-04	2.55E-03	3.56E-03	3.67E-03	3.36E-03	3.86E-03	3.26E-03	3.85E-03	3.26E-03
0	0	100	33	10	8	9	12	13	16	15	18
0%	0%	-91%	3%	44%	12%	12%	15%	2%	-10%	-19%	-5%

## alvo: Intestino Delgado

0.00E+00	0.00E+00	2.45E-06	5.86E-04	2.84E-03	4.06E-03	4.34E-03	4.02E-03	4.20E-03	4.33E-03	3.55E-03	3.31E-03
0	0	53	16	6	5	5	6	7	7	8	9
0.00E+00	0.00E+00	6.67E-07	5.44E-04	2.22E-03	3.04E-03	3.35E-03	3.18E-03	3.25E-03	3.34E-03	3.11E-03	2.54E-03
0	0	86	17	6	5	5	6	7	7	8	9
0%	0%	267%	8%	28%	34%	30%	26%	29%	30%	14%	30%

## alvo: Medula Amarela

5.51E-10	8.05E-04	5.82E-03	1.65E-02	1.77E-02	9.68E-03	6.15E-03	5.16E-03	4.60E-03	4.48E-03	4.31E-03	3.46E-03
100	7	2	1	1	1	1	2	2	3	3	3
4.25E-10	5.02E-04	4.45E-03	1.21E-02	1.39E-02	8.07E-03	5.10E-03	4.21E-03	4.00E-03	3.66E-03	3.44E-03	3.05E-03
100	8	2	1	1	1	1	2	2	3	3	3
30%	60%	31%	36%	27%	20%	21%	23%	15%	22%	25%	13%

## alvo: Medula Vermelha

4.20E-10	9.33E-04	7.75E-03	2.65E-02	3.20E-02	1.87E-02	1.17E-02	9.39E-03	8.55E-03	8.01E-03	7.72E-03	6.18E-03
100	7	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3
3.24E-10	5.08E-04	5.62E-03	1.89E-02	2.48E-02	1.47E-02	9.20E-03	7.43E-03	6.82E-03	6.37E-03	5.99E-03	4.97E-03
100	8	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3
30%	84%	38%	40%	29%	27%	27%	26%	25%	26%	29%	24%

## alvo: Ovários

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.59E-04	2.96E-03	1.19E-03	3.61E-03	2.34E-03	1.77E-04	2.13E-03	5.31E-03
0	0	0	0	71	57	63	68	74	99	78	70
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.69E-04	8.89E-04	1.84E-03	6.64E-04	4.95E-04	1.72E-04	0.00E+00
0	0	0	100	100	100	58	57	66	61	72	100
0%	0%	0%	0%	0%	1000%	34%	96%	252%	-64%	1138%	0%

## alvo: Pâncreas

0.00E+00	1.34E-04	1.83E-02	6.91E-02	7.53E-02	5.22E-02	5.00E-02	4.30E-02	3.76E-02	4.49E-02	3.31E-02	3.90E-02
0	67	15	6	5	5	6	8	9	9	11	11
0.00E+00	8.37E-05	6.04E-03	3.75E-02	4.74E-02	3.27E-02	2.91E-02	2.86E-02	2.70E-02	2.54E-02	1.82E-02	2.22E-02
0	85	23	7	5	5	7	9	10	11	13	13
0%	60%	203%	84%	59%	60%	72%	50%	39%	77%	82%	76%

## alvo: Pele Total

0.00E+00	7.88E-05	9.46E-04	2.48E-03	2.52E-03	2.20E-03	2.45E-03	2.45E-03	2.50E-03	2.69E-03	2.75E-03	2.20E-03
0	31	9	4	3	3	4	4	5	5	5	6
0.00E+00	7.50E-05	8.11E-04	2.12E-03	2.08E-03	1.92E-03	2.00E-03	2.28E-03	2.22E-03	2.12E-03	2.26E-03	1.98E-03
0	33	9	4	3	3	4	4	5	6	6	6
0%	5%	17%	17%	21%	15%	23%	7%	13%	27%	22%	11%

## alvo: Pulmões

0.00E+00	7.28E-04	5.91E-03	1.53E-02	1.52E-02	1.15E-02	1.04E-02	9.83E-03	9.59E-03	8.75E-03	8.66E-03	6.58E-03
0	21	7	3	3	3	3	4	5	5	5	6
0.00E+00	3.05E-04	3.62E-03	1.20E-02	1.24E-02	9.93E-03	8.78E-03	8.24E-03	8.02E-03	7.78E-03	7.25E-03	5.53E-03
0	27	8	3	3	3	3	4	5	5	5	6
0%	139%	63%	28%	23%	16%	18%	19%	20%	12%	19%	19%

## alvo: Rins

1.44E-02	7.22E-02	1.24E-01	1.22E-01	7.83E-02	5.16E-02	4.73E-02	4.85E-02	4.08E-02	3.80E-02	3.61E-02	3.23E-02
10	4	3	2	2	3	3	4	4	5	5	6
7.19E-03	4.57E-02	9.05E-02	1.07E-01	6.44E-02	4.33E-02	4.25E-02	4.00E-02	3.68E-02	3.62E-02	3.02E-02	2.44E-02
12	5	3	2	2	3	3	4	4	4	5	6
100%	58%	37%	14%	22%	19%	11%	21%	11%	5%	20%	32%

## alvo: Tecido Total

7.53E-03	1.30E-02	1.51E-02	1.28E-02	8.21E-03	5.95E-03	5.93E-03	5.96E-03	5.71E-03	5.36E-03	4.95E-03	4.21E-03
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
3.38E-03	9.26E-03	1.19E-02	1.07E-02	7.05E-03	5.24E-03	5.09E-03	5.19E-03	4.96E-03	4.66E-03	4.39E-03	3.65E-03
1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
123%	40%	27%	20%	16%	14%	17%	15%	15%	15%	13%	15%

## alvo: Timo

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.63E-04	1.34E-03	7.16E-04	2.89E-03	3.31E-03	8.71E-04	8.04E-04	1.49E-03	3.36E-03
0	0	0	100	39	43	38	39	45	47	79	54
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.76E-06	4.98E-04	1.42E-03	8.01E-04	2.06E-03	1.90E-03	1.82E-03	1.18E-03	1.64E-04
0	0	0	96	49	30	37	41	52	55	95	60
0%	0%	0%	9161%	169%	-50%	261%	61%	-54%	-56%	26%	1949%

## alvo: Tireóide

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.42E-07	4.06E-07	7.59E-04	9.01E-04	3.78E-05	1.44E-03	1.01E-03	1.15E-03	3.03E-07
0	0	0	100	100	51	56	72	47	97	99	100
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.43E-04	9.90E-04	2.77E-04	0.00E+00	1.35E-05	2.44E-06	2.77E-03
0	0	0	0	0	54	61	68	0	97	71	70
0%	0%	0%	0%	0%	71%	-9%	-86%	0%	7381%	47031%	-100%

## alvo: Útero

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.58E-04	1.20E-03	1.41E-03	1.64E-03	1.59E-03	1.98E-03	2.99E-03	1.28E-03
0	0	0	0	32	25	29	31	29	41	37	54
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.64E-08	4.96E-04	7.84E-04	6.85E-04	1.11E-03	1.62E-03	7.13E-04	2.11E-03	1.43E-03
0	0	0	100	45	30	25	44	36	43	37	44
0%	0%	0%	-100%	73%	53%	106%	48%	-2%	178%	42%	-10%

Tabela 13 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Adrenais.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída no**

**BACO**

**LEGENDA:**

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

**alvo: Adrenais**

0.00E+00	3.86E-04	8.71E-03	5.52E-02	4.22E-02	3.32E-02	2.16E-02	2.60E-02	4.20E-02	1.77E-02	1.87E-02	1.58E-02
0	98	34	13	10	11	16	20	19	29	29	34
0.00E+00	3.79E-05	9.78E-03	4.17E-02	3.56E-02	2.04E-02	2.42E-02	1.67E-02	1.91E-02	2.90E-02	1.57E-02	1.60E-02
0	89	33	14	11	13	14	20	24	21	28	31
0%	918%	-11%	32%	19%	63%	-11%	56%	120%	-39%	19%	-1%

**alvo: Baço**

6.54E+00	5.55E+00	4.14E+00	2.11E+00	8.04E-01	4.67E-01	4.88E-01	5.12E-01	4.63E-01	4.28E-01	4.02E-01	3.08E-01
0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2
5.44E+00	4.67E+00	3.55E+00	1.85E+00	7.34E-01	4.10E-01	4.29E-01	4.33E-01	4.05E-01	3.79E-01	3.50E-01	2.86E-01
0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2
20%	19%	17%	14%	10%	14%	14%	18%	14%	13%	15%	8%

**alvo: Bexiga**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.00E-04	9.64E-04	7.08E-04	8.17E-04	1.05E-03	8.13E-04	1.07E-03	8.67E-04
0	0	0	0	65	44	56	36	64	58	56	64
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.31E-04	3.31E-04	4.23E-04	8.13E-04	1.87E-04	1.38E-03	1.14E-03	1.64E-04
0	0	0	0	60	34	31	39	81	54	65	76
0%	0%	0%	0%	30%	191%	67%	0%	461%	-41%	-6%	429%

**alvo: Corpo Total**

1.73E-02	1.73E-02	1.71E-02	1.55E-02	1.10E-02	7.39E-03	6.77E-03	6.67E-03	6.24E-03	5.80E-03	5.55E-03	4.53E-03
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
1.43E-02	1.43E-02	1.42E-02	1.30E-02	9.48E-03	6.45E-03	5.95E-03	5.81E-03	5.42E-03	5.07E-03	4.79E-03	3.96E-03
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
21%	21%	20%	19%	16%	15%	14%	15%	15%	14%	16%	14%

**alvo: Esqueleto**

4.56E-06	4.41E-04	2.43E-03	7.83E-03	1.02E-02	5.97E-03	3.78E-03	3.03E-03	2.93E-03	2.67E-03	2.55E-03	2.23E-03
91	9	3	2	1	1	2	2	3	3	3	4
3.21E-06	2.80E-04	1.70E-03	5.89E-03	8.10E-03	5.09E-03	3.27E-03	2.51E-03	2.42E-03	2.27E-03	2.24E-03	1.86E-03
99	10	4	2	1	1	2	2	3	3	3	3
42%	58%	43%	33%	26%	17%	16%	21%	21%	18%	14%	20%

**alvo: Estômago**

0.00E+00	1.13E-03	1.80E-02	6.96E-02	7.20E-02	4.63E-02	4.08E-02	3.70E-02	3.39E-02	3.04E-02	2.85E-02	2.40E-02
0	38	9	4	3	3	4	5	6	7	8	9
0.00E+00	9.25E-04	1.67E-02	5.78E-02	5.84E-02	4.14E-02	3.48E-02	3.18E-02	3.05E-02	2.86E-02	2.20E-02	2.03E-02
0	38	9	4	3	3	4	5	6	7	8	9
0%	22%	8%	20%	23%	12%	17%	16%	11%	6%	30%	18%

**alvo: Fígado**

0.00E+00	0.00E+00	3.09E-05	1.08E-03	4.22E-03	4.79E-03	4.63E-03	4.47E-03	4.19E-03	4.30E-03	3.85E-03	3.08E-03
0	0	42	9	4	4	4	4	5	5	6	7
0.00E+00	0.00E+00	7.55E-06	7.22E-04	3.22E-03	3.56E-03	3.79E-03	3.92E-03	3.65E-03	3.26E-03	3.55E-03	2.61E-03
0	0	76	11	5	4	4	4	5	6	6	7
0%	0%	309%	50%	31%	35%	22%	14%	15%	32%	8%	18%

**alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior**

0.00E+00	0.00E+00	8.11E-07	9.72E-04	2.71E-03	2.61E-03	3.67E-03	3.16E-03	3.35E-03	1.59E-03	3.16E-03	1.97E-03
0	0	62	27	13	12	12	17	19	28	20	29
0.00E+00	0.00E+00	4.53E-05	4.07E-04	2.08E-03	2.28E-03	1.59E-03	2.33E-03	2.93E-03	2.43E-03	1.85E-03	2.48E-03
0	0	100	28	14	11	13	16	17	20	23	23
0%	0%	-98%	139%	30%	14%	131%	36%	14%	-35%	71%	-21%

**alvo: G. I. Intestino Grosso Superior**

0.00E+00	6.03E-08	1.93E-04	2.34E-03	6.68E-03	6.42E-03	5.51E-03	5.71E-03	5.29E-03	5.97E-03	5.04E-03	4.78E-03
0	100	94	14	7	7	8	10	12	13	14	16
0.00E+00	5.01E-08	2.47E-04	2.26E-03	5.25E-03	5.08E-03	5.21E-03	5.12E-03	4.37E-03	3.83E-03	4.38E-03	3.40E-03
0	100	69	14	8	7	8	10	13	14	15	17
0%	20%	-22%	4%	27%	26%	6%	12%	21%	56%	15%	41%

**alvo: Intestino Delgado**

0.00E+00	3.85E-05	2.58E-04	2.48E-03	6.73E-03	6.50E-03	6.22E-03	5.32E-03	5.76E-03	4.99E-03	5.32E-03	4.06E-03
0	100	31	8	4	4	4	5	6	7	6	8
0.00E+00	0.00E+00	3.69E-05	1.78E-03	5.03E-03	5.65E-03	5.07E-03	4.54E-03	4.83E-03	4.40E-03	4.40E-03	3.38E-03
0	0	43	9	4	4	4	5	6	6	7	8
0%	0%	599%	39%	34%	15%	23%	17%	19%	13%	21%	20%

**alvo: Medula Amarela**

6.21E-06	5.97E-04	3.36E-03	1.17E-02	1.46E-02	7.87E-03	4.97E-03	3.93E-03	3.88E-03	3.65E-03	3.26E-03	2.96E-03
91	9	4	2	1	2	2	3	3	3	4	4
4.37E-06	3.81E-04	2.41E-03	9.09E-03	1.27E-02	7.63E-03	4.84E-03	3.68E-03	3.64E-03	3.38E-03	3.31E-03	2.69E-03
99	10	4	2	1	2	2	3	3	3	3	4
42%	57%	39%	29%	15%	3%	3%	7%	7%	8%	-2%	10%

**alvo: Medula Vermelha**

4.73E-06	4.60E-04	2.50E-03	8.89E-03	1.46E-02	1.00E-02	6.56E-03	5.11E-03	4.86E-03	4.28E-03	4.10E-03	3.58E-03
91	9	4	2	2	2	2	3	3	4	4	5
3.32E-06	2.90E-04	1.72E-03	6.22E-03	1.02E-02	7.59E-03	5.04E-03	3.72E-03	3.48E-03	3.39E-03	3.26E-03	2.77E-03
99	10	4	2	2	2	2	3	3	4	4	5
42%	59%	45%	43%	43%	32%	30%	37%	40%	26%	26%	29%

**alvo: Ovários**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.49E-04	2.20E-03	1.75E-03	2.40E-03	7.06E-03	2.40E-03	2.25E-04	2.64E-03	1.30E-03
0	0	0	100	71	40	58	51	71	81	60	62
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.97E-04	2.48E-03	5.53E-04	3.43E-04	3.42E-03	3.11E-03	5.81E-04	3.74E-03
0	0	0	0	85	54	73	67	82	60	68	100
0%	0%	0%	0%	641%	-29%	334%	1958%	-30%	-93%	354%	-65%

**alvo: Pâncreas**

1.24E-02	1.01E-01	2.49E-01	3.29E-01	2.03E-01	1.19E-01	1.08E-01	1.12E-01	1.01E-01	9.83E-02	8.01E-02	7.89E-02
23	7	4	3	3	3	4	5	6	6	7	8
2.22E-03	4.36E-02	1.26E-01	1.79E-01	1.28E-01	7.92E-02	7.02E-02	6.07E-02	5.99E-02	5.35E-02	5.39E-02	4.08E-02
49	10	5	3	3	4	5	6	7	8	8	10
459%	132%	98%	84%	59%	50%	54%	85%	69%	84%	49%	93%

**alvo: Pele Total**

0.00E+00	1.77E-05	4.84E-04	1.81E-03	2.36E-03	1.98E-03	2.17E-03	2.28E-03	2.63E-03	2.30E-03	2.29E-03	1.76E-03
0	75	12	5	3	3	4	5	5	6	6	7
0.00E+00	4.49E-06	2.68E-04	1.41E-03	2.02E-03	1.80E-03	1.83E-03	2.17E-03	2.19E-03	2.02E-03	1.98E-03	1.71E-03
0	56	15	5	3	3	4	5	5	6	6	7
0%	294%	81%	28%	17%	10%	19%	5%	20%	14%	16%	3%

**alvo: Pulmões**

4.02E-05	1.47E-03	7.03E-03	1.55E-02	1.43E-02	9.62E-03	8.54E-03	9.01E-03	7.63E-03	7.55E-03	6.70E-03	6.38E-03
100	14	6	3	3	3	3	4	5	5	6	7
2.81E-09	1.11E-03	5.45E-03	1.22E-02	1.25E-02	8.97E-03	7.60E-03	6.95E-03	6.63E-03	6.01E-03	6.07E-03	5.24E-03
100	15	6	3	3	3	3	4	5	6	6	7
1430505%	32%	29%	27%	14%	7%	12%	30%	15%	26%	10%	22%

**alvo: Rins**

3.03E-04	1.26E-02	4.21E-02	7.76E-02	5.97E-02	3.68E-02	3.40E-02	3.28E-02	2.81E-02	2.87E-02	2.75E-02	2.05E-02
65	10	5	3	3	3	3	4	5	5	6	7
1.33E-04	9.14E-03	3.67E-02	6.48E-02	5.30E-02	3.35E-02	3.23E-02	2.98E-02	2.71E-02	2.48E-02	2.28E-02	1.73E-02
88	10	5	3	3	3	3	4	5	5	6	7
128%	38%	15%	20%	13%	10%	5%	10%	4%	16%	21%	18%

**alvo: Tecido Total**

1.47E-03	4.72E-03	8.53E-03	1.11E-02	8.75E-03	6.19E-03	5.79E-03	5.75E-03	5.42E-03	5.01E-03	4.86E-03	3.97E-03
2	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1.14E-03	3.68E-03	6.79E-03	9.35E-03	7.58E-03	5.41E-03	5.11E-03	5.12E-03	4.73E-03	4.44E-03	4.19E-03	3.49E-03
2	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
29%	28%	26%	19%	15%	14%	13%	12%	15%	13%	16%	14%

**alvo: Timo**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.50E-05	1.17E-03	9.79E-04	3.70E-03	1.11E-03	2.53E-04	5.29E-04	2.98E-03	1.25E-03
0	0	0	100	44	71	36	51	55	59	59	81
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.75E-05	1.31E-04	6.76E-04	1.81E-03	1.16E-03	2.08E-03	1.07E-03	6.31E-04	8.37E-04
0	0	0	100	91	45	45	64	52	65	51	94
0%	0%	0%	-74%	793%	45%	104%	-4%	-88%	-51%	372%	49%

**alvo: Tireóide**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.32E-05	2.62E-04	3.85E-04	1.14E-03	2.19E-04	1.29E-03	2.11E-03	6.13E-05
0	0	0	0	100	86	65	76	100	94	57	72
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.65E-06	4.39E-06	2.61E-04	5.34E-04	1.09E-03	2.56E-04	6.56E-04	1.18E-03	7.54E-06
0	0	0	100	100	76	82	54	65	69	99	63
0%	0%	0%	-100%	1795%	0%	-28%	5%	-14%	97%	79%	713%

**alvo: Útero**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.60E-05	1.65E-03	2.44E-03	2.44E-03	1.86E-03	2.21E-03	2.74E-03	2.32E-03	2.07E-03
0	0	0	100	28	22	24	29	36	30	36	44
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.37E-06	1.15E-03	1.18E-03	1.33E-03	2.10E-03	5.83E-04	1.27E-03	2.24E-03	2.29E-03
0	0	0	100	28	23	23	30	51	36	36	34
0%	0%	0%	997%	43%	107%	83%	-11%	279%	116%	4%	-10%

Tabela 14 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Baço.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída na**

**BEXIGA**

*LEGENDA:*

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

<b>alvo: Adrenais</b>											
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.85E-04	7.15E-04	8.51E-04	2.57E-04	4.35E-04	1.67E-05	1.05E-04	4.94E-07
0	0	0	0	100	59	63	63	94	89	52	100
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.00E-04	1.85E-03	1.45E-03	8.99E-04	1.80E-05	4.99E-03	8.21E-04
0	0	0	0	0	81	67	88	75	72	58	90
0%	0%	0%	0%	0%	138%	-54%	-82%	-52%	-7%	-98%	-100%

<b>alvo: Baço</b>											
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.64E-04	6.03E-04	7.44E-04	8.47E-04	1.14E-03	7.97E-04	7.96E-04	9.15E-04
0	0	0	0	32	23	26	31	31	37	37	42
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.16E-05	1.31E-04	4.60E-04	5.94E-04	7.20E-04	3.95E-04	1.16E-03	6.32E-04	8.20E-04
0	0	0	100	75	27	24	29	38	29	35	35
0%	0%	0%	-100%	102%	31%	25%	18%	189%	-31%	26%	12%

<b>alvo: Bexiga</b>											
1.04E+00	1.62E+00	1.69E+00	1.09E+00	5.06E-01	2.73E-01	2.68E-01	2.89E-01	2.72E-01	2.29E-01	2.08E-01	1.76E-01
3	2	2	2	2	2	3	4	4	5	5	6
8.15E-01	1.36E+00	1.41E+00	9.50E-01	4.42E-01	2.54E-01	2.46E-01	2.36E-01	2.24E-01	2.23E-01	1.99E-01	1.49E-01
3	2	2	2	2	2	3	4	4	4	5	6
28%	19%	20%	15%	14%	7%	9%	22%	21%	3%	5%	18%

<b>alvo: Corpo Total</b>											
1.73E-02	1.73E-02	1.71E-02	1.56E-02	1.17E-02	8.21E-03	7.53E-03	7.42E-03	6.85E-03	6.37E-03	6.03E-03	5.00E-03
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
1.43E-02	1.43E-02	1.42E-02	1.31E-02	1.01E-02	7.26E-03	6.65E-03	6.45E-03	6.02E-03	5.61E-03	5.24E-03	4.38E-03
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
21%	21%	20%	19%	16%	13%	13%	15%	14%	14%	15%	14%

<b>alvo: Esqueleto</b>											
0.00E+00	0.00E+00	4.28E-05	1.70E-03	5.96E-03	4.97E-03	3.26E-03	2.47E-03	2.14E-03	2.12E-03	1.98E-03	1.64E-03
0	0	24	3	2	2	2	2	3	3	4	4
0.00E+00	0.00E+00	2.91E-05	1.19E-03	4.32E-03	4.05E-03	2.73E-03	2.08E-03	1.81E-03	1.74E-03	1.69E-03	1.47E-03
0	0	27	4	2	2	2	2	3	3	3	4
0%	0%	47%	43%	38%	23%	19%	19%	18%	22%	17%	12%

<b>alvo: Estômago</b>											
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E-04	6.78E-04	1.29E-03	1.45E-03	2.08E-03	1.93E-03	1.05E-03	1.54E-03	1.23E-03
0	0	0	56	22	17	17	21	25	35	31	37
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.89E-05	4.03E-04	8.24E-04	1.68E-03	9.99E-04	1.61E-03	2.14E-03	1.16E-03	1.14E-03
0	0	0	50	27	17	16	25	24	24	33	36
0%	0%	0%	16%	68%	57%	-14%	108%	20%	-51%	33%	8%

## alvo: Fígado

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.89E-06	4.84E-04	8.03E-04	8.32E-04	1.08E-03	1.24E-03	1.29E-03	1.13E-03	1.04E-03
0	0	0	58	12	9	8	9	9	10	10	12
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.03E-06	3.07E-04	5.91E-04	7.03E-04	8.08E-04	9.01E-04	1.02E-03	1.10E-03	8.55E-04
0	0	0	45	15	9	9	9	10	10	10	12
0%	0%	0%	338%	58%	36%	18%	34%	38%	26%	3%	22%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior

0.00E+00	9.90E-04	1.19E-02	3.88E-02	4.95E-02	3.21E-02	2.96E-02	2.83E-02	2.28E-02	2.18E-02	1.97E-02	1.54E-02
0	45	11	5	3	4	5	6	7	8	9	11
0.00E+00	5.10E-04	8.28E-03	3.44E-02	4.15E-02	2.78E-02	2.71E-02	2.29E-02	2.19E-02	1.94E-02	2.23E-02	1.71E-02
0	54	12	5	3	4	4	6	7	8	8	9
0%	94%	44%	13%	19%	15%	9%	24%	4%	12%	-12%	-10%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Superior

0.00E+00	0.00E+00	9.08E-05	4.51E-03	1.06E-02	9.44E-03	8.61E-03	7.57E-03	7.62E-03	8.99E-03	6.32E-03	7.42E-03
0	0	50	12	6	6	7	9	11	11	13	13
0.00E+00	0.00E+00	6.41E-05	3.32E-03	8.94E-03	8.62E-03	7.32E-03	6.81E-03	7.12E-03	5.68E-03	4.78E-03	4.61E-03
0	0	58	12	6	6	7	9	10	12	14	15
0%	0%	42%	36%	19%	10%	18%	11%	7%	58%	32%	61%

## alvo: Intestino Delgado

0.00E+00	3.85E-05	3.19E-04	6.71E-03	1.51E-02	1.38E-02	1.17E-02	1.07E-02	1.06E-02	9.05E-03	8.86E-03	7.74E-03
0	100	26	5	3	3	3	4	4	5	5	6
0.00E+00	5.73E-07	1.09E-04	4.91E-03	1.25E-02	1.15E-02	1.03E-02	9.57E-03	9.19E-03	7.92E-03	8.42E-03	6.76E-03
0	100	43	5	3	3	3	4	4	5	5	6
0%	6619%	193%	37%	21%	20%	14%	12%	15%	14%	5%	14%

## alvo: Medula Amarela

0.00E+00	0.00E+00	4.40E-05	1.92E-03	5.93E-03	4.64E-03	2.80E-03	2.18E-03	1.82E-03	1.77E-03	1.71E-03	1.36E-03
0	0	26	4	2	2	2	3	4	4	5	5
0.00E+00	0.00E+00	3.27E-05	1.37E-03	4.58E-03	3.87E-03	2.55E-03	1.93E-03	1.70E-03	1.57E-03	1.48E-03	1.35E-03
0	0	31	4	2	2	2	3	4	4	4	5
0%	0%	35%	40%	29%	20%	10%	13%	7%	13%	16%	1%

## alvo: Medula Vermelha

0.00E+00	0.00E+00	1.32E-04	5.62E-03	1.67E-02	1.26E-02	7.46E-03	5.41E-03	4.35E-03	4.35E-03	4.05E-03	3.35E-03
0	0	26	4	2	2	2	3	4	4	5	6
0.00E+00	0.00E+00	9.81E-05	3.99E-03	1.25E-02	9.76E-03	6.35E-03	4.50E-03	3.77E-03	3.54E-03	3.21E-03	2.56E-03
0	0	31	4	2	2	2	3	4	4	5	5
0%	0%	35%	41%	34%	29%	17%	20%	15%	23%	26%	31%

## alvo: Ovários

0.00E+00	0.00E+00	3.22E-03	3.71E-02	4.41E-02	3.59E-02	3.21E-02	1.69E-02	2.87E-02	2.32E-02	2.26E-02	7.18E-03
0	0	55	21	13	14	17	26	30	37	31	63
0.00E+00	0.00E+00	1.04E-03	1.61E-02	4.12E-02	2.71E-02	2.71E-02	2.83E-02	1.77E-02	1.74E-02	2.09E-02	7.18E-03
0	0	83	28	13	15	16	23	33	36	36	57
0%	0%	210%	130%	7%	32%	18%	-40%	62%	33%	8%	0%

## alvo: Pâncreas

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.62E-04	1.44E-03	1.15E-03	9.04E-04	1.49E-03	2.73E-03	6.28E-04	1.43E-03
0	0	0	0	47	24	27	34	45	35	63	51
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.50E-05	2.53E-04	9.97E-04	6.25E-04	5.81E-04	1.13E-03	6.57E-04	1.21E-03	6.26E-04
0	0	0	100	56	31	40	34	42	46	54	68
0%	0%	0%	-100%	43%	44%	84%	56%	32%	316%	-48%	128%

**alvo: Pele Total**

0.00E+00	8.40E-05	5.67E-04	1.86E-03	1.97E-03	1.58E-03	1.50E-03	1.79E-03	1.61E-03	1.74E-03	1.53E-03	1.22E-03
0	35	11	5	3	3	4	5	6	6	7	8
0.00E+00	1.53E-05	4.60E-04	1.79E-03	2.29E-03	2.15E-03	2.09E-03	2.39E-03	2.44E-03	2.29E-03	2.29E-03	1.96E-03
0	30	11	4	3	3	3	4	5	5	5	6
0%	449%	23%	4%	-14%	-27%	-28%	-25%	-34%	-24%	-33%	-38%

**alvo: Pulmões**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.06E-07	5.42E-05	1.03E-04	1.40E-04	1.72E-04	2.55E-04	4.64E-04	3.23E-04	3.38E-04
0	0	0	100	37	24	20	23	25	21	25	26
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.67E-09	3.97E-05	6.75E-05	1.01E-04	1.57E-04	2.36E-04	3.51E-04	3.74E-04	3.41E-04
0	0	0	100	46	30	19	23	24	23	23	24
0%	0%	0%	1123%	37%	53%	39%	10%	8%	32%	-14%	-1%

**alvo: Rins**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.71E-04	7.02E-04	1.21E-03	1.50E-03	1.84E-03	1.35E-03	1.21E-03	1.43E-03	1.41E-03
0	0	0	64	19	14	13	16	20	24	23	24
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.34E-04	9.76E-04	1.28E-03	1.24E-03	1.28E-03	1.49E-03	1.33E-03	1.65E-03
0	0	0	0	21	13	15	16	19	21	20	21
0%	0%	0%	0%	62%	24%	17%	48%	5%	-19%	8%	-15%

**alvo: Tecido Total**

2.80E-04	2.70E-03	6.93E-03	1.19E-02	1.07E-02	7.75E-03	7.11E-03	7.07E-03	6.61E-03	6.11E-03	5.83E-03	4.83E-03
5	2	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
2.03E-04	2.03E-03	5.38E-03	9.65E-03	9.27E-03	6.81E-03	6.25E-03	6.09E-03	5.68E-03	5.36E-03	4.95E-03	4.24E-03
6	2	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
38%	33%	29%	23%	15%	14%	14%	16%	16%	14%	18%	14%

**alvo: Timo**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.44E-05	2.28E-04	9.44E-04	8.18E-05	1.02E-04	6.73E-05
0	0	0	0	0	0	100	88	100	77	100	99
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.52E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.54E-04	1.53E-06
0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	74	100
0%	0%	0%	0%	0%	0%	9673%	0%	0%	0%	-82%	4299%

**alvo: Tireóide**

0.00E+00	5.73E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
0.00E+00	4.23E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00							
0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1255%	0%	0%	0%

**alvo: alvo: Útero**

0.00E+00	6.06E-03	5.62E-02	1.41E-01	1.13E-01	7.58E-02	6.69E-02	5.61E-02	5.87E-02	4.35E-02	4.10E-02	4.12E-02
0	28	8	4	4	4	5	7	8	9	10	10
0.00E+00	4.90E-03	4.04E-02	1.19E-01	1.03E-01	6.62E-02	5.90E-02	5.38E-02	4.88E-02	4.76E-02	3.76E-02	3.29E-02
0	29	9	4	4	4	5	6	7	8	9	10
0%	24%	39%	18%	10%	15%	13%	4%	20%	-9%	9%	25%

Tabela 15 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Bexiga.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída no  
CORPO TOTAL**

**LEGENDA:**

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

<b>alvo: Adrenais</b>											
5.68E-03	1.54E-02	5.75E-03	9.78E-03	4.39E-03	5.76E-03	3.88E-03	2.62E-03	3.65E-03	4.09E-03	2.30E-03	1.01E-04
65	39	48	31	31	29	35	68	50	58	91	70
1.73E-02	1.26E-02	5.71E-03	6.50E-03	7.31E-03	2.53E-03	6.14E-03	1.06E-03	4.11E-03	3.04E-03	3.71E-03	7.27E-03
35	39	49	39	25	37	34	56	49	52	71	50
-67%	22%	1%	50%	-40%	128%	-37%	147%	-11%	35%	-38%	-99%

<b>alvo: Baço</b>											
1.16E-02	1.24E-02	1.18E-02	8.88E-03	7.29E-03	4.64E-03	5.97E-03	5.18E-03	4.26E-03	4.70E-03	4.14E-03	2.79E-03
14	13	13	12	11	11	12	14	17	17	19	24
9.02E-03	7.22E-03	8.65E-03	7.15E-03	5.77E-03	5.03E-03	3.69E-03	3.53E-03	4.26E-03	3.26E-03	2.15E-03	3.22E-03
15	16	13	12	11	10	13	15	16	18	22	21
29%	72%	36%	24%	26%	-8%	62%	47%	0%	44%	93%	-13%

<b>alvo: Bexiga</b>											
1.60E-02	1.11E-02	1.16E-02	9.89E-03	4.81E-03	4.79E-03	5.65E-03	4.92E-03	6.24E-03	4.01E-03	2.68E-03	2.18E-03
23	26	22	18	18	16	20	28	28	35	38	49
9.67E-03	9.57E-03	6.52E-03	7.65E-03	6.86E-03	4.34E-03	3.58E-03	6.44E-03	4.51E-03	3.43E-03	2.47E-03	3.22E-03
27	26	26	20	14	16	21	22	31	31	43	41
65%	16%	78%	29%	-30%	10%	58%	-24%	38%	17%	9%	-32%

<b>alvo: Corpo Total</b>											
1.52E-02	1.48E-02	1.39E-02	1.18E-02	7.85E-03	5.00E-03	4.60E-03	4.64E-03	4.32E-03	4.05E-03	3.85E-03	3.24E-03
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1.41E-02	1.36E-02	1.28E-02	1.07E-02	7.29E-03	4.68E-03	4.35E-03	4.38E-03	4.11E-03	3.89E-03	3.64E-03	3.02E-03
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
8%	9%	9%	10%	8%	7%	6%	6%	5%	4%	6%	7%

<b>alvo: Esqueleto</b>											
1.79E-02	1.94E-02	2.24E-02	2.58E-02	2.02E-02	9.43E-03	6.40E-03	5.93E-03	5.56E-03	4.89E-03	4.79E-03	4.23E-03
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3
1.35E-02	1.49E-02	1.72E-02	2.01E-02	1.62E-02	7.96E-03	5.51E-03	4.78E-03	4.56E-03	4.28E-03	4.06E-03	3.23E-03
1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3
33%	30%	30%	28%	25%	18%	16%	24%	22%	14%	18%	31%

<b>alvo: Estômago</b>											
9.48E-03	1.05E-02	1.04E-02	1.12E-02	7.67E-03	6.06E-03	5.09E-03	6.97E-03	3.76E-03	5.72E-03	4.69E-03	3.73E-03
17	15	14	10	9	9	11	13	17	17	19	22
8.92E-03	9.50E-03	1.04E-02	8.00E-03	5.76E-03	4.13E-03	3.74E-03	3.68E-03	3.75E-03	3.73E-03	3.82E-03	3.69E-03
16	15	12	12	10	10	12	15	17	19	19	21
6%	11%	0%	40%	33%	47%	36%	89%	0%	53%	23%	1%

## alvo: Fígado

1.09E-02	1.07E-02	1.03E-02	9.92E-03	6.35E-03	4.34E-03	4.48E-03	4.47E-03	4.09E-03	3.74E-03	3.77E-03	2.90E-03
4	4	4	4	4	4	4	5	6	6	6	7
8.84E-03	9.98E-03	8.73E-03	8.51E-03	5.55E-03	4.21E-03	4.07E-03	4.04E-03	3.51E-03	3.51E-03	3.32E-03	2.97E-03
5	4	4	4	4	4	4	5	6	6	6	7
23%	7%	18%	17%	14%	3%	10%	11%	17%	7%	14%	-2%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior

1.43E-02	1.27E-02	1.06E-02	9.42E-03	7.35E-03	4.26E-03	5.92E-03	5.97E-03	4.60E-03	4.27E-03	2.91E-03	3.41E-03
13	13	13	11	9	10	11	13	16	18	22	23
1.04E-02	8.08E-03	9.39E-03	7.04E-03	6.60E-03	4.05E-03	4.37E-03	4.22E-03	3.62E-03	3.60E-03	2.98E-03	2.01E-03
14	15	12	11	9	9	11	14	17	18	20	26
38%	57%	13%	34%	11%	5%	35%	41%	27%	19%	-2%	70%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Superior

1.05E-02	1.07E-02	1.14E-02	1.01E-02	7.08E-03	4.77E-03	5.45E-03	5.64E-03	4.30E-03	4.27E-03	3.48E-03	3.40E-03
13	13	11	9	8	9	10	12	15	16	18	20
9.59E-03	9.69E-03	8.81E-03	9.96E-03	5.95E-03	4.67E-03	5.02E-03	5.37E-03	4.94E-03	2.97E-03	2.74E-03	2.81E-03
13	12	12	9	8	8	9	11	13	17	18	20
9%	10%	29%	1%	19%	2%	9%	5%	-13%	44%	27%	21%

## alvo: Intestino Delgado

1.12E-02	1.30E-02	1.16E-02	1.07E-02	7.67E-03	5.61E-03	5.26E-03	4.97E-03	4.69E-03	4.14E-03	4.43E-03	3.40E-03
6	5	5	5	5	5	5	6	7	8	8	9
9.03E-03	8.34E-03	9.03E-03	8.30E-03	5.66E-03	4.77E-03	4.65E-03	4.26E-03	4.06E-03	3.70E-03	3.27E-03	2.96E-03
6	6	5	5	5	4	5	6	7	7	8	9
24%	56%	28%	29%	36%	18%	13%	17%	16%	12%	35%	15%

## alvo: Medula Amarela

1.80E-02	1.97E-02	2.27E-02	2.60E-02	1.96E-02	8.62E-03	5.96E-03	5.50E-03	5.15E-03	4.45E-03	4.58E-03	3.91E-03
2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
1.39E-02	1.56E-02	1.83E-02	2.12E-02	1.67E-02	7.73E-03	5.45E-03	4.62E-03	4.56E-03	4.25E-03	3.92E-03	3.32E-03
2	2	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
29%	26%	24%	23%	17%	12%	9%	19%	13%	5%	17%	18%

## alvo: Medula Vermelha

1.35E-02	1.52E-02	1.82E-02	2.31E-02	1.98E-02	9.18E-03	5.92E-03	5.66E-03	5.02E-03	4.32E-03	4.26E-03	3.83E-03
3	2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	4
9.82E-03	1.08E-02	1.33E-02	1.62E-02	1.43E-02	7.20E-03	4.90E-03	4.01E-03	3.92E-03	3.66E-03	3.61E-03	2.69E-03
3	2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	5
37%	41%	37%	43%	38%	28%	21%	41%	28%	18%	18%	42%

## alvo: Ovários

1.51E-02	5.11E-03	1.21E-02	4.68E-03	6.09E-03	3.96E-03	3.87E-03	5.69E-03	3.01E-03	4.71E-03	2.76E-03	4.36E-03
56	83	50	50	33	40	50	59	91	90	98	75
1.23E-02	1.68E-02	2.02E-03	1.71E-02	4.26E-03	6.01E-03	2.55E-03	4.08E-03	3.05E-03	2.25E-03	6.32E-03	3.73E-03
57	45	61	30	36	34	37	62	75	78	60	99
23%	-70%	499%	-73%	43%	-34%	52%	39%	-1%	109%	-56%	17%

## alvo: Pâncreas

1.47E-02	1.73E-02	1.54E-02	1.39E-02	1.14E-02	5.69E-03	8.86E-03	5.58E-03	6.58E-03	4.86E-03	5.05E-03	6.19E-03
21	19	17	15	12	14	15	21	22	26	29	28
1.33E-02	7.04E-03	6.88E-03	9.70E-03	4.95E-03	5.24E-03	4.90E-03	4.25E-03	2.82E-03	4.19E-03	1.46E-03	1.90E-03
20	27	24	16	15	14	17	25	30	27	48	45
11%	146%	124%	43%	130%	9%	81%	31%	133%	16%	246%	226%

## alvo: Pele Total

7.10E-03	5.22E-03	3.66E-03	2.60E-03	1.74E-03	1.45E-03	1.49E-03	1.69E-03	1.77E-03	1.54E-03	1.65E-03	1.39E-03
4	5	5	4	4	4	5	6	6	7	7	8
1.69E-02	1.31E-02	9.86E-03	6.75E-03	4.00E-03	3.01E-03	3.29E-03	3.79E-03	3.67E-03	3.17E-03	3.15E-03	2.61E-03
3	3	3	3	2	3	3	4	4	5	5	6
-58%	-60%	-63%	-61%	-57%	-52%	-55%	-55%	-52%	-51%	-48%	-47%

## alvo: Pulmões

3.43E-02	2.81E-02	2.55E-02	1.65E-02	7.94E-03	5.37E-03	4.85E-03	5.07E-03	4.58E-03	4.33E-03	4.10E-03	2.91E-03
3	4	4	4	4	4	5	6	7	7	8	10
2.73E-02	2.55E-02	2.11E-02	1.30E-02	7.66E-03	4.65E-03	4.73E-03	4.99E-03	4.43E-03	3.86E-03	3.68E-03	2.73E-03
3	3	4	4	4	4	4	5	6	7	8	9
26%	10%	21%	27%	4%	15%	3%	2%	3%	12%	11%	7%

## alvo: Rins

8.94E-03	9.71E-03	1.08E-02	7.52E-03	5.53E-03	4.32E-03	4.92E-03	3.78E-03	3.33E-03	3.43E-03	2.85E-03	3.56E-03
13	12	10	10	9	9	9	12	15	16	18	16
9.26E-03	9.75E-03	9.00E-03	7.01E-03	5.54E-03	3.57E-03	3.60E-03	3.59E-03	3.18E-03	2.34E-03	2.38E-03	2.82E-03
11	11	10	9	8	9	10	12	14	17	17	16
-3%	0%	20%	7%	0%	21%	37%	5%	5%	47%	20%	26%

## alvo: Tecido Total

1.50E-02	1.43E-02	1.28E-02	9.53E-03	5.83E-03	4.27E-03	4.32E-03	4.46E-03	4.18E-03	3.98E-03	3.78E-03	3.13E-03
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.39E-02	1.32E-02	1.19E-02	8.87E-03	5.63E-03	4.02E-03	4.09E-03	4.25E-03	3.97E-03	3.83E-03	3.56E-03	2.96E-03
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8%	8%	8%	7%	4%	6%	6%	5%	5%	4%	6%	6%

## alvo: Timo

1.94E-02	1.24E-02	1.44E-02	1.36E-02	8.50E-03	6.06E-03	3.75E-03	3.53E-03	5.06E-03	6.19E-03	1.77E-03	2.09E-03
29	35	30	23	20	23	27	48	43	41	75	70
1.34E-02	1.19E-02	1.34E-02	6.10E-03	6.26E-03	3.80E-03	4.43E-03	2.08E-03	3.36E-03	5.54E-03	3.71E-03	2.00E-03
31	31	27	27	21	25	28	43	42	40	52	59
45%	4%	7%	123%	36%	59%	-15%	70%	51%	12%	-52%	4%

## alvo: Tireóide

3.47E-02	3.13E-02	1.94E-02	2.13E-02	7.43E-03	5.96E-03	4.82E-03	8.20E-03	1.13E-02	2.85E-03	7.09E-03	1.35E-02
24	24	27	19	27	25	33	35	34	48	46	35
1.54E-02	3.17E-02	2.60E-02	2.08E-02	1.02E-02	6.53E-03	6.40E-03	3.70E-03	6.09E-03	2.63E-03	6.50E-03	4.50E-03
33	22	22	20	21	23	28	41	38	59	45	53
125%	-1%	-25%	2%	-27%	-9%	-25%	122%	86%	8%	9%	200%

## alvo: Útero

1.23E-02	1.76E-02	1.05E-02	5.44E-03	9.92E-03	7.35E-03	5.89E-03	5.77E-03	4.86E-03	5.11E-03	4.18E-03	4.56E-03
22	18	21	21	13	12	17	22	26	27	31	31
1.07E-02	9.82E-03	7.54E-03	1.09E-02	6.87E-03	4.89E-03	4.39E-03	3.96E-03	3.69E-03	6.54E-03	4.18E-03	5.07E-03
22	22	24	16	13	15	17	22	28	23	28	28
15%	79%	39%	-50%	44%	50%	34%	46%	32%	-22%	0%	-10%

Tabela 16 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Corpo Total.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída no**

**ESQUELETO**

*LEGENDA:*

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

<b>alvo: Adrenais</b>											
0.00E+00	0.00E+00	1.23E-04	2.92E-03	4.66E-03	1.78E-03	4.10E-03	1.14E-03	4.65E-03	3.10E-03	6.41E-04	7.25E-05
0	0	52	49	32	36	34	85	49	72	54	95
0.00E+00	3.11E-06	3.06E-03	7.39E-03	1.40E-02	8.25E-03	8.37E-03	9.95E-03	8.94E-03	7.97E-03	3.62E-03	1.37E-02
0	100	51	46	38	41	51	51	86	52	55	83
0%	-100%	-96%	-60%	-67%	-78%	-51%	-89%	-48%	-61%	-82%	-99%

<b>alvo: Baço</b>											
0.00E+00	2.32E-04	1.56E-03	3.17E-03	3.81E-03	3.95E-03	3.94E-03	4.86E-03	4.02E-03	4.96E-03	4.62E-03	2.57E-03
0	100	35	20	13	12	13	14	17	18	19	24
0.00E+00	2.45E-04	4.35E-04	3.70E-03	5.30E-03	5.29E-03	4.79E-03	5.28E-03	4.55E-03	4.78E-03	4.52E-03	2.86E-03
96	34	21	13	9	9	10	12	16	16	16	19
0%	-5%	259%	-14%	-28%	-25%	-18%	-8%	-12%	4%	2%	-10%

<b>alvo: Bexiga</b>											
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.84E-04	1.26E-03	7.67E-04	6.90E-04	1.06E-03	1.76E-03	1.39E-03	2.10E-03	2.71E-04
0	0	0	65	30	44	34	37	43	59	53	79
0.00E+00	0.00E+00	7.31E-07	1.58E-05	3.99E-04	9.08E-04	8.56E-04	2.39E-04	1.02E-03	4.15E-04	4.09E-04	2.17E-04
0	0	0	94	33	29	33	45	48	49	54	62
0%	0%	-100%	4223%	216%	-15%	-19%	344%	72%	235%	413%	25%

<b>alvo: Corpo Total</b>											
1.27E-02	1.24E-02	1.18E-02	1.01E-02	6.65E-03	4.02E-03	3.75E-03	3.98E-03	3.87E-03	3.62E-03	3.36E-03	2.83E-03
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1.38E-02	1.36E-02	1.32E-02	1.19E-02	8.66E-03	5.42E-03	4.81E-03	4.78E-03	4.55E-03	4.25E-03	4.03E-03	3.37E-03
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
-8%	-9%	-11%	-15%	-23%	-26%	-22%	-17%	-15%	-15%	-17%	-16%

<b>alvo: Esqueleto</b>											
5.32E-02	5.27E-02	4.95E-02	4.06E-02	2.39E-02	1.02E-02	7.47E-03	7.07E-03	6.68E-03	6.13E-03	5.78E-03	4.65E-03
1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
7.29E-02	7.06E-02	6.64E-02	5.51E-02	3.39E-02	1.50E-02	1.08E-02	9.80E-03	9.13E-03	8.51E-03	8.00E-03	6.64E-03
1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
-27%	-25%	-25%	-26%	-29%	-32%	-31%	-28%	-27%	-28%	-28%	-30%

<b>alvo: Estômago</b>											
0.00E+00	4.96E-04	5.23E-04	1.77E-03	3.11E-03	2.78E-03	2.92E-03	3.09E-03	3.46E-03	4.26E-03	3.46E-03	3.16E-03
0	71	53	24	13	13	14	17	19	19	21	24
0.00E+00	0.00E+00	3.27E-04	2.32E-03	4.04E-03	3.92E-03	4.18E-03	4.67E-03	3.94E-03	3.73E-03	2.08E-03	3.32E-03
56	49	27	16	11	9	11	14	19	16	18	23
0%	0%	60%	-24%	-23%	-29%	-30%	-34%	-12%	14%	66%	-5%

## alvo: Fígado

2.30E-03	3.31E-03	4.89E-03	6.38E-03	5.78E-03	4.34E-03	4.09E-03	4.19E-03	4.33E-03	3.95E-03	3.50E-03	2.90E-03
10	8	6	5	4	4	5	5	6	6	6	7
0.00E+00	3.13E-04	1.11E-03	2.53E-03	3.77E-03	3.68E-03	3.49E-03	3.77E-03	3.71E-03	3.43E-03	2.98E-03	2.58E-03
8	7	6	5	4	4	4	5	5	6	6	7
0%	956%	342%	152%	53%	18%	17%	11%	17%	15%	18%	12%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior

0.00E+00	8.28E-05	4.03E-04	9.74E-04	1.69E-03	1.78E-03	1.62E-03	2.46E-03	1.38E-03	1.94E-03	1.84E-03	1.06E-03
0	64	52	31	18	14	19	19	27	26	29	36
4.04E-07	6.06E-05	3.62E-04	7.20E-04	1.53E-03	1.50E-03	1.74E-03	1.82E-03	1.33E-03	1.10E-03	1.30E-03	1.67E-03
100	86	55	26	13	14	13	17	20	23	20	29
-100%	37%	11%	35%	11%	19%	-7%	35%	4%	76%	42%	-37%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Superior

0.00E+00	0.00E+00	3.10E-04	3.26E-04	1.49E-03	1.53E-03	1.82E-03	1.65E-03	1.23E-03	1.99E-03	9.05E-04	1.86E-03
0	0	71	32	13	15	17	21	24	22	27	28
0.00E+00	0.00E+00	4.67E-06	4.38E-04	2.02E-03	2.59E-03	2.57E-03	1.90E-03	1.82E-03	2.30E-03	1.38E-03	1.94E-03
0	0	0	30	15	11	15	18	19	22	24	28
0%	0%	6535%	-26%	-26%	-41%	-29%	-13%	-32%	-14%	-35%	-4%

## alvo: Intestino Delgado

0.00E+00	0.00E+00	1.41E-05	5.00E-04	1.26E-03	1.50E-03	1.35E-03	1.56E-03	1.94E-03	1.76E-03	2.00E-03	1.64E-03
0	0	78	19	9	8	9	10	10	11	11	12
0.00E+00	8.90E-06	1.66E-04	1.16E-03	2.89E-03	2.62E-03	2.63E-03	2.74E-03	2.45E-03	2.27E-03	2.25E-03	1.86E-03
0	0	89	19	8	7	8	9	10	10	11	12
0%	-100%	-92%	-57%	-56%	-43%	-49%	-43%	-21%	-22%	-11%	-12%

## alvo: Medula Amarela

5.65E-02	5.68E-02	5.38E-02	4.40E-02	2.45E-02	9.57E-03	7.13E-03	6.63E-03	6.37E-03	6.07E-03	5.68E-03	4.64E-03
1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
6.59E-02	6.48E-02	6.09E-02	4.89E-02	2.90E-02	1.26E-02	9.01E-03	8.26E-03	7.55E-03	6.98E-03	6.72E-03	5.65E-03
1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3
-14%	-12%	-12%	-10%	-16%	-24%	-21%	-20%	-16%	-13%	-15%	-18%

## alvo: Medula Vermelha

4.32E-02	4.12E-02	3.73E-02	2.96E-02	1.92E-02	8.79E-03	6.39E-03	6.07E-03	5.69E-03	5.16E-03	5.08E-03	4.05E-03
1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4
1.04E-01	9.99E-02	9.31E-02	7.81E-02	4.76E-02	2.14E-02	1.54E-02	1.39E-02	1.26E-02	1.20E-02	1.11E-02	9.30E-03
2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4
-58%	-59%	-60%	-62%	-60%	-59%	-58%	-56%	-55%	-57%	-54%	-56%

## alvo: Ovários

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.59E-05	1.13E-03	2.66E-03	3.53E-04	2.85E-03	4.84E-04	5.06E-04	3.07E-05	1.47E-03
0	0	0	100	61	48	83	53	85	72	58	92
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.04E-04	9.65E-05	3.84E-04	3.90E-04	1.59E-04	1.27E-03	8.28E-04	1.93E-04	3.72E-05
0	0	0	0	47	52	49	68	64	100	65	99
0%	0%	0%	-53%	1071%	592%	-9%	1693%	-62%	-39%	-84%	3853%

## alvo: Pâncreas

0.00E+00	0.00E+00	6.23E-04	1.55E-03	6.12E-03	4.91E-03	4.75E-03	4.02E-03	4.88E-03	4.66E-03	3.83E-03	3.60E-03
0	0	100	37	17	18	19	25	28	29	31	38
0.00E+00	2.03E-07	9.38E-04	3.56E-03	6.82E-03	6.66E-03	6.38E-03	7.59E-03	8.65E-03	3.85E-03	6.71E-03	1.86E-03
0	89	64	31	18	18	19	25	27	31	31	67
0%	-100%	-34%	-56%	-10%	-26%	-26%	-47%	-44%	21%	-43%	93%

**alvo: Pele Total**

1.17E-02	8.20E-03	6.26E-03	4.40E-03	2.88E-03	2.42E-03	2.64E-03	2.90E-03	3.01E-03	2.99E-03	2.72E-03	2.33E-03
3	4	4	3	3	3	4	4	5	5	5	6
6.95E-03	5.15E-03	4.66E-03	3.49E-03	2.61E-03	2.29E-03	2.80E-03	3.09E-03	3.21E-03	2.87E-03	2.90E-03	2.23E-03
3	3	3	3	3	3	3	4	4	5	5	6
68%	59%	34%	26%	11%	6%	-6%	-6%	-6%	4%	-6%	4%

**alvo: Pulmões**

5.57E-06	7.75E-04	2.90E-03	6.52E-03	5.40E-03	4.31E-03	3.93E-03	4.35E-03	4.51E-03	4.11E-03	3.80E-03	2.85E-03
57	20	10	5	4	4	5	6	7	8	8	10
6.98E-05	6.77E-04	2.00E-03	5.11E-03	6.54E-03	5.87E-03	5.23E-03	5.75E-03	5.73E-03	4.86E-03	4.17E-03	4.10E-03
13	9	7	5	4	4	4	5	6	7	7	8
-92%	14%	45%	28%	-17%	-27%	-25%	-24%	-21%	-15%	-9%	-31%

**alvo: Rins**

0.00E+00	1.43E-06	2.47E-04	1.07E-03	2.27E-03	1.78E-03	1.71E-03	1.93E-03	2.43E-03	2.63E-03	1.65E-03	2.47E-03
0	70	70	23	14	14	15	18	16	17	22	20
0.00E+00	1.60E-04	1.92E-03	4.39E-03	7.04E-03	7.20E-03	5.82E-03	6.25E-03	7.00E-03	6.30E-03	6.12E-03	4.60E-03
92	31	25	15	11	11	13	13	15	17	17	20
0%	-99%	-87%	-76%	-68%	-75%	-71%	-69%	-65%	-58%	-73%	-46%

**alvo: Tecido Total**

6.47E-03	6.35E-03	6.08E-03	5.22E-03	3.71E-03	2.90E-03	3.04E-03	3.38E-03	3.32E-03	3.12E-03	2.86E-03	2.47E-03
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3.66E-03	3.96E-03	4.15E-03	4.35E-03	4.14E-03	3.65E-03	3.68E-03	3.79E-03	3.64E-03	3.41E-03	3.28E-03	2.74E-03
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
77%	61%	46%	20%	-10%	-21%	-17%	-11%	-9%	-8%	-13%	-10%

**alvo: Timo**

0.00E+00	0.00E+00	4.05E-04	2.56E-03	3.88E-03	1.59E-03	1.57E-03	2.94E-03	4.46E-03	6.27E-03	5.72E-03	2.27E-03
0	0	85	40	36	35	42	49	40	36	48	61
0.00E+00	1.50E-07	1.11E-04	2.25E-03	3.51E-03	3.77E-03	2.35E-03	3.32E-03	5.17E-03	2.66E-03	7.14E-03	4.79E-03
0	0	44	41	30	24	33	41	48	43	48	68
0%	-100%	264%	14%	11%	-58%	-33%	-12%	-14%	136%	-20%	-53%

**alvo: Tireóide**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.92E-03	1.33E-03	2.12E-03	4.35E-03	5.01E-03	2.18E-03	6.53E-04	1.69E-03	8.60E-04
0	0	0	58	47	42	37	38	66	65	98	91
0.00E+00	0.00E+00	3.05E-05	1.30E-04	4.52E-03	3.74E-03	1.98E-03	4.13E-03	3.21E-03	3.78E-03	5.02E-03	2.59E-03
0	100	81	28	29	25	36	38	45	55	98	89
0%	0%	-100%	2143%	-71%	-43%	120%	21%	-32%	-83%	-66%	-67%

**alvo: Útero**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.89E-06	1.31E-03	9.54E-04	1.08E-03	1.07E-03	1.28E-03	1.68E-03	2.14E-03	6.04E-04
0	0	0	78	37	31	34	40	40	42	40	63
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.31E-05	7.15E-04	8.73E-04	4.63E-04	1.03E-03	5.57E-04	2.19E-04	1.09E-03	1.69E-04
0	0	0	0	39	29	31	28	46	38	41	51
0%	0%	0%	-93%	83%	9%	133%	4%	130%	669%	97%	257%

Tabela 17 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Esqueleto.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída no  
ESTÔMAGO**

*LEGENDA:*

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder											

alvo: Adrenais											
0.00E+00	0.00E+00	6.10E-04	7.95E-03	1.43E-02	1.30E-02	1.26E-02	1.49E-02	5.48E-03	3.83E-03	7.12E-03	6.64E-03
0	0	93	35	17	17	21	26	40	59	43	48
0.00E+00	0.00E+00	1.82E-04	3.92E-03	1.19E-02	1.36E-02	1.14E-02	1.33E-02	1.30E-02	5.66E-03	6.72E-03	6.03E-03
0	0	97	31	17	14	17	26	30	32	42	54
0%	0%	235%	103%	20%	-4%	11%	12%	-58%	-32%	6%	10%

alvo: Baço											
0.00E+00	5.49E-04	1.35E-02	5.85E-02	6.44E-02	4.27E-02	3.86E-02	3.12E-02	3.23E-02	3.19E-02	3.01E-02	2.24E-02
0	60	11	4	3	3	4	5	6	7	7	8
0.00E+00	4.28E-04	9.22E-03	5.33E-02	5.91E-02	4.11E-02	3.43E-02	3.29E-02	2.75E-02	2.72E-02	2.35E-02	2.05E-02
0	64	11	4	3	3	4	5	6	6	7	8
0%	28%	46%	10%	9%	4%	13%	-5%	17%	17%	28%	9%

alvo: Bexiga											
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.13E-09	1.23E-03	9.28E-04	1.19E-03	5.29E-04	7.47E-04	1.77E-03	2.69E-03	7.08E-04
0	0	0	100	36	33	34	33	53	51	43	50
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.79E-04	1.03E-03	7.74E-04	2.27E-03	1.94E-03	7.52E-04	3.80E-03	9.49E-04
0	0	0	0	67	28	26	36	36	36	36	56
0%	0%	0%	0%	587%	-10%	54%	-77%	-61%	135%	-29%	-25%

alvo: Corpo Total											
1.73E-02	1.73E-02	1.71E-02	1.55E-02	1.13E-02	7.73E-03	7.13E-03	6.96E-03	6.59E-03	6.09E-03	5.71E-03	4.75E-03
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
1.43E-02	1.43E-02	1.42E-02	1.31E-02	9.62E-03	6.84E-03	6.21E-03	6.14E-03	5.73E-03	5.32E-03	5.02E-03	4.19E-03
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
21%	21%	20%	18%	17%	13%	15%	13%	15%	14%	14%	13%

alvo: Esqueleto											
8.73E-09	1.27E-04	1.03E-03	4.17E-03	7.19E-03	4.87E-03	3.17E-03	2.46E-03	2.28E-03	2.01E-03	2.09E-03	1.65E-03
100	16	5	2	2	2	2	2	3	3	3	4
6.74E-09	6.88E-05	6.69E-04	2.98E-03	5.24E-03	4.04E-03	2.63E-03	2.12E-03	2.10E-03	1.83E-03	1.77E-03	1.64E-03
100	19	6	2	2	2	2	2	3	3	3	4
30%	85%	54%	40%	37%	21%	21%	16%	9%	10%	18%	1%

alvo: Estômago											
4.13E-01	9.18E-01	1.09E+00	7.87E-01	3.60E-01	2.07E-01	2.06E-01	2.15E-01	1.93E-01	1.71E-01	1.56E-01	1.28E-01
2	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4
3.20E-01	7.31E-01	8.95E-01	6.65E-01	3.21E-01	1.88E-01	1.81E-01	1.80E-01	1.66E-01	1.49E-01	1.36E-01	1.04E-01
3	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4
29%	26%	22%	18%	12%	10%	14%	19%	16%	15%	15%	23%

## alvo: Fígado

0.00E+00	7.81E-05	6.78E-04	6.12E-03	1.13E-02	9.77E-03	8.58E-03	7.81E-03	7.66E-03	7.23E-03	6.94E-03	5.65E-03
0	48	14	4	3	3	3	3	4	4	4	5
0.00E+00	3.78E-05	3.25E-04	4.11E-03	8.20E-03	8.37E-03	7.27E-03	7.16E-03	6.18E-03	6.13E-03	5.44E-03	4.60E-03
0	64	17	5	3	3	3	3	4	4	5	5
0%	107%	109%	49%	38%	17%	18%	9%	24%	18%	28%	23%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior

0.00E+00	4.16E-06	3.11E-04	3.21E-03	5.81E-03	5.57E-03	4.27E-03	5.42E-03	5.23E-03	3.36E-03	2.86E-03	3.08E-03
0	100	42	14	9	8	10	12	15	20	21	22
0.00E+00	0.00E+00	5.96E-05	2.94E-03	4.44E-03	4.60E-03	4.48E-03	4.78E-03	3.74E-03	4.32E-03	4.06E-03	2.35E-03
0	0	43	16	9	8	10	12	17	15	16	23
0%	0%	422%	9%	31%	21%	-5%	13%	40%	-22%	-30%	31%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Superior

1.92E-04	1.26E-03	6.93E-03	2.09E-02	2.01E-02	1.52E-02	1.36E-02	1.34E-02	1.09E-02	1.12E-02	9.26E-03	7.86E-03
100	32	13	6	4	5	6	8	9	10	11	13
1.59E-04	1.19E-03	7.05E-03	1.66E-02	1.87E-02	1.32E-02	1.12E-02	1.24E-02	1.09E-02	1.06E-02	8.51E-03	7.54E-03
100	31	12	6	4	5	6	7	8	9	11	12
21%	6%	-2%	26%	7%	15%	21%	8%	0%	6%	9%	4%

## alvo: Intestino Delgado

6.22E-09	2.23E-04	1.83E-03	9.71E-03	1.52E-02	1.23E-02	1.04E-02	1.00E-02	1.08E-02	8.81E-03	8.49E-03	6.46E-03
71	32	11	4	3	3	3	4	4	5	5	6
5.15E-09	8.10E-05	1.47E-03	6.53E-03	1.22E-02	1.08E-02	9.10E-03	8.91E-03	8.23E-03	7.57E-03	6.48E-03	6.44E-03
71	38	11	4	3	3	3	4	4	5	5	6
21%	175%	24%	49%	25%	14%	14%	12%	31%	16%	31%	0%

## alvo: Medula Amarela

1.19E-08	1.73E-04	1.40E-03	5.83E-03	9.70E-03	6.23E-03	3.99E-03	3.18E-03	2.93E-03	2.54E-03	2.67E-03	2.14E-03
100	16	5	2	2	2	2	3	3	4	4	5
9.18E-09	9.36E-05	9.11E-04	4.24E-03	7.65E-03	5.67E-03	3.65E-03	3.01E-03	2.99E-03	2.52E-03	2.49E-03	2.29E-03
100	19	6	3	2	2	2	3	3	4	4	4
30%	85%	54%	38%	27%	10%	9%	6%	-2%	1%	7%	-7%

## alvo: Medula Vermelha

9.05E-09	1.32E-04	1.12E-03	5.22E-03	1.21E-02	9.34E-03	6.20E-03	4.42E-03	4.15E-03	3.71E-03	3.72E-03	2.80E-03
100	16	6	3	2	2	2	3	4	4	4	5
6.99E-09	7.12E-05	7.29E-04	3.45E-03	8.23E-03	7.13E-03	4.69E-03	3.52E-03	3.44E-03	3.06E-03	2.99E-03	2.53E-03
100	19	6	3	2	2	2	3	4	4	4	5
29%	85%	54%	51%	47%	31%	32%	26%	21%	21%	24%	11%

## alvo: Ovários

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.22E-04	3.14E-03	4.03E-04	2.08E-03	1.19E-03	3.64E-03	3.40E-03	1.08E-02	3.53E-05
0	0	0	100	37	71	38	40	54	50	56	65
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.14E-03	2.14E-03	2.55E-03	3.35E-03	3.05E-03	3.09E-03	1.72E-03	2.30E-03	2.98E-04
0	0	0	100	45	36	48	49	65	75	91	82
0%	0%	0%	-63%	47%	-84%	-38%	-61%	18%	98%	370%	-88%

## alvo: Pâncreas

6.70E-04	2.10E-02	1.12E-01	2.35E-01	1.69E-01	1.02E-01	9.11E-02	8.21E-02	8.05E-02	8.16E-02	7.01E-02	5.22E-02
100	15	6	3	3	4	4	6	7	7	8	10
0.00E+00	9.40E-03	6.11E-02	1.42E-01	1.02E-01	6.57E-02	6.40E-02	5.36E-02	5.01E-02	4.90E-02	4.91E-02	2.94E-02
100	21	7	4	3	4	5	6	8	8	9	11
0%	123%	83%	65%	66%	55%	42%	53%	61%	67%	43%	78%

**alvo: Pele Total**

0.00E+00	4.23E-05	5.95E-04	1.98E-03	2.32E-03	1.96E-03	1.97E-03	2.27E-03	2.54E-03	2.13E-03	1.96E-03	1.55E-03
0	42	11	5	3	3	4	5	5	6	6	7
0.00E+00	3.66E-05	3.59E-04	1.65E-03	1.93E-03	1.80E-03	1.79E-03	2.03E-03	1.97E-03	2.08E-03	1.93E-03	1.64E-03
0	48	13	5	3	3	4	5	5	5	6	7
0%	16%	66%	20%	20%	9%	10%	12%	29%	2%	2%	-5%

**alvo: Pulmões**

0.00E+00	5.00E-04	3.32E-03	1.01E-02	1.04E-02	7.95E-03	7.54E-03	7.00E-03	6.25E-03	6.80E-03	6.15E-03	4.91E-03
0	25	9	4	3	3	4	5	6	6	6	7
0.00E+00	2.79E-04	2.38E-03	7.54E-03	9.45E-03	6.96E-03	6.05E-03	6.48E-03	5.54E-03	5.57E-03	5.29E-03	4.25E-03
0	29	9	4	3	3	4	4	5	6	6	7
0%	79%	39%	34%	10%	14%	25%	8%	13%	22%	16%	16%

**alvo: Rins**

0.00E+00	0.00E+00	6.66E-04	1.03E-02	1.85E-02	1.54E-02	1.45E-02	1.27E-02	1.14E-02	9.09E-03	1.08E-02	7.79E-03
0	0	35	7	4	4	5	6	8	9	9	11
0.00E+00	0.00E+00	5.44E-04	7.67E-03	1.62E-02	1.36E-02	1.28E-02	1.07E-02	1.12E-02	9.68E-03	9.68E-03	7.59E-03
0	0	38	8	4	4	5	6	7	8	8	10
0%	0%	22%	34%	14%	13%	13%	19%	2%	-6%	12%	3%

**alvo: Tecido Total**

5.66E-05	1.58E-03	5.04E-03	9.12E-03	8.46E-03	6.00E-03	5.58E-03	5.48E-03	5.19E-03	4.94E-03	4.61E-03	3.97E-03
12	2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
3.90E-05	1.17E-03	3.84E-03	7.62E-03	7.24E-03	5.33E-03	4.91E-03	4.87E-03	4.55E-03	4.30E-03	4.08E-03	3.42E-03
13	2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
45%	35%	31%	20%	17%	13%	14%	13%	14%	15%	13%	16%

**alvo: Timo**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.07E-05	6.29E-04	1.29E-03	1.81E-03	7.98E-04	4.36E-04	1.52E-03	1.16E-03	6.09E-04
0	0	0	58	55	40	50	43	61	62	43	93
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.06E-04	2.18E-03	7.89E-04	7.18E-04	1.05E-03	2.28E-03	4.83E-04	4.65E-04	2.36E-03
0	0	0	67	38	45	32	38	55	70	92	60
0%	0%	0%	-80%	-71%	63%	152%	-24%	-81%	215%	149%	-74%

**alvo: Tireóide**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.66E-04	1.23E-04	6.52E-05	2.02E-03	1.35E-03	9.83E-04	1.95E-05	1.24E-03
0	0	0	0	100	100	100	61	100	96	65	78
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.46E-04	1.85E-04	1.11E-04	0.00E+00	1.39E-03	7.60E-05	2.23E-05
0	0	0	0	97	73	65	100	0	60	97	75
0%	0%	0%	0%	0%	-50%	-65%	1720%	0%	-29%	-74%	5461%

**alvo: Útero**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.47E-04	2.56E-03	3.13E-03	2.29E-03	3.32E-03	4.97E-03	3.62E-03	1.30E-03	2.48E-03
0	0	0	53	21	18	21	22	23	29	26	41
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.27E-04	2.06E-03	2.19E-03	2.10E-03	3.26E-03	2.57E-03	2.43E-03	2.65E-03	7.59E-04
0	0	0	85	23	18	22	24	29	29	30	62
0%	0%	0%	252%	24%	43%	9%	2%	93%	49%	-51%	227%

Tabela 18 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Estômago.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída no**

**FÍGADO**

**LEGENDA:**

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

<b>alvo: Adrenais</b>											
0.00E+00	5.70E-03	2.52E-02	3.03E-02	2.69E-02	2.25E-02	2.22E-02	2.51E-02	1.58E-02	2.44E-02	1.57E-02	1.22E-02
0	61	26	16	13	14	17	21	26	26	29	41
0.00E+00	6.79E-03	6.49E-03	2.69E-02	2.31E-02	2.20E-02	1.61E-02	2.35E-02	1.08E-02	1.27E-02	1.44E-02	4.58E-03
0	53	47	16	13	13	17	20	28	32	29	52
0%	-16%	288%	13%	16%	2%	38%	7%	46%	92%	9%	166%

<b>alvo: Baço</b>											
0.00E+00	0.00E+00	1.52E-06	1.35E-03	4.68E-03	4.90E-03	4.53E-03	3.28E-03	6.70E-03	4.80E-03	2.97E-03	4.55E-03
0	0	100	26	12	9	10	14	14	17	20	18
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.98E-04	3.38E-03	3.98E-03	3.42E-03	3.53E-03	3.76E-03	3.02E-03	3.34E-03	2.64E-03
0	0	0	27	12	10	10	13	16	19	19	20
0%	0%	0%	69%	38%	23%	32%	-7%	78%	59%	-11%	72%

<b>alvo: Bexiga</b>											
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.22E-05	3.63E-04	6.47E-04	7.83E-04	6.78E-04	1.73E-03	1.34E-03	2.09E-03	5.49E-04
0	0	0	93	47	38	33	43	55	59	43	84
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.39E-04	6.67E-04	4.13E-04	2.55E-04	2.53E-03	1.43E-03	5.02E-04	9.02E-04
0	0	0	0	53	34	31	36	42	50	68	47
0%	0%	0%	0%	52%	-3%	90%	166%	-32%	-6%	316%	-39%

<b>alvo: Corpo Total</b>											
1.73E-02	1.73E-02	1.71E-02	1.54E-02	1.09E-02	7.38E-03	6.73E-03	6.67E-03	6.29E-03	5.81E-03	5.50E-03	4.53E-03
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
1.43E-02	1.43E-02	1.42E-02	1.29E-02	9.44E-03	6.51E-03	5.92E-03	5.80E-03	5.49E-03	5.14E-03	4.82E-03	4.03E-03
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
21%	21%	20%	19%	15%	13%	14%	15%	15%	13%	14%	12%

<b>alvo: Esqueleto</b>											
8.59E-05	7.60E-04	2.99E-03	7.91E-03	9.84E-03	5.74E-03	3.66E-03	3.01E-03	2.73E-03	2.57E-03	2.54E-03	2.09E-03
21	7	3	2	1	1	2	2	3	3	3	4
6.32E-05	5.08E-04	2.09E-03	5.99E-03	7.66E-03	4.94E-03	3.09E-03	2.45E-03	2.38E-03	2.28E-03	2.09E-03	1.94E-03
22	7	3	2	1	1	2	2	3	3	3	3
36%	50%	43%	32%	28%	16%	18%	23%	15%	13%	22%	8%

<b>alvo: Estômago</b>											
0.00E+00	2.74E-04	1.11E-03	6.31E-03	1.15E-02	9.40E-03	7.44E-03	7.54E-03	7.81E-03	7.08E-03	6.30E-03	5.04E-03
0	96	34	10	7	7	9	11	13	15	15	18
0.00E+00	3.40E-05	7.28E-04	3.88E-03	8.52E-03	7.79E-03	7.49E-03	7.63E-03	5.36E-03	6.71E-03	6.16E-03	4.58E-03
0	85	41	13	7	7	8	11	13	14	14	18
0%	706%	52%	63%	35%	21%	-1%	-1%	46%	6%	2%	10%

## alvo: Fígado

6.23E-01	5.79E-01	5.02E-01	3.36E-01	1.66E-01	9.95E-02	9.60E-02	9.66E-02	9.00E-02	8.25E-02	7.59E-02	6.09E-02
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2
5.36E-01	4.97E-01	4.30E-01	2.95E-01	1.52E-01	9.23E-02	8.75E-02	8.68E-02	8.05E-02	7.53E-02	7.07E-02	5.49E-02
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
16%	16%	17%	14%	9%	8%	10%	11%	12%	10%	7%	11%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.79E-05	6.17E-04	1.17E-03	1.19E-03	1.44E-03	1.13E-03	1.13E-03	1.67E-03	1.44E-03
0	0	0	66	30	16	20	24	32	31	30	34
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.18E-04	8.51E-04	6.95E-04	1.18E-03	1.21E-03	1.48E-03	1.68E-03	1.78E-03
0	0	0	100	28	17	16	25	27	26	26	29
0%	0%	0%	0%	48%	37%	71%	22%	-7%	-24%	-1%	-19%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Superior

0.00E+00	6.46E-04	3.12E-03	9.07E-03	1.36E-02	1.09E-02	9.65E-03	1.02E-02	9.18E-03	8.43E-03	9.12E-03	5.47E-03
0	48	20	9	5	5	7	8	10	11	11	16
0.00E+00	5.57E-04	2.27E-03	7.52E-03	1.25E-02	9.72E-03	9.35E-03	9.10E-03	8.10E-03	7.67E-03	7.71E-03	6.96E-03
0	48	22	8	5	5	6	8	9	11	11	13
0%	16%	37%	21%	9%	12%	3%	12%	13%	10%	18%	-21%

## alvo: Intestino Delgado

4.03E-05	4.32E-04	1.16E-03	5.03E-03	8.42E-03	7.28E-03	7.00E-03	7.40E-03	6.83E-03	5.92E-03	5.94E-03	4.78E-03
96	27	14	6	4	3	4	5	5	6	6	7
3.35E-05	2.06E-04	8.03E-04	3.36E-03	6.14E-03	6.08E-03	5.64E-03	6.08E-03	5.51E-03	5.49E-03	4.75E-03	3.94E-03
95	37	16	6	4	4	4	5	5	6	6	7
20%	110%	44%	50%	37%	20%	24%	22%	24%	8%	25%	21%

## alvo: Medula Amarela

1.17E-04	1.06E-03	4.35E-03	1.17E-02	1.37E-02	7.47E-03	4.92E-03	3.94E-03	3.66E-03	3.28E-03	3.26E-03	2.66E-03
21	7	3	2	2	2	2	3	3	3	4	4
8.60E-05	7.38E-04	3.18E-03	9.58E-03	1.19E-02	7.26E-03	4.57E-03	3.69E-03	3.60E-03	3.46E-03	3.10E-03	2.76E-03
22	7	4	2	2	2	2	3	3	3	4	4
36%	44%	37%	22%	15%	3%	8%	7%	2%	-5%	5%	-4%

## alvo: Medula Vermelha

8.90E-05	7.72E-04	2.96E-03	8.67E-03	1.36E-02	9.36E-03	5.96E-03	4.81E-03	4.32E-03	4.04E-03	3.90E-03	3.41E-03
21	7	3	2	2	2	2	3	3	4	4	5
6.55E-05	4.97E-04	1.98E-03	5.91E-03	9.34E-03	7.24E-03	4.56E-03	3.48E-03	3.29E-03	3.17E-03	2.91E-03	2.88E-03
22	7	4	2	2	2	2	3	3	4	4	4
36%	55%	49%	47%	46%	29%	31%	38%	31%	27%	34%	18%

## alvo: Ovários

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.92E-04	3.33E-03	2.61E-03	6.37E-03	1.94E-03	3.97E-03	5.91E-03	3.13E-04
0	0	0	0	71	30	51	51	64	100	69	91
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.25E-04	1.81E-03	2.45E-03	2.82E-03	5.52E-04	2.35E-04	2.80E-04	1.14E-03
0	0	0	0	82	55	36	67	55	80	70	81
0%	0%	0%	0%	43%	84%	7%	126%	251%	1589%	2011%	-73%

## alvo: Pâncreas

0.00E+00	1.00E-03	4.22E-03	3.11E-02	3.97E-02	2.63E-02	2.24E-02	2.28E-02	1.80E-02	2.09E-02	1.92E-02	1.68E-02
0	69	25	9	6	6	8	11	13	13	15	17
0.00E+00	8.16E-05	2.19E-03	1.80E-02	2.50E-02	1.56E-02	1.49E-02	1.34E-02	1.40E-02	1.21E-02	9.58E-03	8.87E-03
0	98	32	11	7	7	9	12	14	16	19	21
0%	1125%	93%	73%	59%	69%	50%	70%	29%	73%	100%	89%

## alvo: Pele Total

0.00E+00	1.15E-04	7.19E-04	1.99E-03	2.38E-03	2.11E-03	2.07E-03	2.34E-03	2.27E-03	2.46E-03	2.07E-03	1.94E-03
0	27	10	4	3	3	4	5	5	5	6	7
0.00E+00	5.96E-05	5.71E-04	1.69E-03	1.98E-03	1.83E-03	2.05E-03	1.98E-03	2.03E-03	2.14E-03	2.06E-03	1.79E-03
0	40	11	5	3	3	4	5	5	5	6	7
0%	93%	26%	18%	20%	15%	1%	18%	12%	15%	0%	8%

## alvo: Pulmões

1.48E-03	7.86E-03	1.55E-02	2.28E-02	1.78E-02	1.22E-02	1.10E-02	1.02E-02	9.80E-03	8.57E-03	8.14E-03	6.65E-03
16	7	4	3	2	3	3	4	5	5	5	7
1.72E-04	2.70E-03	8.53E-03	1.64E-02	1.39E-02	1.02E-02	8.62E-03	8.39E-03	8.03E-03	7.28E-03	7.03E-03	5.96E-03
43	10	5	3	2	3	3	4	5	5	5	6
760%	191%	82%	39%	28%	20%	28%	22%	22%	18%	16%	12%

## alvo: Rins

6.57E-06	1.60E-03	4.95E-03	1.59E-02	2.05E-02	1.74E-02	1.61E-02	1.44E-02	1.49E-02	1.26E-02	1.00E-02	1.08E-02
100	28	13	6	4	4	5	6	7	8	9	10
5.44E-06	1.17E-03	3.66E-03	1.44E-02	1.83E-02	1.46E-02	1.44E-02	1.30E-02	1.36E-02	1.04E-02	1.00E-02	1.08E-02
100	30	14	6	4	4	5	6	7	8	8	9
21%	37%	35%	10%	12%	19%	12%	11%	10%	21%	0%	0%

## alvo: Tecido Total

1.63E-03	2.94E-03	4.74E-03	6.83E-03	6.17E-03	4.67E-03	4.37E-03	4.40E-03	4.20E-03	3.91E-03	3.75E-03	3.12E-03
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6.12E-04	1.89E-03	3.63E-03	5.46E-03	5.25E-03	4.00E-03	3.79E-03	3.80E-03	3.63E-03	3.40E-03	3.18E-03	2.74E-03
3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
166%	56%	31%	25%	18%	17%	15%	16%	16%	15%	18%	14%

## alvo: Timo

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.09E-03	4.05E-03	2.44E-03	4.12E-03	2.38E-03	2.46E-03	1.43E-03	2.56E-03	1.68E-03
0	0	0	59	32	29	28	40	53	81	53	88
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.83E-04	3.05E-03	1.23E-03	2.06E-03	2.05E-03	2.78E-03	5.23E-03	4.04E-03	9.13E-04
0	0	0	47	31	27	34	36	45	40	40	91
0%	0%	0%	39%	33%	98%	100%	16%	-12%	-73%	-37%	84%

## alvo: Tireóide

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.85E-04	5.36E-04	0.00E+00	1.15E-04	2.51E-07	2.13E-03	2.84E-04
0	0	0	0	0	61	63	0	72	94	73	99
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.93E-04	3.70E-04	3.27E-04	9.22E-05	1.34E-03	3.66E-04	2.57E-03	1.02E-03
0	0	0	0	87	99	65	69	74	75	68	85
0%	0%	0%	0%	-100%	-23%	64%	-100%	-91%	-100%	-17%	-72%

## alvo: Útero

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.12E-03	1.93E-03	2.34E-03	2.49E-03	2.23E-03	1.60E-03	1.63E-03	1.32E-03	3.01E-03
0	0	0	59	22	20	25	30	39	43	44	37
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.93E-05	1.84E-03	1.67E-03	1.34E-03	2.61E-03	1.97E-03	2.84E-03	7.64E-04	2.89E-03
0	0	0	79	27	21	24	23	36	33	52	36
0%	0%	0%	1028%	5%	40%	86%	-15%	-19%	-43%	73%	4%

Tabela 19 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Fígado.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída no**

**INTESTINO GROSSO INFERIOR**

**LEGENDA:**

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

**alvo: Adrenais**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.41E-04	1.09E-03	7.97E-04	2.98E-04	2.61E-03	2.80E-04	1.98E-03	1.72E-03
0	0	0	0	79	50	45	51	68	69	89	87
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.02E-04	5.20E-04	6.01E-04	5.76E-04	9.20E-04	3.93E-04	3.37E-04	2.03E-03
0	0	0	0	84	58	49	78	59	47	81	92
0%	0%	0%	0%	136%	110%	33%	-48%	184%	-29%	488%	-15%

**alvo: Baço**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.03E-04	2.16E-03	2.53E-03	2.62E-03	2.86E-03	1.64E-03	2.88E-03	1.99E-03	1.70E-03
0	0	0	36	15	12	15	18	26	22	25	29
0.00E+00	0.00E+00	3.59E-06	1.82E-04	1.83E-03	2.15E-03	1.69E-03	2.87E-03	2.07E-03	1.90E-03	2.73E-03	1.67E-03
0	0	100	41	15	12	14	16	21	22	21	26
0%	0%	-100%	66%	18%	18%	55%	0%	-21%	52%	-27%	2%

**alvo: Bexiga**

0.00E+00	2.28E-03	1.08E-02	3.96E-02	4.47E-02	3.00E-02	2.75E-02	2.28E-02	2.16E-02	1.80E-02	2.13E-02	1.40E-02
0	53	18	8	6	7	8	12	14	16	16	21
0.00E+00	1.66E-04	7.61E-03	3.09E-02	3.70E-02	2.84E-02	2.28E-02	2.33E-02	1.99E-02	2.33E-02	2.11E-02	1.68E-02
0	59	20	8	6	6	8	11	12	13	14	18
0%	1273%	42%	28%	21%	6%	21%	-2%	9%	-23%	1%	-17%

**alvo: Corpo Total**

1.73E-02	1.72E-02	1.71E-02	1.60E-02	1.20E-02	8.23E-03	7.39E-03	7.16E-03	6.75E-03	6.27E-03	5.87E-03	4.88E-03
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
1.43E-02	1.43E-02	1.42E-02	1.35E-02	1.04E-02	7.31E-03	6.53E-03	6.34E-03	5.88E-03	5.48E-03	5.19E-03	4.38E-03
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
21%	20%	20%	19%	15%	13%	13%	13%	15%	14%	13%	11%

**alvo: Esqueleto**

3.25E-03	4.91E-03	1.02E-02	1.78E-02	1.65E-02	8.82E-03	5.77E-03	4.62E-03	4.08E-03	3.91E-03	3.50E-03	3.06E-03
4	3	2	1	1	1	1	2	2	2	3	3
3.84E-03	5.05E-03	9.04E-03	1.54E-02	1.43E-02	7.74E-03	4.97E-03	4.01E-03	3.57E-03	3.24E-03	3.22E-03	2.77E-03
3	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	3
-15%	-3%	13%	16%	15%	14%	16%	15%	14%	21%	9%	10%

**alvo: Estômago**

0.00E+00	2.34E-04	6.64E-04	5.10E-03	7.02E-03	5.32E-03	5.39E-03	4.90E-03	4.65E-03	3.97E-03	2.98E-03	4.59E-03
0	98	55	13	9	9	11	13	17	19	21	21
0.00E+00	8.85E-06	2.58E-04	3.21E-03	6.27E-03	5.13E-03	4.55E-03	3.75E-03	3.77E-03	3.17E-03	3.29E-03	3.87E-03
0	70	41	15	9	8	11	14	16	19	19	20
0%	2544%	157%	59%	12%	4%	18%	31%	23%	25%	-9%	19%

**alvo: Fígado**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.50E-05	5.60E-04	9.74E-04	1.08E-03	1.26E-03	1.34E-03	1.43E-03	1.48E-03	1.51E-03
0	0	0	34	11	8	8	8	9	9	9	10
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.36E-05	3.08E-04	6.60E-04	8.07E-04	9.76E-04	1.10E-03	1.11E-03	1.05E-03	1.04E-03
0	0	0	38	13	9	8	9	9	10	10	11
0%	0%	0%	303%	82%	48%	34%	29%	22%	29%	41%	45%

**alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior**

1.15E+00	1.30E+00	1.09E+00	6.17E-01	2.52E-01	1.50E-01	1.46E-01	1.53E-01	1.45E-01	1.31E-01	1.15E-01	9.39E-02
1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4
4.56E-01	8.39E-01	8.52E-01	5.23E-01	2.17E-01	1.28E-01	1.31E-01	1.34E-01	1.23E-01	1.15E-01	1.09E-01	8.22E-02
2	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	4
152%	55%	28%	18%	16%	17%	11%	14%	18%	14%	6%	14%

**alvo: G. I. Intestino Grosso Superior**

6.73E-03	1.85E-02	2.34E-02	2.14E-02	1.79E-02	1.16E-02	1.25E-02	1.25E-02	1.07E-02	1.10E-02	7.46E-03	6.89E-03
16	9	7	6	5	5	6	8	9	10	12	13
5.34E-03	1.53E-02	1.97E-02	1.93E-02	1.70E-02	1.18E-02	1.05E-02	1.02E-02	1.04E-02	1.00E-02	7.95E-03	8.16E-03
17	9	7	6	5	5	6	8	9	10	11	12
26%	21%	19%	11%	5%	-2%	19%	23%	3%	10%	-6%	-16%

**alvo: Intestino Delgado**

2.04E-03	2.50E-02	5.56E-02	6.73E-02	4.58E-02	3.03E-02	2.73E-02	2.57E-02	2.48E-02	2.35E-02	1.99E-02	1.68E-02
13	4	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4
1.86E-03	1.85E-02	4.24E-02	5.43E-02	3.85E-02	2.60E-02	2.30E-02	2.19E-02	1.96E-02	1.68E-02	1.74E-02	1.39E-02
13	4	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4
10%	35%	31%	24%	19%	17%	19%	17%	27%	40%	14%	21%

**alvo: Medula Amarela**

6.33E-03	8.97E-03	1.60E-02	2.43E-02	1.97E-02	9.42E-03	6.07E-03	4.87E-03	4.35E-03	4.14E-03	3.64E-03	3.26E-03
4	3	2	1	1	1	2	2	3	3	3	4
8.99E-03	1.06E-02	1.62E-02	2.35E-02	1.87E-02	9.16E-03	5.66E-03	4.83E-03	4.37E-03	3.96E-03	3.79E-03	3.19E-03
3	3	2	1	1	1	2	2	3	3	3	4
-30%	-15%	-1%	3%	5%	3%	7%	1%	0%	5%	-4%	2%

**alvo: Medula Vermelha**

8.96E-03	1.48E-02	3.51E-02	6.23E-02	5.24E-02	2.46E-02	1.60E-02	1.23E-02	1.05E-02	1.04E-02	9.21E-03	7.84E-03
4	3	2	1	1	1	2	2	3	3	3	4
6.59E-03	1.19E-02	2.70E-02	5.07E-02	4.34E-02	2.11E-02	1.30E-02	1.01E-02	8.86E-03	8.26E-03	7.76E-03	6.55E-03
4	3	2	1	1	1	2	2	3	3	3	4
36%	24%	30%	23%	21%	17%	23%	22%	19%	26%	19%	20%

**alvo: Ovários**

0.00E+00	6.96E-02	7.73E-02	1.47E-01	7.54E-02	5.03E-02	6.08E-02	5.41E-02	4.24E-02	6.00E-02	4.37E-02	2.14E-02
0	23	18	11	11	13	15	19	25	22	27	39
7.77E-06	3.45E-02	8.59E-02	1.44E-01	7.87E-02	3.78E-02	4.54E-02	3.21E-02	3.38E-02	3.80E-02	2.30E-02	1.81E-02
100	29	17	10	10	13	15	21	23	25	32	39
-100%	102%	-10%	2%	-4%	33%	34%	69%	25%	58%	90%	18%

**alvo: Pâncreas**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.33E-04	2.26E-03	3.45E-03	2.85E-03	3.20E-03	3.93E-03	2.43E-03	2.68E-03	2.97E-03
0	0	0	51	20	17	22	24	26	34	32	37
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.97E-04	1.30E-03	2.85E-03	2.78E-03	2.21E-03	1.68E-03	1.76E-03	1.53E-03	4.56E-03
0	0	0	51	28	18	21	27	39	45	46	29
0%	0%	0%	120%	74%	21%	3%	45%	134%	38%	75%	-35%

## alvo: Pele Total

8.91E-04	6.63E-04	5.94E-04	1.22E-03	1.71E-03	1.47E-03	1.53E-03	1.73E-03	1.76E-03	1.51E-03	1.64E-03	1.35E-03
12	13	12	6	4	4	4	5	6	7	7	8
6.62E-04	3.53E-04	4.76E-04	1.43E-03	1.97E-03	1.87E-03	1.98E-03	2.00E-03	2.10E-03	2.07E-03	1.95E-03	1.79E-03
13	17	13	5	3	3	4	5	5	5	6	7
35%	88%	25%	-15%	-13%	-21%	-23%	-14%	-16%	-27%	-16%	-25%

## alvo: Pulmões

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.21E-07	1.40E-04	2.75E-04	2.50E-04	3.54E-04	4.46E-04	5.67E-04	6.29E-04	4.09E-04
0	0	0	99	25	16	17	17	19	18	18	24
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.46E-06	7.56E-05	2.04E-04	1.92E-04	3.88E-04	3.84E-04	3.19E-04	5.08E-04	4.45E-04
0	0	0	90	29	16	16	17	18	22	19	22
0%	0%	0%	-98%	85%	35%	30%	-9%	16%	78%	24%	-8%

## alvo: Rins

0.00E+00	0.00E+00	3.42E-05	8.29E-04	2.09E-03	2.94E-03	3.04E-03	2.18E-03	3.87E-03	2.40E-03	1.98E-03	1.87E-03
0	0	97	24	12	10	11	15	14	17	18	21
0.00E+00	0.00E+00	2.68E-06	5.97E-04	2.05E-03	2.39E-03	2.52E-03	2.24E-03	3.06E-03	1.97E-03	2.72E-03	1.83E-03
0	0	88	27	11	9	11	13	14	18	16	20
0%	0%	1176%	39%	2%	23%	21%	-3%	26%	22%	-27%	2%

## alvo: Tecido Total

7.33E-03	8.66E-03	1.04E-02	1.22E-02	1.03E-02	7.68E-03	7.14E-03	7.01E-03	6.66E-03	6.18E-03	5.85E-03	4.88E-03
1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
5.50E-03	6.23E-03	7.89E-03	9.72E-03	8.69E-03	6.70E-03	6.21E-03	6.15E-03	5.75E-03	5.39E-03	5.03E-03	4.30E-03
1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
33%	39%	32%	26%	19%	15%	15%	14%	16%	15%	16%	13%

## alvo: Timo

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-06	0.00E+00	9.85E-04	6.12E-04	1.52E-07	0.00E+00	0.00E+00
0	0	0	0	0	74	0	100	92	79	66	0
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.33E-04	2.92E-05	4.37E-04	1.47E-04	4.61E-05	2.13E-07	3.29E-08	4.45E-05
0	0	0	0	100	81	93	87	100	96	100	100
0%	0%	0%	0%	-100%	-74%	-100%	570%	1228%	-29%	-100%	-100%

## alvo: Tireóide

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.47E-04	0.00E+00	0.00E+00	1.48E-04	0.00E+00	4.78E-06	0.00E+00
0	0	0	0	0	100	0	0	88	0	100	0
0.00E+00	5.30E-04	0.00E+00									
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-99%	0%

## alvo: Útero

0.00E+00	1.57E-07	1.77E-03	2.76E-02	3.45E-02	2.77E-02	2.10E-02	1.99E-02	1.75E-02	1.41E-02	1.81E-02	1.37E-02
0	100	40	10	7	6	8	11	13	15	14	18
0.00E+00	0.00E+00	1.93E-03	1.60E-02	3.30E-02	2.40E-02	2.06E-02	1.43E-02	1.90E-02	1.34E-02	1.36E-02	9.51E-03
0	0	35	11	6	6	8	11	12	15	15	19
0%	0%	-8%	73%	5%	15%	2%	39%	-8%	5%	33%	44%

Tabela 20 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Intestino Grosso Inferior.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída no**

**INTESTINO GROSSO SUPERIOR**

**LEGENDA:**

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

**alvo: Adrenais**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.36E-04	6.81E-04	8.55E-04	4.74E-04	7.93E-04	1.96E-03	4.33E-04	7.42E-04	1.93E-03
0	0	0	100	50	39	54	55	98	67	66	99
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.53E-05	1.58E-04	1.26E-03	2.36E-04	1.66E-03	1.67E-04	1.51E-05	7.92E-05	1.32E-04
0	0	0	100	73	70	59	45	79	62	58	87
0%	0%	0%	1985%	331%	-32%	101%	-52%	1074%	2768%	837%	1362%

**alvo: Baço**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.20E-06	3.09E-04	1.05E-03	6.09E-04	9.97E-04	9.61E-04	1.82E-03	1.51E-03	1.34E-03
0	0	0	86	33	20	22	27	28	26	28	33
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.29E-06	1.44E-04	6.09E-04	6.30E-04	7.37E-04	9.55E-04	4.34E-04	9.24E-04	8.55E-04
0	0	0	100	43	19	24	31	29	31	29	34
0%	0%	0%	226%	115%	72%	-3%	35%	1%	319%	63%	57%

**alvo: Bexiga**

0.00E+00	0.00E+00	3.14E-05	3.66E-03	8.03E-03	9.12E-03	7.89E-03	5.25E-03	7.72E-03	6.59E-03	3.61E-03	2.89E-03
0	0	65	23	13	12	15	22	24	27	36	44
0.00E+00	0.00E+00	2.51E-05	3.51E-03	8.37E-03	6.51E-03	6.47E-03	7.30E-03	4.38E-03	6.37E-03	4.56E-03	1.96E-03
0	0	70	24	11	13	15	20	25	24	32	43
0%	0%	25%	4%	-4%	40%	22%	-28%	76%	3%	-21%	47%

**alvo: Corpo Total**

1.72E-02	1.71E-02	1.67E-02	1.50E-02	1.08E-02	7.15E-03	6.44E-03	6.34E-03	5.99E-03	5.60E-03	5.24E-03	4.26E-03
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
1.42E-02	1.42E-02	1.40E-02	1.27E-02	9.55E-03	6.45E-03	5.83E-03	5.77E-03	5.38E-03	5.05E-03	4.75E-03	3.97E-03
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
21%	20%	19%	18%	13%	11%	10%	10%	11%	11%	10%	7%

**alvo: Esqueleto**

1.44E-02	1.61E-02	1.89E-02	2.45E-02	2.22E-02	1.15E-02	7.51E-03	6.62E-03	5.95E-03	5.71E-03	5.27E-03	4.23E-03
2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3
1.10E-02	1.29E-02	1.48E-02	1.94E-02	1.78E-02	9.53E-03	6.45E-03	5.43E-03	4.93E-03	4.68E-03	4.46E-03	3.65E-03
2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
31%	25%	28%	26%	25%	21%	16%	22%	21%	22%	18%	16%

**alvo: Estômago**

0.00E+00	0.00E+00	1.32E-06	2.21E-04	1.47E-03	1.81E-03	1.08E-03	2.62E-03	1.27E-03	1.46E-03	1.61E-03	1.86E-03
0	0	100	62	16	15	18	20	26	30	25	31
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.18E-05	6.64E-04	1.43E-03	1.10E-03	1.26E-03	1.84E-03	1.87E-03	1.05E-03	1.59E-03
0	0	0	65	20	15	18	20	24	27	30	30
0%	0%	0%	258%	121%	27%	-2%	108%	-31%	-22%	53%	17%

**alvo: Fígado**

0.00E+00	0.00E+00	4.16E-04	2.60E-03	5.16E-03	4.35E-03	3.94E-03	4.14E-03	3.72E-03	3.65E-03	3.34E-03	2.77E-03
0	83	19	6	4	4	4	5	6	6	6	8
0.00E+00	6.65E-10	2.68E-04	2.41E-03	4.07E-03	3.64E-03	3.27E-03	3.80E-03	3.43E-03	2.73E-03	2.80E-03	2.40E-03
0	100	22	6	4	4	4	5	5	6	6	7
0%	-100%	55%	8%	27%	20%	20%	9%	8%	34%	19%	15%

**alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior**

0.00E+00	0.00E+00	1.70E-05	5.47E-04	2.35E-03	3.42E-03	2.56E-03	2.63E-03	4.22E-03	1.73E-03	2.57E-03	1.67E-03
0	0	96	34	13	10	13	19	18	23	22	29
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.70E-04	1.71E-03	2.02E-03	2.46E-03	1.96E-03	2.04E-03	1.81E-03	3.56E-03	1.74E-03
0	0	0	31	13	12	12	17	19	24	19	26
0%	0%	0%	16%	37%	69%	4%	34%	107%	-4%	-28%	-4%

**alvo: G. I. Intestino Grosso Superior**

1.97E-01	4.71E-01	5.21E-01	3.51E-01	1.53E-01	8.91E-02	8.59E-02	8.83E-02	8.48E-02	7.68E-02	6.90E-02	5.89E-02
3	2	2	2	2	2	3	3	4	4	4	5
1.22E-01	3.44E-01	4.12E-01	2.91E-01	1.37E-01	7.89E-02	7.39E-02	8.14E-02	6.86E-02	6.83E-02	5.83E-02	4.91E-02
3	2	2	2	2	2	2	3	4	4	4	5
61%	37%	26%	21%	12%	13%	16%	8%	24%	12%	18%	20%

**alvo: Intestino Delgado**

1.72E-03	2.28E-02	5.98E-02	7.76E-02	5.27E-02	3.29E-02	2.97E-02	2.80E-02	2.67E-02	2.48E-02	2.21E-02	1.62E-02
14	4	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4
1.46E-03	1.44E-02	4.16E-02	5.94E-02	4.24E-02	2.74E-02	2.35E-02	2.29E-02	2.13E-02	1.89E-02	1.86E-02	1.43E-02
14	4	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4
18%	58%	44%	31%	24%	20%	26%	22%	25%	31%	19%	13%

**alvo: Medula Amarela**

2.26E-02	2.52E-02	2.92E-02	3.63E-02	3.02E-02	1.44E-02	9.34E-03	8.29E-03	7.41E-03	7.11E-03	6.55E-03	5.24E-03
2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3
1.73E-02	2.02E-02	2.29E-02	2.88E-02	2.46E-02	1.23E-02	8.19E-03	6.89E-03	6.29E-03	5.84E-03	5.74E-03	4.59E-03
2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3
31%	25%	28%	26%	23%	17%	14%	20%	18%	22%	14%	14%

**alvo: Medula Vermelha**

0.00E+00	1.52E-03	7.55E-03	2.12E-02	2.39E-02	1.23E-02	7.60E-03	5.99E-03	5.02E-03	4.49E-03	4.80E-03	3.86E-03
0	10	4	2	2	2	2	3	4	4	5	5
6.22E-07	1.17E-03	6.63E-03	1.74E-02	1.90E-02	1.02E-02	6.31E-03	4.88E-03	4.21E-03	3.92E-03	3.81E-03	2.97E-03
99	10	4	2	2	2	2	3	4	4	4	5
-100%	30%	14%	22%	26%	21%	20%	23%	19%	15%	26%	30%

**alvo: Ovários**

9.91E-06	2.30E-02	9.73E-02	1.16E-01	6.61E-02	3.43E-02	3.18E-02	2.95E-02	3.14E-02	2.00E-02	2.95E-02	1.24E-02
100	37	17	12	13	15	20	26	28	36	32	49
0.00E+00	1.68E-02	7.12E-02	8.58E-02	5.09E-02	2.85E-02	3.15E-02	3.23E-02	3.39E-02	2.06E-02	1.01E-02	2.74E-02
0	43	18	13	12	14	18	24	26	35	42	34
0%	37%	37%	35%	30%	20%	1%	-9%	-7%	-3%	192%	-55%

**alvo: Pâncreas**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.57E-05	1.53E-03	3.99E-03	2.04E-03	3.20E-03	2.28E-03	1.54E-03	2.04E-03	1.23E-03
0	0	0	86	28	17	25	28	37	43	39	58
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.46E-05	5.49E-04	1.13E-03	1.47E-03	3.51E-03	9.76E-04	2.08E-03	1.71E-03	9.26E-04
0	0	0	64	35	23	23	23	40	34	39	53
0%	0%	0%	418%	179%	253%	39%	-9%	134%	-26%	19%	33%

**alvo: Pele Total**

0.00E+00	4.90E-10	9.97E-05	6.08E-04	9.49E-04	8.08E-04	8.94E-04	1.08E-03	1.04E-03	1.01E-03	1.05E-03	8.83E-04
0	100	26	8	5	5	6	7	8	8	9	10
8.13E-03	5.91E-03	5.22E-03	4.51E-03	3.34E-03	2.78E-03	2.99E-03	3.21E-03	3.00E-03	3.04E-03	2.74E-03	2.59E-03
4	4	4	3	3	3	3	4	4	5	5	6
-100%	-100%	-98%	-87%	-72%	-71%	-70%	-66%	-65%	-67%	-62%	-66%

**alvo: Pulmões**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.97E-06	1.07E-04	2.42E-04	3.67E-04	4.80E-04	5.92E-04	4.17E-04	4.95E-04	5.85E-04
0	0	0	60	22	15	15	17	18	20	21	20
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.16E-06	1.42E-04	2.15E-04	3.50E-04	3.55E-04	5.01E-04	4.45E-04	3.83E-04	5.15E-04
0	0	0	69	23	16	14	17	18	19	22	20
0%	0%	0%	269%	-25%	13%	5%	35%	18%	-6%	29%	14%

**alvo: Rins**

0.00E+00	0.00E+00	1.53E-05	1.04E-03	2.99E-03	3.79E-03	2.84E-03	3.05E-03	2.64E-03	4.00E-03	3.52E-03	1.62E-03
0	0	80	20	10	9	10	12	16	14	15	23
0.00E+00	0.00E+00	9.20E-06	9.03E-04	2.67E-03	3.36E-03	2.60E-03	3.07E-03	2.77E-03	1.92E-03	1.97E-03	1.62E-03
0	0	98	22	11	8	10	13	14	17	19	21
0%	0%	66%	15%	12%	13%	9%	-1%	-5%	108%	79%	0%

**alvo: Tecido Total**

9.53E-03	9.53E-03	1.02E-02	1.01E-02	7.74E-03	5.82E-03	5.69E-03	5.70E-03	5.39E-03	5.05E-03	4.80E-03	3.97E-03
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7.38E-03	7.54E-03	8.07E-03	8.40E-03	6.85E-03	5.27E-03	5.09E-03	5.14E-03	4.87E-03	4.57E-03	4.34E-03	3.68E-03
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29%	26%	26%	20%	13%	10%	12%	11%	11%	11%	11%	8%

**alvo: Timo**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.31E-04	1.42E-05	1.94E-05	1.68E-05	1.96E-07	1.20E-03
0	0	0	0	0	0	69	100	100	100	100	78
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.88E-05	3.03E-05	6.92E-05	4.87E-05	1.37E-06	5.05E-08	1.80E-04
0	0	0	0	0	89	100	100	100	74	100	74
0%	0%	0%	0%	0%	-100%	1652%	-79%	-60%	1126%	288%	567%

**alvo: Tireóide**

0.00E+00											
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
0.00E+00	2.25E-05	1.23E-05	0.00E+00	0.00E+00	2.13E-09						
0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	100
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-100%	-100%	0%	0%	-100%

**alvo: Útero**

0.00E+00	6.15E-04	3.03E-03	2.14E-02	2.49E-02	1.76E-02	1.31E-02	1.36E-02	1.40E-02	9.02E-03	1.21E-02	8.92E-03
0	100	36	11	8	8	10	14	16	19	18	21
0.00E+00	9.90E-06	6.30E-04	1.07E-02	1.76E-02	1.32E-02	1.32E-02	1.15E-02	1.16E-02	1.11E-02	8.01E-03	1.08E-02
0	100	37	14	8	8	9	13	15	16	20	19
0%	6112%	381%	100%	41%	33%	-1%	18%	21%	-19%	51%	-17%

Tabela 21 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Intestino Grosso Superior.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída no**

**INTESTINO DELGADO**

*LEGENDA:*

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

**alvo: Adrenais**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.97E-05	1.42E-03	2.14E-03	2.40E-03	3.09E-03	2.11E-03	3.19E-03	8.56E-04	4.72E-04
0	0	0	100	43	43	38	40	63	70	73	72
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.62E-04	2.56E-03	2.91E-03	1.53E-03	2.54E-03	7.65E-04	9.74E-04	1.01E-03	1.75E-03
0	0	0	97	38	28	32	47	50	94	74	99
0%	0%	0%	-84%	-45%	-26%	57%	22%	176%	228%	-15%	-73%

**alvo: Baço**

0.00E+00	0.00E+00	1.26E-05	1.63E-03	4.56E-03	4.72E-03	4.48E-03	4.94E-03	4.82E-03	3.27E-03	3.64E-03	3.41E-03
0	0	51	25	11	10	11	13	16	17	19	20
0.00E+00	0.00E+00	7.96E-06	1.46E-03	2.50E-03	4.34E-03	3.58E-03	3.86E-03	2.83E-03	4.43E-03	3.99E-03	3.39E-03
0	0	70	23	13	10	11	13	17	16	17	20
0%	0%	58%	12%	82%	9%	25%	28%	70%	-26%	-9%	1%

**alvo: Bexiga**

0.00E+00	0.00E+00	3.76E-04	4.34E-03	9.61E-03	1.14E-02	9.11E-03	8.49E-03	1.19E-02	8.63E-03	9.53E-03	9.34E-03
0	0	59	21	12	11	13	19	18	23	23	26
0.00E+00	0.00E+00	1.85E-04	4.78E-03	7.34E-03	8.03E-03	6.97E-03	8.08E-03	5.93E-03	9.09E-03	7.33E-03	4.89E-03
0	0	86	20	12	12	13	16	23	21	25	32
0%	0%	103%	-9%	31%	42%	31%	5%	101%	-5%	30%	91%

**alvo: Corpo Total**

1.43E-02	1.41E-02	1.39E-02	1.27E-02	9.72E-03	6.87E-03	6.38E-03	6.19E-03	5.93E-03	5.57E-03	5.26E-03	4.35E-03
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1.17E-02	1.16E-02	1.14E-02	1.06E-02	8.24E-03	5.93E-03	5.51E-03	5.43E-03	5.14E-03	4.86E-03	4.55E-03	3.91E-03
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
22%	22%	22%	20%	18%	16%	16%	14%	15%	15%	16%	11%

**alvo: Esqueleto**

2.59E-03	3.64E-03	5.70E-03	9.40E-03	1.04E-02	5.95E-03	3.82E-03	3.01E-03	2.87E-03	2.57E-03	2.50E-03	2.23E-03
4	3	2	2	1	2	2	2	3	3	3	4
2.18E-03	2.85E-03	4.41E-03	6.96E-03	8.11E-03	4.79E-03	3.13E-03	2.56E-03	2.32E-03	2.29E-03	2.09E-03	1.93E-03
4	3	2	2	1	2	2	2	3	3	3	3
19%	28%	29%	35%	28%	24%	22%	18%	24%	12%	20%	16%

**alvo: Estômago**

5.20E-07	1.97E-03	4.58E-03	1.07E-02	1.45E-02	1.15E-02	1.15E-02	9.34E-03	8.28E-03	8.70E-03	7.16E-03	7.33E-03
96	34	18	10	6	6	7	10	12	13	14	16
4.13E-07	1.37E-03	2.87E-03	9.32E-03	1.21E-02	1.00E-02	8.78E-03	1.01E-02	8.32E-03	5.98E-03	6.84E-03	4.11E-03
100	37	21	9	6	6	8	9	11	14	14	18
26%	44%	60%	15%	20%	15%	31%	-8%	0%	45%	5%	78%

**alvo: Fígado**

2.20E-04	3.75E-04	8.93E-04	3.83E-03	6.84E-03	6.50E-03	6.18E-03	6.04E-03	6.24E-03	5.40E-03	5.16E-03	4.09E-03
31	22	13	5	4	3	3	4	4	5	5	6
7.45E-05	2.08E-04	6.50E-04	2.57E-03	5.33E-03	5.37E-03	4.95E-03	5.22E-03	5.16E-03	4.91E-03	4.18E-03	3.72E-03
49	27	13	6	4	3	3	4	4	5	5	6
195%	80%	37%	49%	28%	21%	25%	16%	21%	10%	23%	10%

**alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior**

7.66E-02	6.89E-02	7.39E-02	5.22E-02	3.23E-02	2.20E-02	2.26E-02	1.91E-02	1.74E-02	1.66E-02	1.68E-02	1.50E-02
6	6	5	4	4	5	5	7	9	9	10	11
6.44E-02	6.07E-02	6.10E-02	4.44E-02	2.87E-02	1.98E-02	1.91E-02	1.78E-02	1.67E-02	1.59E-02	1.32E-02	1.43E-02
6	5	5	5	4	5	5	7	8	9	10	10
19%	14%	21%	18%	13%	11%	18%	7%	4%	4%	27%	5%

**alvo: G. I. Intestino Grosso Superior**

2.57E-01	2.46E-01	2.18E-01	1.72E-01	9.52E-02	5.95E-02	5.39E-02	5.46E-02	5.67E-02	4.46E-02	4.08E-02	3.64E-02
3	3	2	2	2	3	3	4	4	5	5	6
2.22E-01	2.11E-01	1.85E-01	1.49E-01	8.36E-02	5.32E-02	5.05E-02	5.24E-02	4.58E-02	4.09E-02	3.56E-02	3.31E-02
3	3	2	2	2	2	3	4	4	5	5	6
16%	17%	18%	15%	14%	12%	7%	4%	24%	9%	15%	10%

**alvo: Intestino Delgado**

3.14E-01	2.98E-01	2.73E-01	2.03E-01	1.15E-01	7.22E-02	6.73E-02	6.39E-02	5.95E-02	5.59E-02	5.30E-02	4.11E-02
1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3
2.50E-01	2.33E-01	2.20E-01	1.68E-01	9.77E-02	5.97E-02	5.77E-02	5.65E-02	5.02E-02	4.67E-02	4.34E-02	3.67E-02
1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
26%	28%	24%	21%	18%	21%	17%	13%	19%	20%	22%	12%

**alvo: Medula Amarela**

3.25E-03	4.70E-03	7.50E-03	1.27E-02	1.42E-02	7.95E-03	5.04E-03	3.93E-03	3.73E-03	3.25E-03	3.15E-03	2.86E-03
4	3	2	2	1	2	2	3	3	3	3	4
2.75E-03	3.68E-03	5.81E-03	9.42E-03	1.13E-02	6.69E-03	4.29E-03	3.56E-03	3.14E-03	3.14E-03	2.76E-03	2.61E-03
4	3	2	2	1	2	2	2	3	3	3	4
18%	28%	29%	35%	26%	19%	17%	10%	19%	4%	14%	10%

**alvo: Medula Vermelha**

9.75E-03	1.41E-02	2.25E-02	3.72E-02	3.93E-02	2.11E-02	1.30E-02	1.00E-02	9.51E-03	8.33E-03	7.64E-03	6.78E-03
4	3	2	2	1	2	2	3	3	3	4	4
8.26E-03	1.10E-02	1.74E-02	2.75E-02	3.04E-02	1.67E-02	1.06E-02	8.52E-03	7.50E-03	7.18E-03	6.48E-03	5.71E-03
4	3	2	2	1	2	2	2	3	3	3	4
18%	28%	29%	35%	29%	26%	23%	17%	27%	16%	18%	19%

**alvo: Ovários**

9.42E-06	1.60E-02	2.55E-02	4.46E-02	5.53E-02	3.38E-02	3.96E-02	2.39E-02	3.24E-02	2.08E-02	3.49E-02	1.91E-02
100	51	36	18	13	15	18	24	26	34	29	44
0.00E+00	5.33E-03	4.16E-02	3.94E-02	3.67E-02	2.28E-02	3.98E-02	2.20E-02	2.99E-02	1.58E-02	2.57E-02	1.41E-02
0	67	26	19	14	17	18	26	26	36	31	44
0%	200%	-39%	13%	51%	48%	-1%	9%	8%	32%	36%	35%

**alvo: Pâncreas**

0.00E+00	0.00E+00	5.57E-05	1.40E-03	8.75E-03	8.92E-03	9.06E-03	8.25E-03	9.58E-03	1.08E-02	8.19E-03	5.99E-03
0	0	98	27	13	11	13	17	19	19	21	25
0.00E+00	0.00E+00	3.78E-06	1.79E-03	5.51E-03	6.28E-03	4.92E-03	6.64E-03	8.46E-03	3.54E-03	4.01E-03	2.16E-03
0	0	100	33	15	11	15	18	18	29	25	36
0%	0%	1374%	-22%	59%	42%	84%	24%	13%	205%	104%	177%

**alvo: Pele Total**

6.89E-03	4.92E-03	4.09E-03	3.11E-03	2.31E-03	1.98E-03	2.19E-03	2.41E-03	2.33E-03	2.08E-03	2.07E-03	1.93E-03
4	5	5	4	3	3	4	5	5	6	6	7
6.25E-03	3.93E-03	3.42E-03	2.61E-03	1.94E-03	1.78E-03	1.94E-03	2.36E-03	2.35E-03	2.27E-03	2.04E-03	1.85E-03
4	5	5	4	3	3	4	4	5	5	6	7
10%	25%	20%	19%	19%	11%	13%	2%	-1%	-8%	1%	4%

**alvo: Pulmões**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.54E-05	5.74E-04	7.80E-04	9.36E-04	1.16E-03	1.15E-03	1.10E-03	1.31E-03	1.04E-03
0	0	0	59	12	9	9	10	12	13	13	16
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.43E-05	2.72E-04	6.15E-04	7.80E-04	9.70E-04	9.18E-04	1.05E-03	9.91E-04	1.16E-03
0	0	0	46	16	9	9	11	12	12	13	14
0%	0%	0%	46%	111%	27%	20%	20%	25%	5%	32%	-10%

**alvo: Rins**

2.84E-07	3.74E-04	1.44E-03	8.21E-03	1.10E-02	9.09E-03	1.06E-02	8.65E-03	8.76E-03	6.74E-03	6.93E-03	4.86E-03
100	51	22	8	6	5	6	8	9	11	11	13
0.00E+00	4.27E-04	2.14E-03	6.30E-03	1.02E-02	8.17E-03	8.23E-03	7.91E-03	7.82E-03	6.70E-03	7.63E-03	5.06E-03
0	46	19	9	5	5	6	7	8	10	10	12
0%	-12%	-33%	30%	8%	11%	29%	9%	12%	1%	-9%	-4%

**alvo: Tecido Total**

1.00E-02	1.02E-02	1.01E-02	9.64E-03	7.64E-03	5.82E-03	5.67E-03	5.67E-03	5.40E-03	5.20E-03	4.87E-03	4.03E-03
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8.21E-03	8.46E-03	8.29E-03	8.02E-03	6.48E-03	5.07E-03	4.91E-03	4.90E-03	4.75E-03	4.48E-03	4.25E-03	3.63E-03
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22%	21%	22%	20%	18%	15%	15%	16%	14%	16%	15%	11%

**alvo: Timo**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.73E-04	0.00E+00	1.58E-05	2.38E-04	4.90E-04	1.52E-09	4.02E-04	1.53E-03
0	0	0	0	100	0	63	63	89	88	73	95
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.15E-05	8.18E-05	0.00E+00	8.54E-06	1.74E-08	3.44E-04	5.63E-05
0	0	0	0	0	76	77	0	100	72	81	99
0%	0%	0%	0%	0%	-100%	-81%	0%	5638%	-91%	17%	2618%

**alvo: Tireóide**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.55E-07	0.00E+00	5.39E-04	1.33E-03	4.48E-04	8.18E-07	1.50E-04
0	0	0	0	0	100	0	100	100	79	100	100
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.45E-04	0.00E+00	0.00E+00	1.27E-04	0.00E+00	1.53E-03
0	0	0	0	0	0	100	0	0	94	0	100
0%	0%	0%	0%	0%	0%	-100%	0%	0%	253%	0%	-90%

**alvo: Útero**

0.00E+00	8.18E-04	7.46E-03	3.45E-02	4.56E-02	2.95E-02	2.28E-02	2.48E-02	2.80E-02	1.79E-02	2.03E-02	1.61E-02
0	75	22	8	6	6	8	10	11	14	14	16
0.00E+00	6.65E-04	6.18E-03	2.73E-02	3.74E-02	2.75E-02	2.30E-02	2.34E-02	1.62E-02	1.71E-02	1.51E-02	1.35E-02
0	78	23	9	6	6	8	9	13	13	14	16
0%	23%	21%	26%	22%	7%	-1%	6%	73%	5%	34%	19%

Tabela 22 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Intestino Delgado.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída na  
MEDULA AMARELA**

**LEGENDA:**

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

**alvo: Adrenais**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.20E-05	3.16E-04	1.03E-03	0.00E+00	2.26E-03	5.63E-04	0.00E+00	1.09E-05	1.98E-03
0	0	0	100	87	64	0	66	69	0	98	100
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.11E-04	2.55E-04	5.20E-04	1.97E-03	4.50E-04	2.96E-03	1.71E-03	4.60E-05
0	0	0	0	73	71	69	49	74	48	100	86
0%	0%	0%	0%	-23%	304%	-100%	15%	25%	-100%	-99%	4204%

**alvo: Baço**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.49E-04	8.34E-04	1.14E-03	1.08E-03	1.46E-03	1.83E-03	1.50E-03	1.40E-03	1.65E-03
0	0	0	50	25	22	23	26	25	30	32	32
0.00E+00	0.00E+00	1.23E-04	1.27E-03	2.04E-03	1.62E-03	1.32E-03	2.59E-03	1.79E-03	2.31E-03	2.03E-03	1.14E-03
0	0	64	26	17	15	19	17	21	22	24	35
0%	0%	-100%	-80%	-59%	-30%	-18%	-44%	2%	-35%	-31%	45%

**alvo: Bexiga**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.41E-04	1.20E-03	1.06E-03	1.72E-03	1.57E-03	1.39E-03	2.20E-03	2.10E-03	2.00E-03
0	0	0	65	34	28	35	39	40	49	50	54
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.14E-04	8.48E-04	1.26E-03	1.09E-03	1.22E-03	2.11E-03	2.42E-03	2.02E-03	3.04E-03
0	0	0	95	39	27	37	46	43	41	46	43
0%	0%	0%	-73%	42%	-16%	58%	29%	-34%	-9%	4%	-34%

**alvo: Corpo Total**

1.03E-02	9.95E-03	9.34E-03	7.48E-03	4.67E-03	2.79E-03	2.65E-03	2.89E-03	2.78E-03	2.60E-03	2.50E-03	2.13E-03
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.09E-02	1.06E-02	9.94E-03	8.19E-03	5.10E-03	3.06E-03	2.86E-03	3.02E-03	2.90E-03	2.76E-03	2.59E-03	2.19E-03
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
-6%	-6%	-6%	-9%	-8%	-9%	-7%	-4%	-4%	-6%	-3%	-3%

**alvo: Esqueleto**

1.72E-02	1.89E-02	2.09E-02	2.09E-02	1.36E-02	5.58E-03	3.96E-03	3.94E-03	3.76E-03	3.32E-03	3.25E-03	2.71E-03
1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
2.46E-02	2.58E-02	2.71E-02	2.54E-02	1.55E-02	6.48E-03	4.55E-03	4.32E-03	3.97E-03	3.76E-03	3.46E-03	3.03E-03
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3
-30%	-27%	-23%	-18%	-12%	-14%	-13%	-9%	-5%	-12%	-6%	-11%

**alvo: Estômago**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.85E-04	6.24E-04	1.02E-03	8.77E-04	1.77E-03	1.61E-03	8.07E-04	1.87E-03	1.44E-03
0	0	0	52	27	20	26	24	28	38	31	33
0.00E+00	0.00E+00	2.02E-04	8.49E-04	8.64E-04	1.78E-03	1.22E-03	1.44E-03	1.90E-03	1.52E-03	1.30E-03	1.75E-03
0	0	100	30	21	15	19	21	24	29	33	32
0%	0%	-100%	-66%	-28%	-43%	-28%	23%	-15%	-47%	44%	-18%

## alvo: Fígado

3.26E-03	4.14E-03	6.46E-03	6.66E-03	4.93E-03	3.15E-03	3.25E-03	3.03E-03	3.01E-03	2.98E-03	2.60E-03	2.12E-03
8	7	5	5	5	5	5	6	7	7	8	9
1.71E-06	3.25E-04	1.35E-03	2.40E-03	2.52E-03	1.86E-03	1.90E-03	2.20E-03	1.94E-03	1.95E-03	1.82E-03	1.51E-03
71	22	10	7	6	6	6	6	7	8	8	9
190543%	1174%	379%	178%	96%	69%	71%	38%	55%	53%	43%	40%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior

0.00E+00	0.00E+00	1.74E-08	5.18E-04	1.48E-03	1.69E-03	2.21E-03	2.27E-03	2.78E-03	2.16E-03	1.71E-03	1.24E-03
0	0	84	38	17	16	17	21	20	25	27	36
0.00E+00	0.00E+00	9.58E-07	8.84E-04	2.31E-03	2.62E-03	2.78E-03	2.56E-03	2.54E-03	1.90E-03	2.19E-03	2.72E-03
0	0	100	27	13	12	13	18	20	24	23	23
0%	0%	-98%	-41%	-36%	-35%	-21%	-11%	9%	14%	-22%	-54%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Superior

0.00E+00	0.00E+00	9.04E-05	1.87E-03	3.62E-03	3.36E-03	3.27E-03	3.73E-03	3.84E-03	2.71E-03	2.71E-03	2.34E-03
0	0	53	20	10	10	12	15	16	19	20	23
0.00E+00	0.00E+00	1.59E-04	9.86E-04	2.17E-03	2.16E-03	2.44E-03	2.44E-03	2.81E-03	2.66E-03	1.99E-03	2.36E-03
0	0	92	22	13	11	12	15	18	18	20	22
0%	0%	-43%	90%	67%	56%	34%	53%	37%	2%	36%	-1%

## alvo: Intestino Delgado

0.00E+00	0.00E+00	2.66E-05	8.92E-04	2.81E-03	2.48E-03	2.48E-03	2.81E-03	2.77E-03	2.46E-03	2.32E-03	1.94E-03
0	0	48	13	7	6	7	8	9	9	10	12
0.00E+00	8.56E-08	2.28E-05	4.09E-04	1.71E-03	1.90E-03	1.90E-03	2.30E-03	1.88E-03	1.80E-03	1.98E-03	1.45E-03
0	100	54	16	7	6	7	7	9	10	10	12
0%	-100%	17%	118%	64%	31%	31%	22%	47%	37%	17%	34%

## alvo: Medula Amarela

3.55E-02	3.96E-02	4.40E-02	4.28E-02	2.58E-02	9.82E-03	7.07E-03	6.88E-03	6.68E-03	5.87E-03	5.64E-03	4.73E-03
2	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4
6.15E-02	6.45E-02	6.75E-02	6.12E-02	3.48E-02	1.36E-02	9.61E-03	9.12E-03	8.29E-03	7.88E-03	7.12E-03	6.20E-03
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3
-42%	-39%	-35%	-30%	-26%	-28%	-26%	-25%	-19%	-26%	-21%	-24%

## alvo: Medula Vermelha

9.14E-09	9.73E-06	5.09E-04	3.11E-03	4.81E-03	3.19E-03	1.86E-03	1.82E-03	1.61E-03	1.34E-03	1.56E-03	1.39E-03
100	53	15	6	4	4	5	6	7	8	8	9
6.07E-09	4.89E-06	1.77E-04	1.82E-03	3.44E-03	2.39E-03	1.62E-03	1.33E-03	1.35E-03	1.13E-03	1.09E-03	1.02E-03
100	69	23	6	4	4	5	6	7	7	8	9
51%	99%	188%	71%	40%	33%	15%	37%	19%	19%	43%	36%

## alvo: Ovários

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.78E-05	1.64E-03	4.10E-03	3.01E-03	2.91E-03	5.27E-03	3.14E-03	1.62E-03	5.89E-03
0	0	0	71	63	39	42	56	58	97	94	71
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.73E-03	3.05E-03	6.89E-04	7.91E-03	2.88E-03	3.50E-03	7.03E-04	5.55E-03
0	0	0	0	56	37	73	48	94	96	78	71
0%	0%	0%	0%	-5%	34%	337%	-63%	83%	-10%	130%	6%

## alvo: Pâncreas

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.09E-04	8.21E-04	7.46E-04	1.67E-03	2.55E-03	1.60E-03	1.96E-03	2.39E-03	9.02E-04
0	0	0	100	33	38	28	33	51	35	43	57
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.43E-05	7.11E-04	7.89E-04	4.29E-04	1.51E-03	1.16E-03	7.15E-04	1.40E-03	1.49E-03
0	0	0	67	32	33	36	36	51	66	54	52
0%	0%	0%	146%	15%	-5%	289%	69%	38%	174%	71%	-39%

## alvo: Pele Total

8.71E-03	6.33E-03	4.53E-03	2.75E-03	1.71E-03	1.29E-03	1.34E-03	1.69E-03	1.51E-03	1.22E-03	1.32E-03	1.37E-03
4	4	4	4	4	4	5	6	7	8	8	8
2.52E-02	1.63E-02	1.16E-02	7.06E-03	3.85E-03	2.63E-03	3.04E-03	3.30E-03	3.27E-03	2.99E-03	3.04E-03	2.59E-03
2	2	3	3	2	3	3	4	4	5	5	6
-65%	-61%	-61%	-61%	-56%	-51%	-56%	-49%	-54%	-59%	-57%	-47%

## alvo: Pulmões

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.26E-06	1.76E-04	2.35E-04	2.08E-04	2.66E-04	3.87E-04	4.08E-04	4.25E-04	4.30E-04
0	0	0	58	22	18	19	23	23	23	23	25
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.98E-05	1.24E-04	1.73E-04	1.81E-04	2.58E-04	3.75E-04	2.53E-04	3.19E-04	2.35E-04
0	0	0	54	25	17	19	20	22	27	22	30
0%	0%	0%	-82%	42%	36%	15%	3%	3%	61%	33%	83%

## alvo: Rins

0.00E+00	0.00E+00	2.91E-06	4.73E-04	1.35E-03	1.31E-03	8.26E-04	1.23E-03	1.58E-03	1.04E-03	1.42E-03	1.60E-03
0	0	98	30	16	16	18	20	21	27	22	25
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.97E-04	9.45E-04	1.05E-03	1.07E-03	1.16E-03	9.78E-04	1.16E-03	1.38E-03	1.70E-03
0	0	0	31	16	15	15	17	21	22	21	21
0%	0%	0%	19%	43%	25%	-23%	6%	62%	-10%	3%	-6%

## alvo: Tecido Total

1.06E-02	9.98E-03	8.73E-03	6.11E-03	3.55E-03	2.56E-03	2.69E-03	2.99E-03	2.86E-03	2.75E-03	2.62E-03	2.23E-03
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
8.99E-03	8.76E-03	7.76E-03	5.79E-03	3.58E-03	2.67E-03	2.77E-03	3.01E-03	2.92E-03	2.80E-03	2.62E-03	2.18E-03
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18%	14%	13%	6%	-1%	-4%	-3%	-1%	-2%	-2%	0%	2%

## alvo: Timo

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.58E-06	0.00E+00	1.30E-04	0.00E+00	0.00E+00	1.29E-05	1.10E-06	2.04E-06
0	0	0	0	100	0	100	0	0	98	94	75
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.01E-04	0.00E+00	2.40E-05	2.61E-05	4.38E-04	2.84E-07
0	0	0	0	0	0	100	0	100	100	100	100
0%	0%	0%	0%	0%	0%	29%	0%	-100%	-51%	-100%	618%

## alvo: Tireóide

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.69E-06	1.61E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.49E-05	1.95E-06	5.00E-05
0	0	0	0	100	100	0	0	0	99	100	72
0.00E+00											
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

## alvo: Útero

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.46E-04	1.22E-03	1.57E-03	2.88E-03	2.18E-03	1.24E-03	2.73E-03	2.41E-03	6.96E-04
0	0	0	91	30	25	24	33	49	37	41	76
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.12E-05	3.22E-04	1.31E-03	1.50E-03	1.35E-03	1.52E-03	6.53E-04	1.33E-03	7.13E-04
0	0	0	85	43	27	30	30	36	51	45	61
0%	0%	0%	589%	279%	20%	92%	61%	-18%	318%	81%	-2%

Tabela 23 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Medula Amarela.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída na  
MEDULA VERMELHA**

**LEGENDA:**

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

**alvo: Adrenais**

0.00E+00	4.23E-04	3.50E-03	2.70E-02	3.06E-02	2.47E-02	2.63E-02	2.33E-02	2.71E-02	2.90E-02	1.85E-02	1.47E-02
0	81	71	18	12	13	16	20	21	22	28	35
0.00E+00	3.73E-03	3.08E-03	2.16E-02	2.72E-02	2.54E-02	2.62E-02	1.96E-02	1.46E-02	1.44E-02	2.07E-02	2.15E-02
0	70	54	21	12	12	15	20	25	28	26	28
0%	-89%	14%	25%	13%	-3%	0%	19%	86%	101%	-11%	-32%

**alvo: Baço**

0.00E+00	0.00E+00	1.91E-05	2.09E-03	7.00E-03	7.98E-03	7.75E-03	6.87E-03	7.59E-03	6.42E-03	6.23E-03	7.70E-03
0	0	100	21	9	7	8	11	12	15	14	15
0.00E+00	0.00E+00	1.22E-05	8.93E-04	6.48E-03	6.56E-03	6.82E-03	6.70E-03	4.48E-03	6.19E-03	6.09E-03	4.55E-03
0	0	100	30	9	8	8	10	14	13	14	17
0%	0%	57%	134%	8%	22%	14%	3%	69%	4%	2%	69%

**alvo: Bexiga**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.01E-05	2.14E-04	4.20E-04	5.28E-04	1.43E-03	1.17E-03	6.41E-04	9.79E-04	1.43E-03
0	0	0	91	81	40	63	45	62	61	61	66
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.80E-05	5.19E-04	1.22E-03	1.17E-03	5.51E-04	8.11E-04	1.58E-03	6.89E-04	1.28E-03
0	0	0	100	51	29	35	67	62	55	61	59
0%	0%	0%	8%	-59%	-66%	-55%	160%	44%	-59%	42%	12%

**alvo: Corpo Total**

1.73E-02	1.73E-02	1.72E-02	1.65E-02	1.31E-02	8.33E-03	7.17E-03	6.95E-03	6.52E-03	6.01E-03	5.70E-03	4.76E-03
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
1.43E-02	1.43E-02	1.43E-02	1.37E-02	1.11E-02	7.26E-03	6.31E-03	6.12E-03	5.73E-03	5.31E-03	4.98E-03	4.20E-03
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
21%	21%	20%	20%	18%	15%	14%	14%	14%	13%	14%	13%

**alvo: Esqueleto**

1.22E-01	1.20E-01	1.16E-01	9.85E-02	6.12E-02	2.64E-02	1.83E-02	1.69E-02	1.56E-02	1.38E-02	1.33E-02	1.09E-02
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2
9.46E-02	9.25E-02	8.87E-02	7.63E-02	4.81E-02	2.15E-02	1.50E-02	1.38E-02	1.28E-02	1.14E-02	1.09E-02	8.80E-03
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2
29%	30%	31%	29%	27%	23%	22%	22%	22%	21%	22%	24%

**alvo: Estômago**

0.00E+00	0.00E+00	6.34E-06	1.32E-03	5.58E-03	5.96E-03	6.72E-03	6.95E-03	7.11E-03	5.02E-03	3.76E-03	6.07E-03
0	0	100	30	9	8	9	11	14	17	20	17
0.00E+00	0.00E+00	1.63E-06	1.15E-03	4.37E-03	5.55E-03	5.34E-03	5.75E-03	4.92E-03	5.06E-03	4.01E-03	2.81E-03
0	0	84	29	10	8	9	12	15	15	18	22
0%	0%	289%	15%	28%	7%	26%	21%	45%	-1%	-6%	116%

## alvo: Fígado

0.00E+00	1.94E-05	9.10E-05	1.97E-03	6.45E-03	7.47E-03	7.30E-03	6.75E-03	5.88E-03	5.82E-03	5.33E-03	4.44E-03
0	100	41	8	4	3	3	4	4	5	5	6
0.00E+00	7.46E-07	1.56E-04	1.38E-03	5.17E-03	6.55E-03	6.19E-03	6.10E-03	5.86E-03	5.23E-03	5.10E-03	4.15E-03
0	68	30	8	4	3	3	4	4	5	5	6
0%	2501%	-42%	43%	25%	14%	18%	11%	0%	11%	5%	7%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior

0.00E+00	0.00E+00	6.89E-08	3.66E-04	9.52E-04	1.76E-03	1.38E-03	1.18E-03	2.51E-03	1.33E-03	2.45E-03	9.69E-04
0	0	100	49	20	14	19	23	23	28	26	41
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.41E-05	9.78E-04	1.26E-03	1.68E-03	1.55E-03	1.20E-03	1.33E-03	9.94E-04	9.47E-04
0	0	0	93	17	15	16	23	29	25	33	34
0%	0%	0%	289%	-3%	40%	-18%	-24%	109%	0%	146%	2%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Superior

0.00E+00	0.00E+00	2.11E-04	1.67E-03	5.81E-03	5.55E-03	5.54E-03	4.10E-03	5.11E-03	4.81E-03	4.31E-03	3.97E-03
0	0	84	18	8	7	8	13	13	15	16	19
0.00E+00	0.00E+00	5.61E-05	1.28E-03	4.92E-03	5.19E-03	4.96E-03	4.40E-03	4.98E-03	3.38E-03	4.94E-03	3.01E-03
0	0	66	19	8	7	8	11	12	15	14	18
0%	0%	276%	30%	18%	7%	12%	-7%	3%	42%	-13%	32%

## alvo: Intestino Delgado

0.00E+00	1.22E-04	6.26E-04	3.22E-03	7.37E-03	7.92E-03	7.28E-03	7.31E-03	6.06E-03	6.14E-03	5.55E-03	5.11E-03
0	55	20	8	4	4	4	5	6	6	7	7
0.00E+00	6.59E-05	7.20E-04	2.48E-03	6.87E-03	6.61E-03	6.79E-03	6.30E-03	5.58E-03	4.64E-03	4.05E-03	4.30E-03
0	69	18	8	4	4	4	5	5	6	7	7
0%	85%	-13%	30%	7%	20%	7%	16%	9%	32%	37%	19%

## alvo: Medula Amarela

9.20E-02	9.05E-02	8.70E-02	7.44E-02	4.74E-02	2.08E-02	1.44E-02	1.32E-02	1.22E-02	1.08E-02	1.04E-02	8.51E-03
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2
7.11E-02	6.93E-02	6.66E-02	5.77E-02	3.73E-02	1.70E-02	1.19E-02	1.08E-02	1.01E-02	9.10E-03	8.57E-03	7.05E-03
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2
29%	31%	31%	29%	27%	22%	21%	22%	21%	19%	21%	21%

## alvo: Medula Vermelha

2.76E-01	2.71E-01	2.60E-01	2.19E-01	1.34E-01	5.62E-02	3.88E-02	3.61E-02	3.33E-02	2.93E-02	2.81E-02	2.31E-02
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2
2.13E-01	2.08E-01	1.99E-01	1.71E-01	1.06E-01	4.55E-02	3.20E-02	2.93E-02	2.73E-02	2.40E-02	2.30E-02	1.86E-02
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2
30%	30%	31%	28%	26%	24%	21%	23%	22%	22%	22%	24%

## alvo: Ovários

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.64E-04	2.18E-03	2.76E-03	1.08E-03	4.40E-03	2.46E-03	3.81E-03	7.21E-06	0.00E+00
0	0	0	100	48	40	46	68	67	64	98	94
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.14E-03	2.16E-03	9.57E-04	5.28E-04	1.14E-03	3.95E-04	1.76E-03	8.44E-07
0	0	0	0	34	37	57	54	71	73	56	71
0%	0%	0%	0%	-31%	28%	13%	733%	116%	865%	-100%	-100%

## alvo: Pâncreas

0.00E+00	1.35E-07	1.18E-03	1.23E-02	2.31E-02	2.22E-02	2.09E-02	1.85E-02	1.82E-02	1.46E-02	1.45E-02	1.15E-02
0	100	58	15	8	8	8	12	13	15	17	19
0.00E+00	0.00E+00	4.82E-05	7.14E-03	1.50E-02	1.43E-02	1.47E-02	1.35E-02	1.32E-02	1.25E-02	1.18E-02	1.08E-02
0	0	44	18	9	8	9	12	15	16	17	19
0%	0%	2348%	72%	54%	55%	42%	37%	38%	17%	23%	6%

## alvo: Pele Total

0.00E+00	5.89E-05	1.85E-04	8.75E-04	1.74E-03	1.98E-03	2.29E-03	2.39E-03	2.45E-03	2.30E-03	2.08E-03	1.87E-03
0	43	19	7	3	3	4	4	5	6	6	7
0.00E+00	1.20E-05	1.41E-04	6.65E-04	1.48E-03	1.66E-03	1.91E-03	2.06E-03	2.31E-03	2.01E-03	2.07E-03	2.02E-03
0	86	22	7	4	3	4	5	5	6	6	6
0%	391%	31%	32%	18%	19%	20%	16%	6%	14%	0%	-7%

## alvo: Pulmões

0.00E+00	2.78E-09	1.91E-04	4.18E-03	9.46E-03	1.01E-02	9.30E-03	8.96E-03	8.52E-03	7.91E-03	6.57E-03	6.23E-03
0	70	32	6	3	3	3	4	5	5	6	7
0.00E+00	1.52E-09	1.33E-04	3.01E-03	7.80E-03	8.70E-03	8.13E-03	7.92E-03	7.03E-03	7.16E-03	5.78E-03	5.41E-03
0	100	37	7	3	3	3	4	5	5	6	6
0%	83%	44%	39%	21%	16%	14%	13%	21%	10%	14%	15%

## alvo: Rins

0.00E+00	6.69E-05	3.47E-03	1.40E-02	2.20E-02	2.00E-02	1.79E-02	1.86E-02	1.92E-02	1.79E-02	1.55E-02	1.25E-02
0	52	17	7	4	4	5	6	6	7	8	9
1.17E-04	7.16E-04	2.78E-03	1.05E-02	1.96E-02	1.80E-02	1.68E-02	1.51E-02	1.44E-02	1.45E-02	1.32E-02	1.21E-02
100	38	18	7	4	4	4	6	7	7	7	8
-100%	-91%	25%	33%	12%	11%	7%	23%	33%	23%	17%	3%

## alvo: Tecido Total

2.48E-04	6.24E-04	1.46E-03	3.47E-03	5.31E-03	5.33E-03	5.35E-03	5.32E-03	5.02E-03	4.73E-03	4.49E-03	3.73E-03
6	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.89E-04	6.22E-04	1.35E-03	2.97E-03	4.59E-03	4.73E-03	4.77E-03	4.77E-03	4.48E-03	4.24E-03	3.95E-03	3.36E-03
6	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31%	0%	8%	17%	16%	13%	12%	12%	12%	12%	14%	11%

## alvo: Timo

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.64E-03	5.04E-03	6.80E-03	8.50E-03	5.95E-03	7.94E-03	6.21E-03	6.75E-03	6.73E-03
0	0	0	53	20	16	20	29	31	38	37	42
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.62E-03	4.11E-03	5.44E-03	6.40E-03	5.79E-03	7.05E-03	7.06E-03	6.43E-03	6.62E-03
0	0	0	47	27	18	20	23	32	33	35	36
0%	0%	0%	1%	23%	25%	33%	3%	13%	-12%	5%	2%

## alvo: Tireóide

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.31E-04	5.88E-03	2.68E-03	3.12E-03	5.07E-03	3.00E-03	6.82E-03	2.78E-03	8.30E-03
0	0	0	52	27	27	38	37	39	40	50	40
0.00E+00	0.00E+00	1.78E-08	4.32E-05	4.35E-03	2.82E-03	3.84E-03	4.04E-03	2.05E-03	9.91E-03	2.34E-03	2.74E-03
0	0	100	77	22	29	29	39	59	34	64	54
0%	0%	-100%	203%	35%	-5%	-19%	25%	46%	-31%	19%	203%

## alvo: Útero

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.82E-04	1.75E-03	2.43E-03	3.36E-03	2.37E-03	2.10E-03	2.31E-03	1.90E-03	4.65E-04
0	0	0	42	24	18	22	28	34	39	39	59
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.47E-04	1.63E-03	2.43E-03	2.80E-03	2.81E-03	3.58E-03	2.58E-03	2.10E-03	1.77E-03
0	0	0	52	28	21	20	25	29	34	37	45
0%	0%	0%	120%	7%	0%	20%	-16%	-41%	-10%	-10%	-74%

Tabela 24 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Medula Vermelha.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída em ambos os  
OVÁRIOS**

**LEGENDA:**

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

**alvo: Adrenais**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.95E-08	1.54E-04	1.51E-03	1.77E-03	2.55E-03	2.93E-04	4.28E-03	3.76E-03	1.46E-03
0	0	0	100	97	45	48	55	45	68	61	80
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.87E-04	9.28E-04	2.47E-04	9.73E-04	1.46E-03	3.94E-04	3.34E-03	2.87E-04
0	0	0	0	100	52	64	48	93	71	70	94
0%	0%	0%	0%	-46%	63%	617%	162%	-80%	986%	13%	409%

**alvo: Baço**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.38E-05	1.74E-03	2.12E-03	1.52E-03	1.91E-03	2.78E-03	1.19E-03	2.87E-03	2.76E-03
0	0	0	57	17	13	16	21	20	27	22	23
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.04E-04	8.96E-04	1.47E-03	1.65E-03	1.81E-03	2.20E-03	1.08E-03	2.10E-03	1.62E-03
0	0	0	63	22	14	15	18	20	28	22	27
0%	0%	0%	-69%	94%	44%	-8%	6%	26%	10%	37%	70%

**alvo: Bexiga**

0.00E+00	0.00E+00	4.22E-03	3.83E-02	4.09E-02	3.32E-02	2.76E-02	2.02E-02	2.00E-02	1.98E-02	1.99E-02	1.63E-02
0	0	31	8	6	6	8	12	14	15	16	18
0.00E+00	9.45E-05	2.31E-03	3.29E-02	3.92E-02	3.06E-02	2.41E-02	2.18E-02	2.31E-02	1.51E-02	1.59E-02	1.41E-02
0	100	37	8	5	6	8	11	13	16	17	18
0%	-100%	83%	16%	4%	8%	15%	-7%	-13%	31%	25%	16%

**alvo: Corpo Total**

1.73E-02	1.73E-02	1.73E-02	1.67E-02	1.31E-02	9.06E-03	8.11E-03	7.79E-03	7.32E-03	6.71E-03	6.30E-03	5.27E-03
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
1.43E-02	1.43E-02	1.43E-02	1.39E-02	1.13E-02	8.04E-03	7.17E-03	6.78E-03	6.32E-03	5.92E-03	5.55E-03	4.59E-03
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
21%	21%	21%	20%	16%	13%	13%	15%	16%	13%	14%	15%

**alvo: Esqueleto**

0.00E+00	9.51E-05	1.87E-03	1.11E-02	1.43E-02	8.17E-03	4.85E-03	3.80E-03	3.45E-03	3.03E-03	2.94E-03	2.53E-03
0	19	4	1	1	1	1	2	2	3	3	3
0.00E+00	5.12E-05	1.28E-03	8.09E-03	1.16E-02	6.87E-03	4.25E-03	3.18E-03	2.89E-03	2.55E-03	2.54E-03	2.25E-03
0	23	4	1	1	1	1	2	2	3	3	3
0%	86%	46%	37%	23%	19%	14%	19%	19%	19%	16%	12%

**alvo: Estômago**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.15E-04	3.13E-03	4.09E-03	3.44E-03	3.91E-03	2.95E-03	3.11E-03	3.70E-03	3.84E-03
0	0	0	30	12	9	11	14	20	20	20	21
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.32E-04	2.52E-03	3.39E-03	3.65E-03	2.84E-03	3.24E-03	2.92E-03	2.62E-03	3.13E-03
0	0	0	36	13	10	11	15	18	21	21	22
0%	0%	0%	89%	24%	21%	-6%	38%	-9%	7%	41%	23%

## alvo: Fígado

0.00E+00	0.00E+00	7.32E-07	3.19E-04	1.79E-03	2.51E-03	2.43E-03	2.54E-03	2.78E-03	2.49E-03	2.45E-03	1.90E-03
0	0	86	18	6	5	5	6	6	7	7	9
0.00E+00	0.00E+00	9.33E-08	1.59E-04	1.20E-03	1.89E-03	2.06E-03	2.09E-03	2.13E-03	2.12E-03	2.04E-03	1.81E-03
0	0	100	23	7	5	5	6	7	7	7	8
0%	0%	685%	101%	49%	33%	18%	22%	31%	17%	20%	5%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior

1.76E-02	1.34E-01	2.04E-01	1.81E-01	9.85E-02	6.16E-02	5.84E-02	5.82E-02	5.09E-02	4.74E-02	4.60E-02	3.32E-02
11	4	3	2	2	3	3	4	5	6	6	7
8.95E-03	8.41E-02	1.44E-01	1.44E-01	8.51E-02	5.52E-02	5.10E-02	4.94E-02	4.30E-02	4.16E-02	3.73E-02	3.10E-02
14	4	3	2	2	3	3	4	5	5	6	7
97%	59%	42%	26%	16%	12%	15%	18%	18%	14%	23%	7%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Superior

9.91E-03	9.66E-02	1.40E-01	1.20E-01	7.32E-02	4.79E-02	4.48E-02	4.20E-02	3.72E-02	3.65E-02	3.11E-02	2.61E-02
13	4	3	3	2	3	3	4	5	6	6	7
7.05E-03	7.27E-02	1.11E-01	1.01E-01	6.36E-02	4.32E-02	4.11E-02	3.45E-02	3.23E-02	3.10E-02	2.81E-02	2.47E-02
14	4	3	3	2	3	3	4	5	6	6	7
41%	33%	26%	19%	15%	11%	9%	22%	15%	18%	11%	6%

## alvo: Intestino Delgado

6.55E-03	3.54E-02	8.34E-02	1.17E-01	8.79E-02	5.59E-02	5.11E-02	4.74E-02	4.44E-02	3.80E-02	3.60E-02	2.88E-02
7	3	2	1	1	1	2	2	2	2	3	3
3.00E-03	2.13E-02	5.88E-02	9.15E-02	7.17E-02	4.80E-02	4.34E-02	3.95E-02	3.53E-02	3.22E-02	3.10E-02	2.48E-02
10	4	2	1	1	1	1	2	2	2	3	3
118%	66%	42%	28%	23%	16%	18%	20%	26%	18%	16%	16%

## alvo: Medula Amarela

0.00E+00	1.33E-04	2.62E-03	1.55E-02	1.98E-02	1.08E-02	6.22E-03	4.82E-03	4.36E-03	3.83E-03	3.66E-03	3.08E-03
0	19	4	1	1	1	2	2	3	3	3	4
0.00E+00	7.19E-05	1.79E-03	1.13E-02	1.63E-02	9.39E-03	5.70E-03	4.24E-03	3.85E-03	3.36E-03	3.35E-03	2.92E-03
0	23	4	1	1	1	2	2	3	3	3	4
0%	85%	46%	37%	21%	15%	9%	14%	13%	14%	9%	5%

## alvo: Medula Vermelha

0.00E+00	4.00E-04	7.86E-03	4.61E-02	5.68E-02	3.00E-02	1.69E-02	1.28E-02	1.17E-02	9.88E-03	9.45E-03	7.97E-03
0	19	4	1	1	1	2	2	3	3	3	4
0.00E+00	2.16E-04	5.37E-03	3.37E-02	4.54E-02	2.47E-02	1.46E-02	1.06E-02	9.44E-03	8.03E-03	7.80E-03	6.75E-03
0	23	4	1	1	1	2	2	3	3	3	4
0%	85%	46%	37%	25%	21%	16%	21%	24%	23%	21%	18%

## alvo: Ovários

1.15E+02	6.77E+01	3.67E+01	1.25E+01	3.94E+00	2.48E+00	2.72E+00	3.08E+00	2.84E+00	2.47E+00	2.26E+00	1.88E+00
0	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4
9.68E+01	5.85E+01	3.26E+01	1.17E+01	3.58E+00	2.22E+00	2.36E+00	2.63E+00	2.51E+00	2.26E+00	2.15E+00	1.62E+00
0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4
19%	16%	13%	7%	10%	12%	15%	17%	13%	9%	5%	16%

## alvo: Pâncreas

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.05E-05	2.79E-03	3.65E-03	4.10E-03	3.85E-03	4.42E-03	3.41E-03	3.91E-03	2.48E-03
0	0	0	79	19	17	18	25	25	29	33	43
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.30E-05	2.01E-03	2.61E-03	1.82E-03	2.01E-03	1.94E-03	1.81E-03	1.45E-03	2.32E-03
0	0	0	100	23	17	20	26	36	37	45	32
0%	0%	0%	442%	39%	40%	125%	92%	128%	88%	170%	7%

## alvo: Pele Total

0.00E+00	0.00E+00	4.61E-05	6.39E-04	1.56E-03	1.61E-03	1.60E-03	1.67E-03	1.80E-03	1.68E-03	1.70E-03	1.45E-03
0	0	38	7	4	3	4	5	6	6	7	8
0.00E+00	0.00E+00	1.21E-05	4.76E-04	1.35E-03	1.43E-03	1.64E-03	1.77E-03	1.76E-03	1.97E-03	1.71E-03	1.63E-03
0	0	71	8	4	3	4	5	6	6	6	7
0%	0%	281%	34%	16%	13%	-2%	-6%	2%	-15%	-1%	-11%

## alvo: Pulmões

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.78E-06	1.22E-04	3.28E-04	4.13E-04	5.67E-04	5.28E-04	4.79E-04	5.19E-04	5.19E-04
0	0	0	100	26	13	14	15	18	20	21	22
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.89E-08	9.43E-05	2.44E-04	3.04E-04	4.36E-04	5.62E-04	4.91E-04	5.83E-04	7.09E-04
0	0	0	81	26	14	14	15	16	18	17	17
0%	0%	0%	4152%	29%	34%	36%	30%	-6%	-2%	-11%	-27%

## alvo: Rins

0.00E+00	0.00E+00	3.36E-08	3.19E-04	3.58E-03	4.62E-03	4.62E-03	4.95E-03	4.20E-03	3.28E-03	4.62E-03	3.36E-03
0	0	94	26	10	7	8	10	13	15	14	17
0.00E+00	0.00E+00	1.73E-09	3.15E-04	2.67E-03	3.87E-03	3.54E-03	3.38E-03	3.75E-03	3.58E-03	3.51E-03	2.68E-03
0	0	100	29	10	8	8	10	12	13	14	17
0%	0%	1842%	1%	34%	19%	31%	46%	12%	-8%	32%	25%

## alvo: Tecido Total

5.06E-03	1.14E-02	1.43E-02	1.45E-02	1.16E-02	8.41E-03	7.88E-03	7.68E-03	7.23E-03	6.72E-03	6.28E-03	5.28E-03
1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
3.99E-03	9.34E-03	1.18E-02	1.22E-02	9.92E-03	7.46E-03	6.93E-03	6.73E-03	6.27E-03	5.94E-03	5.52E-03	4.54E-03
1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
27%	22%	21%	19%	17%	13%	14%	14%	15%	13%	14%	16%

## alvo: Timo

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.44E-05	3.13E-04	1.69E-03	2.92E-04	2.44E-03	2.06E-07
0	0	0	0	0	0	100	81	76	94	72	100
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.94E-06	3.86E-07	1.78E-04	5.25E-04	1.01E-03	4.60E-05	1.60E-04	7.38E-04
0	0	0	0	100	100	100	82	88	100	76	99
0%	0%	0%	0%	-100%	-100%	-81%	-40%	67%	535%	1425%	-100%

## alvo: Tireóide

0.00E+00	3.58E-07										
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
0.00E+00	2.30E-04	0.00E+00	4.45E-04								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	100
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-100%	0%	-100%

## alvo: Útero

0.00E+00	6.78E-03	7.93E-02	2.00E-01	1.52E-01	8.90E-02	7.50E-02	7.57E-02	6.10E-02	6.45E-02	5.63E-02	4.70E-02
0	27	7	4	3	4	5	6	7	7	8	9
0.00E+00	3.40E-03	4.66E-02	1.41E-01	1.25E-01	8.39E-02	7.34E-02	6.20E-02	5.84E-02	4.63E-02	4.05E-02	4.58E-02
0	34	8	4	3	4	4	6	7	8	9	9
0%	99%	70%	42%	22%	6%	2%	22%	4%	39%	39%	3%

Tabela 25 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Ovários.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída nos**

**PÂNCREAS**

*LEGENDA:*

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

<b>alvo: Adrenais</b>											
0.00E+00	5.53E-05	4.50E-03	4.25E-02	6.10E-02	3.06E-02	3.40E-02	3.16E-02	2.16E-02	3.17E-02	2.61E-02	1.33E-02
0	100	33	14	9	10	13	18	24	22	25	36
0.00E+00	0.00E+00	1.67E-03	2.79E-02	3.78E-02	3.21E-02	2.80E-02	2.07E-02	2.81E-02	2.06E-02	2.75E-02	1.61E-02
0	0	42	15	10	10	14	18	20	24	23	29
0%	0%	169%	52%	61%	-5%	21%	53%	-23%	54%	-5%	-17%

<b>alvo: Baço</b>											
5.60E-03	7.23E-02	1.79E-01	2.40E-01	1.48E-01	9.35E-02	8.55E-02	7.88E-02	7.55E-02	6.63E-02	6.18E-02	4.73E-02
20	5	3	2	2	2	3	4	4	5	5	6
3.43E-03	6.19E-02	1.64E-01	2.33E-01	1.50E-01	9.13E-02	8.10E-02	7.42E-02	6.94E-02	6.19E-02	5.96E-02	4.93E-02
23	5	3	2	2	2	3	3	4	4	5	5
63%	17%	9%	3%	-1%	2%	6%	6%	9%	7%	4%	-4%

<b>alvo: Bexiga</b>											
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.68E-04	6.68E-04	7.31E-04	7.12E-04	1.24E-03	1.67E-03	1.59E-03	1.98E-03
0	0	0	0	69	35	33	35	61	56	47	54
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.33E-07	3.60E-04	8.08E-04	7.28E-04	6.76E-04	1.09E-03	8.67E-04	1.27E-03	1.34E-03
0	0	0	100	39	36	46	41	42	47	32	65
0%	0%	0%	-100%	58%	-17%	0%	5%	14%	93%	25%	48%

<b>alvo: Corpo Total</b>											
1.73E-02	1.73E-02	1.73E-02	1.66E-02	1.28E-02	8.81E-03	7.94E-03	7.64E-03	7.08E-03	6.59E-03	6.10E-03	5.08E-03
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
1.43E-02	1.43E-02	1.43E-02	1.38E-02	1.10E-02	7.80E-03	6.96E-03	6.71E-03	6.21E-03	5.75E-03	5.42E-03	4.48E-03
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
21%	21%	21%	20%	16%	13%	14%	14%	14%	15%	13%	13%

<b>alvo: Esqueleto</b>											
0.00E+00	1.14E-04	1.14E-03	6.99E-03	1.21E-02	7.65E-03	4.84E-03	3.63E-03	3.30E-03	3.08E-03	2.98E-03	2.50E-03
0	17	5	2	1	1	2	2	2	3	3	3
0.00E+00	3.64E-05	5.76E-04	4.16E-03	8.56E-03	6.06E-03	3.77E-03	2.96E-03	2.56E-03	2.50E-03	2.29E-03	1.99E-03
0	25	6	2	1	1	2	2	2	3	3	3
0%	213%	98%	68%	41%	26%	28%	23%	29%	23%	30%	26%

<b>alvo: Estômago</b>											
5.96E-03	6.74E-02	1.60E-01	1.97E-01	1.28E-01	8.34E-02	7.28E-02	6.48E-02	6.06E-02	5.47E-02	5.84E-02	3.77E-02
20	6	3	2	2	2	3	4	5	5	5	7
5.56E-03	7.76E-02	1.67E-01	2.13E-01	1.39E-01	8.54E-02	8.02E-02	6.97E-02	7.10E-02	5.65E-02	5.37E-02	4.35E-02
19	5	3	2	2	2	3	4	4	5	5	6
7%	-13%	-4%	-8%	-8%	-2%	-9%	-7%	-15%	-3%	9%	-13%

## alvo: Fígado

0.00E+00	5.96E-04	6.88E-03	2.30E-02	2.69E-02	2.00E-02	1.79E-02	1.64E-02	1.55E-02	1.39E-02	1.28E-02	1.03E-02
0	17	5	2	2	2	2	2	3	3	3	4
0.00E+00	4.46E-05	1.25E-03	1.05E-02	1.77E-02	1.40E-02	1.19E-02	1.15E-02	1.10E-02	9.69E-03	9.62E-03	7.51E-03
0	59	9	3	2	2	2	3	3	3	3	4
0%	1236%	450%	119%	52%	43%	50%	43%	41%	43%	33%	37%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior

0.00E+00	0.00E+00	1.78E-04	2.30E-04	2.33E-03	2.54E-03	1.78E-03	2.60E-03	2.16E-03	2.12E-03	2.89E-03	1.22E-03
0	0	100	51	13	12	16	18	21	25	22	36
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.67E-04	2.14E-03	2.96E-03	2.07E-03	2.58E-03	2.36E-03	2.24E-03	2.16E-03	2.12E-03
0	0	0	29	13	10	14	15	18	21	24	26
0%	0%	0%	-51%	9%	-14%	-14%	1%	-8%	-5%	34%	-42%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Superior

0.00E+00	0.00E+00	1.89E-04	4.13E-03	9.96E-03	9.21E-03	8.40E-03	7.32E-03	6.85E-03	7.10E-03	4.80E-03	4.69E-03
0	0	80	12	6	6	7	9	11	12	14	16
0.00E+00	0.00E+00	5.08E-05	5.13E-03	1.29E-02	1.01E-02	9.31E-03	7.07E-03	8.20E-03	7.27E-03	5.58E-03	4.84E-03
0	0	69	10	5	5	6	8	10	11	12	15
0%	0%	272%	-19%	-23%	-9%	-10%	4%	-16%	-2%	-14%	-3%

## alvo: Intestino Delgado

0.00E+00	0.00E+00	8.31E-05	2.65E-03	8.10E-03	8.06E-03	7.12E-03	7.44E-03	6.74E-03	5.63E-03	5.62E-03	5.12E-03
0	0	51	8	4	3	4	4	5	6	6	7
0.00E+00	0.00E+00	1.01E-04	2.70E-03	8.27E-03	9.01E-03	7.80E-03	8.05E-03	6.30E-03	5.79E-03	5.30E-03	5.02E-03
0	0	37	7	3	3	3	4	5	6	6	6
0%	0%	-18%	-2%	-2%	-11%	-9%	-8%	7%	-3%	6%	2%

## alvo: Medula Amarela

0.00E+00	8.63E-05	1.03E-03	7.29E-03	1.33E-02	8.56E-03	5.35E-03	4.03E-03	3.66E-03	3.46E-03	3.28E-03	2.83E-03
0	18	5	2	1	1	2	2	3	3	3	4
0.00E+00	4.00E-05	5.58E-04	4.86E-03	1.05E-02	7.50E-03	4.70E-03	3.67E-03	3.22E-03	3.07E-03	2.74E-03	2.44E-03
0	32	6	2	1	1	2	2	3	3	3	4
0%	116%	85%	50%	27%	14%	14%	10%	14%	13%	20%	16%

## alvo: Medula Vermelha

0.00E+00	2.37E-04	2.15E-03	1.25E-02	2.26E-02	1.49E-02	9.42E-03	7.15E-03	6.49E-03	5.74E-03	5.69E-03	4.62E-03
0	19	6	2	1	2	2	2	3	3	3	4
0.00E+00	7.69E-05	1.22E-03	8.06E-03	1.65E-02	1.21E-02	7.46E-03	5.76E-03	4.85E-03	4.80E-03	4.41E-03	3.69E-03
0	28	7	2	2	2	2	2	3	3	4	4
0%	208%	76%	55%	37%	23%	26%	24%	34%	20%	29%	25%

## alvo: Ovários

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.58E-04	3.50E-03	1.41E-03	8.47E-04	2.04E-03	5.22E-04	1.46E-03	4.27E-04
0	0	0	0	74	40	47	70	67	68	64	80
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.29E-07	2.52E-03	1.83E-03	1.31E-03	6.71E-03	1.77E-03	4.60E-03	3.87E-03	8.33E-03
0	0	0	100	58	50	51	47	72	56	90	59
0%	0%	0%	-100%	-70%	91%	8%	-87%	15%	-89%	-62%	-95%

## alvo: Pâncreas

1.68E+01	1.30E+01	8.73E+00	3.91E+00	1.37E+00	8.19E-01	8.62E-01	9.19E-01	8.49E-01	7.90E-01	7.25E-01	5.60E-01
0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3
6.21E+00	5.33E+00	3.96E+00	1.99E+00	7.41E-01	4.35E-01	4.41E-01	4.79E-01	4.27E-01	3.98E-01	3.47E-01	2.78E-01
1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4
171%	144%	120%	96%	85%	88%	95%	92%	99%	98%	109%	101%

## alvo: Pele Total

0.00E+00	1.10E-10	2.64E-05	7.92E-04	1.71E-03	1.74E-03	1.83E-03	2.00E-03	2.31E-03	1.78E-03	1.90E-03	1.67E-03
0	100	50	7	3	3	4	5	5	6	6	7
0.00E+00	3.27E-08	4.14E-05	5.87E-04	1.45E-03	1.60E-03	1.53E-03	1.80E-03	1.73E-03	1.70E-03	1.90E-03	1.57E-03
0	100	34	7	4	3	4	5	6	6	6	7
0%	-100%	-36%	35%	18%	9%	20%	11%	34%	5%	0%	6%

## alvo: Pulmões

0.00E+00	0.00E+00	2.00E-03	1.28E-02	1.68E-02	1.20E-02	1.03E-02	9.92E-03	9.12E-03	8.18E-03	7.85E-03	6.41E-03
0	46	11	3	2	2	3	4	5	5	6	6
0.00E+00	6.42E-07	4.41E-04	5.20E-03	9.30E-03	7.77E-03	6.92E-03	6.55E-03	5.96E-03	6.36E-03	5.95E-03	4.38E-03
0	97	19	5	3	3	3	4	5	5	6	7
0%	-100%	354%	146%	81%	54%	49%	51%	53%	29%	32%	46%

## alvo: Rins

0.00E+00	1.69E-04	3.98E-03	2.90E-02	3.73E-02	2.79E-02	2.46E-02	2.29E-02	2.24E-02	1.94E-02	1.62E-02	1.71E-02
0	85	15	4	3	3	4	5	6	6	7	8
0.00E+00	1.73E-04	5.02E-03	3.48E-02	4.29E-02	2.87E-02	2.65E-02	2.39E-02	2.29E-02	2.08E-02	1.83E-02	1.40E-02
0	70	11	4	3	3	3	4	5	6	6	7
0%	-2%	-21%	-17%	-13%	-3%	-7%	-4%	-2%	-7%	-11%	22%

## alvo: Tecido Total

4.04E-03	8.09E-03	1.18E-02	1.36E-02	1.04E-02	7.37E-03	6.93E-03	6.78E-03	6.26E-03	5.94E-03	5.43E-03	4.59E-03
1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1.29E-02	1.34E-02	1.38E-02	1.31E-02	9.78E-03	6.98E-03	6.54E-03	6.43E-03	5.97E-03	5.55E-03	5.25E-03	4.33E-03
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
-69%	-40%	-14%	4%	6%	6%	6%	5%	5%	7%	3%	6%

## alvo: Timo

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.83E-04	1.78E-03	2.19E-03	3.57E-03	6.00E-04	1.05E-03	5.05E-03	2.22E-03	5.89E-03
0	0	0	60	39	35	31	53	65	47	58	44
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.42E-04	1.02E-03	8.08E-04	1.81E-03	1.37E-03	4.57E-03	6.13E-04	1.24E-03	1.97E-03
0	0	0	93	40	41	40	60	37	51	55	67
0%	0%	0%	100%	75%	171%	97%	-56%	-77%	724%	79%	199%

## alvo: Tireóide

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.71E-05	4.16E-04	7.75E-04	1.18E-03	7.87E-05	9.06E-06	7.61E-06	1.44E-04
0	0	0	0	99	58	59	91	78	75	91	75
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.08E-04	4.73E-04	1.06E-03	9.06E-04	1.52E-03	1.55E-07	2.78E-04	1.29E-03
0	0	0	0	100	52	42	91	87	100	83	99
0%	0%	0%	0%	-77%	-12%	-27%	30%	-95%	5745%	-97%	-89%

## alvo: Útero

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.14E-04	1.49E-03	1.94E-03	1.99E-03	1.27E-03	2.17E-03	2.21E-03	3.74E-03	1.24E-03
0	0	0	76	26	20	17	25	34	38	32	49
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.91E-04	2.28E-03	1.83E-03	1.97E-03	3.04E-03	2.66E-03	3.66E-03	2.44E-03	2.21E-03
0	0	0	99	24	19	20	24	28	27	35	39
0%	0%	0%	12%	-35%	6%	1%	-58%	-18%	-40%	53%	-44%

Tabela 26 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Pâncreas.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída na  
PELE TOTAL**

**LEGENDA:**

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

<b>alvo: Adrenais</b>											
0.00E+00	0.00E+00	5.45E-05	2.55E-03	1.87E-03	3.38E-03	3.65E-03	5.13E-03	9.09E-03	2.91E-04	3.00E-03	7.68E-03
0	0	79	71	42	34	49	42	39	58	74	46
0.00E+00	5.86E-06	1.20E-03	4.51E-03	3.35E-03	4.92E-03	3.29E-03	4.38E-03	7.55E-03	3.48E-03	2.90E-03	6.09E-03
0	87	57	43	36	26	37	41	38	60	66	55
0%	-100%	-95%	-43%	-44%	-31%	11%	17%	20%	-92%	3%	26%

<b>alvo: Baço</b>											
0.00E+00	7.36E-05	1.54E-03	4.51E-03	6.08E-03	4.76E-03	4.97E-03	4.41E-03	4.98E-03	4.91E-03	5.48E-03	5.46E-03
0	66	35	16	11	11	11	15	16	16	17	17
0.00E+00	3.70E-06	7.87E-05	4.63E-03	4.87E-03	4.06E-03	3.55E-03	5.05E-03	5.72E-03	4.66E-03	4.69E-03	3.31E-03
0	100	39	15	11	10	11	13	13	16	16	19
0%	1889%	1857%	-3%	25%	17%	40%	-13%	-13%	5%	17%	65%

<b>alvo: Bexiga</b>											
0.00E+00	2.40E-03	7.06E-04	1.09E-03	3.11E-03	2.22E-03	2.57E-03	4.20E-03	4.44E-03	5.10E-03	1.85E-03	2.13E-03
0	58	91	46	22	23	24	30	35	32	49	52
0.00E+00	4.51E-05	3.29E-04	4.34E-03	3.46E-03	2.50E-03	4.55E-03	4.12E-03	4.16E-03	3.65E-03	3.30E-03	2.36E-03
0	56	57	23	18	21	20	26	28	35	36	43
0%	5222%	115%	-75%	-10%	-11%	-44%	2%	7%	40%	-44%	-10%

<b>alvo: Corpo Total</b>											
1.02E-02	8.92E-03	7.91E-03	6.62E-03	4.57E-03	3.23E-03	3.24E-03	3.54E-03	3.58E-03	3.37E-03	3.25E-03	2.77E-03
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.12E-02	9.00E-03	7.80E-03	6.26E-03	4.41E-03	3.17E-03	3.13E-03	3.39E-03	3.41E-03	3.23E-03	3.09E-03	2.60E-03
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-9%	-1%	1%	6%	4%	2%	4%	4%	5%	4%	5%	7%

<b>alvo: Esqueleto</b>											
2.15E-03	6.11E-03	9.43E-03	1.16E-02	8.55E-03	4.25E-03	3.16E-03	2.99E-03	2.98E-03	2.71E-03	2.68E-03	2.31E-03
4	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4
2.35E-03	6.41E-03	9.46E-03	1.08E-02	8.23E-03	4.10E-03	2.96E-03	2.87E-03	2.84E-03	2.63E-03	2.56E-03	2.07E-03
4	2	2	1	1	2	2	2	2	3	3	3
-9%	-5%	0%	7%	4%	4%	7%	4%	5%	3%	5%	12%

<b>alvo: Estômago</b>											
0.00E+00	4.98E-04	1.08E-03	3.62E-03	5.72E-03	3.92E-03	5.52E-03	4.88E-03	5.09E-03	3.02E-03	4.46E-03	2.76E-03
0	71	38	16	10	11	10	15	16	22	18	24
0.00E+00	6.57E-05	2.38E-03	4.17E-03	5.13E-03	3.96E-03	3.96E-03	4.28E-03	4.68E-03	4.12E-03	4.81E-03	4.13E-03
0	69	26	13	10	10	12	13	15	18	17	19
0%	658%	-55%	-13%	12%	-1%	39%	14%	9%	-27%	-7%	-33%

**alvo: Fígado**

0.00E+00	1.35E-04	1.15E-03	4.48E-03	5.50E-03	4.42E-03	4.50E-03	5.07E-03	5.33E-03	5.19E-03	4.61E-03	4.08E-03
0	36	11	5	4	4	4	5	5	5	6	6
0.00E+00	1.74E-04	1.08E-03	4.00E-03	4.55E-03	4.05E-03	4.24E-03	4.42E-03	4.59E-03	4.28E-03	3.73E-03	3.48E-03
0	30	11	5	4	4	4	4	5	5	6	6
0%	-22%	6%	12%	21%	9%	6%	15%	16%	21%	24%	17%

**alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior**

0.00E+00	7.75E-07	7.48E-05	1.75E-03	2.36E-03	2.66E-03	2.81E-03	2.50E-03	3.18E-03	3.06E-03	3.44E-03	2.37E-03
0	88	75	19	14	11	14	20	20	20	20	29
0.00E+00	7.95E-08	9.13E-05	1.64E-03	2.75E-03	3.20E-03	2.87E-03	3.60E-03	2.78E-03	3.35E-03	2.06E-03	2.78E-03
0	100	56	20	12	11	14	15	18	18	22	22
0%	875%	-18%	7%	-14%	-17%	-2%	-31%	14%	-9%	67%	-15%

**alvo: G. I. Intestino Grosso Superior**

0.00E+00	4.16E-07	1.50E-04	3.12E-03	3.80E-03	2.70E-03	2.83E-03	4.81E-03	3.92E-03	2.84E-03	4.07E-03	3.37E-03
0	100	48	16	10	11	11	12	16	18	17	20
0.00E+00	4.40E-07	3.30E-04	2.24E-03	3.92E-03	3.36E-03	4.52E-03	4.37E-03	4.56E-03	3.42E-03	3.26E-03	2.38E-03
0	90	43	15	9	9	10	12	13	16	16	20
0%	-5%	-55%	39%	-3%	-20%	-37%	10%	-14%	-17%	25%	42%

**alvo: Intestino Delgado**

0.00E+00	4.42E-05	2.72E-04	1.93E-03	3.33E-03	3.67E-03	3.92E-03	4.28E-03	4.84E-03	3.81E-03	3.95E-03	3.34E-03
0	77	28	9	6	5	6	6	7	8	8	9
0.00E+00	3.98E-06	1.42E-04	1.85E-03	3.18E-03	3.30E-03	3.44E-03	3.77E-03	3.63E-03	3.99E-03	3.30E-03	3.40E-03
0	100	32	9	6	5	5	6	7	7	8	8
0%	1011%	92%	4%	5%	11%	14%	14%	33%	-5%	20%	-2%

**alvo: Medula Amarela**

3.74E-03	9.60E-03	1.39E-02	1.66E-02	1.14E-02	5.18E-03	3.85E-03	3.57E-03	3.61E-03	3.31E-03	3.20E-03	2.77E-03
5	3	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5
3.85E-03	9.93E-03	1.48E-02	1.64E-02	1.19E-02	5.45E-03	3.92E-03	3.83E-03	3.76E-03	3.42E-03	3.27E-03	2.74E-03
4	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4
-3%	-3%	-6%	1%	-4%	-5%	-2%	-7%	-4%	-3%	-2%	1%

**alvo: Medula Vermelha**

1.11E-03	4.31E-03	7.98E-03	1.22E-02	1.16E-02	6.57E-03	4.63E-03	4.04E-03	4.06E-03	3.76E-03	3.79E-03	3.27E-03
6	3	3	2	2	2	3	3	4	4	4	5
1.50E-03	4.92E-03	7.93E-03	1.11E-02	1.06E-02	6.09E-03	4.19E-03	3.79E-03	3.82E-03	3.52E-03	3.43E-03	2.68E-03
5	3	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5
-26%	-12%	1%	10%	9%	8%	11%	7%	6%	7%	10%	22%

**alvo: Ovários**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.31E-03	1.33E-03	2.98E-03	4.31E-03	5.85E-03	5.06E-03	5.19E-04	2.47E-03	1.19E-03
0	0	0	64	53	44	59	62	77	65	90	87
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.46E-03	4.43E-03	2.82E-03	1.46E-03	3.01E-03	4.46E-03	6.67E-03	1.22E-02	6.70E-03
0	0	0	53	44	39	57	55	67	68	49	70
0%	0%	0%	-33%	-70%	6%	195%	94%	13%	-92%	-80%	-82%

**alvo: Pâncreas**

0.00E+00	0.00E+00	4.31E-05	1.96E-03	6.68E-03	5.66E-03	5.09E-03	6.04E-03	5.21E-03	3.34E-03	3.94E-03	4.00E-03
0	0	98	30	15	14	18	21	26	24	30	33
0.00E+00	0.00E+00	9.07E-08	1.57E-03	4.53E-03	3.83E-03	3.59E-03	2.64E-03	4.20E-03	2.65E-03	2.85E-03	4.67E-03
0	0	93	41	17	18	19	27	24	34	30	29
0%	0%	47419%	25%	47%	48%	42%	129%	24%	26%	38%	-14%

**alvo: Pele Total**

1.75E-01	9.27E-02	4.94E-02	1.88E-02	6.95E-03	4.72E-03	5.58E-03	6.21E-03	5.77E-03	5.62E-03	5.25E-03	4.52E-03
1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5
2.04E-01	1.03E-01	5.56E-02	2.08E-02	7.29E-03	5.05E-03	5.89E-03	6.64E-03	6.56E-03	5.88E-03	5.56E-03	4.55E-03
0	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4
-14%	-10%	-11%	-10%	-5%	-7%	-5%	-6%	-12%	-4%	-6%	-1%

**alvo: Pulmões**

0.00E+00	2.65E-04	1.31E-03	5.11E-03	5.54E-03	3.95E-03	4.27E-03	4.46E-03	4.91E-03	4.33E-03	4.36E-03	3.68E-03
0	35	14	6	4	5	5	6	7	7	7	9
0.00E+00	2.07E-04	1.45E-03	4.38E-03	4.88E-03	4.06E-03	4.25E-03	4.55E-03	4.53E-03	3.96E-03	4.12E-03	3.94E-03
0	36	13	6	4	4	5	5	6	7	7	8
0%	28%	-10%	17%	14%	-3%	0%	-2%	8%	9%	6%	-7%

**alvo: Rins**

0.00E+00	2.88E-05	2.61E-03	4.13E-03	4.28E-03	3.95E-03	4.17E-03	4.40E-03	5.03E-03	4.47E-03	3.81E-03	4.30E-03
0	65	20	14	9	9	10	12	13	14	15	15
0.00E+00	5.26E-04	3.07E-03	5.60E-03	5.36E-03	4.71E-03	4.88E-03	5.20E-03	5.65E-03	5.44E-03	4.85E-03	3.18E-03
0	45	16	10	8	8	9	10	10	12	12	15
0%	-95%	-15%	-26%	-20%	-16%	-15%	-15%	-11%	-18%	-21%	35%

**alvo: Tecido Total**

3.10E-03	5.74E-03	6.25E-03	5.54E-03	3.80E-03	2.96E-03	3.13E-03	3.50E-03	3.53E-03	3.34E-03	3.22E-03	2.73E-03
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.91E-03	5.67E-03	5.86E-03	5.02E-03	3.59E-03	2.87E-03	3.00E-03	3.30E-03	3.34E-03	3.19E-03	3.06E-03	2.57E-03
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-21%	1%	7%	10%	6%	3%	4%	6%	6%	5%	5%	6%

**alvo: Timo**

0.00E+00	0.00E+00	2.74E-04	1.89E-03	1.95E-03	4.04E-03	2.94E-03	3.62E-03	3.47E-03	6.24E-03	3.23E-03	2.51E-03
0	0	63	65	38	27	35	42	41	42	53	62
0.00E+00	5.00E-08	8.16E-04	4.82E-03	3.82E-03	4.13E-03	3.84E-03	4.85E-03	1.69E-03	6.69E-03	1.75E-04	1.38E-03
0	100	67	28	27	22	26	36	66	36	62	84
0%	-100%	-66%	-61%	-49%	-2%	-23%	-25%	105%	-7%	1746%	82%

**alvo: Tireóide**

0.00E+00	2.99E-04	4.70E-05	4.02E-04	7.16E-04	8.86E-04	2.82E-03	3.03E-03	6.11E-04	6.26E-04	1.17E-03	1.38E-03
0	100	84	73	99	42	41	56	76	94	98	91
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.82E-03	1.68E-03	5.06E-04	1.16E-03	2.66E-03	2.73E-03	1.66E-03	9.79E-05	1.59E-04
0	0	0	49	38	59	71	50	56	62	100	81
0%	0%	0%	-89%	-57%	75%	143%	14%	-78%	-62%	1095%	768%

**alvo: Útero**

0.00E+00	0.00E+00	7.49E-09	1.26E-03	2.48E-03	2.41E-03	3.16E-03	2.99E-03	2.39E-03	1.74E-03	1.84E-03	3.16E-03
0	0	100	45	21	22	23	31	30	36	41	37
0.00E+00	0.00E+00	5.00E-04	7.70E-04	2.48E-03	4.55E-03	3.90E-03	4.13E-03	3.44E-03	3.33E-03	2.31E-03	3.98E-03
0	0	78	39	19	15	18	23	28	29	34	30
0%	0%	-100%	64%	0%	-47%	-19%	-28%	-31%	-48%	-20%	-21%

Tabela 27 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Pele Total.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída nos  
PULMÕES**

**LEGENDA:**

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

**alvo: Adrenais**

0.00E+00	5.14E-06	7.83E-03	1.34E-02	1.89E-02	1.12E-02	1.38E-02	9.57E-03	1.29E-02	1.06E-02	7.67E-03	1.05E-02
0	97	46	26	16	18	20	29	31	34	45	40
0.00E+00	8.45E-05	4.28E-03	1.24E-02	1.45E-02	8.91E-03	1.05E-02	9.90E-03	1.38E-02	9.20E-03	4.93E-03	4.86E-03
0	67	45	23	15	19	21	28	28	35	53	56
0%	-94%	83%	8%	30%	26%	31%	-3%	-7%	15%	56%	116%

**alvo: Baço**

4.58E-07	1.10E-03	4.86E-03	1.50E-02	1.19E-02	9.10E-03	8.79E-03	9.53E-03	7.71E-03	8.93E-03	7.30E-03	5.91E-03
100	41	17	9	7	7	8	10	12	13	14	17
0.00E+00	7.32E-04	5.49E-03	1.15E-02	1.29E-02	8.67E-03	7.83E-03	8.48E-03	6.55E-03	5.48E-03	5.98E-03	5.63E-03
0	42	15	9	7	7	8	10	12	14	14	16
0%	50%	-11%	30%	-8%	5%	12%	12%	18%	63%	22%	5%

**alvo: Bexiga**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.51E-05	3.32E-08	0.00E+00	3.41E-05	4.42E-04	5.36E-05	1.85E-03	1.85E-03
0	0	0	0	100	100	0	64	79	92	59	63
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.60E-05	3.74E-05	5.19E-04	5.08E-04	1.45E-04	7.43E-04	2.34E-04
0	0	0	0	0	90	100	90	71	96	86	70
0%	0%	0%	0%	0%	-100%	-100%	-93%	-13%	-63%	149%	691%

**alvo: Corpo Total**

1.73E-02	1.73E-02	1.71E-02	1.52E-02	1.04E-02	6.56E-03	6.01E-03	5.87E-03	5.50E-03	5.02E-03	4.79E-03	3.87E-03
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1.43E-02	1.43E-02	1.41E-02	1.27E-02	8.93E-03	5.79E-03	5.30E-03	5.19E-03	4.79E-03	4.46E-03	4.25E-03	3.44E-03
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
21%	21%	21%	20%	16%	13%	13%	13%	15%	13%	13%	13%

**alvo: Esqueleto**

8.20E-04	1.92E-03	5.71E-03	1.51E-02	1.61E-02	8.22E-03	5.29E-03	4.40E-03	4.06E-03	3.74E-03	3.50E-03	2.99E-03
7	4	2	1	1	1	2	2	2	2	3	3
5.72E-04	1.38E-03	4.09E-03	1.06E-02	1.26E-02	6.95E-03	4.54E-03	3.73E-03	3.33E-03	3.13E-03	3.03E-03	2.60E-03
7	5	2	1	1	1	1	2	2	2	3	3
43%	39%	40%	42%	28%	18%	17%	18%	22%	19%	16%	15%

**alvo: Estômago**

0.00E+00	4.50E-05	1.50E-03	6.11E-03	8.29E-03	6.19E-03	6.00E-03	6.02E-03	4.19E-03	5.37E-03	5.30E-03	3.49E-03
0	80	30	12	8	8	10	13	18	16	17	22
0.00E+00	4.33E-06	1.42E-03	5.80E-03	6.67E-03	6.54E-03	5.73E-03	6.09E-03	4.29E-03	2.42E-03	4.82E-03	3.14E-03
0	100	30	11	8	8	9	11	15	20	16	22
0%	939%	6%	5%	24%	-5%	5%	-1%	-2%	122%	10%	11%

**alvo: Fígado**

1.64E-04	2.59E-03	8.25E-03	1.48E-02	1.43E-02	1.05E-02	9.60E-03	9.08E-03	8.79E-03	8.34E-03	6.93E-03	6.51E-03
36	8	5	3	3	3	3	3	4	4	5	5
9.89E-05	2.00E-03	6.42E-03	1.23E-02	1.17E-02	9.05E-03	8.29E-03	7.68E-03	7.93E-03	6.93E-03	6.54E-03	5.49E-03
41	9	5	3	3	3	3	3	4	4	4	5
66%	30%	29%	20%	22%	16%	16%	18%	11%	20%	6%	19%

**alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.61E-08	7.94E-05	1.86E-04	2.87E-04	4.14E-04	9.47E-04	4.17E-04	3.30E-04	1.04E-03
0	0	0	79	64	34	43	45	34	50	56	43
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.37E-05	1.22E-04	3.62E-04	2.31E-04	4.29E-04	1.93E-04	3.13E-04	3.45E-04
0	0	0	0	57	51	35	36	44	50	60	56
0%	0%	0%	0%	480%	52%	-21%	79%	121%	116%	5%	201%

**alvo: G. I. Intestino Grosso Superior**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.91E-05	7.24E-04	9.24E-04	1.27E-03	1.37E-03	9.48E-04	1.61E-03	1.74E-03	1.45E-03
0	0	0	83	20	16	17	22	25	25	25	30
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.91E-05	4.12E-04	9.60E-04	7.03E-04	1.23E-03	7.91E-04	1.18E-03	9.50E-04	1.11E-03
0	0	0	72	23	16	21	22	29	24	32	29
0%	0%	0%	209%	76%	-4%	81%	11%	20%	36%	83%	31%

**alvo: Intestino Delgado**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.18E-05	4.41E-04	7.93E-04	8.99E-04	1.22E-03	1.25E-03	1.55E-03	1.13E-03	1.40E-03
0	0	0	36	16	10	10	11	11	12	13	14
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.14E-05	4.34E-04	6.14E-04	6.45E-04	1.01E-03	1.13E-03	1.16E-03	9.95E-04	8.44E-04
0	0	0	46	14	11	10	11	12	12	13	15
0%	0%	0%	1%	2%	29%	39%	21%	11%	34%	14%	66%

**alvo: Medula Amarela**

1.12E-03	2.57E-03	7.16E-03	1.70E-02	1.65E-02	8.11E-03	5.02E-03	4.27E-03	3.94E-03	3.66E-03	3.49E-03	2.92E-03
7	4	2	1	1	1	2	2	3	3	3	4
7.78E-04	1.84E-03	5.18E-03	1.22E-02	1.34E-02	7.04E-03	4.58E-03	3.83E-03	3.28E-03	3.20E-03	3.10E-03	2.65E-03
7	5	2	1	1	1	2	2	3	3	3	4
44%	40%	38%	39%	23%	15%	10%	11%	20%	14%	13%	10%

**alvo: Medula Vermelha**

8.50E-04	2.01E-03	6.38E-03	1.82E-02	2.07E-02	1.13E-02	7.36E-03	6.03E-03	5.63E-03	5.16E-03	4.84E-03	4.04E-03
7	4	2	1	1	1	2	2	3	3	3	4
5.92E-04	1.45E-03	4.53E-03	1.25E-02	1.54E-02	8.98E-03	5.92E-03	4.80E-03	4.34E-03	4.07E-03	3.82E-03	3.33E-03
7	5	2	1	1	1	2	2	3	3	3	3
44%	39%	41%	46%	34%	26%	24%	26%	30%	27%	27%	21%

**alvo: Ovários**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.46E-07	1.10E-03	1.59E-04	3.51E-04	1.78E-03	2.63E-04	3.23E-07	1.29E-05
0	0	0	0	100	100	100	91	94	59	100	100
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.27E-05	9.68E-04	7.29E-04	4.83E-05	2.51E-06	2.08E-05	1.57E-06
0	0	0	0	0	100	83	88	100	80	100	100
0%	0%	0%	0%	0%	2476%	-84%	-52%	3585%	10378%	-98%	722%

**alvo: Pâncreas**

0.00E+00	0.00E+00	1.81E-03	1.32E-02	1.84E-02	1.73E-02	1.58E-02	1.51E-02	1.21E-02	1.24E-02	9.60E-03	1.05E-02
0	0	43	13	9	9	10	13	17	19	21	21
0.00E+00	1.63E-08	5.52E-04	6.71E-03	1.12E-02	9.66E-03	9.46E-03	9.04E-03	6.31E-03	6.62E-03	6.85E-03	5.97E-03
0	100	73	17	11	9	12	15	20	22	23	25
0%	-100%	228%	97%	64%	79%	67%	67%	92%	87%	40%	76%

## alvo: Pele Total

2.66E-08	1.91E-04	8.87E-04	2.40E-03	2.64E-03	2.20E-03	2.29E-03	2.63E-03	2.49E-03	2.43E-03	2.45E-03	1.82E-03
96	22	9	4	3	3	4	4	5	5	6	7
1.14E-05	1.12E-04	6.12E-04	1.81E-03	2.15E-03	1.98E-03	2.03E-03	2.33E-03	2.24E-03	2.28E-03	2.08E-03	1.59E-03
100	27	10	5	3	3	4	4	5	5	6	7
-100%	71%	45%	33%	23%	11%	13%	13%	11%	7%	18%	14%

## alvo: Pulmões

6.47E-01	5.32E-01	3.87E-01	2.05E-01	8.35E-02	4.68E-02	4.67E-02	4.65E-02	4.23E-02	3.80E-02	3.51E-02	2.79E-02
1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3
5.45E-01	4.52E-01	3.37E-01	1.82E-01	7.58E-02	4.27E-02	4.14E-02	4.29E-02	3.88E-02	3.48E-02	3.30E-02	2.49E-02
1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3
19%	18%	15%	13%	10%	10%	13%	8%	9%	9%	6%	12%

## alvo: Rins

0.00E+00	0.00E+00	1.82E-05	2.13E-03	3.54E-03	4.38E-03	3.54E-03	3.92E-03	3.79E-03	4.68E-03	3.45E-03	3.92E-03
0	0	66	18	10	8	9	12	13	13	15	16
0.00E+00	0.00E+00	9.76E-06	1.33E-03	3.02E-03	3.38E-03	3.16E-03	3.59E-03	3.35E-03	3.25E-03	3.62E-03	2.89E-03
0	0	48	20	10	8	9	11	13	13	14	16
0%	0%	86%	60%	17%	30%	12%	9%	13%	44%	-5%	36%

## alvo: Tecido Total

9.97E-03	1.20E-02	1.37E-02	1.26E-02	8.27E-03	5.61E-03	5.47E-03	5.46E-03	5.14E-03	4.64E-03	4.49E-03	3.58E-03
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
8.36E-03	9.97E-03	1.14E-02	1.08E-02	7.31E-03	4.98E-03	4.89E-03	4.87E-03	4.51E-03	4.21E-03	4.00E-03	3.24E-03
1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
19%	20%	20%	17%	13%	13%	12%	12%	14%	10%	12%	10%

## alvo: Timo

0.00E+00	8.66E-07	5.02E-03	1.63E-02	2.34E-02	1.40E-02	1.31E-02	1.16E-02	1.49E-02	8.96E-03	9.95E-03	8.32E-03
0	75	42	17	11	13	16	20	22	30	31	33
0.00E+00	2.54E-05	2.87E-03	1.69E-02	2.23E-02	1.27E-02	1.46E-02	1.84E-02	8.80E-03	1.78E-02	8.71E-03	1.06E-02
0	100	43	16	11	13	14	17	22	22	28	29
0%	-97%	75%	-4%	5%	10%	-10%	-37%	69%	-50%	14%	-22%

## alvo: Tireóide

0.00E+00	0.00E+00	1.66E-03	2.13E-03	6.39E-03	3.76E-03	5.80E-03	4.79E-03	4.28E-03	2.32E-03	1.86E-03	5.50E-03
0	0	88	70	27	25	29	36	48	59	57	53
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.68E-04	2.26E-03	2.51E-03	3.29E-03	4.59E-03	3.21E-03	1.24E-03	4.36E-03	1.66E-03
0	0	0	70	30	31	32	42	52	88	43	91
0%	0%	0%	479%	183%	50%	76%	4%	33%	87%	-57%	231%

## alvo: Útero

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.61E-08	1.08E-04	2.67E-04	6.84E-04	1.40E-04	1.48E-03	6.21E-04	7.93E-04
0	0	0	0	88	71	48	42	60	42	67	67
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.76E-07	1.96E-04	6.54E-04	8.50E-04	8.97E-04	2.29E-04	4.20E-04	1.07E-03
0	0	0	0	87	51	41	51	46	69	49	56
0%	0%	0%	0%	-69%	-45%	-59%	-20%	-84%	546%	48%	-26%

Tabela 28 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Pulmões.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída em ambos os  
RINS**

**LEGENDA:**

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

**alvo: Adrenais**

2.38E-02	6.69E-02	1.14E-01	1.21E-01	7.84E-02	4.18E-02	4.15E-02	4.05E-02	4.32E-02	1.90E-02	3.26E-02	3.02E-02
32	18	12	9	8	10	13	16	19	27	22	26
6.66E-03	3.48E-02	7.74E-02	9.01E-02	7.20E-02	4.27E-02	4.21E-02	4.53E-02	3.50E-02	2.75E-02	3.27E-02	2.50E-02
55	22	13	9	8	10	11	14	19	21	20	24
257%	92%	47%	34%	9%	-2%	-1%	-11%	23%	-31%	0%	21%

**alvo: Baço**

1.18E-03	1.64E-02	5.32E-02	9.04E-02	5.93E-02	3.84E-02	3.56E-02	3.28E-02	3.34E-02	2.96E-02	2.80E-02	2.35E-02
44	11	6	4	3	4	4	5	6	7	7	8
3.93E-04	1.13E-02	3.57E-02	6.90E-02	4.99E-02	3.45E-02	3.20E-02	2.96E-02	2.78E-02	2.48E-02	2.25E-02	1.91E-02
69	12	6	4	3	4	4	5	6	7	8	8
200%	45%	49%	31%	19%	11%	11%	11%	20%	19%	24%	23%

**alvo: Bexiga**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.94E-08	5.43E-04	1.10E-03	1.29E-03	1.95E-03	8.98E-04	1.27E-03	1.75E-03	1.50E-03
0	0	0	79	42	26	32	38	50	60	50	63
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.28E-05	6.38E-05	1.61E-03	1.39E-03	1.47E-03	2.32E-03	1.96E-03	2.97E-03	4.43E-04
0	0	0	94	52	24	27	45	40	43	40	51
0%	0%	0%	-100%	751%	-32%	-7%	33%	-61%	-35%	-41%	239%

**alvo: Corpo Total**

1.73E-02	1.72E-02	1.68E-02	1.46E-02	1.05E-02	7.37E-03	6.76E-03	6.60E-03	6.33E-03	5.86E-03	5.46E-03	4.64E-03
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
1.43E-02	1.43E-02	1.40E-02	1.23E-02	9.08E-03	6.42E-03	5.91E-03	5.83E-03	5.53E-03	5.15E-03	4.82E-03	4.09E-03
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
21%	20%	20%	19%	16%	15%	14%	13%	14%	14%	13%	13%

**alvo: Esqueleto**

4.19E-06	7.05E-04	3.66E-03	1.09E-02	1.38E-02	8.19E-03	5.28E-03	4.02E-03	3.83E-03	3.61E-03	3.36E-03	2.75E-03
98	7	3	1	1	1	2	2	2	3	3	3
1.55E-07	3.62E-04	2.14E-03	7.38E-03	1.05E-02	6.25E-03	4.09E-03	3.26E-03	3.05E-03	2.90E-03	2.74E-03	2.30E-03
95	8	3	2	1	1	2	2	2	2	3	3
2603%	95%	71%	48%	31%	31%	29%	23%	26%	24%	23%	20%

**alvo: Estômago**

0.00E+00	9.00E-08	6.60E-04	1.17E-02	1.88E-02	1.79E-02	1.41E-02	1.24E-02	1.15E-02	1.25E-02	9.28E-03	9.11E-03
0	100	36	9	5	5	6	9	11	11	13	14
0.00E+00	0.00E+00	9.38E-04	1.02E-02	1.48E-02	1.54E-02	1.25E-02	1.03E-02	1.09E-02	1.15E-02	6.86E-03	8.74E-03
0	0	34	8	5	5	6	9	10	10	13	13
0%	0%	-30%	15%	27%	16%	13%	20%	6%	9%	35%	4%

## alvo: Fígado

1.16E-06	1.06E-03	5.84E-03	1.94E-02	2.19E-02	1.77E-02	1.57E-02	1.48E-02	1.44E-02	1.23E-02	1.15E-02	9.39E-03
88	13	5	3	2	2	2	3	3	3	4	4
8.92E-07	7.77E-04	4.22E-03	1.58E-02	1.96E-02	1.54E-02	1.44E-02	1.31E-02	1.20E-02	1.13E-02	1.04E-02	8.02E-03
95	14	6	3	2	2	2	3	3	3	3	4
30%	36%	38%	23%	12%	15%	9%	13%	20%	9%	11%	17%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior

0.00E+00	0.00E+00	4.90E-06	1.04E-03	2.35E-03	3.06E-03	3.01E-03	3.22E-03	2.68E-03	2.83E-03	3.40E-03	2.54E-03
0	0	94	24	14	11	12	16	20	22	21	27
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.68E-04	2.54E-03	2.56E-03	2.86E-03	2.68E-03	3.03E-03	3.30E-03	3.34E-03	3.24E-03
0	0	65	26	13	11	12	17	16	18	19	21
0%	0%	0%	56%	-7%	20%	5%	20%	-12%	-14%	2%	-22%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Superior

0.00E+00	8.07E-08	1.07E-03	7.01E-03	1.40E-02	1.15E-02	1.01E-02	9.90E-03	9.31E-03	1.02E-02	1.03E-02	6.94E-03
0	100	33	9	5	5	6	8	10	10	11	14
0.00E+00	0.00E+00	3.20E-04	5.79E-03	1.18E-02	1.13E-02	1.01E-02	9.24E-03	7.96E-03	7.55E-03	6.48E-03	5.07E-03
0	0	42	9	5	5	6	8	10	10	12	14
0%	0%	234%	21%	19%	2%	0%	7%	17%	35%	59%	37%

## alvo: Intestino Delgado

0.00E+00	8.48E-05	1.10E-03	8.26E-03	1.48E-02	1.37E-02	1.22E-02	1.17E-02	1.12E-02	9.99E-03	9.11E-03	7.49E-03
0	61	15	4	3	3	3	4	4	5	5	6
0.00E+00	4.71E-06	6.31E-04	5.96E-03	1.25E-02	1.16E-02	1.01E-02	9.83E-03	9.00E-03	7.88E-03	7.64E-03	6.71E-03
0	98	18	5	3	3	3	4	4	5	5	6
0%	1700%	74%	39%	18%	18%	21%	19%	24%	27%	19%	12%

## alvo: Medula Amarela

5.21E-06	8.42E-04	4.38E-03	1.29E-02	1.64E-02	9.72E-03	6.18E-03	4.72E-03	4.45E-03	4.11E-03	3.96E-03	3.09E-03
98	7	3	2	1	1	2	2	3	3	3	3
9.37E-08	4.36E-04	2.57E-03	8.72E-03	1.27E-02	7.72E-03	4.98E-03	4.03E-03	3.67E-03	3.51E-03	3.46E-03	2.81E-03
95	9	3	2	1	1	2	2	3	3	3	3
5460%	93%	70%	48%	29%	26%	24%	17%	21%	17%	14%	10%

## alvo: Medula Vermelha

1.55E-05	1.82E-03	9.46E-03	2.98E-02	3.77E-02	2.23E-02	1.40E-02	1.06E-02	1.00E-02	9.39E-03	8.65E-03	6.79E-03
99	8	3	2	1	2	2	2	3	3	3	4
2.81E-07	9.29E-04	5.53E-03	1.96E-02	2.84E-02	1.63E-02	1.07E-02	8.27E-03	7.55E-03	7.13E-03	6.60E-03	5.47E-03
95	9	4	2	1	2	2	2	3	3	3	4
5416%	96%	71%	52%	33%	37%	31%	28%	32%	32%	31%	24%

## alvo: Ovários

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.17E-03	2.98E-03	6.26E-03	2.31E-03	7.24E-04	8.37E-03	4.33E-03	4.80E-03
0	0	0	0	36	36	50	50	80	67	94	91
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.61E-05	7.37E-04	2.92E-03	2.58E-03	1.23E-03	5.36E-03	2.56E-03	3.27E-03	3.50E-03
0	0	0	83	48	37	39	53	62	90	65	56
0%	0%	0%	-100%	466%	2%	143%	88%	-86%	227%	32%	37%

## alvo: Pâncreas

0.00E+00	1.96E-06	8.17E-03	4.38E-02	5.30E-02	4.22E-02	3.87E-02	3.59E-02	3.26E-02	2.47E-02	2.54E-02	2.37E-02
0	87	22	7	6	5	7	9	10	12	13	14
0.00E+00	6.61E-08	2.71E-03	2.42E-02	3.22E-02	2.70E-02	2.25E-02	2.26E-02	1.78E-02	1.72E-02	1.49E-02	1.38E-02
0	59	31	9	6	6	8	10	12	13	14	17
0%	2865%	201%	81%	65%	56%	72%	59%	83%	44%	70%	72%

## alvo: Pele Total

5.81E-07	4.15E-04	1.68E-03	3.21E-03	2.80E-03	2.08E-03	2.39E-03	2.53E-03	2.54E-03	2.70E-03	2.39E-03	2.06E-03
100	15	7	4	3	3	4	4	5	5	6	6
0.00E+00	1.68E-04	1.41E-03	2.65E-03	2.31E-03	1.82E-03	2.18E-03	2.31E-03	2.30E-03	2.01E-03	2.31E-03	1.94E-03
0	20	7	4	3	3	4	4	5	6	5	6
0%	147%	19%	21%	21%	14%	10%	10%	10%	34%	3%	6%

## alvo: Pulmões

0.00E+00	0.00E+00	3.17E-05	1.80E-03	4.06E-03	3.79E-03	4.28E-03	3.69E-03	3.58E-03	3.55E-03	3.41E-03	2.86E-03
0	0	48	9	5	4	5	6	7	8	8	10
0.00E+00	0.00E+00	2.94E-05	1.17E-03	3.15E-03	3.29E-03	3.42E-03	3.08E-03	3.49E-03	3.15E-03	3.10E-03	2.90E-03
0	0	45	10	5	4	5	6	7	8	8	9
0%	0%	8%	54%	29%	15%	25%	20%	3%	13%	10%	-1%

## alvo: Rins

3.67E+00	3.07E+00	2.24E+00	1.11E+00	4.19E-01	2.48E-01	2.52E-01	2.69E-01	2.42E-01	2.30E-01	2.09E-01	1.76E-01
0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2
3.28E+00	2.74E+00	2.03E+00	1.02E+00	3.96E-01	2.30E-01	2.40E-01	2.54E-01	2.31E-01	2.13E-01	1.94E-01	1.64E-01
0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2
12%	12%	10%	9%	6%	8%	5%	6%	5%	8%	8%	7%

## alvo: Tecido Total

3.37E-03	6.56E-03	9.72E-03	1.07E-02	7.80E-03	5.82E-03	5.63E-03	5.61E-03	5.47E-03	5.05E-03	4.73E-03	4.06E-03
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1.38E-03	4.38E-03	7.33E-03	8.77E-03	6.77E-03	5.10E-03	4.86E-03	4.91E-03	4.75E-03	4.43E-03	4.14E-03	3.53E-03
2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
144%	50%	33%	22%	15%	14%	16%	14%	15%	14%	14%	15%

## alvo: Timo

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.39E-04	9.83E-04	8.60E-04	1.20E-03	2.09E-04	1.61E-03	6.25E-04	2.48E-03
0	0	0	0	56	34	48	64	62	70	57	63
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.77E-04	1.70E-03	1.29E-03	6.28E-04	9.28E-04	2.45E-03	1.99E-03	1.70E-04
0	0	0	0	74	38	49	52	58	61	68	72
0%	0%	0%	0%	239%	-42%	-33%	91%	-77%	-34%	-69%	1359%

## alvo: Tireóide

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.27E-04	1.17E-05	5.11E-04	1.24E-04	0.00E+00	2.40E-03	1.50E-03
0	0	0	0	0	100	100	61	97	97	72	96
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.81E-06	0.00E+00	1.01E-04	1.23E-03	1.03E-06	9.53E-04	7.68E-04
0	0	0	0	0	100	0	76	99	81	100	94
0%	0%	0%	0%	0%	4420%	0%	406%	-90%	-100%	152%	95%

## alvo: Útero

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.60E-04	3.14E-03	2.84E-03	5.24E-03	3.18E-03	3.45E-03	2.75E-03	2.83E-03	3.77E-03
0	0	0	75	18	18	15	23	26	32	31	33
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.64E-04	1.97E-03	3.16E-03	2.91E-03	2.30E-03	2.95E-03	2.32E-03	3.20E-03	8.13E-03
0	0	0	51	22	16	16	21	24	32	30	21
0%	0%	0%	-36%	59%	-10%	80%	38%	17%	19%	-12%	-54%

Tabela 29 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Rins.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída no  
TECIDO TOTAL**

**LEGENDA:**

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder											

**alvo: Adrenais**

0.00E+00	2.98E-04	8.76E-06	1.01E-04	1.84E-06							
0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
0.00E+00	4.84E-05	0.00E+00									
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	109%	0%

**alvo: Baço**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.31E-05	3.96E-05	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-05	0.00E+00	0.00E+00
0	0	0	0	0	100	75	0	0	84	98	62
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.11E-05	5.64E-05	3.62E-06	7.18E-05	1.36E-06	5.23E-09
0	0	0	0	0	0	100	70	90	76	98	100
0%	0%	0%	0%	0%	0%	88%	-100%	-100%	-84%	-100%	-100%

**alvo: Bexiga**

0.00E+00	0.00E+00	1.27E-05	8.88E-04	1.61E-03	2.72E-03	2.49E-03	2.77E-03	5.65E-04	1.80E-03	2.00E-03	2.10E-03
0	0	100	52	27	21	27	36	37	52	53	55
0.00E+00	0.00E+00	5.52E-08	5.18E-04	1.42E-03	2.31E-03	1.45E-03	1.16E-03	2.72E-03	1.61E-03	6.80E-04	1.19E-03
0	0	100	38	27	23	32	38	41	45	52	58
0%	0%	22907%	71%	13%	18%	72%	139%	-79%	12%	194%	76%

**alvo: Corpo Total**

1.43E-02	1.35E-02	1.24E-02	9.70E-03	6.27E-03	4.01E-03	3.79E-03	3.95E-03	3.82E-03	3.58E-03	3.37E-03	2.82E-03
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1.41E-02	1.34E-02	1.23E-02	9.77E-03	6.44E-03	4.26E-03	4.02E-03	4.11E-03	3.92E-03	3.73E-03	3.51E-03	2.91E-03
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1%	1%	1%	-1%	-3%	-6%	-6%	-4%	-3%	-4%	-4%	-3%

**alvo: Esqueleto**

6.85E-03	8.87E-03	1.15E-02	1.69E-02	1.63E-02	8.62E-03	5.87E-03	5.28E-03	4.92E-03	4.74E-03	4.50E-03	3.69E-03
2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3
4.82E-03	6.05E-03	8.26E-03	1.28E-02	1.34E-02	7.73E-03	5.27E-03	4.49E-03	4.11E-03	3.93E-03	3.66E-03	3.01E-03
2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	3
42%	47%	39%	32%	22%	12%	11%	18%	20%	21%	23%	23%

**alvo: Estômago**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.66E-06	9.88E-05	1.06E-04	7.78E-05	1.08E-04	1.17E-04
0	0	0	0	0	0	100	90	78	100	95	72
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.06E-04	1.37E-05	3.54E-06	1.27E-04	1.67E-04	5.64E-05
0	0	0	0	0	0	75	82	97	79	99	67
0%	0%	0%	0%	0%	0%	-98%	621%	2894%	-39%	-35%	107%

## alvo: Fígado

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.32E-05	1.65E-05	2.70E-05	9.68E-05	1.50E-04	1.26E-04	2.28E-04
0	0	0	0	0	67	37	36	32	27	30	26
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.79E-06	1.01E-05	3.46E-05	9.80E-05	1.16E-04	1.29E-04	1.46E-04
0	0	0	0	0	61	52	40	28	31	28	28
0%	0%	0%	0%	0%	128%	63%	-22%	-1%	29%	-2%	56%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior

0.00E+00	0.00E+00	9.39E-05	9.01E-04	2.11E-03	2.15E-03	1.85E-03	1.77E-03	2.11E-03	2.49E-03	2.72E-03	1.81E-03
0	0	79	25	16	13	18	22	25	23	25	31
0.00E+00	0.00E+00	7.89E-05	1.49E-03	2.26E-03	1.73E-03	2.09E-03	1.37E-03	1.36E-03	2.35E-03	1.19E-03	1.75E-03
0	0	80	24	15	14	15	21	24	23	31	26
0%	0%	19%	-40%	-7%	24%	-11%	29%	55%	6%	129%	3%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Superior

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.35E-05	2.34E-04	2.35E-04	4.84E-04	2.72E-04	2.01E-04	7.26E-04	3.60E-04
0	0	0	0	58	38	33	41	40	54	40	58
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.18E-07	3.57E-06	2.73E-04	2.51E-04	2.73E-04	5.40E-04	4.13E-04	5.42E-04	3.41E-04
0	0	0	100	92	30	35	39	37	47	40	52
0%	0%	0%	-100%	2239%	-14%	-6%	77%	-50%	-51%	34%	6%

## alvo: Intestino Delgado

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.10E-06	1.27E-04	4.13E-04	3.25E-04	5.32E-04	5.14E-04	5.25E-04	5.56E-04	4.13E-04
0	0	0	87	31	15	17	18	18	19	20	23
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.48E-06	3.63E-05	2.29E-04	2.32E-04	4.06E-04	3.38E-04	3.43E-04	4.76E-04	5.32E-04
0	0	0	100	47	18	17	18	18	21	21	19
0%	0%	0%	177%	250%	80%	40%	31%	52%	53%	17%	-22%

## alvo: Medula Amarela

1.04E-02	1.29E-02	1.54E-02	1.96E-02	1.63E-02	7.72E-03	5.24E-03	4.94E-03	4.71E-03	4.64E-03	4.28E-03	3.49E-03
2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4
6.86E-03	8.14E-03	1.03E-02	1.37E-02	1.25E-02	6.57E-03	4.45E-03	3.94E-03	3.68E-03	3.53E-03	3.33E-03	2.70E-03
3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4
52%	58%	50%	43%	30%	18%	18%	25%	28%	31%	29%	29%

## alvo: Medula Vermelha

8.26E-05	1.66E-04	4.84E-04	1.54E-03	2.43E-03	1.65E-03	1.19E-03	9.88E-04	8.53E-04	8.19E-04	8.84E-04	7.53E-04
31	16	9	5	4	5	5	6	7	8	8	9
8.82E-05	1.85E-04	4.16E-04	1.22E-03	2.25E-03	1.54E-03	1.10E-03	9.09E-04	9.11E-04	7.57E-04	7.60E-04	7.00E-04
8	9	7	5	4	4	4	6	6	7	8	9
-6%	-10%	16%	26%	8%	7%	8%	9%	-6%	8%	16%	8%

## alvo: Ovários

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.72E-04	1.79E-03	0.00E+00	2.46E-04	2.40E-05	2.02E-04	0.00E+00
0	0	0	0	51	74	95	0	100	99	92	0
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.52E-07	7.86E-04	1.46E-04	2.39E-03	1.44E-04	2.01E-05	1.12E-03	2.78E-04
0	0	0	0	100	60	97	63	72	76	100	93
0%	0%	0%	0%	-100%	-15%	1126%	-100%	71%	19%	-82%	-100%

## alvo: Pâncreas

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.34E-04	1.46E-04	1.96E-05	2.52E-04	1.92E-05	9.14E-05	1.75E-04	5.45E-04
0	0	0	0	100	100	100	96	57	78	83	99
0.00E+00	4.06E-04	0.00E+00	5.76E-05	1.58E-05	1.73E-05						
0	0	0	0	0	0	0	71	0	99	100	79
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-38%	0%	59%	1008%	3050%

## alvo: Pele Total

4.00E-05	7.53E-05	8.45E-05	1.54E-04	1.31E-04	1.09E-04	1.47E-04	2.33E-04	1.91E-04	2.44E-04	2.46E-04	2.33E-04
54	38	27	17	14	14	14	14	17	17	18	20
2.07E-02	1.76E-02	1.42E-02	9.46E-03	5.28E-03	3.51E-03	3.82E-03	4.18E-03	4.05E-03	4.15E-03	3.91E-03	2.97E-03
2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	4	5
-100%	-100%	-99%	-98%	-98%	-97%	-96%	-94%	-95%	-94%	-94%	-92%

## alvo: Pulmões

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.77E-06	1.93E-05	2.56E-06	4.96E-05	9.83E-05	5.67E-05	1.04E-04
0	0	0	0	0	100	61	58	61	47	66	51
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.46E-06	9.90E-06	7.06E-06	5.85E-05	6.41E-05	4.22E-05	3.87E-05
0	0	0	0	0	100	62	67	51	50	71	59
0%	0%	0%	0%	0%	-60%	95%	-64%	-15%	53%	34%	169%

## alvo: Rins

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.68E-06	1.64E-04	6.14E-06	7.16E-05	1.99E-04	1.33E-04	1.54E-04	1.02E-04
0	0	0	0	100	71	99	52	53	75	74	90
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.69E-06	5.66E-05	3.44E-05	1.70E-04	1.84E-05	1.03E-04	1.29E-04
0	0	0	0	0	88	99	73	53	47	89	72
0%	0%	0%	0%	0%	2033%	-89%	108%	17%	623%	50%	-21%

## alvo: Tecido Total

1.92E-02	1.77E-02	1.55E-02	1.05E-02	5.66E-03	3.97E-03	4.21E-03	4.54E-03	4.43E-03	4.10E-03	3.86E-03	3.22E-03
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.80E-02	1.70E-02	1.51E-02	1.07E-02	6.05E-03	4.23E-03	4.38E-03	4.67E-03	4.47E-03	4.22E-03	3.98E-03	3.32E-03
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
7%	4%	3%	-2%	-6%	-6%	-4%	-3%	-1%	-3%	-3%	-3%

## alvo: Timo

0.00E+00	2.36E-05	0.00E+00	0.00E+00								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
0.00E+00	1.45E-04	0.00E+00	0.00E+00								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-84%	0%	0%

## alvo: Tireóide

0.00E+00											
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.00E+00											
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

## alvo: Útero

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-04	5.01E-04	6.76E-04	7.46E-04	1.61E-03	5.36E-04	1.20E-03	8.93E-04	2.90E-03
0	0	0	100	42	34	37	38	38	48	64	40
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.18E-05	1.14E-04	4.93E-04	7.07E-04	1.28E-03	2.29E-04	9.26E-04	1.01E-03	1.48E-03
0	0	0	93	94	32	35	39	47	54	53	47
0%	0%	0%	405%	339%	37%	6%	26%	134%	30%	-12%	96%

Tabela 30 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Tecido Total.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída na  
TIREÓIDE**

**LEGENDA:**

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

**alvo: Adrenais**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.77E-05	8.14E-04	2.57E-04	6.13E-04	5.53E-05	1.67E-03	6.18E-07	5.10E-06
0	0	0	0	100	86	58	99	59	78	99	80
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.18E-06	3.15E-04	4.92E-04	1.25E-03	4.30E-04	2.01E-03	7.84E-05	1.05E-06	2.47E-04
0	0	0	100	100	75	64	72	67	59	59	98
0%	0%	0%	-100%	-94%	65%	-79%	43%	-97%	2030%	-41%	-98%

**alvo: Baço**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.39E-04	2.82E-04	3.69E-04	5.91E-04	8.49E-04	5.35E-04	5.00E-04	1.66E-03	1.11E-03
0	0	0	73	39	34	27	32	37	45	30	36
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.12E-04	2.99E-04	6.61E-04	7.13E-04	7.96E-04	7.16E-04	6.38E-04	8.17E-04
0	0	0	0	34	31	25	30	33	37	42	34
0%	0%	0%	0%	-10%	23%	-11%	19%	-33%	-30%	160%	36%

**alvo: Bexiga**

0.00E+00	4.47E-05	2.73E-04	2.86E-04	0.00E+00	8.37E-05						
0	0	0	0	0	0	0	100	74	89	0	93
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.16E-05	0.00E+00	8.66E-06	0.00E+00	6.33E-04	2.70E-05
0	0	0	0	0	0	100	0	100	0	86	94
0%	0%	0%	0%	0%	0%	-100%	0%	3052%	0%	-100%	210%

**alvo: Corpo Total**

1.73E-02	1.72E-02	1.65E-02	1.35E-02	8.73E-03	5.75E-03	5.41E-03	5.46E-03	5.20E-03	4.86E-03	4.54E-03	3.76E-03
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1.43E-02	1.42E-02	1.36E-02	1.10E-02	7.16E-03	4.80E-03	4.53E-03	4.61E-03	4.38E-03	4.13E-03	3.88E-03	3.22E-03
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
21%	21%	21%	23%	22%	20%	19%	18%	19%	18%	17%	17%

**alvo: Esqueleto**

0.00E+00	3.49E-05	6.73E-04	4.59E-03	8.48E-03	5.65E-03	3.69E-03	3.06E-03	2.97E-03	2.63E-03	2.55E-03	2.39E-03
0	32	6	2	1	2	2	2	3	3	3	3
0.00E+00	1.59E-05	3.82E-04	2.80E-03	5.70E-03	4.14E-03	2.76E-03	2.35E-03	2.32E-03	2.13E-03	2.05E-03	1.87E-03
0	40	7	2	2	2	2	2	3	3	3	3
0%	119%	76%	64%	49%	36%	34%	30%	28%	23%	24%	28%

**alvo: Estômago**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.04E-06	2.72E-04	3.91E-04	5.27E-04	3.44E-04	3.24E-04	5.37E-04	9.51E-04	7.73E-04
0	0	0	100	40	27	35	40	45	44	35	49
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.31E-06	1.52E-04	3.06E-04	1.79E-04	5.14E-04	5.83E-04	2.51E-04	6.15E-04	1.37E-03
0	0	0	100	41	25	29	29	38	37	50	34
0%	0%	0%	-86%	79%	28%	194%	-33%	-44%	114%	55%	-44%

## alvo: Fígado

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.66E-05	3.30E-04	6.04E-04	7.53E-04	7.29E-04	9.85E-04	8.99E-04	9.00E-04	1.14E-03
0	0	0	37	14	10	9	11	10	12	12	12
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.23E-05	2.00E-04	4.44E-04	5.41E-04	5.09E-04	8.43E-04	7.96E-04	9.02E-04	8.71E-04
0	0	0	39	17	11	10	11	11	11	11	12
0%	0%	0%	34%	65%	36%	39%	43%	17%	13%	0%	31%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.62E-05	5.17E-06	7.38E-06	2.26E-05	4.61E-08	1.22E-04
0	0	0	0	0	0	100	100	80	55	63	93
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.45E-10	5.70E-06	1.17E-05	3.96E-06	1.42E-06	2.97E-05	1.42E-04
0	0	0	0	0	100	72	71	100	87	61	81
0%	0%	0%	0%	0%	-100%	711%	-56%	86%	1492%	-100%	-14%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Superior

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.50E-06	5.39E-05	1.31E-04	2.20E-04	5.59E-05	4.17E-04	3.20E-04	2.64E-04
0	0	0	0	100	41	43	52	49	48	68	69
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.87E-05	1.11E-05	1.44E-04	1.41E-04	7.46E-05	1.21E-04	2.21E-04
0	0	0	0	0	66	75	41	37	55	73	69
0%	0%	0%	0%	0%	188%	1080%	53%	-60%	459%	164%	19%

## alvo: Intestino Delgado

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.64E-06	4.46E-05	8.84E-05	1.37E-04	1.22E-04	3.55E-04	2.49E-04	2.00E-04
0	0	0	0	63	44	30	29	32	22	27	33
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.06E-06	1.70E-05	7.78E-05	1.08E-04	1.27E-04	1.68E-04	1.79E-04	1.90E-04
0	0	0	0	61	49	37	31	30	29	33	31
0%	0%	0%	0%	-82%	162%	14%	27%	-4%	111%	39%	5%

## alvo: Medula Amarela

0.00E+00	3.04E-05	5.57E-04	3.23E-03	5.29E-03	3.48E-03	2.26E-03	1.90E-03	1.86E-03	1.69E-03	1.59E-03	1.53E-03
0	34	7	3	2	2	2	3	3	4	4	4
0.00E+00	1.58E-05	3.57E-04	2.02E-03	3.60E-03	2.52E-03	1.66E-03	1.44E-03	1.42E-03	1.36E-03	1.34E-03	1.20E-03
0	43	8	3	2	2	2	3	3	4	4	4
0%	92%	56%	60%	47%	38%	36%	32%	31%	24%	19%	28%

## alvo: Medula Vermelha

0.00E+00	6.22E-05	1.03E-03	6.14E-03	1.05E-02	7.08E-03	4.55E-03	3.83E-03	3.67E-03	3.20E-03	3.22E-03	2.84E-03
0	32	7	3	2	2	2	3	3	3	4	4
0.00E+00	2.56E-05	5.44E-04	3.53E-03	6.78E-03	5.00E-03	3.31E-03	2.80E-03	2.78E-03	2.47E-03	2.41E-03	2.23E-03
0	41	8	3	2	2	2	3	3	3	4	4
0%	143%	89%	74%	55%	42%	37%	37%	32%	30%	34%	27%

## alvo: Ovários

0.00E+00	2.67E-04	2.66E-07	7.02E-04	0.00E+00	0.00E+00						
0	0	0	0	0	0	0	100	0	100	100	100
0.00E+00	6.72E-04	7.83E-06	2.19E-06								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	-100%	-100%

## alvo: Pâncreas

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.06E-04	2.12E-04	4.80E-04	9.40E-04	1.02E-03	2.68E-04	2.56E-03	5.70E-04	1.57E-03
0	0	0	88	75	29	34	39	46	42	44	51
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.33E-04	4.37E-04	6.70E-04	9.72E-04	2.26E-04	1.66E-03	1.13E-03	1.27E-03
0	0	0	0	46	44	34	49	47	44	53	54
0%	0%	0%	0%	-60%	10%	40%	5%	19%	54%	-50%	24%

## alvo: Pele Total

0.00E+00	6.50E-04	3.03E-03	5.38E-03	3.97E-03	3.10E-03	3.02E-03	3.18E-03	3.39E-03	3.24E-03	3.11E-03	2.54E-03
0	12	5	3	2	3	3	4	4	5	5	6
1.01E-09	7.90E-04	3.28E-03	5.07E-03	3.68E-03	2.61E-03	2.86E-03	2.99E-03	3.20E-03	3.03E-03	2.86E-03	2.19E-03
100	11	4	3	2	3	3	4	4	5	5	6
-100%	-18%	-8%	6%	8%	19%	6%	6%	6%	7%	9%	16%

## alvo: Pulmões

0.00E+00	0.00E+00	9.91E-05	3.07E-03	6.40E-03	5.55E-03	5.23E-03	4.87E-03	5.11E-03	4.76E-03	4.07E-03	3.68E-03
0	0	39	7	4	4	4	5	6	7	7	8
0.00E+00	0.00E+00	3.87E-05	1.92E-03	4.92E-03	4.54E-03	4.30E-03	4.15E-03	4.37E-03	4.27E-03	3.93E-03	3.48E-03
0	0	39	8	4	4	4	5	6	6	7	8
0%	0%	156%	60%	30%	22%	22%	17%	17%	11%	4%	6%

## alvo: Rins

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.66E-06	1.05E-04	2.64E-04	1.80E-04	4.26E-04	5.03E-04	4.05E-04	6.56E-04	1.47E-04
0	0	0	100	68	26	34	39	28	37	37	64
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.37E-06	1.21E-04	1.60E-04	1.37E-04	2.29E-04	4.23E-04	4.66E-04	5.14E-04	5.96E-04
0	0	0	100	51	29	48	47	32	37	38	35
0%	0%	0%	21%	-13%	65%	31%	86%	19%	-13%	28%	-75%

## alvo: Tecido Total

4.53E-03	1.14E-02	1.54E-02	1.49E-02	9.23E-03	5.96E-03	5.79E-03	5.90E-03	5.57E-03	5.20E-03	4.86E-03	3.99E-03
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
3.52E-03	9.04E-03	1.23E-02	1.21E-02	7.72E-03	5.05E-03	4.86E-03	4.99E-03	4.70E-03	4.43E-03	4.14E-03	3.42E-03
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
29%	26%	25%	23%	20%	18%	19%	18%	19%	17%	17%	17%

## alvo: Timo

0.00E+00	0.00E+00	8.03E-03	2.33E-02	3.57E-02	2.79E-02	2.63E-02	2.37E-02	2.62E-02	2.46E-02	1.95E-02	2.04E-02
0	0	37	15	9	10	12	15	17	19	22	25
0.00E+00	0.00E+00	2.28E-03	2.33E-02	2.96E-02	2.11E-02	2.32E-02	1.87E-02	1.84E-02	2.23E-02	2.10E-02	1.73E-02
0	0	61	14	9	10	11	16	18	18	19	24
0%	0%	252%	0%	21%	32%	13%	27%	42%	10%	-7%	18%

## alvo: Tireóide

5.03E+01	3.29E+01	1.98E+01	7.78E+00	2.53E+00	1.49E+00	1.67E+00	1.80E+00	1.67E+00	1.50E+00	1.41E+00	1.07E+00
0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4
4.22E+01	2.82E+01	1.72E+01	6.89E+00	2.27E+00	1.33E+00	1.48E+00	1.61E+00	1.47E+00	1.36E+00	1.27E+00	9.55E-01
0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4
19%	17%	15%	13%	11%	12%	13%	12%	14%	10%	11%	12%

## alvo: Útero

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.86E-05	8.01E-05	7.73E-05	6.74E-06	4.17E-05	1.44E-05
0	0	0	0	0	0	63	100	66	100	100	87
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.68E-05	7.63E-05	6.30E-05	9.61E-07	4.72E-06	6.46E-06
0	0	0	0	0	0	72	92	80	86	90	73
0%	0%	0%	0%	0%	0%	74%	5%	23%	601%	783%	123%

Tabela 31 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Tireóide.

**Fração Absorvida Específica para a Mulher Brasileira e para o Modelo de Snyder, e  
comparação em percentuais, para fonte uniformemente distribuída no  
ÚTERO**

**LEGENDA:**

10 keV	15 keV	20 keV	30 keV	50 keV	100 keV	200 keV	500 keV	1000 keV	1500 keV	2000 keV	4000 keV
<b>MULHER BRASILEIRA – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>MODELO DE SNYDER – FRAÇÃO ABSORVIDA ESPECÍFICA</b>											
<b>COEFICIENTE DE VARIAÇÃO</b>											
<b>(%) Razão das Frações Absorvidas Específicas para a Mulher Brasileira e o Modelo de Snyder</b>											

**alvo: Adrenais**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.14E-03	2.16E-03	2.65E-03	2.03E-03	2.95E-05	1.76E-03	2.38E-03
0	0	0	0	0	49	46	66	67	69	51	94
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.52E-07	3.64E-04	2.08E-04	1.49E-03	8.05E-04	2.28E-03	1.17E-03	4.50E-04	7.15E-04
0	0	0	100	61	82	58	46	77	60	74	56
0%	0%	0%	-100%	-100%	448%	45%	229%	-11%	-97%	291%	233%

**alvo: Baço**

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.78E-04	1.06E-03	1.95E-03	1.86E-03	2.41E-03	2.16E-03	1.77E-03	1.66E-03	1.49E-03
0	0	0	55	23	14	16	18	21	27	27	31
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-04	7.78E-04	1.28E-03	1.00E-03	2.22E-03	1.64E-03	1.95E-03	1.05E-03	1.67E-03
0	0	0	100	21	16	16	16	22	21	31	28
0%	0%	0%	55%	36%	52%	86%	9%	32%	-9%	58%	-11%

**alvo: Bexiga**

8.55E-04	1.36E-02	9.78E-02	1.81E-01	1.17E-01	7.44E-02	6.84E-02	6.73E-02	5.36E-02	5.21E-02	4.85E-02	4.13E-02
100	19	7	4	4	4	6	7	9	10	11	12
0.00E+00	8.60E-03	7.12E-02	1.42E-01	1.07E-01	7.37E-02	6.03E-02	5.38E-02	6.12E-02	5.19E-02	4.07E-02	3.36E-02
0	21	7	4	4	4	5	7	8	9	11	12
0%	58%	37%	27%	9%	1%	13%	25%	-12%	0%	19%	23%

**alvo: Corpo Total**

1.73E-02	1.73E-02	1.72E-02	1.64E-02	1.28E-02	9.00E-03	8.15E-03	7.82E-03	7.26E-03	6.76E-03	6.29E-03	5.23E-03
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
1.43E-02	1.43E-02	1.43E-02	1.37E-02	1.09E-02	7.92E-03	7.16E-03	6.82E-03	6.37E-03	5.97E-03	5.56E-03	4.62E-03
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
21%	21%	20%	20%	17%	14%	14%	15%	14%	13%	13%	13%

**alvo: Esqueleto**

0.00E+00	9.85E-09	1.58E-04	3.29E-03	8.13E-03	5.88E-03	3.71E-03	2.69E-03	2.41E-03	2.22E-03	2.28E-03	1.97E-03
0	84	12	3	1	1	2	2	3	3	3	4
0.00E+00	0.00E+00	7.63E-05	2.13E-03	5.97E-03	4.75E-03	3.01E-03	2.29E-03	2.10E-03	1.81E-03	1.93E-03	1.58E-03
0	0	17	3	1	1	2	2	3	3	3	4
0%	0%	107%	54%	36%	24%	23%	17%	15%	23%	18%	25%

**alvo: Estômago**

0.00E+00	0.00E+00	9.85E-08	5.05E-04	2.05E-03	4.26E-03	3.53E-03	2.97E-03	3.17E-03	3.89E-03	2.20E-03	2.62E-03
0	0	100	32	13	10	12	17	18	18	26	24
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.79E-04	2.02E-03	2.99E-03	2.75E-03	3.36E-03	2.38E-03	2.94E-03	2.94E-03	2.58E-03
0	0	0	35	14	11	12	14	19	20	19	23
0%	0%	0%	33%	1%	42%	28%	-12%	33%	32%	-25%	2%

## alvo: Fígado

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.33E-04	1.56E-03	2.10E-03	2.19E-03	2.39E-03	2.28E-03	2.55E-03	2.08E-03	2.34E-03
0	0	0	26	7	5	5	6	7	7	8	8
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.50E-05	1.11E-03	1.62E-03	1.67E-03	2.07E-03	1.90E-03	1.91E-03	1.90E-03	1.89E-03
0	0	0	27	8	5	6	6	7	7	8	8
0%	0%	0%	142%	41%	30%	31%	15%	20%	34%	9%	24%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Inferior

0.00E+00	6.08E-06	2.37E-03	2.54E-02	4.02E-02	2.94E-02	2.66E-02	2.28E-02	1.98E-02	2.01E-02	1.82E-02	1.35E-02
0	79	22	6	4	4	5	6	8	8	9	11
0.00E+00	5.71E-05	9.75E-04	1.82E-02	3.12E-02	2.57E-02	2.12E-02	2.04E-02	1.61E-02	1.63E-02	1.65E-02	1.20E-02
0	71	30	6	4	4	5	6	8	9	8	11
0%	-89%	143%	40%	29%	14%	25%	12%	23%	23%	10%	13%

## alvo: G. I. Intestino Grosso Superior

0.00E+00	2.04E-04	3.29E-03	2.10E-02	3.22E-02	2.39E-02	2.05E-02	1.83E-02	1.85E-02	1.58E-02	1.67E-02	1.14E-02
0	94	17	5	3	4	4	6	7	8	8	11
0.00E+00	1.68E-04	1.76E-03	1.62E-02	2.68E-02	2.36E-02	1.93E-02	1.57E-02	1.48E-02	1.41E-02	1.38E-02	1.02E-02
0	95	21	6	3	3	4	6	7	8	8	10
0%	21%	87%	30%	20%	1%	6%	17%	25%	12%	21%	12%

## alvo: Intestino Delgado

3.07E-09	3.92E-03	2.97E-02	7.93E-02	7.22E-02	4.95E-02	4.26E-02	3.78E-02	3.57E-02	3.22E-02	3.09E-02	2.33E-02
100	9	3	2	1	1	2	2	2	3	3	3
2.54E-09	2.32E-03	2.13E-02	6.26E-02	6.12E-02	4.23E-02	3.69E-02	3.30E-02	3.09E-02	2.62E-02	2.52E-02	2.14E-02
100	10	3	2	1	1	2	2	2	3	3	3
21%	69%	39%	27%	18%	17%	15%	15%	16%	23%	23%	9%

## alvo: Medula Amarela

0.00E+00	1.38E-08	2.21E-04	4.50E-03	1.07E-02	7.14E-03	4.43E-03	3.19E-03	2.78E-03	2.52E-03	2.72E-03	2.21E-03
0	84	12	3	2	2	2	3	3	4	4	4
0.00E+00	0.00E+00	1.06E-04	2.94E-03	8.04E-03	6.09E-03	3.71E-03	2.79E-03	2.52E-03	2.20E-03	2.35E-03	1.92E-03
0	0	17	3	2	2	2	2	3	4	4	4
0%	0%	108%	53%	33%	17%	19%	14%	10%	15%	16%	15%

## alvo: Medula Vermelha

0.00E+00	4.15E-08	6.63E-04	1.34E-02	3.07E-02	1.97E-02	1.20E-02	8.21E-03	7.10E-03	6.39E-03	6.55E-03	5.30E-03
0	84	12	3	2	2	2	3	3	4	4	5
0.00E+00	0.00E+00	3.19E-04	8.70E-03	2.26E-02	1.61E-02	9.45E-03	6.96E-03	6.06E-03	5.20E-03	5.47E-03	4.32E-03
0	0	17	3	2	2	2	3	3	4	4	4
0%	0%	108%	54%	36%	22%	27%	18%	17%	23%	20%	23%

## alvo: Ovários

0.00E+00	6.81E-03	5.96E-02	1.82E-01	1.24E-01	7.45E-02	7.70E-02	7.87E-02	6.90E-02	4.95E-02	4.68E-02	4.84E-02
0	73	20	10	8	11	12	15	21	23	24	26
0.00E+00	8.47E-04	4.05E-02	1.43E-01	1.26E-01	7.64E-02	7.71E-02	4.59E-02	6.16E-02	6.73E-02	4.14E-02	3.41E-02
0	73	22	9	8	9	11	18	18	18	26	27
0%	704%	47%	27%	-2%	-2%	0%	71%	12%	-26%	13%	42%

## alvo: Pâncreas

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.97E-05	2.97E-03	4.06E-03	3.67E-03	3.26E-03	3.19E-03	4.50E-03	2.27E-03	3.02E-03
0	0	0	70	21	16	18	24	28	28	35	38
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.44E-06	1.07E-03	2.15E-03	2.76E-03	2.59E-03	2.91E-03	2.64E-03	1.57E-03	1.20E-03
0	0	0	64	30	19	19	26	29	31	42	53
0%	0%	0%	982%	178%	89%	33%	26%	10%	70%	45%	152%

## alvo: Pele Total

0.00E+00	1.46E-05	1.36E-04	9.92E-04	1.69E-03	1.69E-03	1.81E-03	1.97E-03	1.73E-03	1.69E-03	1.77E-03	1.34E-03
0	89	20	6	3	3	4	5	6	6	6	8
0.00E+00	1.56E-06	1.09E-04	8.81E-04	1.63E-03	1.65E-03	1.78E-03	1.99E-03	1.91E-03	1.88E-03	1.62E-03	1.82E-03
0	98	23	6	3	3	4	4	5	6	6	7
0%	836%	25%	13%	4%	2%	2%	-1%	-9%	-10%	9%	-26%

## alvo: Pulmões

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.96E-07	6.99E-05	2.59E-04	3.00E-04	5.12E-04	5.92E-04	5.07E-04	5.62E-04	5.34E-04
0	0	0	81	32	15	15	15	17	18	19	21
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.51E-07	5.55E-05	1.71E-04	2.13E-04	3.27E-04	5.32E-04	5.08E-04	5.19E-04	5.37E-04
0	0	0	96	26	15	14	17	17	18	18	19
0%	0%	0%	295%	26%	51%	41%	57%	11%	0%	8%	-1%

## alvo: Rins

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.22E-04	2.67E-03	3.68E-03	3.31E-03	3.58E-03	3.00E-03	3.48E-03	2.75E-03	2.80E-03
0	0	0	26	11	8	9	12	14	14	17	18
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.70E-04	1.91E-03	3.52E-03	3.07E-03	3.16E-03	2.73E-03	2.72E-03	3.63E-03	2.20E-03
0	0	0	45	11	8	8	11	13	14	14	18
0%	0%	0%	207%	40%	5%	8%	13%	10%	28%	-24%	27%

## alvo: Tecido Total

5.52E-03	9.09E-03	1.28E-02	1.49E-02	1.20E-02	8.59E-03	7.98E-03	7.80E-03	7.21E-03	6.77E-03	6.27E-03	5.24E-03
1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
4.47E-03	7.26E-03	1.03E-02	1.23E-02	1.04E-02	7.54E-03	7.04E-03	6.78E-03	6.32E-03	5.99E-03	5.54E-03	4.60E-03
1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
23%	25%	24%	21%	15%	14%	13%	15%	14%	13%	13%	14%

## alvo: Timo

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.06E-04	0.00E+00	7.36E-04	4.30E-04	0.00E+00	1.16E-03	2.43E-05
0	0	0	0	0	100	0	97	100	98	73	77
0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.09E-05	2.25E-09	0.00E+00	1.04E-03	4.85E-06	1.20E-04	1.17E-04
0	0	0	0	0	100	100	0	100	100	71	73
0%	0%	0%	0%	0%	31%	-100%	0%	-59%	-100%	867%	-79%

## alvo: Tireóide

0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.77E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.43E-04	0.00E+00	8.25E-06
0	0	0	0	0	100	0	0	0	100	100	97
0.00E+00	1.25E-05	1.35E-03	3.56E-09	0.00E+00							
0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	0
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-100%	-60%	-100%	0%

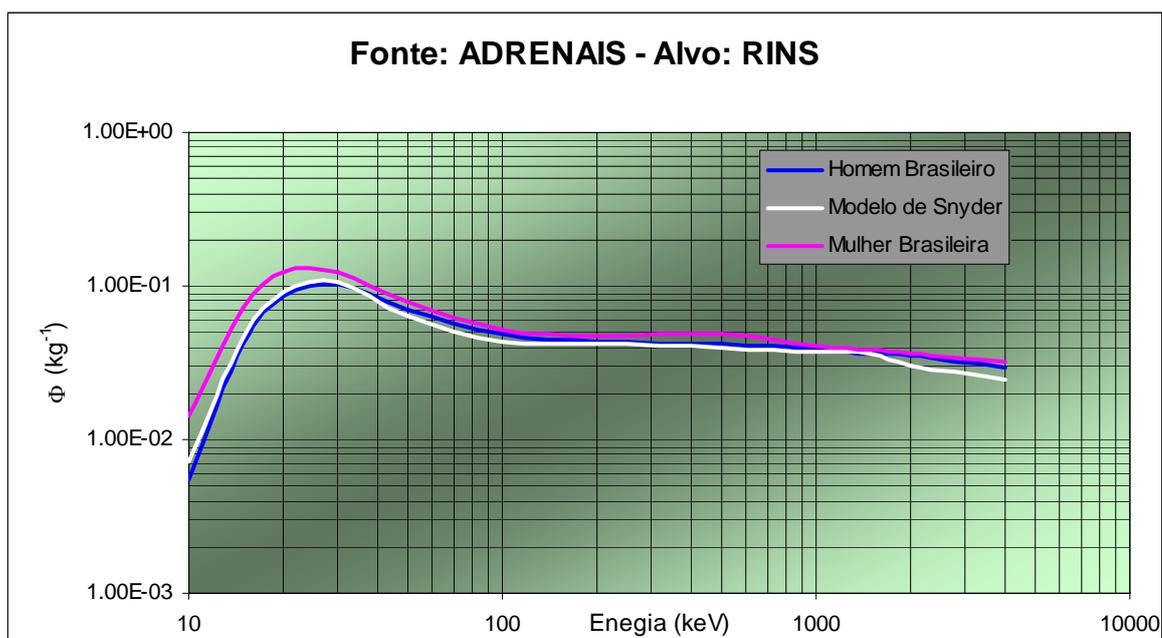
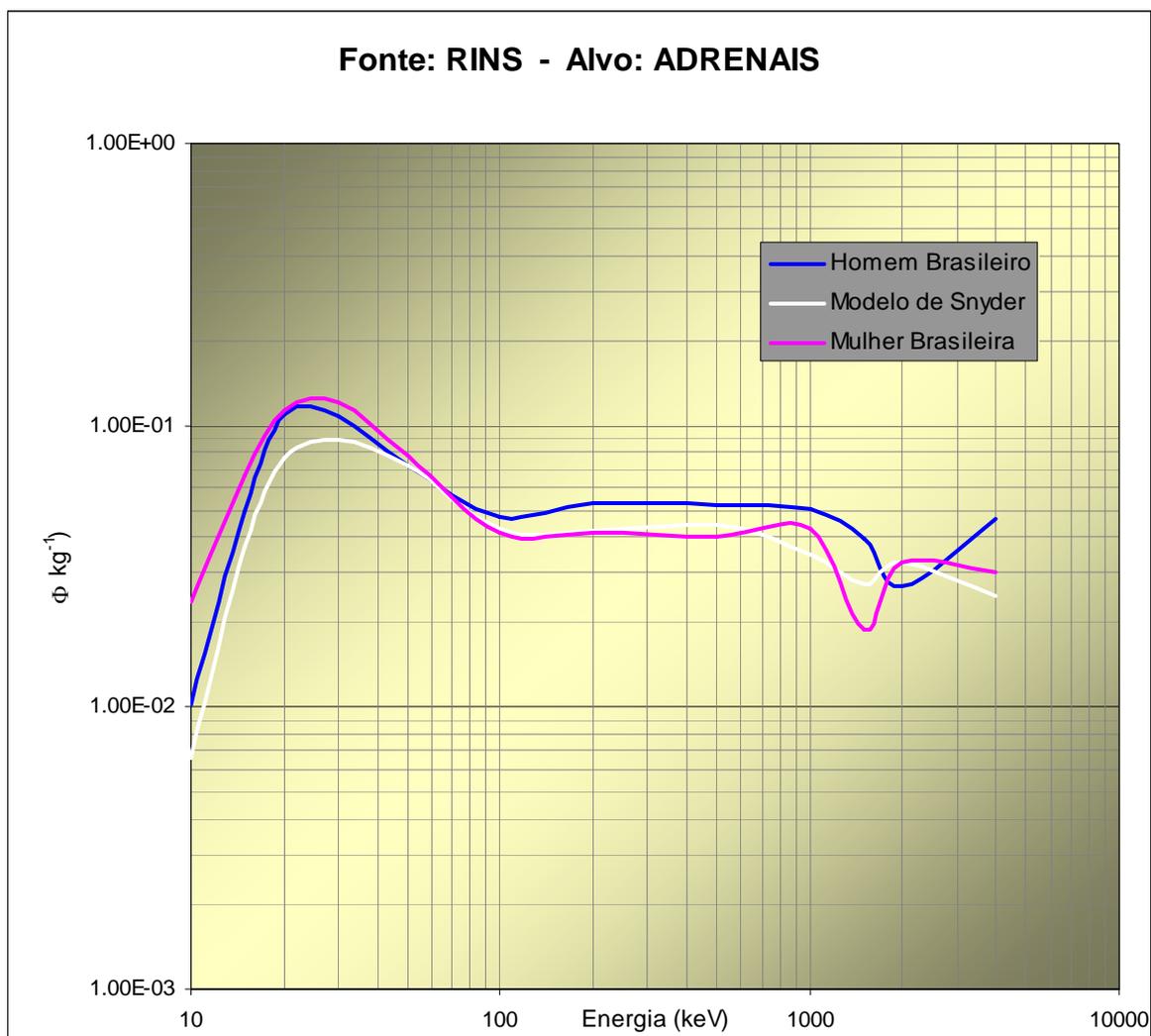
## alvo: Útero

1.44E+01	1.16E+01	8.12E+00	3.77E+00	1.36E+00	7.79E-01	8.22E-01	8.56E-01	8.40E-01	7.32E-01	6.72E-01	5.55E-01
0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3
1.20E+01	9.84E+00	7.04E+00	3.38E+00	1.20E+00	7.18E-01	7.31E-01	7.65E-01	7.36E-01	6.69E-01	6.09E-01	4.84E-01
0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3
20%	18%	15%	12%	13%	8%	12%	12%	14%	9%	10%	15%

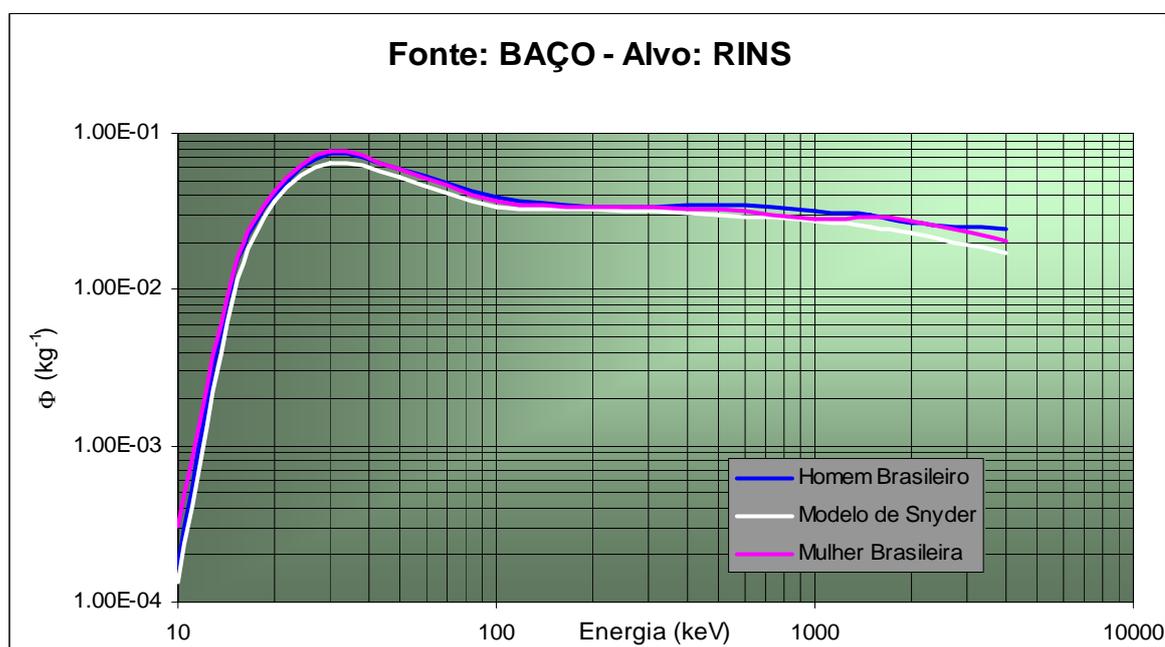
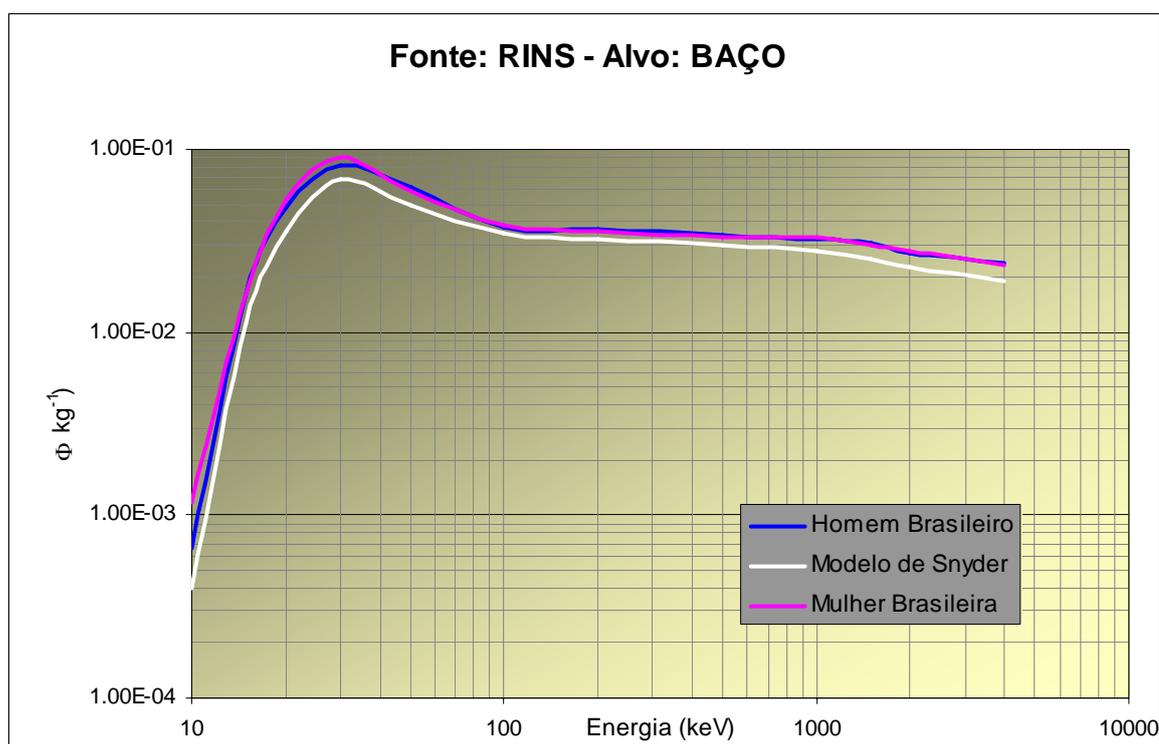
Tabela 32 – Comparação das FAEs nos modelos, fonte: Útero.

## Apêndice D: Gráficos de fontes uniformemente distribuídas

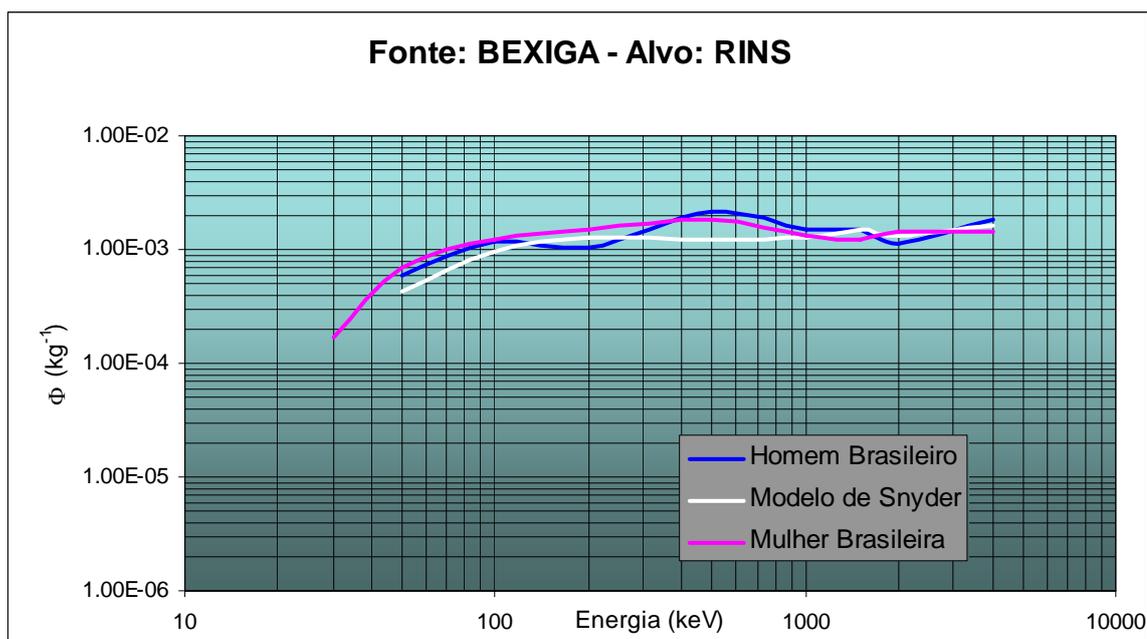
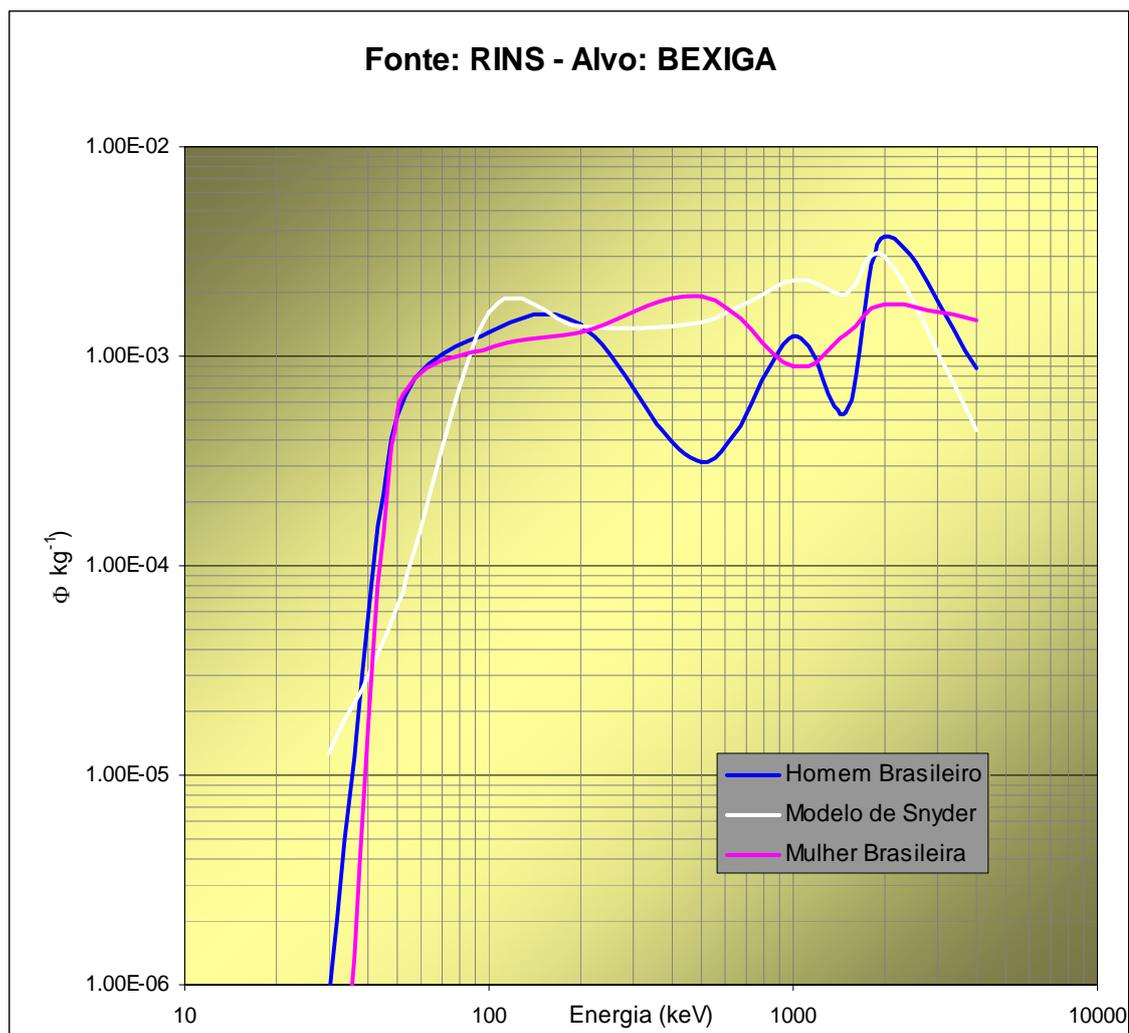
**Fração Absorvida Específica em  $kg^{-1}$  por energia em  $keV$ .  
Comparação em gráficos sobrepostos para os Rins, como *alvo & fonte*,  
para os modelos: Mulher Brasileira, Homem Brasileiro e Snyder.**



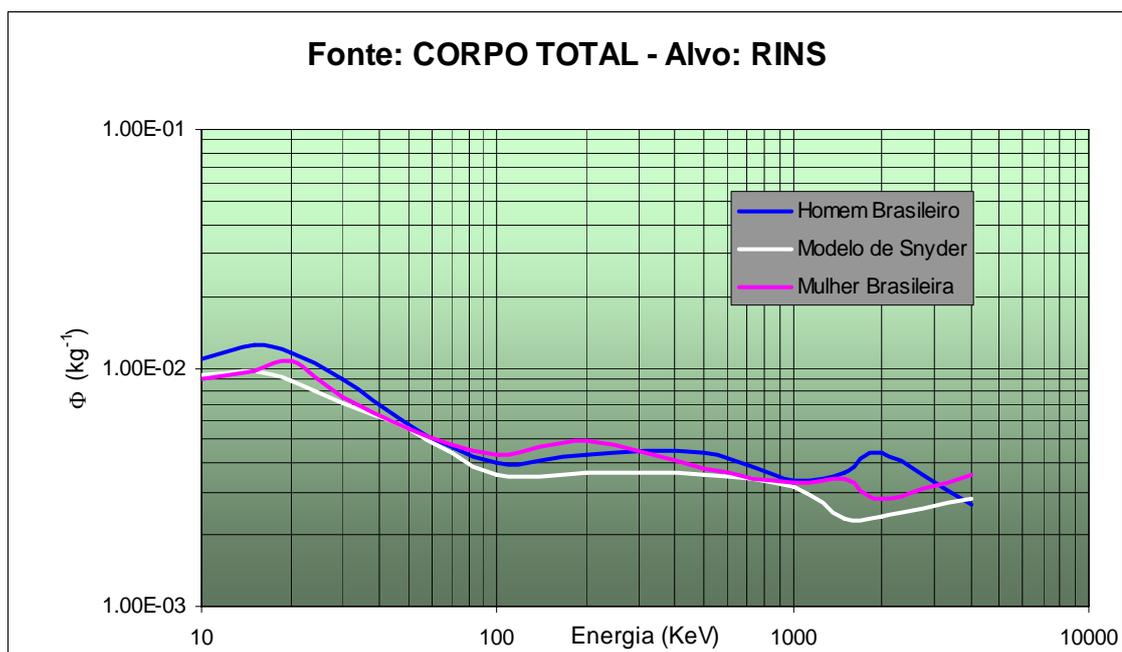
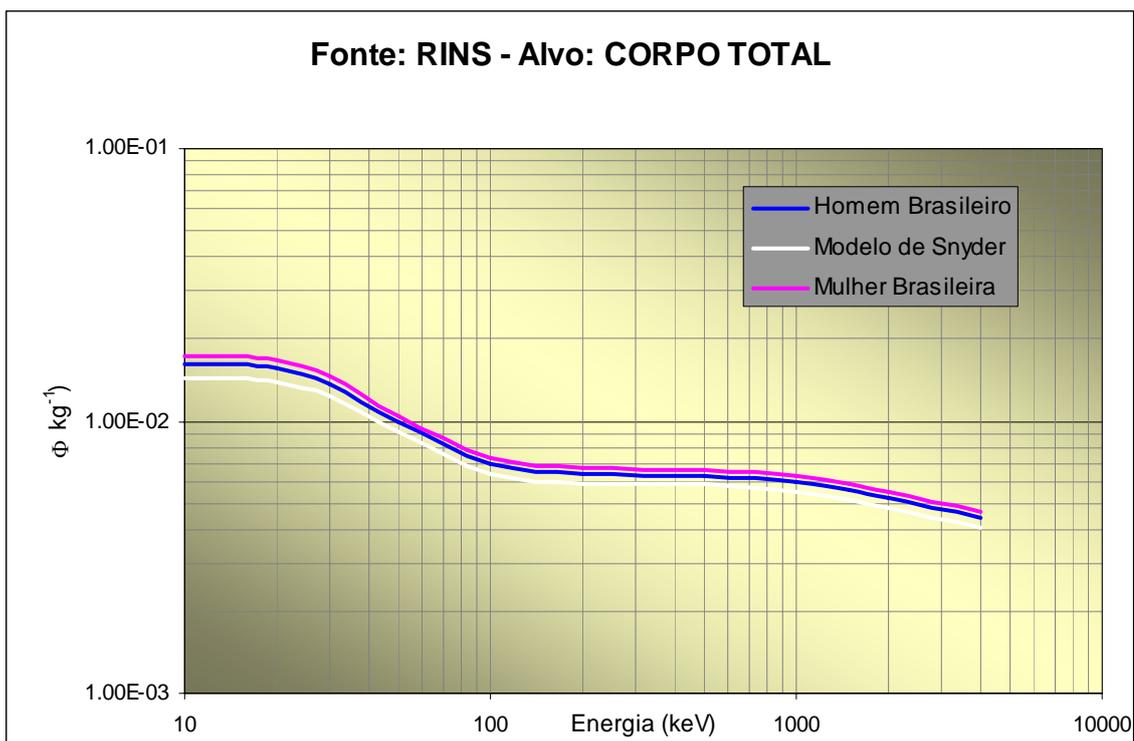
**Gráfico 1 – Fonte-Alvo: Rins  $\leftrightarrow$  Adrenais.**



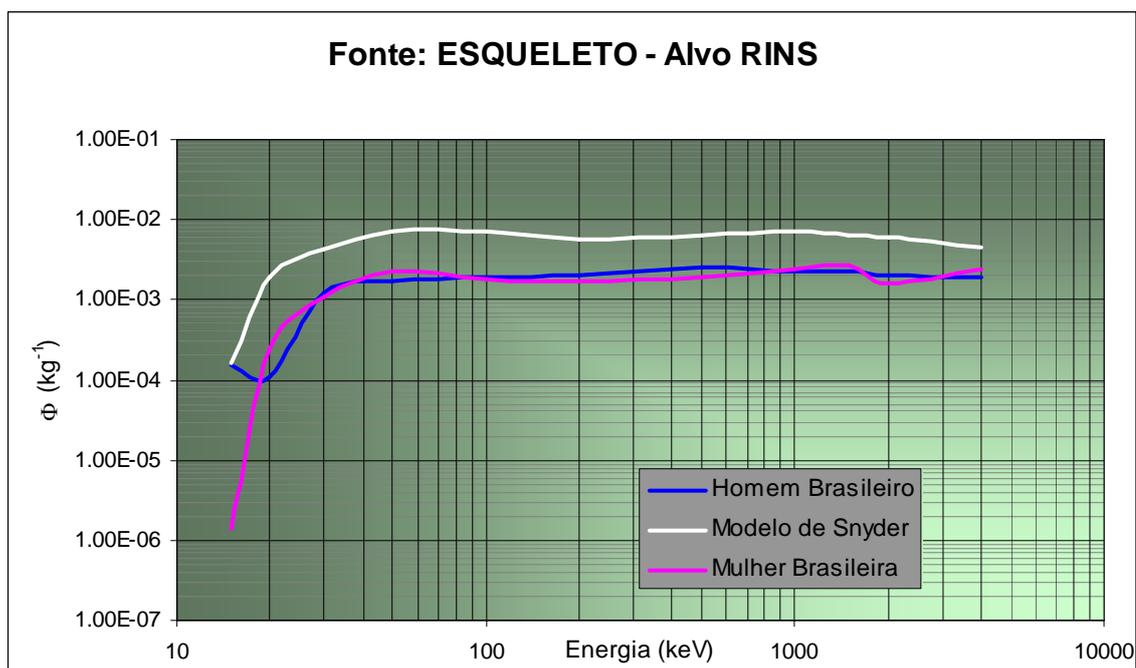
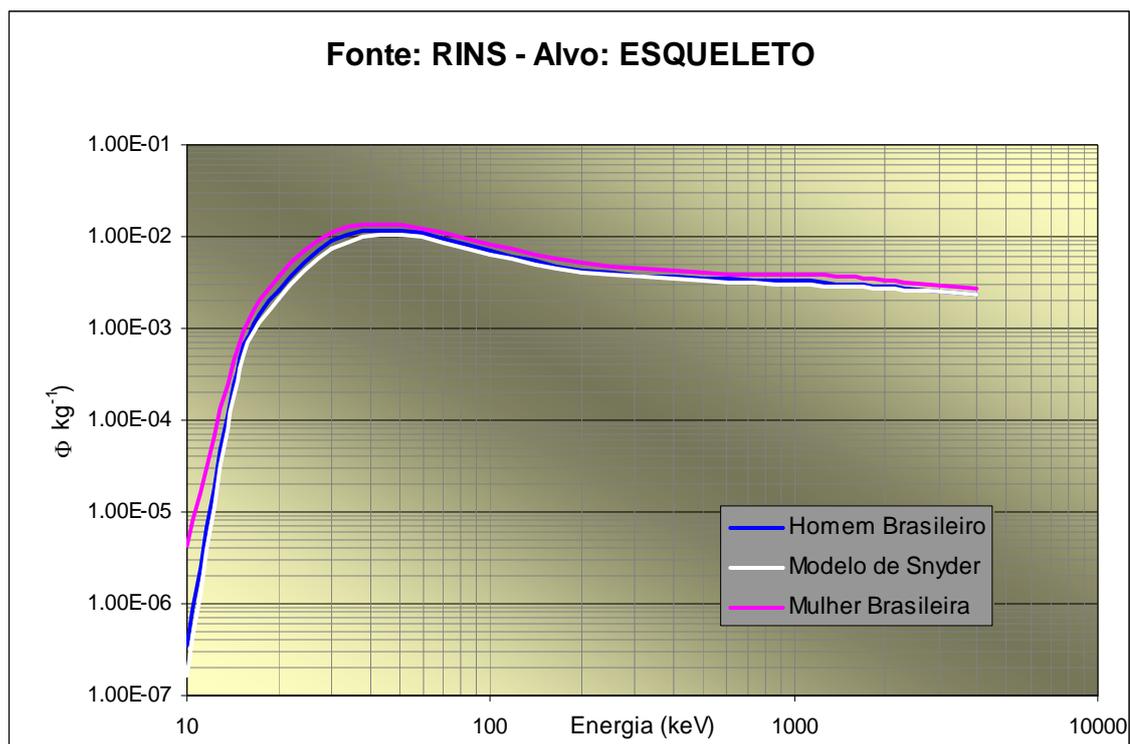
**Gráfico 2 – Fonte-Alvo: Rins ↔ Baço.**



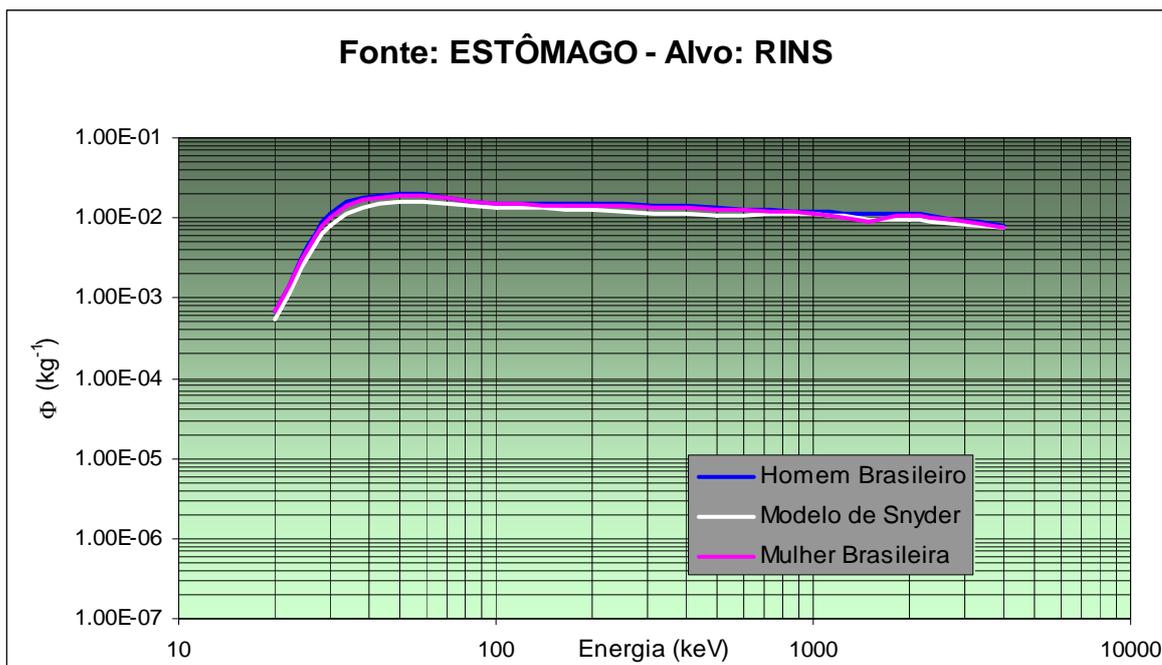
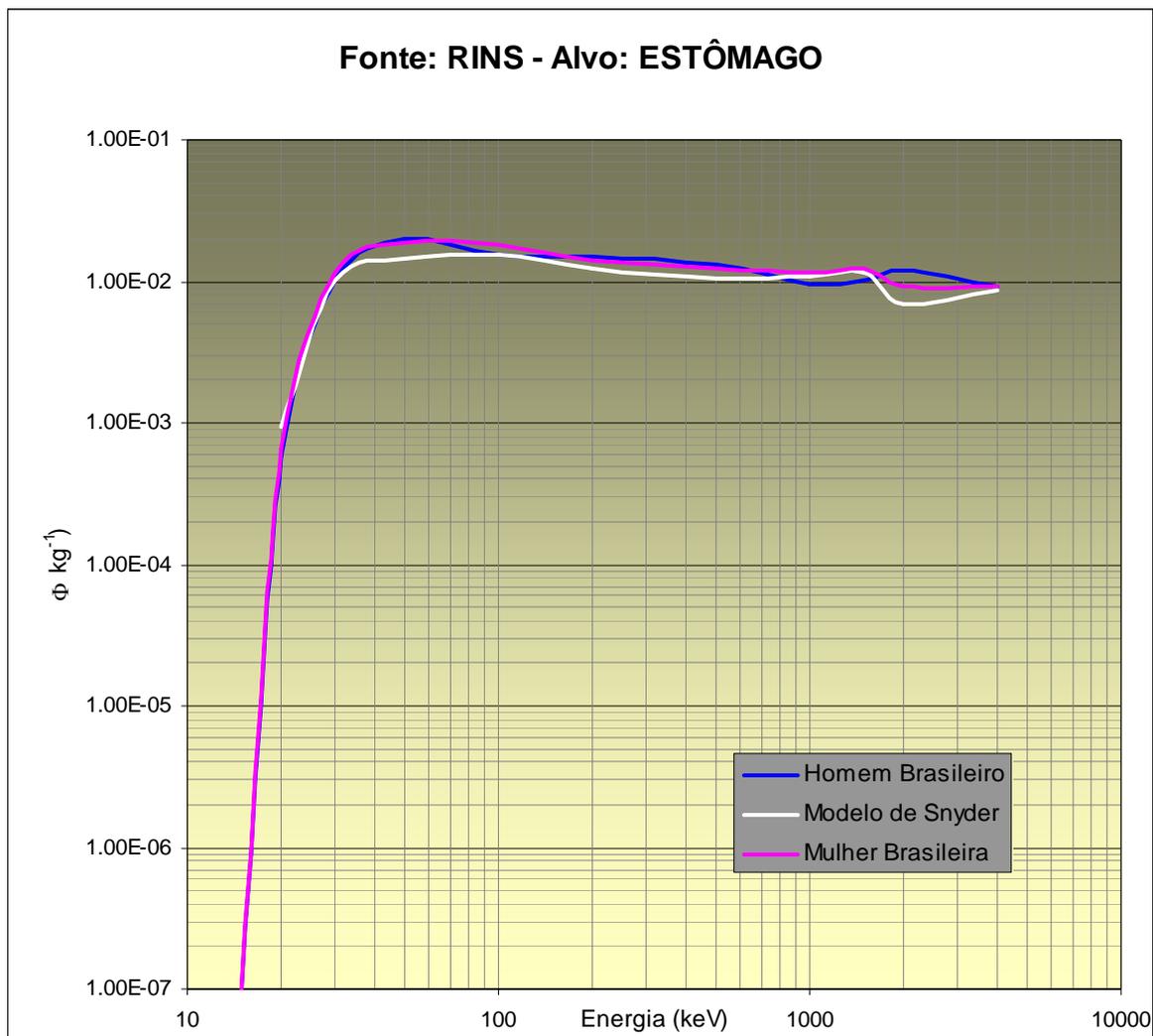
**Gráfico 3 – Fonte-Alvo: Rins ↔ Bexiga.**



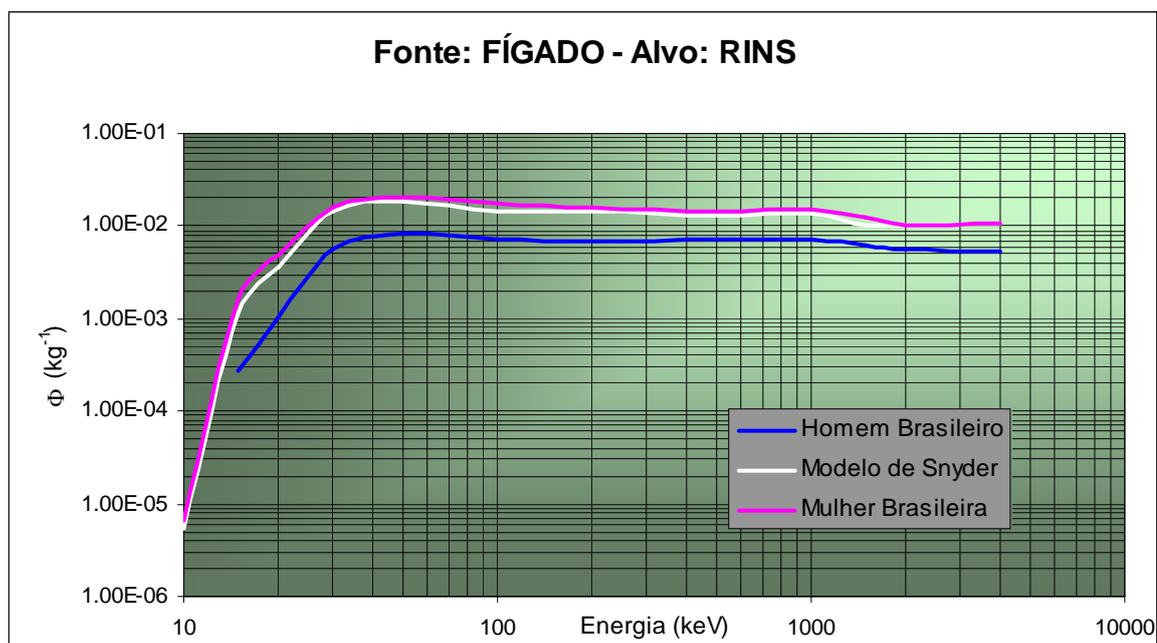
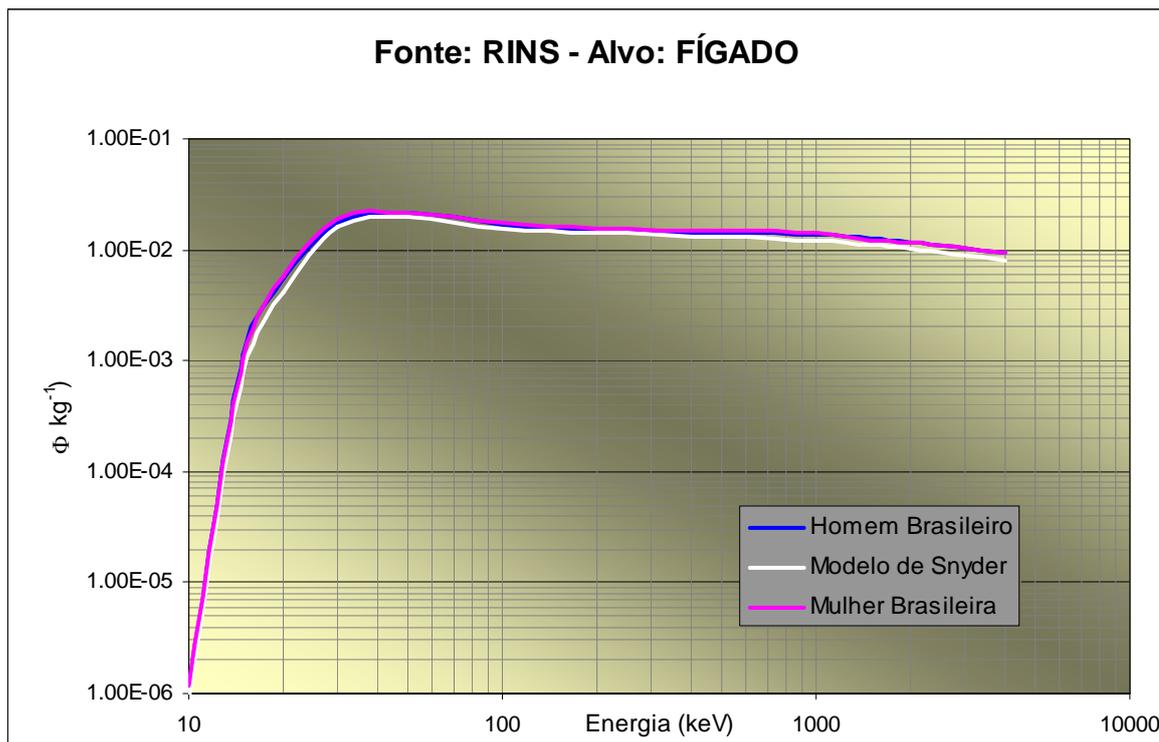
**Gráfico 4 – Fonte-Alvo: Rins ↔ Corpo Total.**



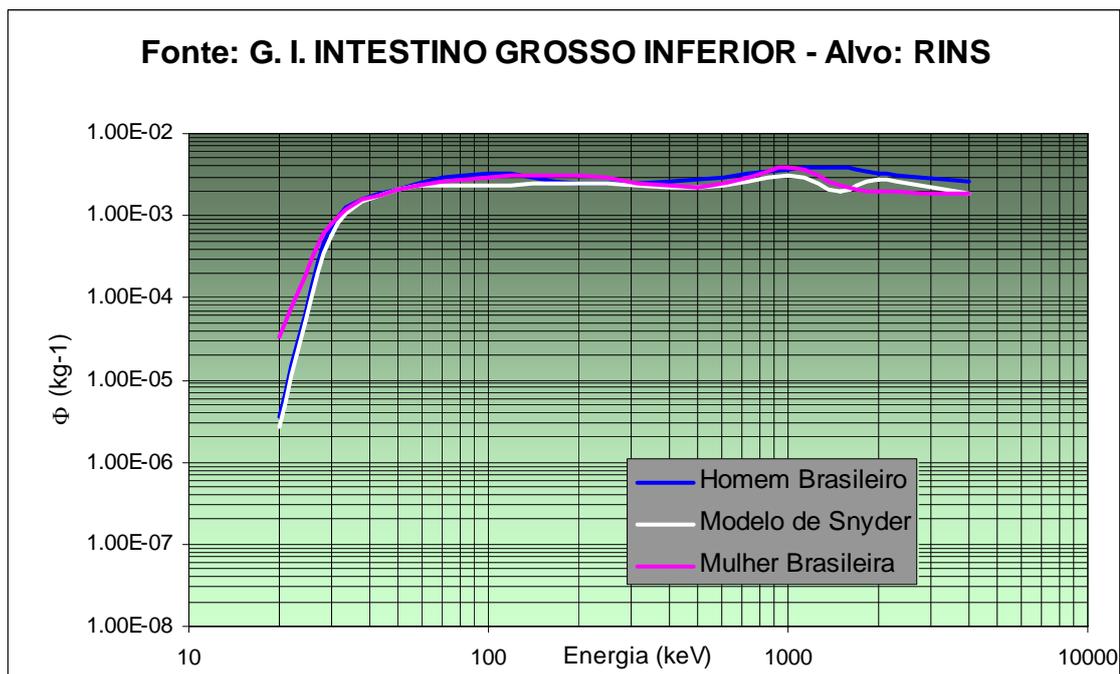
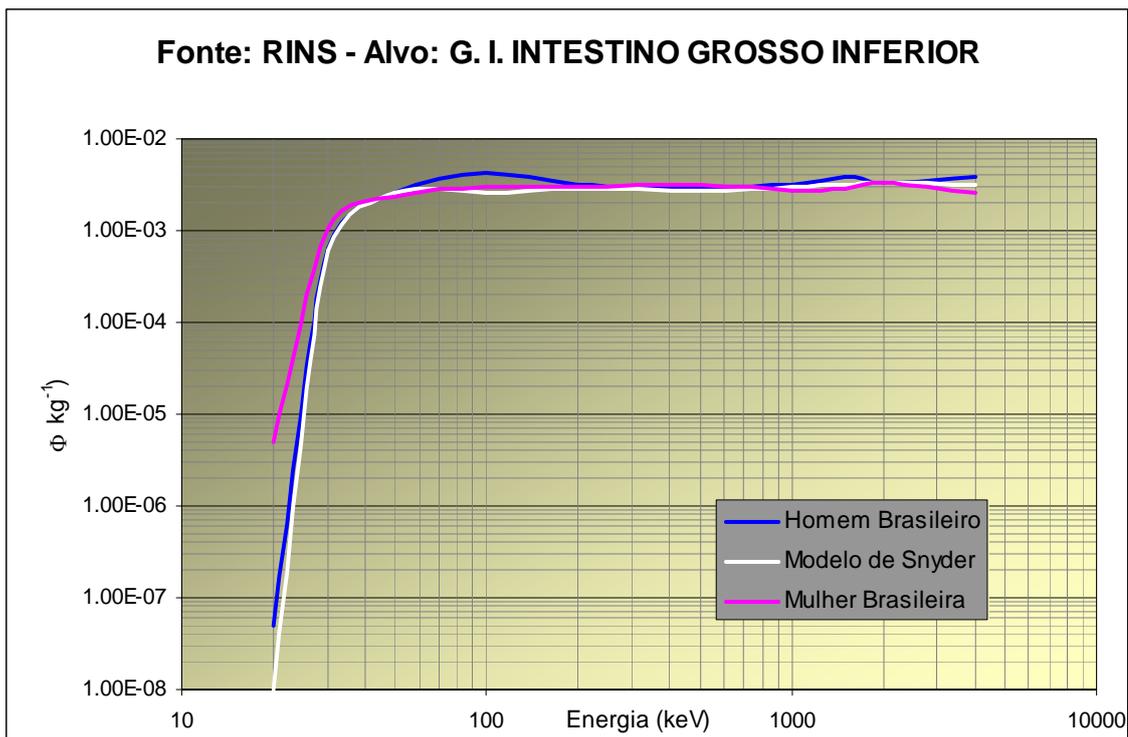
**Gráfico 5 – Fonte-Alvo: Rins ↔ Esqueleto.**



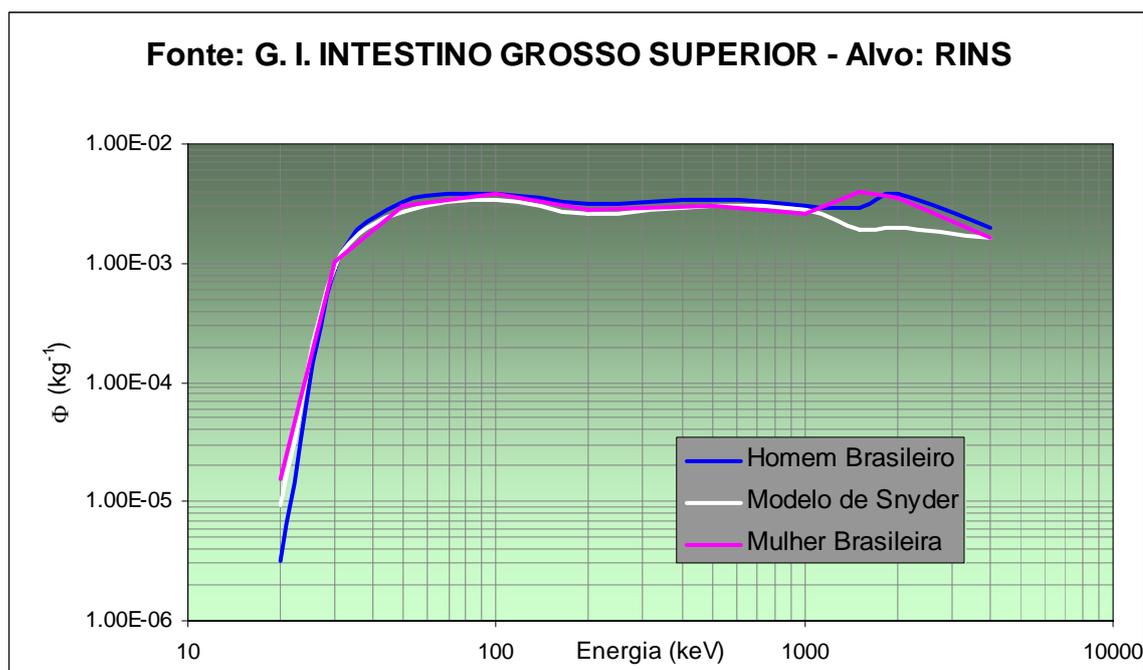
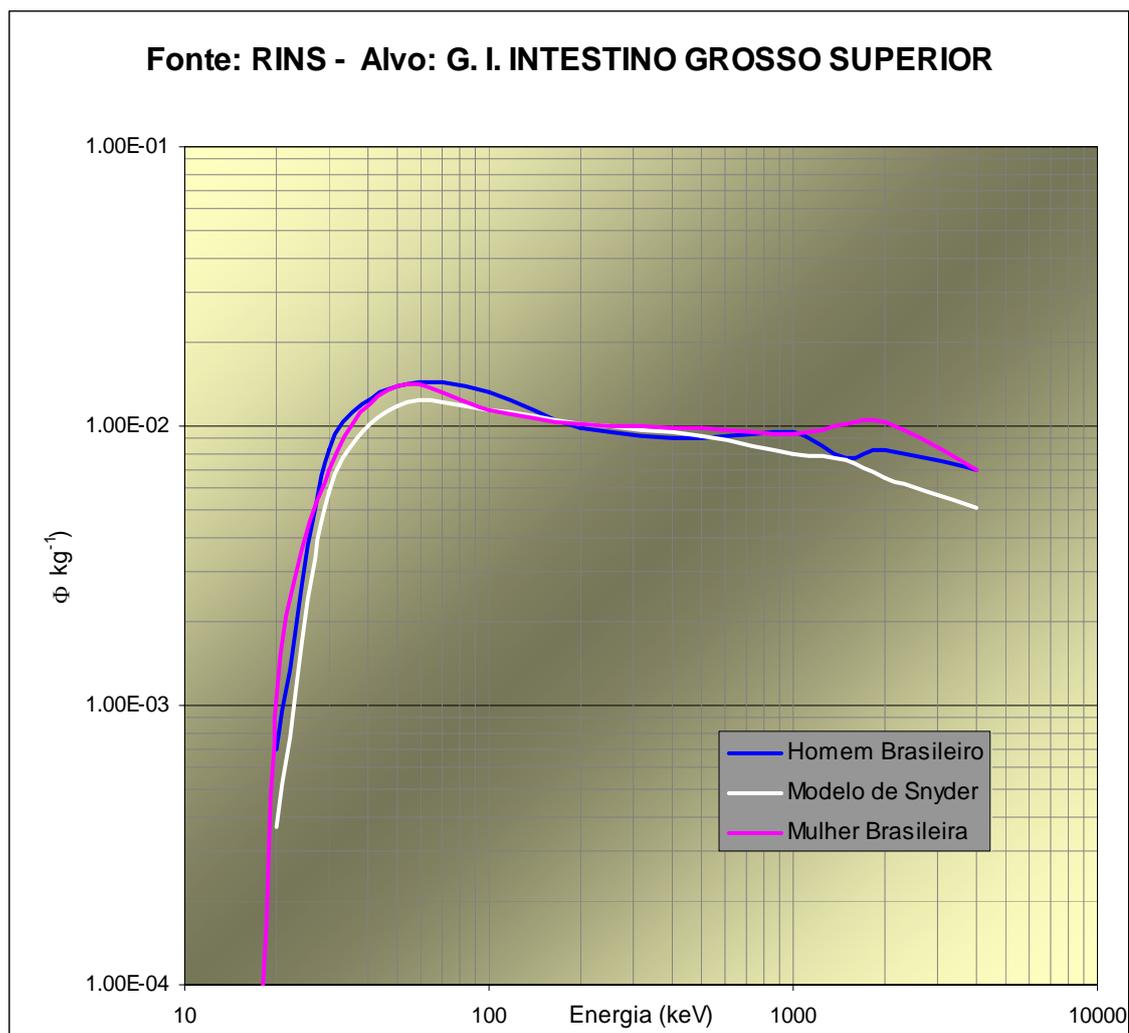
**Gráfico 6 – Fonte-Alvo: Rins  $\leftrightarrow$  Estômago.**



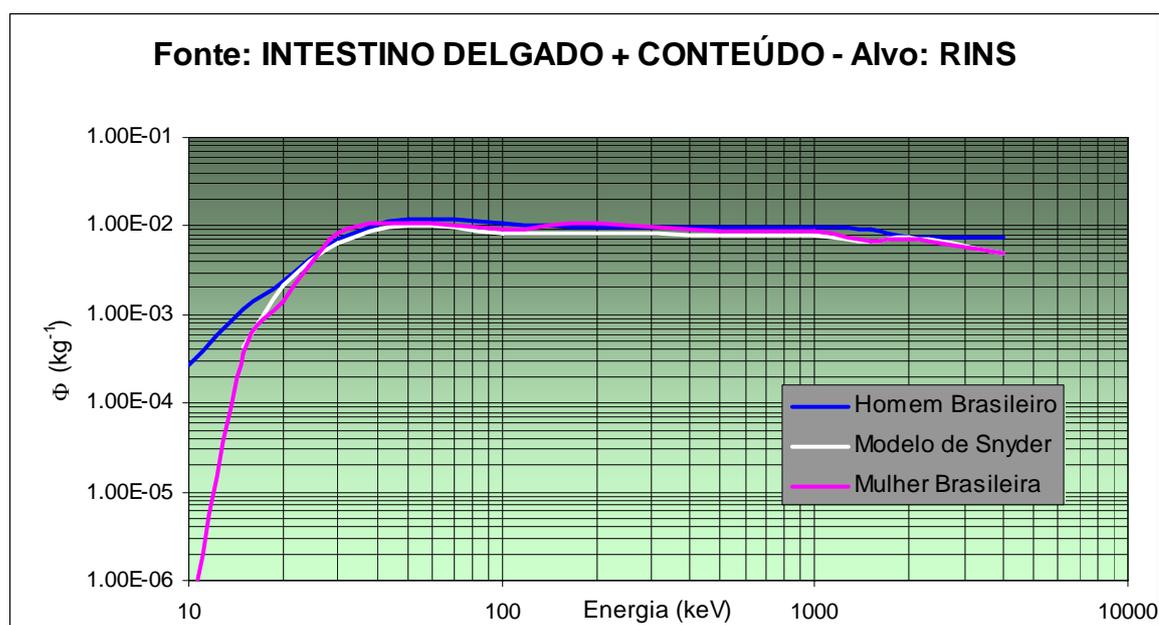
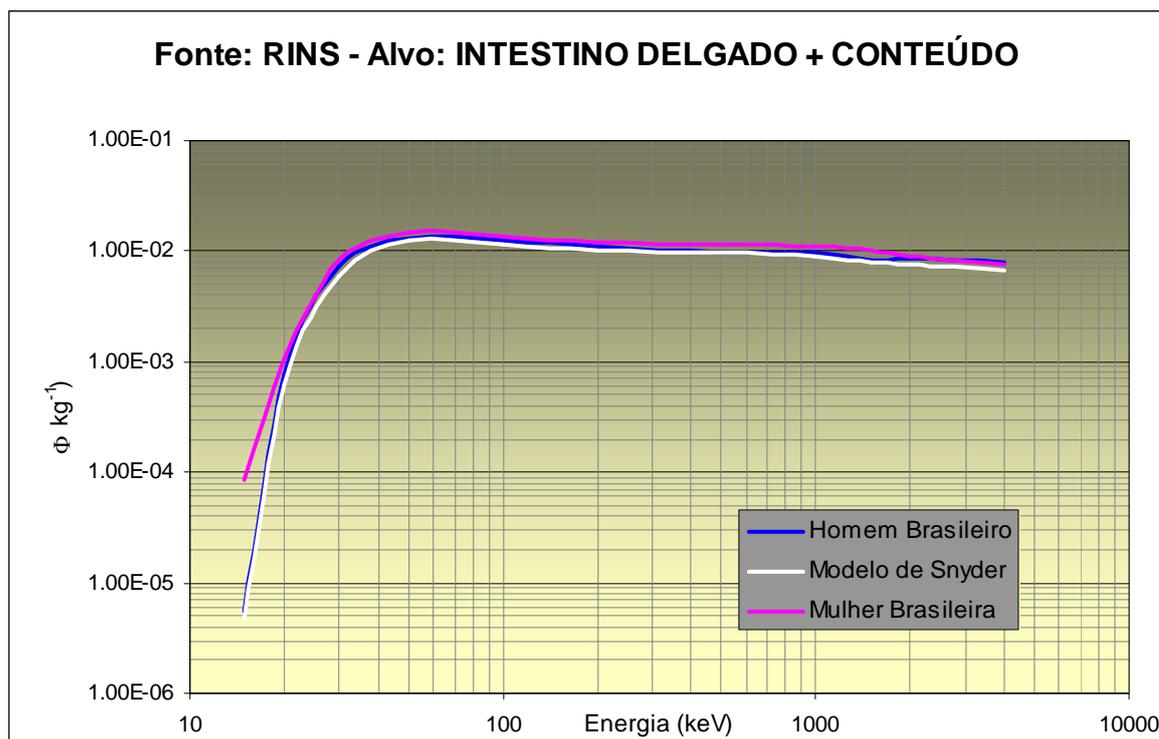
**Gráfico 7 – Fonte-Alvo: Rins ↔ Fígado.**



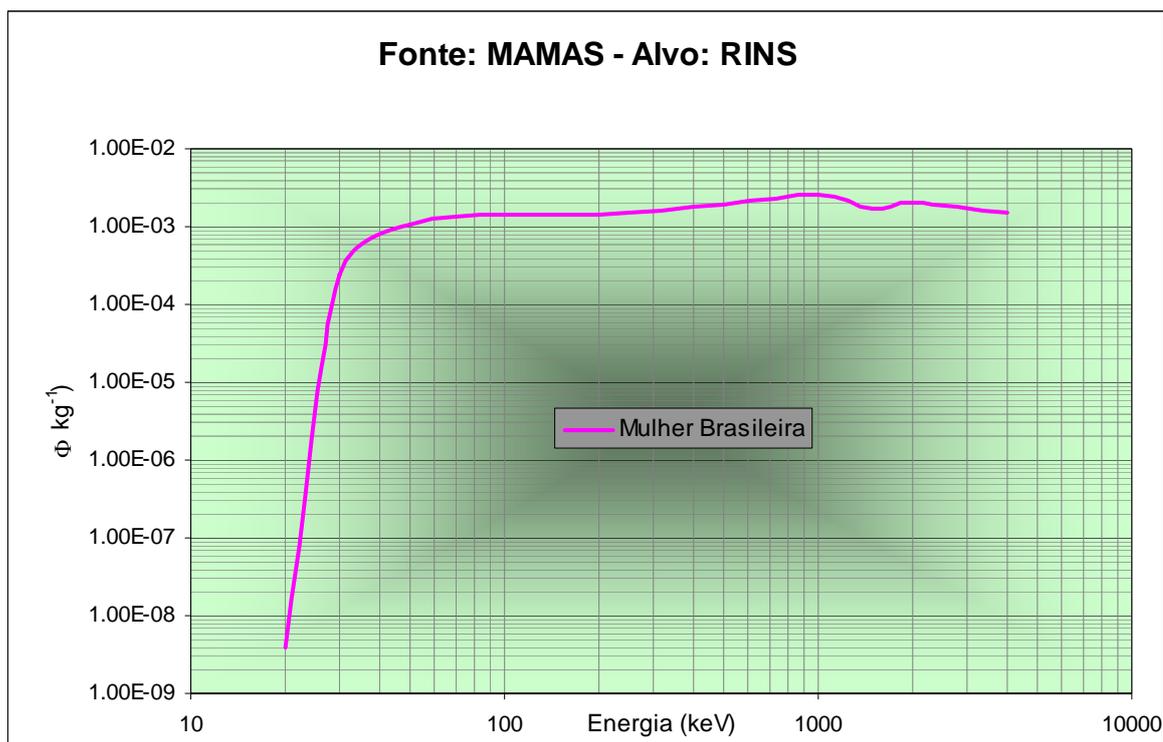
**Gráfico 8 – Fonte-Alvo: Rins ↔ Intestino Grosso Inferior.**



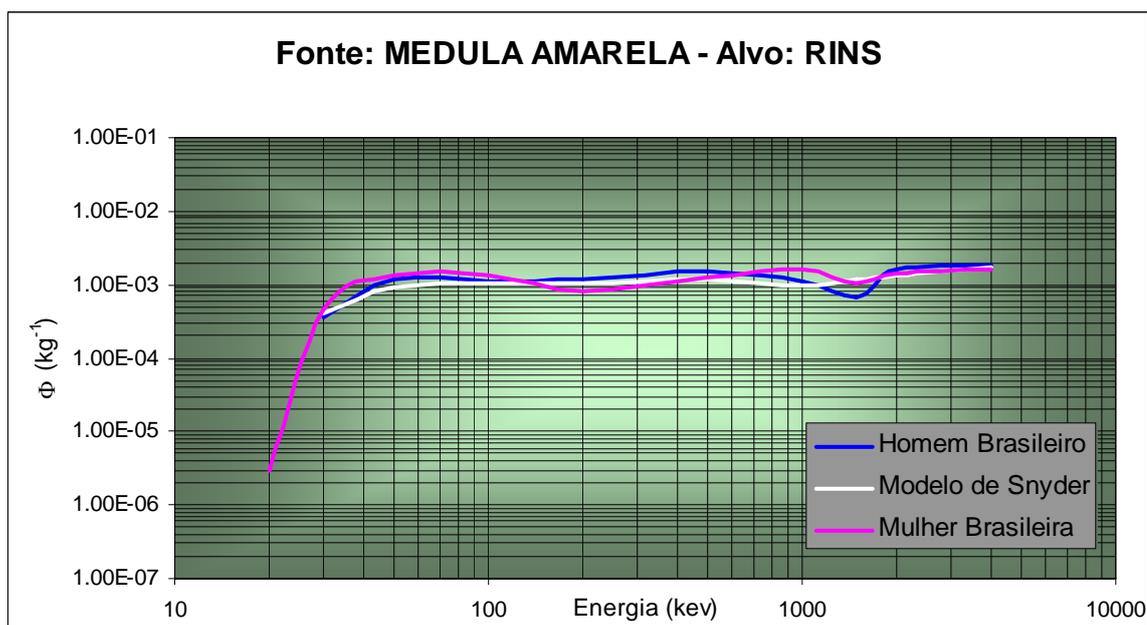
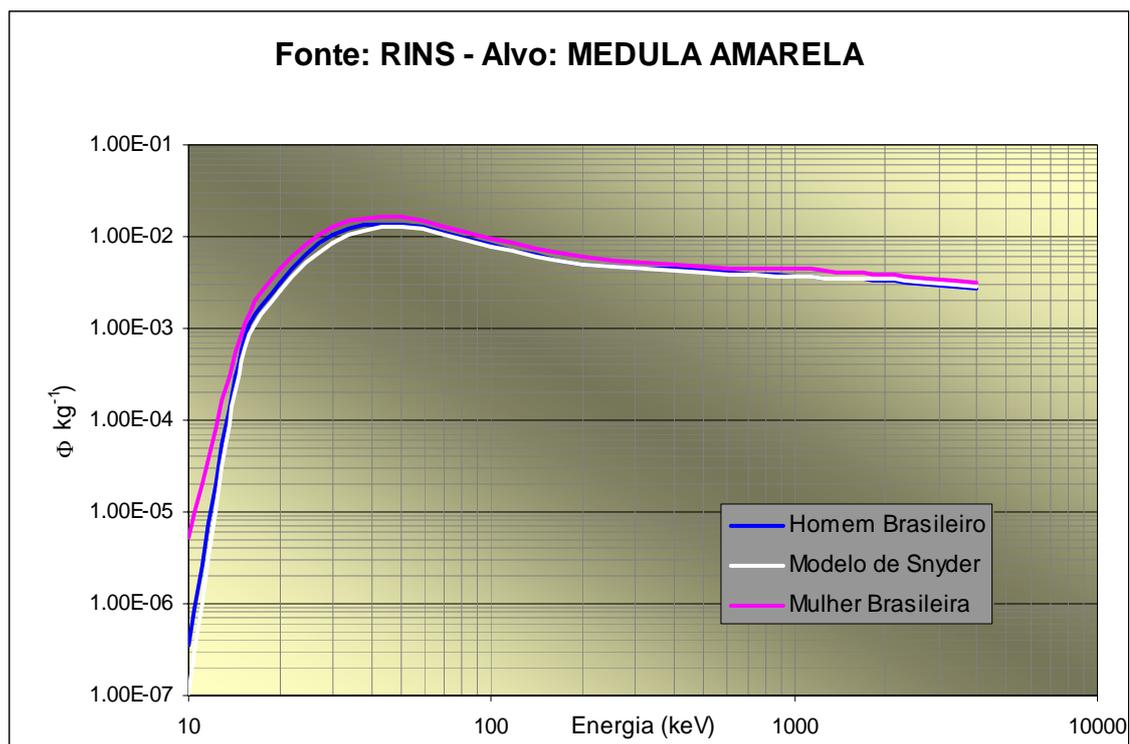
**Gráfico 9 – Fonte-Alvo: Rins  $\leftrightarrow$  Intestino Grosso Superior.**



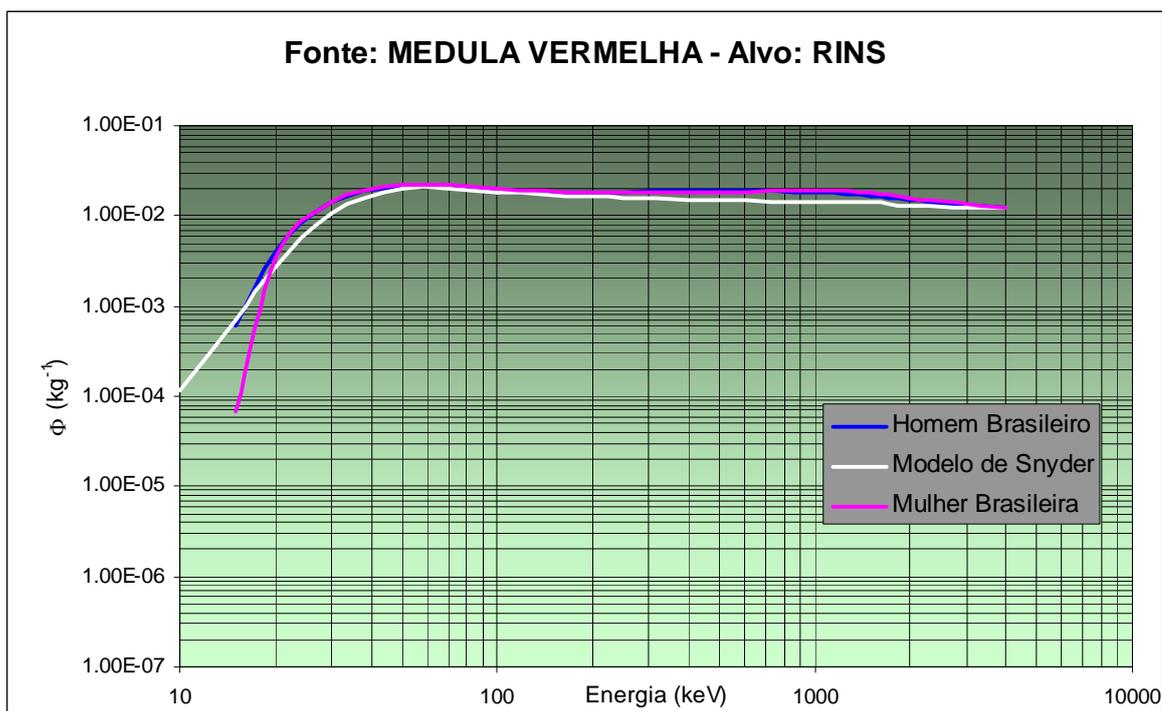
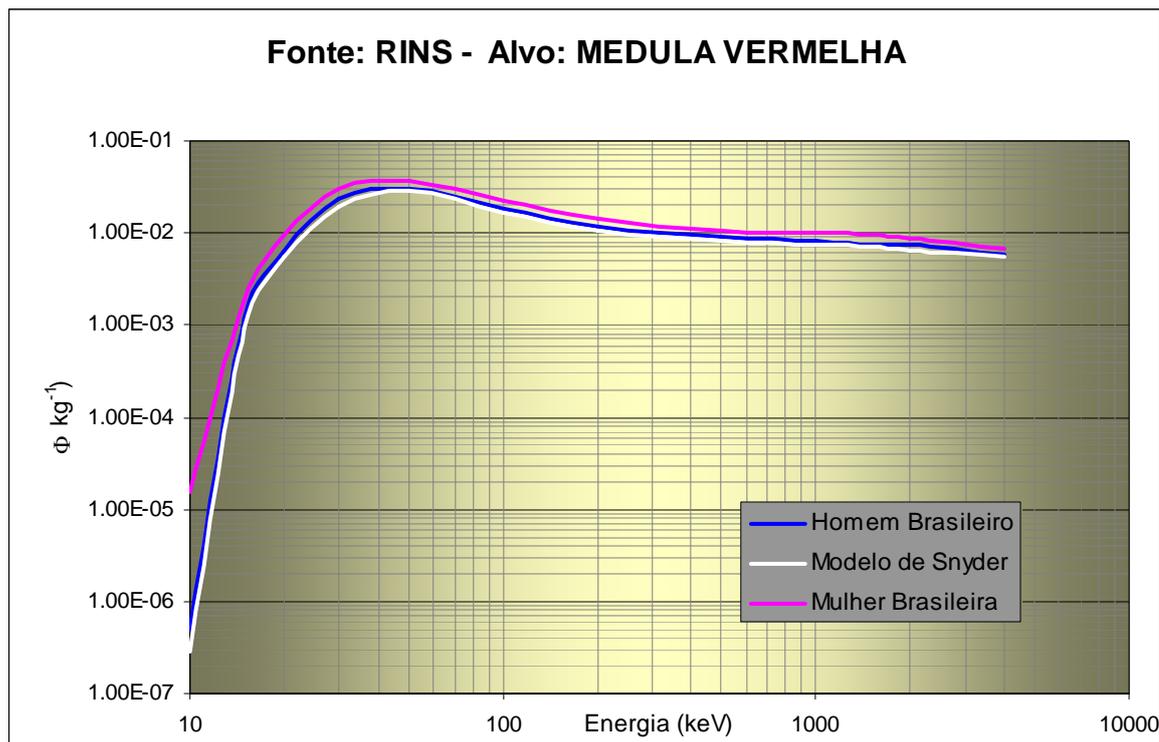
**Gráfico 10 – Fonte-Alvo: Rins  $\leftrightarrow$  Intestino Delgado mais Conteúdo.**



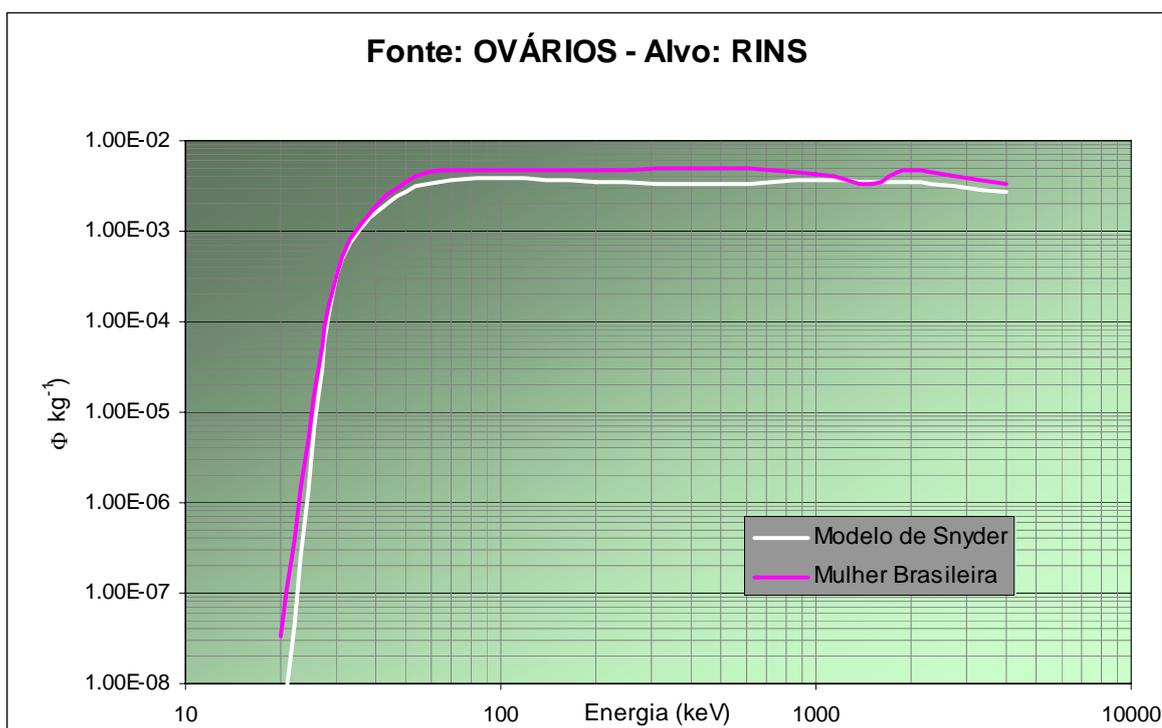
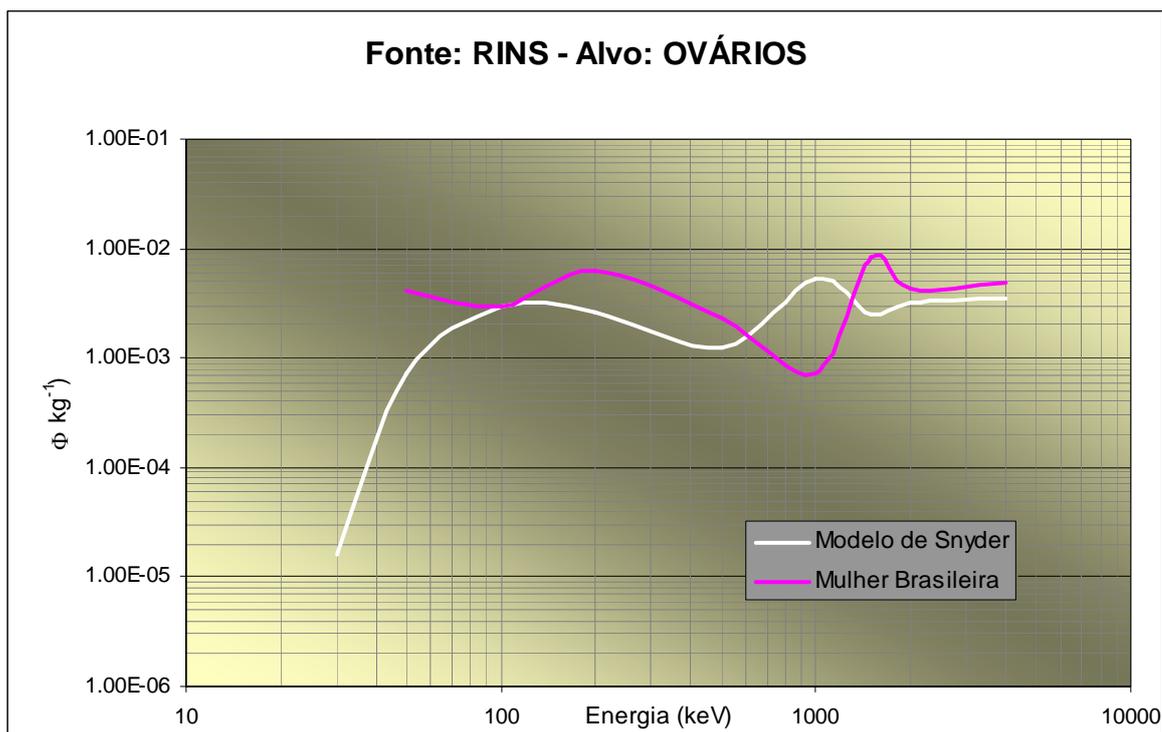
**Gráfico 11 – Fonte-Alvo: Mamas  $\Rightarrow$  Rins.**



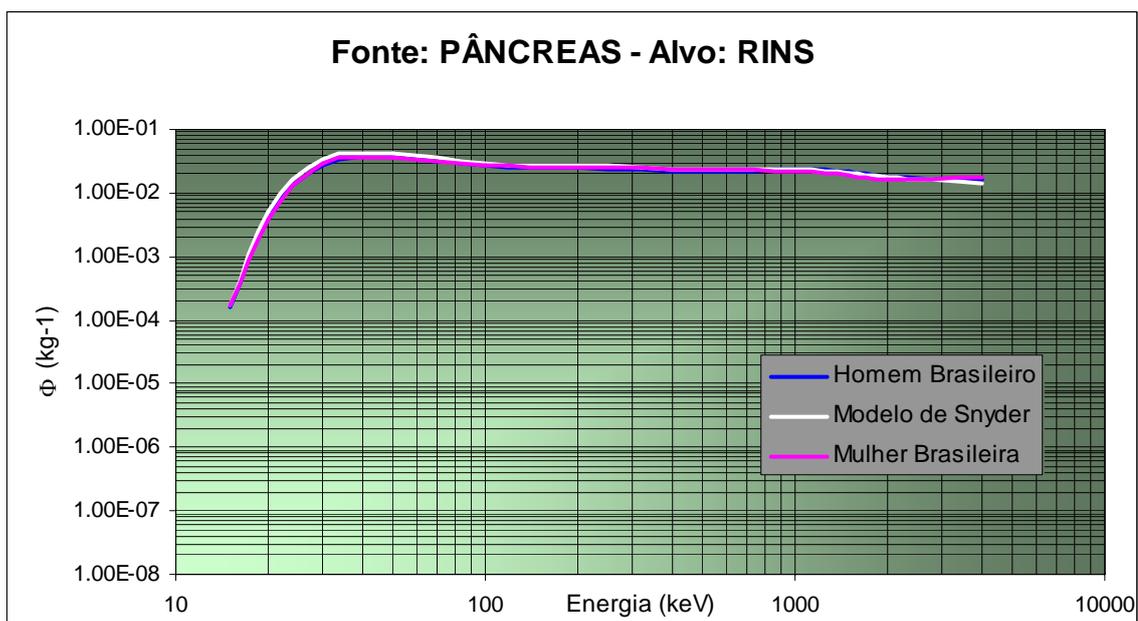
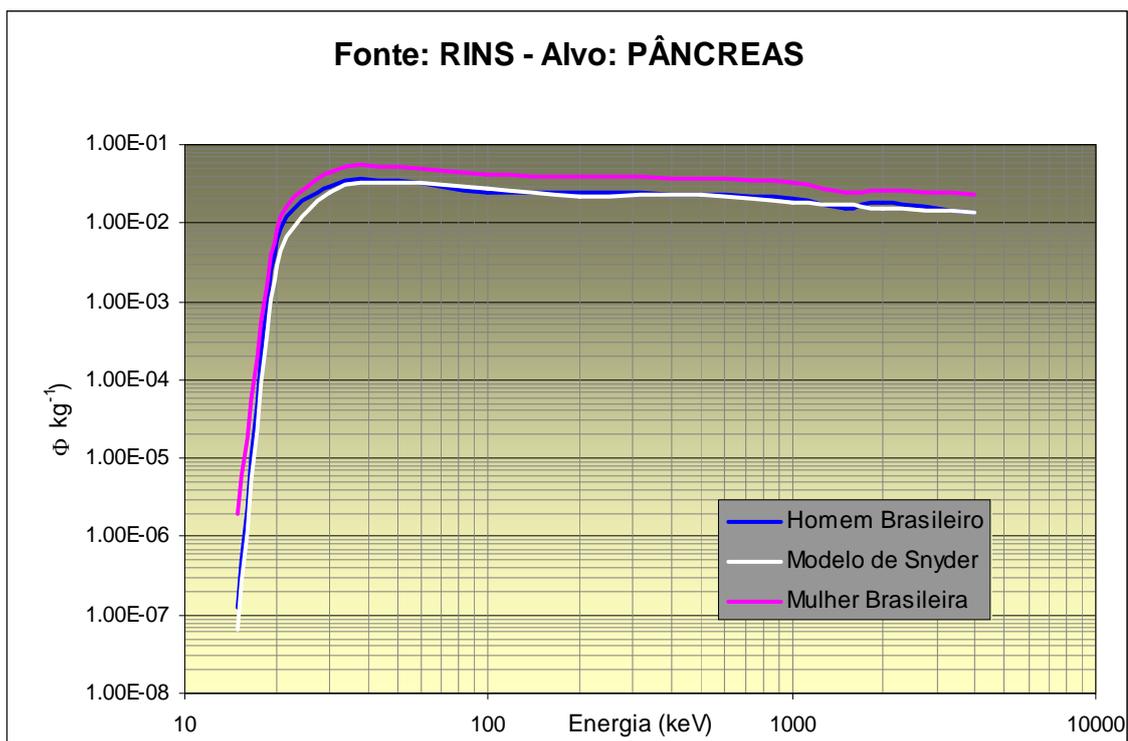
**Gráfico 12 – Fonte-Alvo: Rins  $\leftrightarrow$  Medula Amarela.**



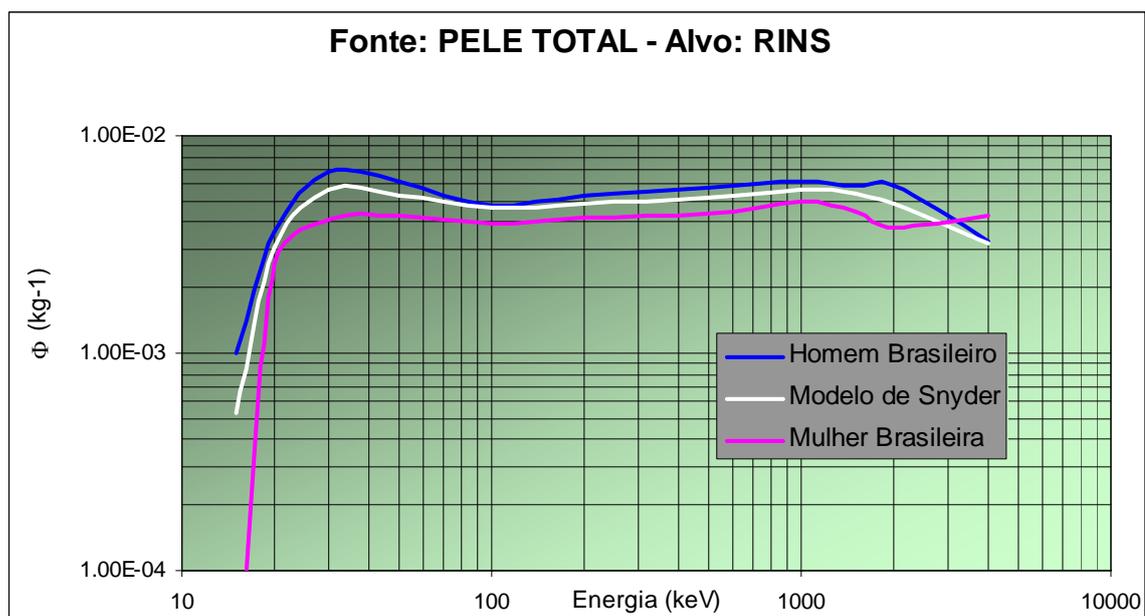
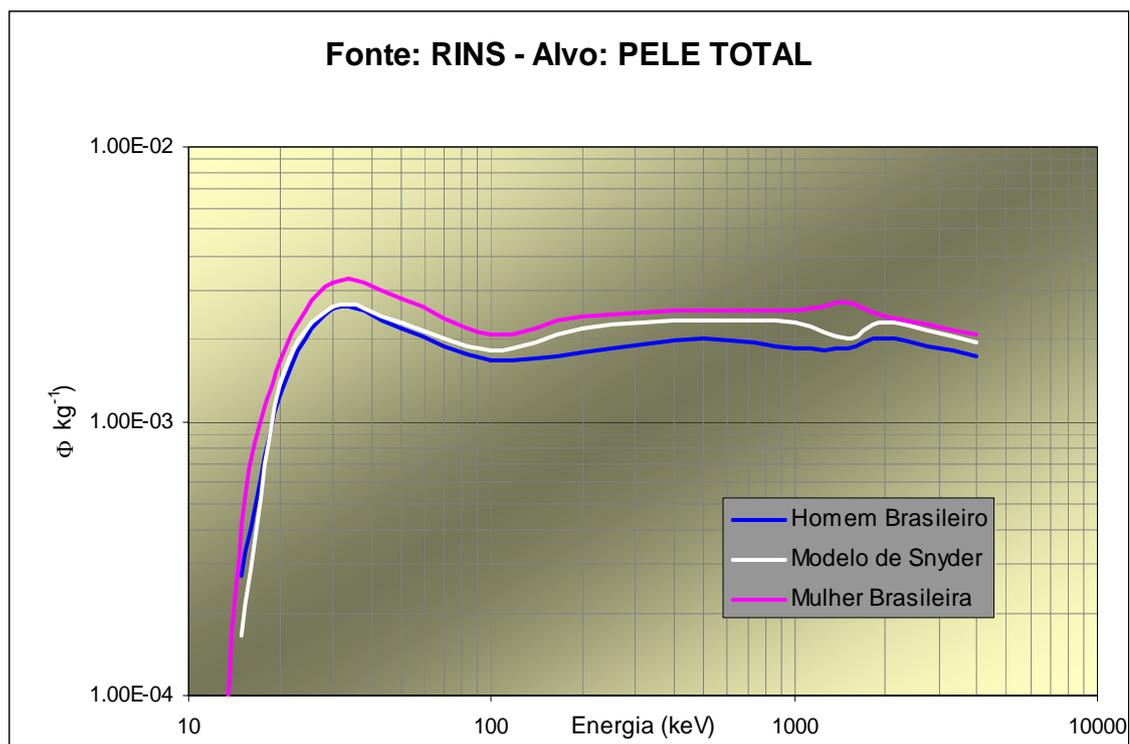
**Gráfico 13 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Medula Vermelha.**



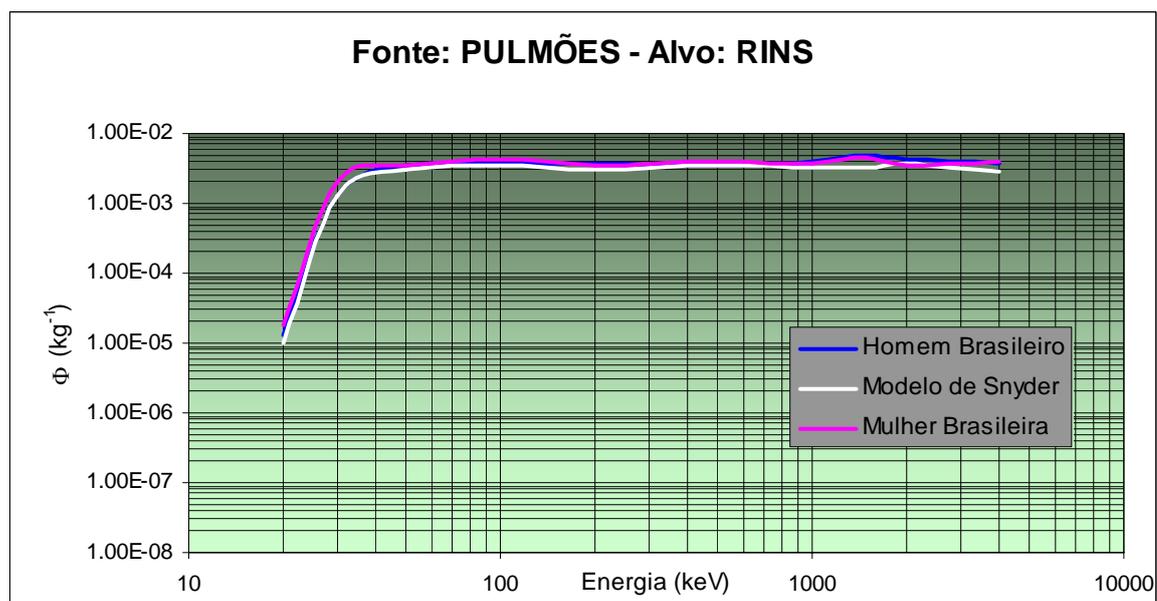
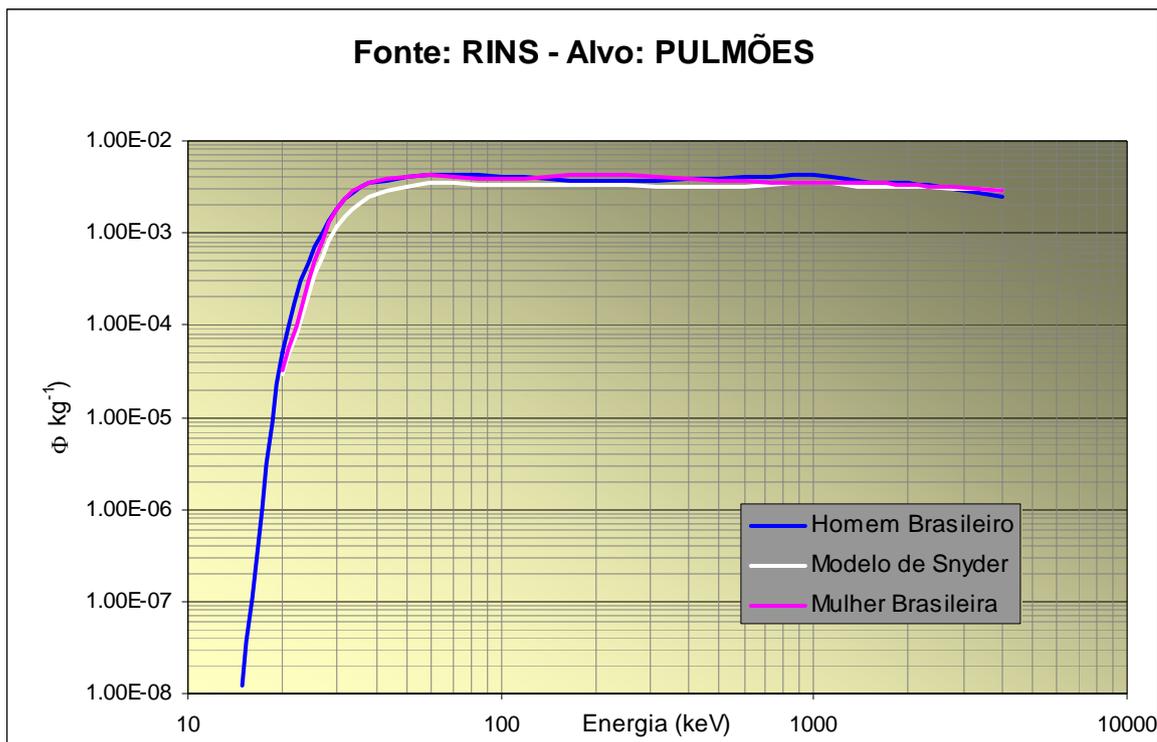
**Gráfico 14 – Fonte-Alvo: Rins  $\leftrightarrow$  Ovários.**



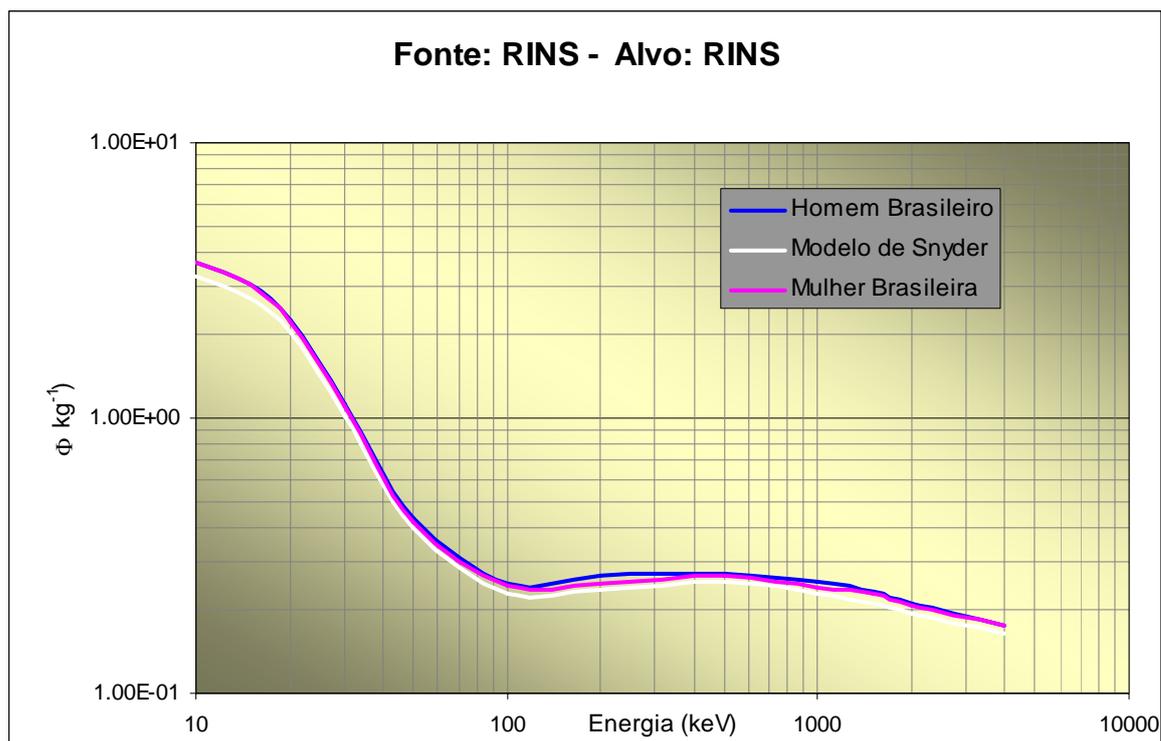
**Gráfico 15 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Pâncreas.**



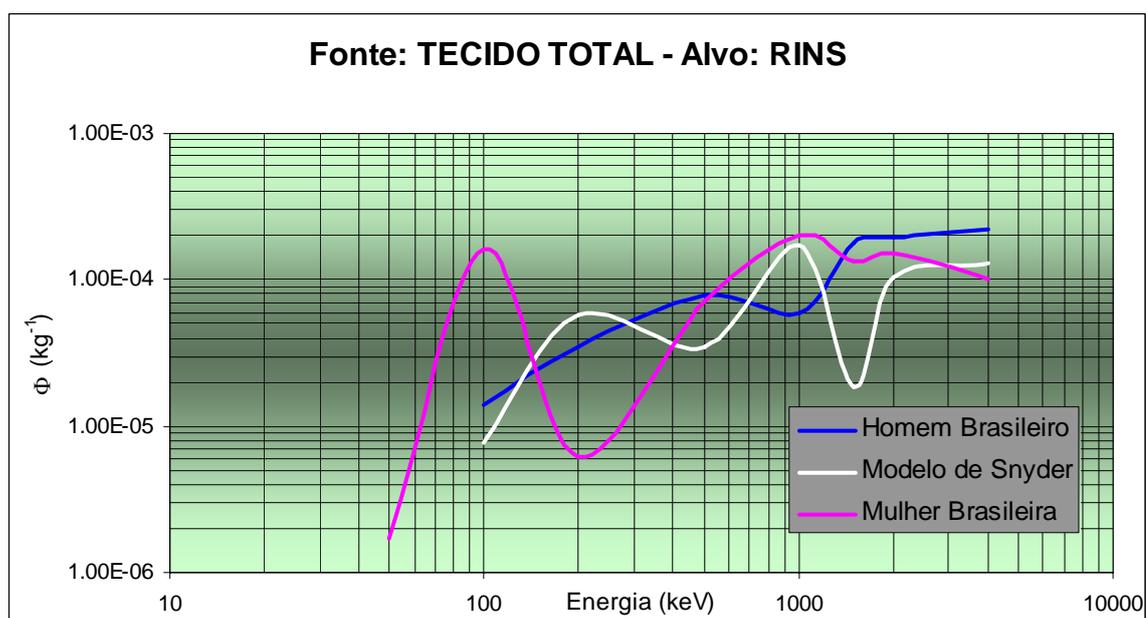
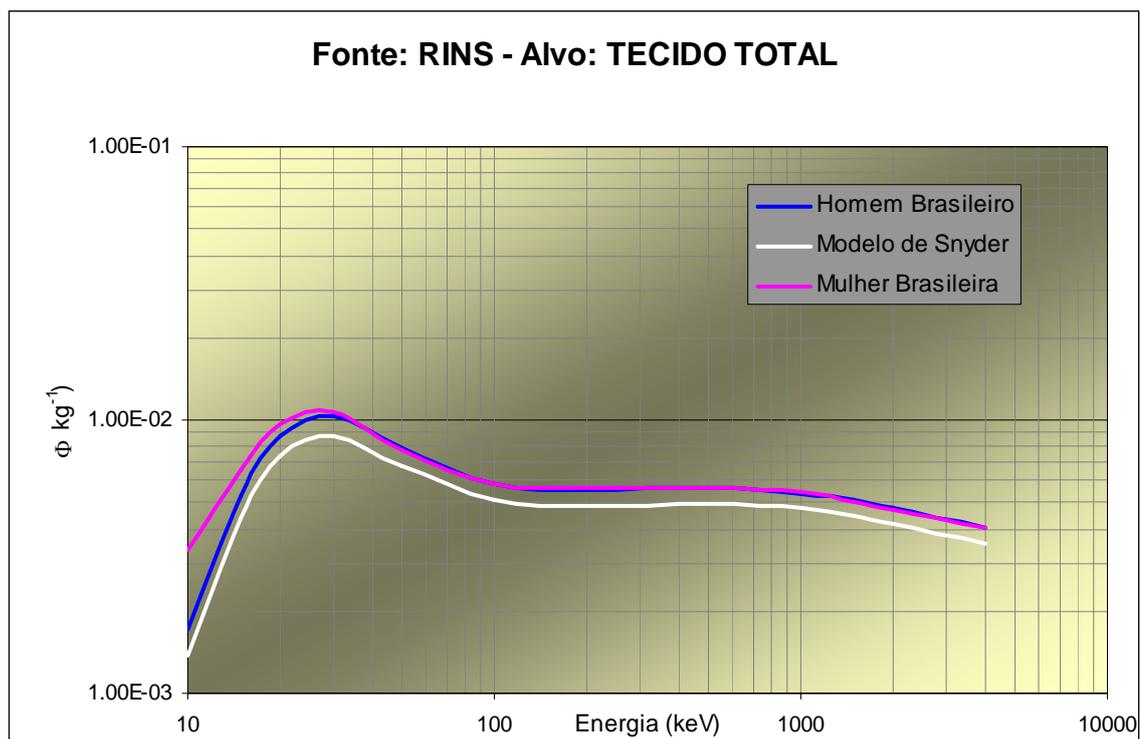
**Gráfico 16 – Fonte-Alvo: Rins ↔ Pele Total.**



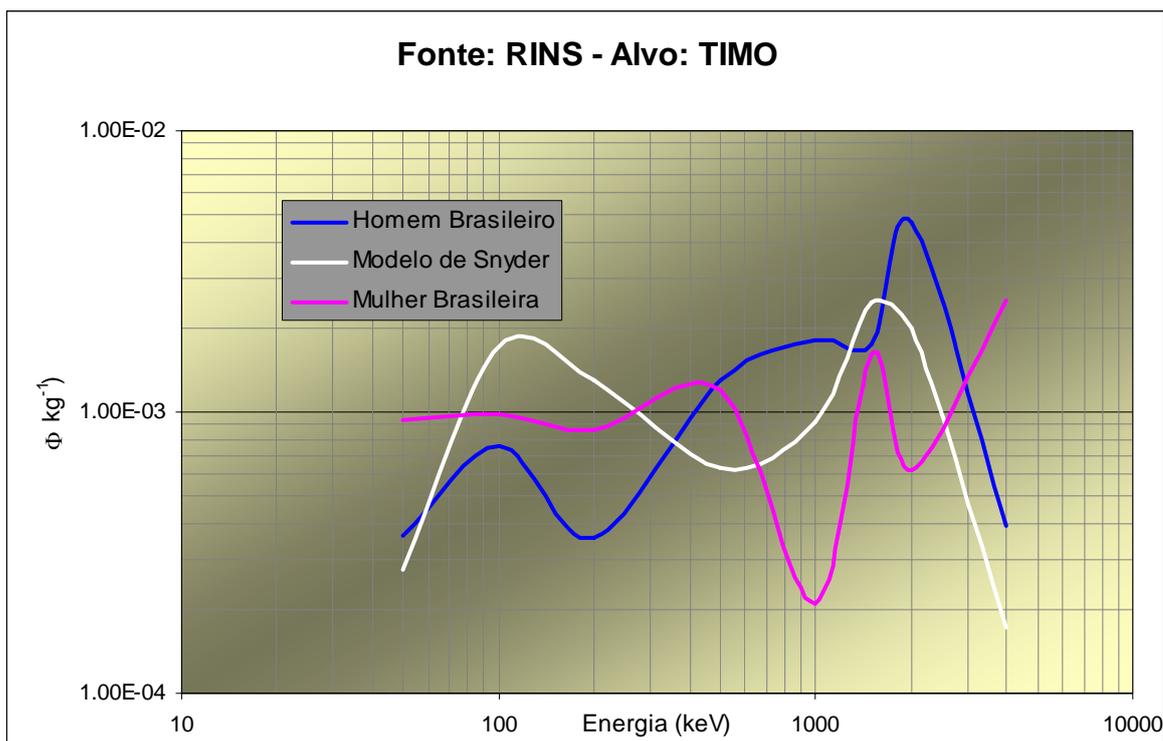
**Gráfico 17 – Fonte-Alvo: Rins  $\leftrightarrow$  Pulmões.**



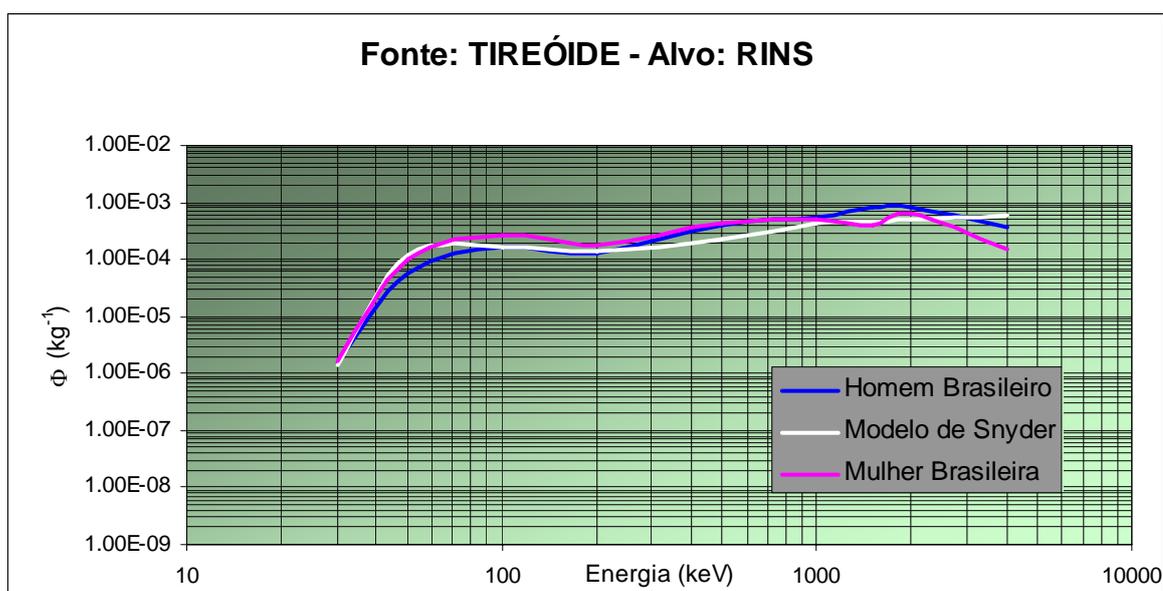
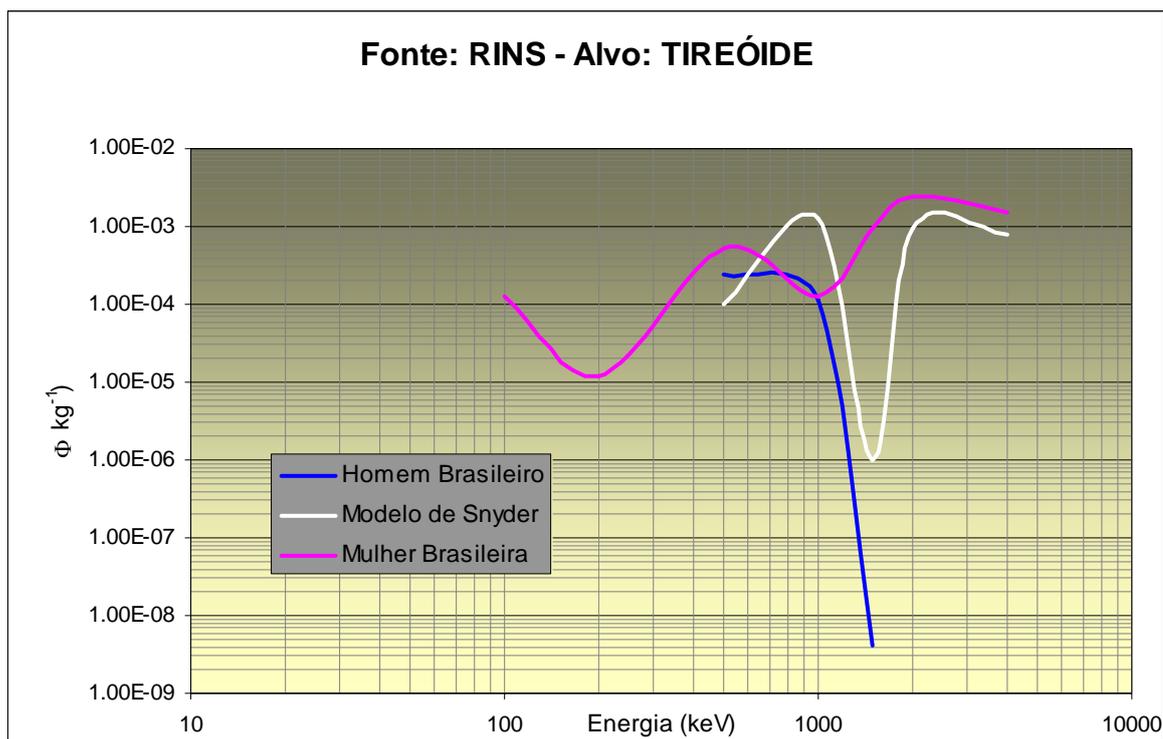
**Gráfico 18 – Fonte-Alvo: Rins ⇔ Rins.**



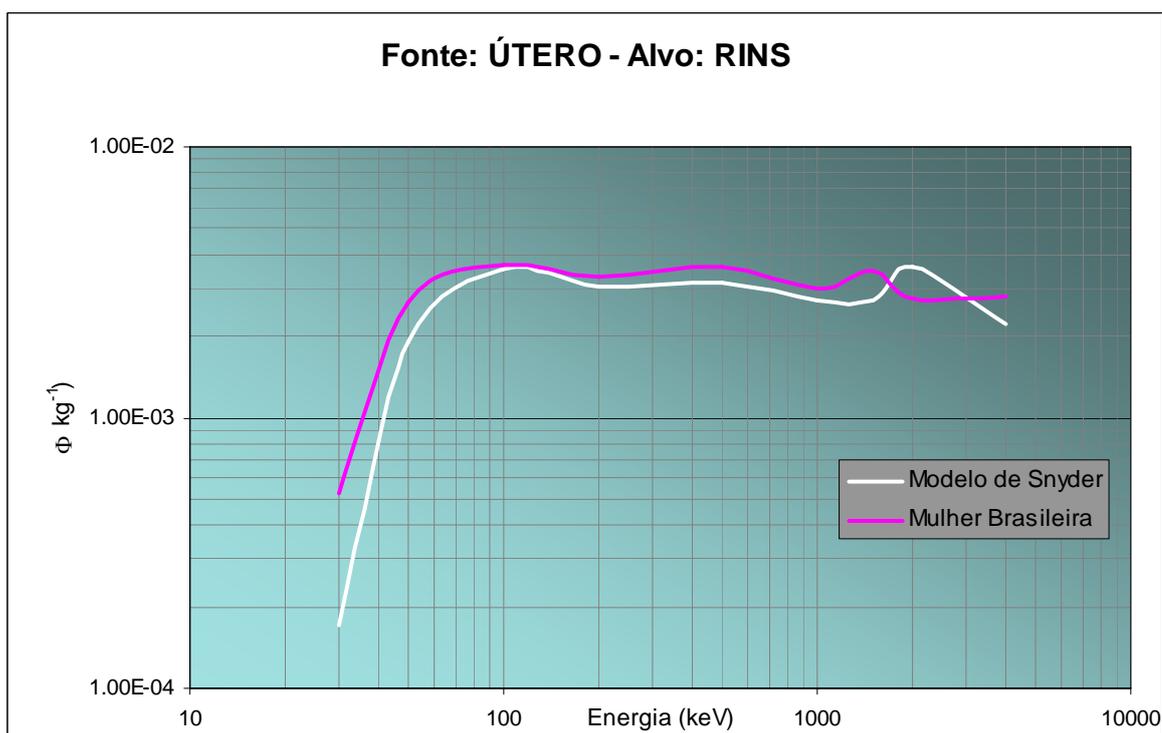
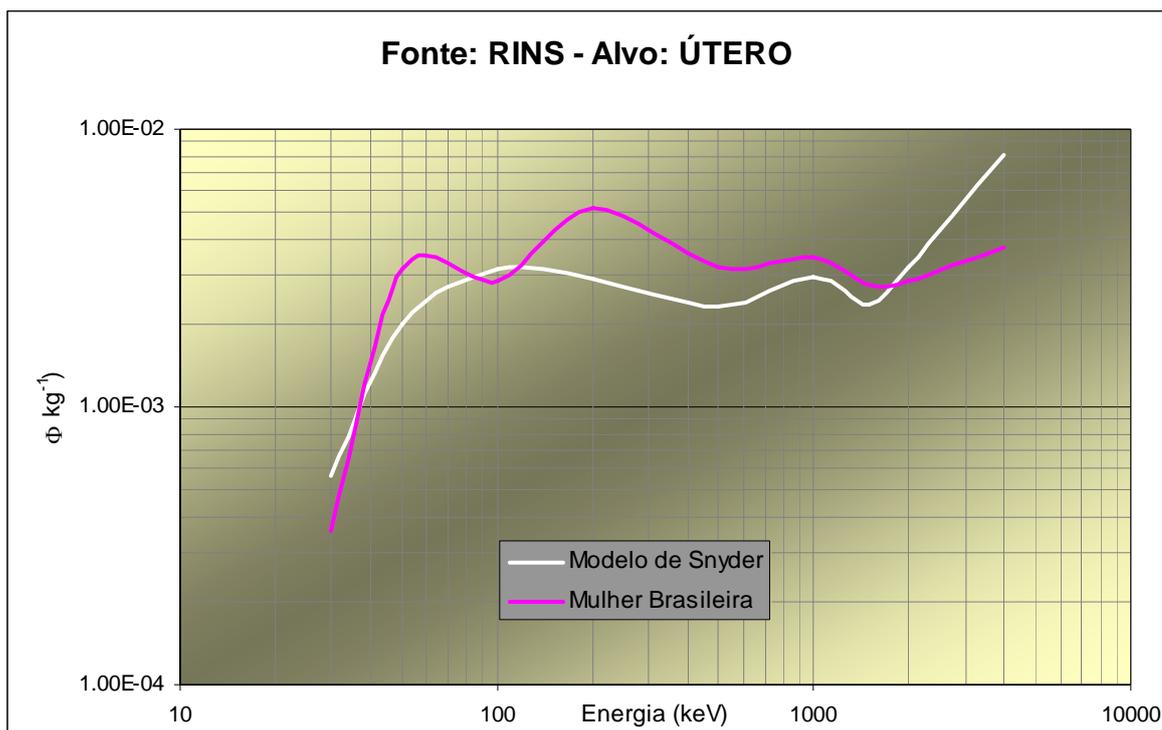
**Gráfico 19 – Fonte-Alvo: Rins  $\leftrightarrow$  Tecido Total.**



**Gráfico 20 – Fonte-Alvo: Rins  $\Rightarrow$  Timo.**

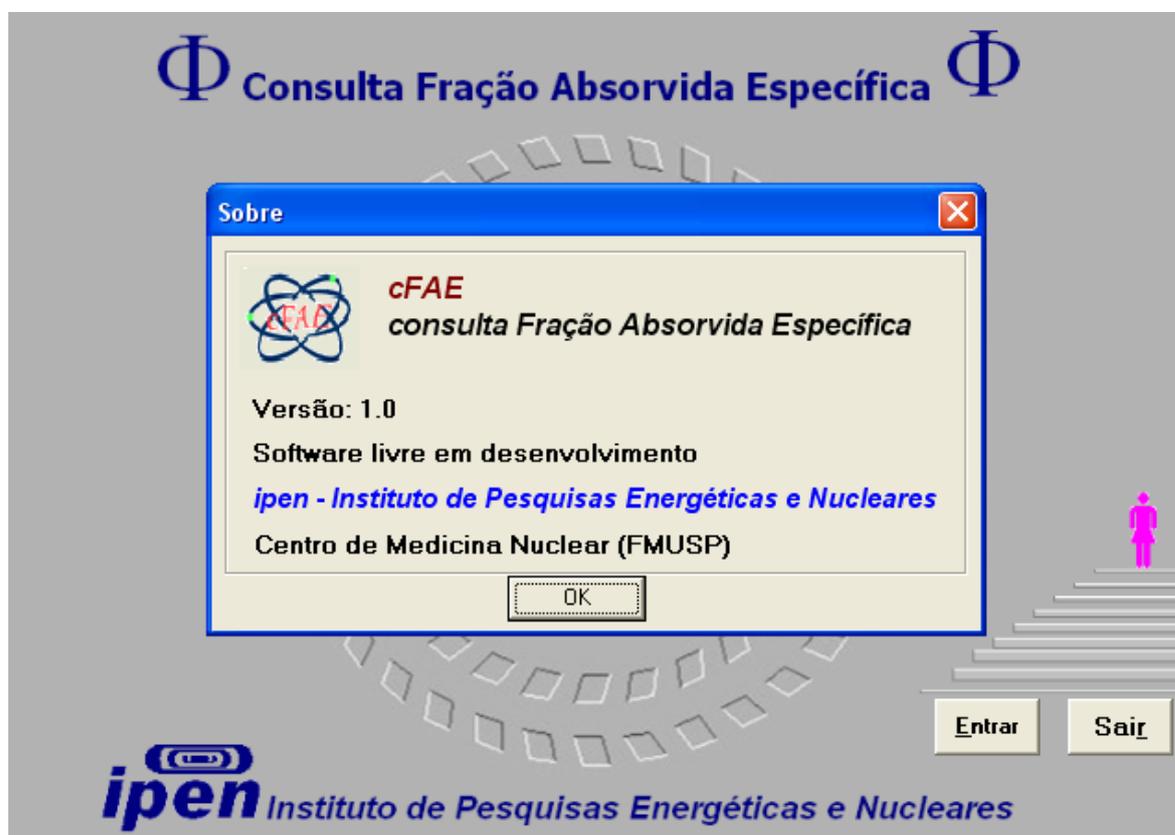
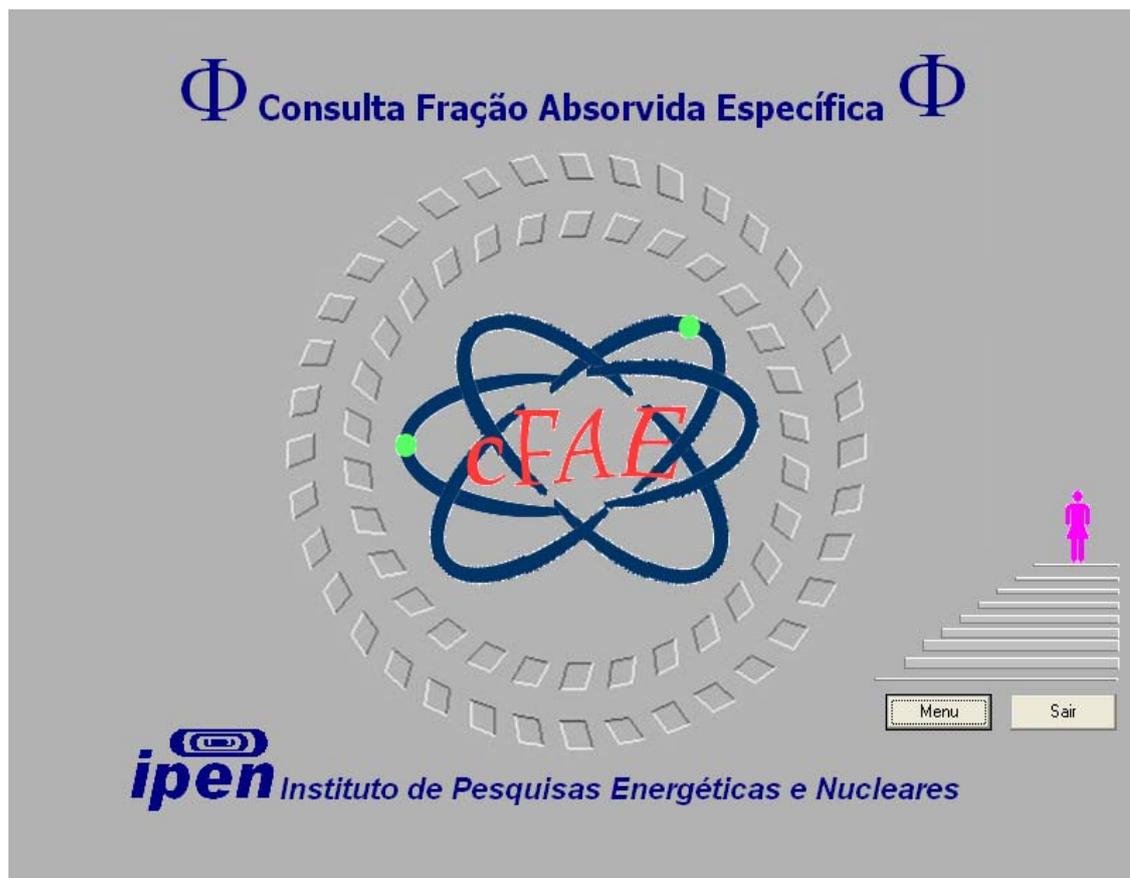


**Gráfico 21 – Fonte-Alvo: Rins ↔ Tireóide.**



**Gráfico 22 – Fonte-Alvo: Rins ↔ Útero.**

**Apêndice E: Interface Gráfica – *cFAE***



Tela 1 – Abertura do sistema *cFAE* (superior).

Tela 2 – Sobre o *cFAE* (inferior).

cFAE consulta Fração Absorvida Específica

### Fonte Uniformemente Distribuída

**Órgãos-fontes**  
 Útero

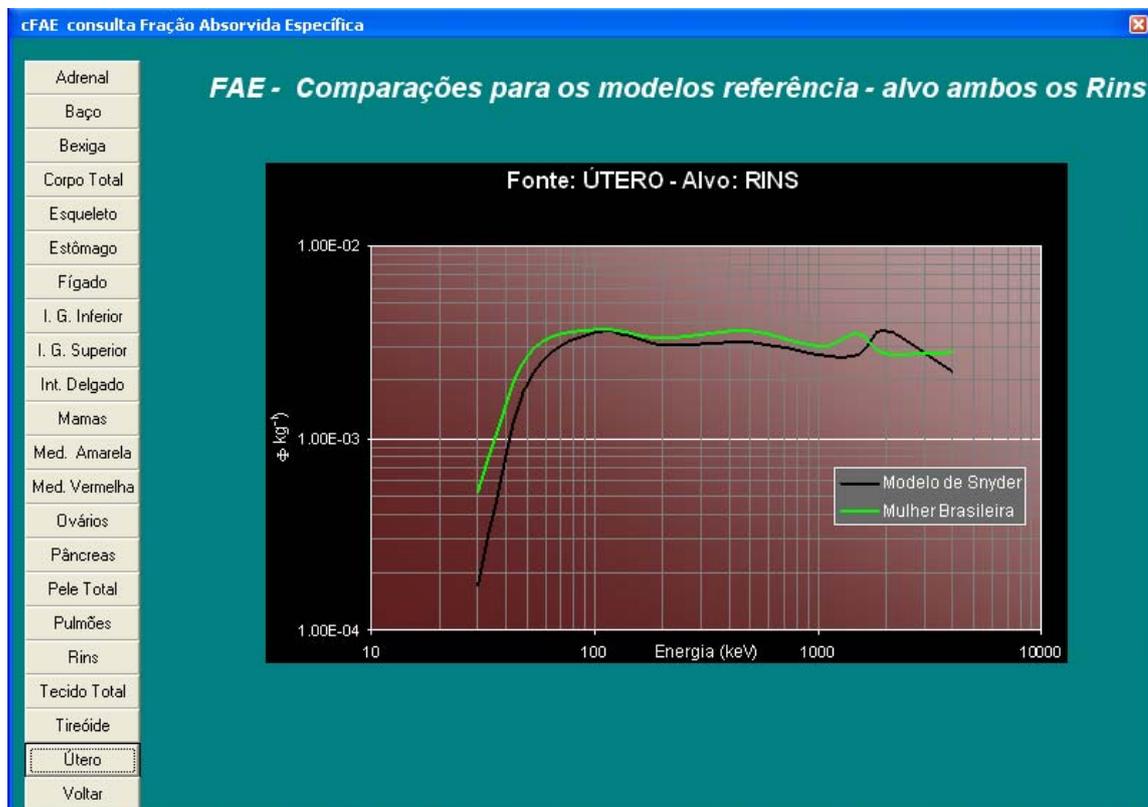
**Energias (keV)**  
 10    15    20  
 30    50    100  
 200    500    1.000  
 1.500    2.000    4.000

**Modelo de Referência**  
 Snyder  
 Mulher Brasileira  
 Homem Brasileiro  
 Mulher Bras. X Snyder

Órgãos-alvos	FAE (kg <sup>-1</sup> )	Mulher Brasileira	Modelo Snyder	(%)
Adrenais	2,65E-03	8,05E-04	0229	
Baço	2,41E-03	2,22E-03	0009	
Bexiga	6,73E-02	5,38E-02	0025	
Corpo Total	7,82E-03	6,82E-03	0015	
Esqueleto	2,69E-03	2,29E-03	0017	
Estômago	2,97E-03	3,36E-03	-0012	
Fígado	2,39E-03	2,07E-03	0015	
G.I. Intestino Grosso Inferior	2,28E-02	2,04E-02	0012	
G.I. Intestino Grosso Superior	1,83E-02	1,57E-02	0017	
Intestino Delgado + Conteúdo	3,78E-02	3,30E-02	0015	
Mamas	0,00E+00	0,00E+00	0000	
Medula Amarela	3,19E-03	2,79E-03	0014	
Medula Vermelha	8,21E-03	6,96E-03	0018	
Ovários	7,87E-02	4,59E-02	0071	
Pâncreas	3,26E-03	2,59E-03	0026	
Pele Total	1,97E-03	1,99E-03	-0001	
Pulmões	5,12E-04	3,27E-04	0057	
Rins	3,58E-03	3,16E-03	0013	
Tecido Total	7,80E-03	6,78E-03	0015	
Testículos	0,00E+00	6,58E-03	-0100	
Tireóide	0,00E+00	0,00E+00	0000	
Útero	8,56E-01	7,65E-01	0012	

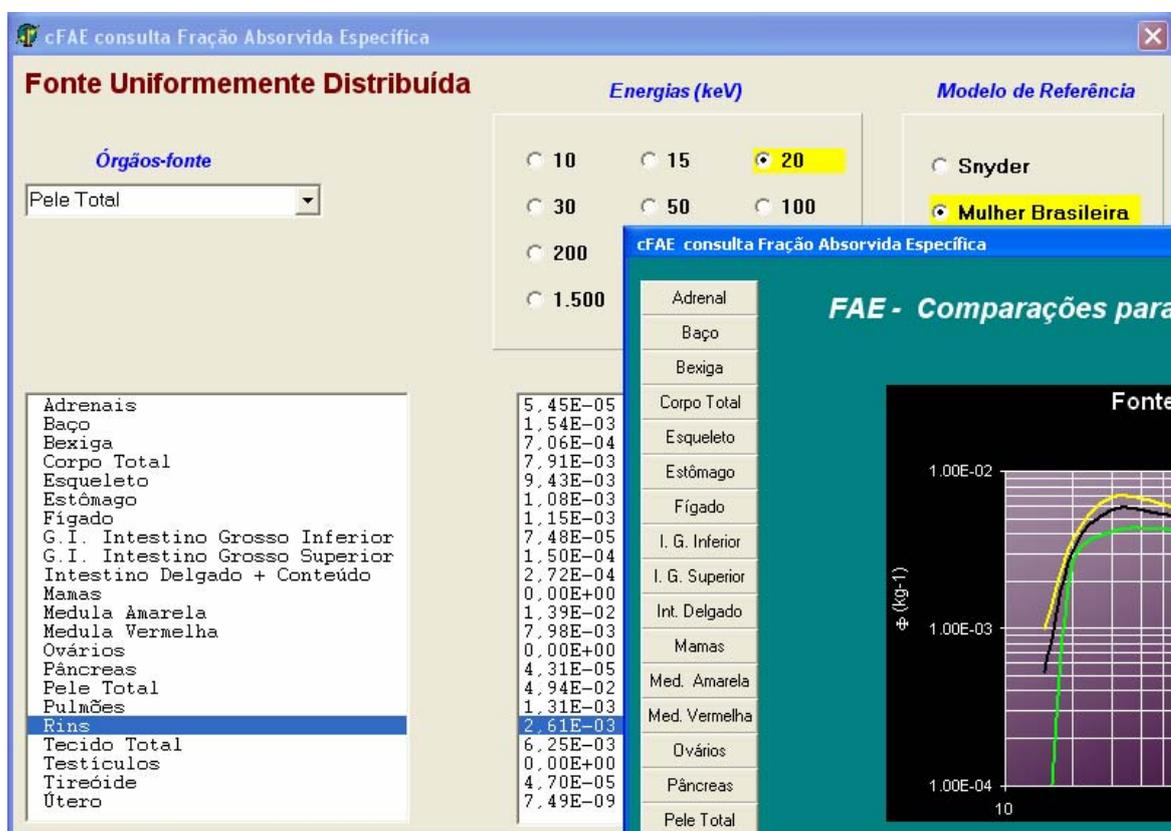
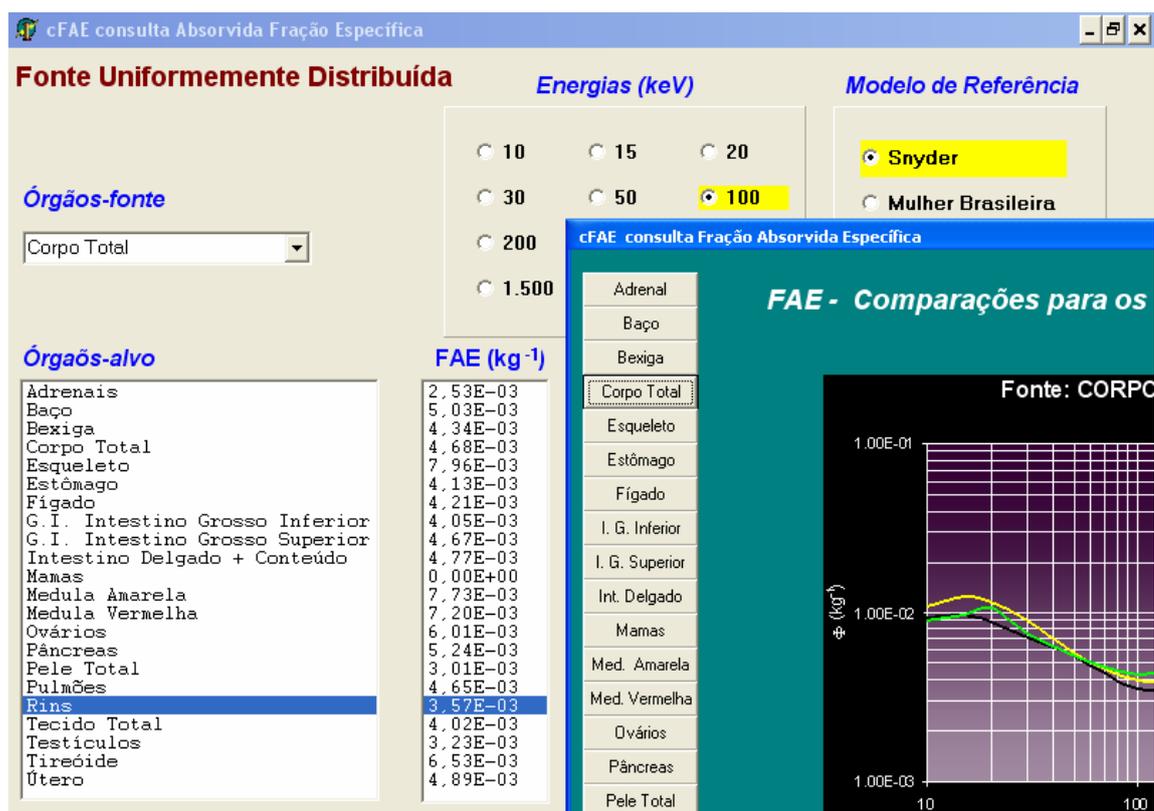
Exibir  
 Nova Execução  
 Gráficos  
 Sair

10/4/2006  
 02:03:11



Tela 3 – cFAE: Fonte Uniformemente Distribuída (superior).

Tela 4 – Comparação gráfica das FAEs para os modelos de referência (inferior).



Tela 5 –Exemplos-1 de sobreposição de interfaces do sistema cFAE, fonte:Corpo Total (superior).

Tela 6 –Exemplos-2 de sobreposição de interfaces do sistema cFAE fonte:Pele Total (inferior).

## ANEXO

### A – Preâmbulo do livro “O Cancer”, de Antonio Prudente (1939)

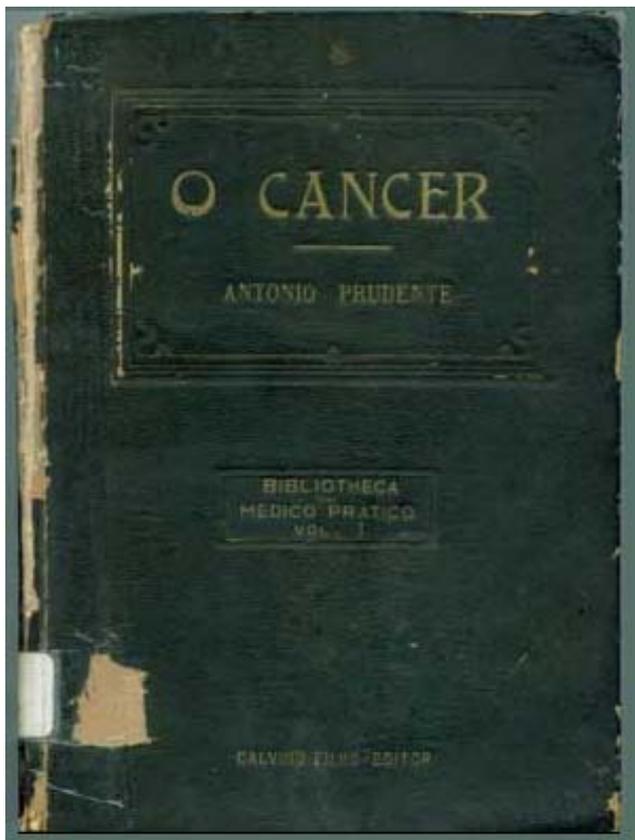
Extraído de "O Cancer", de Antônio Prudente (1939) (apud Kowalski, 2005)

*A mortalidade pelo cancer alarma a sociedade moderna! O numero de Obitos, causado por elle, cresce ininterruptamente! Tem-se a impressão de que é o maior flagello da humanidade actual, o destino obrigatorio da humanidade do futuro.*

*O cancer constitue hoje um problema que apaixona a opinião publica. Repetem-se os casos, numa mesma evolução, quasi monotona, parecendo que a molestia desafia a sciencia, mostrando apenas a sua força destruidora no destino implacavel, mas similar das suas victimas.*

*O cancer já é responsavel, entre nós, por 1/8 da mortalidade dos adultos!*

*O mundo assiste, attonito, o desenrolar da immensa tragedia, sentindo-se sem garantias, dada a ignorancia das suas causas primeiras. E o homem lança as suas supplicas áquella mãe, que não se cança de velar por elle, que já lhe deu tantas e tantas garantias em situações semelhantes, que já o protegeu contra inimigos encarniçados: A SCIENCIA.*



*No cadinho dos laboratorios cozinha-se a droga que salvará o mundo. Junto ao leito dos já condemnados assiste o clinico, mais uma vez, as phases dolorosas da mesma tragedia, pesquisando sempre, indagando, procurando um signal revelador, que será o ovo de Colombo, salvador das novas gerações. E a SCIENCIA, analysando, na mesa de autopsia, as alterações produzidas pela molestia, perscrutando com o auxílio de lentes maravilhosas a estrutura íntima dos tecidos, ainda não deu a ultima palavra sobre a questão.*

*Porém, se não conhecemos o autor de tanta calamidade, não devemos cruzar os braços, deixando-o agir a seu bel-prazer, mas, antes, fortificar-nos, evitando, na medida do possivel, as suas investidas mortíferas.*

*Uma das fórmãs de defesa contra o cancer é seguramente o conhecimento, por parte dos medicos, e mesmo dos leigos, dos seus primeiros signaes, para que possa ser tratado em tempo, pois, como veremos, na sua phase inicial o cancer é uma molestia local.*

*Além disso é preciso que o povo se convença de que o cancer é uma molestia curavel, desde que seja atacado nos primórdios do seu desenvolvimento. Esses dois elementos, diagnostico precoce e curabilidade, não só aos medicos e estudantes de medicina, como tambem, aos outros profissionais e aos individuos cultos em geral, pois, nelle, além das ideias geraes basicos sobre a molestia, será encontrada documentação photographica e radiographica das localizações mais comuns do cancer, assim como graphicos representativos da sua frequencia.*

*Se conseguirmos com isto obter o tratamento precoce de alguns casos de cancer, por poucos que sejam, já teremos obtido uma grande victoria.*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKHTER P.; ASLAM M.; ORFI S.D., *Evaluation of body mass index for a reference Pakistani man and woman*. Health Phys. 80,274-7 (2001).
- AL-HARITHY R.N., *Relationship of leptin concentration to gender, body mass index and age in Saudi adults*. Saudi Med J. Aug;25(8):1086-90 (2004).
- ALLEN, M.P.; TILDESLEY, D.J., *Computer Simulation of Liquids*. Clarendon Press, Oxford, 1987.
- ANDRADE, E. L., *Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para a Análise de Decisão*. LTC-Editora, 3ª ed., Rio de Janeiro, 2004.
- ANDREO, P., *Monte Carlo techniques in medical radiation physics*. Phys. Med. Biol., 36 861-920, (1991).
- Anuário Estatístico de Saúde do Brasil; *Morbidade e Fatores de Risco*; Ministério da Saúde, 2001.
- ATTIX, F.H.; BOESCH, W.C., *Radiation Dosimetry*. 2.ed., New York: Academic, 1968.
- BARROS, E.A.R.; ZAMBONI, L.C.; GRINKRAUT, M.L.; PAMBOUKIAN, S.V.D., *DELPHI para Universitários – Edição Compacta*. São Paulo: Ed. Páginas & Letras, 2006.
- BELLINTANI, S.A. *et all.*, *Noções Básicas de Proteção Radiológica*. CNEN-IPEN: Comissão Nacional de Energia Nuclear-Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares; Diretoria de Segurança Nuclear. São Paulo, 2002.
- BERGER, M.J., *MIRD Pamphlet 2: Energy deposition in water by photons from point isotropic sources*, J. Nucl. Med. 9 (1968) 15-25.
- BINDER, K., *Monte-Carlo and Molecular Dynamics Simulation in Polymer Science*. Oxford University Press, 1995.
- BRIESMEISTER, J.F., *MCNP -- A general Monte Carlo N-Particle transport code, version 4C*. Los Alamos National Laboratory Report, LA-13709-M, 2000.
- BROWNELL, G.L.; ELLET, W.H.; REDDY, A.R., *Absorbed fractions for photon dosimetry*. J. Nucl. Med., V. 9, p. 29-39, 1968. (Suppl.3).
- CARTER, L.L.; ASHWELL E.D., *Particle-Transport Simulation with Monte Carlo Method*. Los Alamos Scientific, Technical Information Center Office of Public Affairs, 1975.
- CASTRO JR., A; ROSSI, G.; DIMENSTEIN, R., *Guia prático em medicina nuclear: a instrumentação*. São Paulo: Ed. SENAC, 2000.
- CNEN NE-3.01, *Diretrizes Básicas de Radioproteção*. Julho de 1988; Publicado no Diário Oficial da União de 1 de agosto de 1988.

COSTA, M.M.; REIS, L.M.A., *Saúde e beleza dos seios*. Rio de Janeiro: Record, 2003.

CRISTY, M., *Mathematical phantoms representing children of various ages for use in estimates of internal dose*. Oak Ridge, (Tennessee): Oak Ridge National Lab, 1980. (NUREG/CR-1159; ORNL/NUREG/TM-367).

CRISTY, M., *Representative breast size of reference female*. Health Phys. 43:930-932 (1982).

CRISTY, M., *Calculation of annual limits of intake of radionuclides by workers: significance of breast as an explicitly represented tissue*. Health Phys. 46:283-291 (1984).

CRISTY, M.; ECKERMAN, K. F., *Specific absorbed fractions of energy at various ages from internal photon sources*. I. Methods. Oak Ridge, (Tennessee): ORNL, 1987. (ORNL/TM-8381/V1). [Date Completed: February 1987, Date Published: April 1987]

DEUS, S.F., *Desenvolvimento do fantasma matemático de uma criança de 10 anos de idade para fins de dosimetria interna*. 1978. Tese (Doutorado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo.

DIMENSTEIN, R.; HORNOS, Y.M.M., *Manual de proteção radiológica aplicada ao radiodiagnóstico*. São Paulo: Ed. SENAC, 2001.

DIMENSTEIN, R.; GHILARDI NETTO, T., *Bases físicas e tecnológicas aplicadas aos raios X*. São Paulo: Ed. SENAC, 2002.

DORN, W.S.; McCracken, D.D., *Calculo numérico com estudos de casos de FORTRAN IV*. Tradução de José Abel Royo dos Santos e Ana Lucia Serio de Almeida – Rio de Janeiro: Ed. Campus; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo; 2a. reimpressão, 1989.

ERENO, D., *Detalhes Preciosos: Engenharias Biomédicas*. PESQUISA FAPESP, nº 121, Março de 2006, p.64; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

GREENING, J.R., *Fundamentals of Radiation Dosymetry*. 2.ed., Bristol: Hulger, 1968.

GRODSTEIN, G.R., *X-ray Attenuation Coefficients from 10 keV to 100 MeV*. National Bureau of Standards – NBS: Circ. 583 (1957).

GUIMARÃES, M.I.C.C., *Desenvolvimento do Manequim Matemático do Homem Brasileiro para Cálculos de Dosimetria Interna*. 1995. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo.

GUIMARÃES, M.I.C.C.; TODO, A.S.; BUCHPIGUEL, C.A.; SORDI, G.M.A.A., *Comparison of Specific Absorbed Fractions (SAF) in the Brazilian adult male and the reference man phantoms*. Cellular and Molecular Biology 2002, 48(5): 475-485.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; *Anuário Estatístico do Brasil*, V.38, p.219-226, 1977.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; *Pesquisa de Orçamentos Familiares-POE 2002-2003*; Análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil; Rio de Janeiro, 2004.

ICRP. *Report of the task group on Reference Man*. International Commission on Radiological Protection; Oxford Pergamon Press, (ICRP pub. 23), p.1-289, 1974.

ICRP. *Report of the task group on Reference Man*. International Commission on Radiological Protection; Oxford Pergamon Press, (ICRP Publication 23), 1975.

ICRP. *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. Oxford Pergamon Press, (ICRP Publication 26), 1977.

ICRP. *Limits for intake of radionuclides by workers*. International Commission on Radiological Protection; (ICRP pub. 30, Part 2). *Annals of the ICRP* 4: No 3/4, 1980.

ICRP. *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. Oxford Pergamon Press, (ICRP Publication 60; 1990), Julho de 1993.

ICRP. *Basic anatomical and physiological data for use in radiological protection*. International Commission on Radiological Protection; (ICRP pub. 89). *Annals of the ICRP* 32: (3/4), 2002.

ICRU. *Radiation quantities and units*. International Commission on Radiation Units and Measurements; Washington, D.C., (ICRU report 19), 1975.

ICRU. *Radiation quantities and units*. International Commission on Radiation Units and Measurements; Washington, D.C., (ICRU report 33), 1980.

ICRU. *The quality factor in radiation protection*. International Commission on Radiation Units and Measurements; Maryland, (ICRU report 40), 1986.

ICRU. *Fundamental quantities and units for ionizing radiation*. International Commission on Radiation Units and Measurements; Maryland, (ICRU report 60), 1998.

IDB. *Rede Interagencial de Informações para a Saúde (Ripsa)*. Indicadores e Dados Básicos para Saúde. Ministério da Saúde: Esplanada dos Ministérios. Brasília, 2003.

INCA. *Estimativas da incidência e mortalidade por câncer*. Instituto Nacional de Câncer Brasil. Ministério da Saúde: Rio de Janeiro, 2003.

JAIN S.C.; MEHTA S.C.; KUMAR B.; REDDY A.R.; NAGARATNAM A., *Formulation of the Reference Indian Adult: Anatomical & Physiological Data*. *Health Phys.* 68,509-522 (1995).

JENKINS, T.M.; NELSON, W.R.; RINDI, A., eds., *Monte Carlo Transport of Electrons and Photons*. Plenum Press, New York, 1988.

JOHNS, H.E.; CUNNINGHAM, J.R., *The Physics of radiology*. 3ª ed. Springfield, IL: Charles C Thomas, 1971.

KAKU, M. *Visões do Futuro: Como a ciência revolucionará o século XXI*. Rio de Janeiro: Rocco, 2001.

KIM J.H.; WHANG J.H.; KIM C.S., *Paired-Organ and Other Selected Absorbed Fraction for the Korean Reference Adult Male Model*. Radiation Protection Dosimetry Advance Access published on December 15, 2005, DOI 10.1093/rpd/nci359.

KLING, A.; *et alii.* eds., *Advanced Monte Carlo for Radiation Physics, Particle Transport Simulation and Applications*: Proceedings of the Monte Carlo 2000 Conference, Lisbon, 23-26 October 2000, Springer-Verlag, Heidelberg (Germany), 2001.

KOWALSKI, L.P.; DEHEINZELIN D.; TORLONI H.; REIS L.F.L., *Meio século de pesquisa em câncer – A Parceria Hospital do Câncer e Instituto Ludwig*. São Paulo: Hospital do Câncer - Edição bilíngüe, 2005.

KRAMER, R.; DREXLER, G., *Representative breast size of female*. Health Phys. 40:913-914 (1981).

KRAMER, R.; WILLIAMS, G.; DREXLER, G., *Reply to M. Cristy*. Health Phys. 43:932-935 (1982).

LEE, C.; LEE J.K., Department of Nuclear Engineering, Hanyang University, Korea; PARK, J.S.; CHUNG M.S., Department of Anatomy, Ajou University, Korea; LEE C. Department of Nuclear and Radiological Engineering, University of Florida, USA. *Reference Korean Human Models: Past, Present and Future*. Consulta na Internet em 11/12/2005: <URL: <http://www.virtualphantoms.org/meeting.htm>>.

LUX, I.; KOBLINGER, L., *Monte Carlo Particle Transport Methods: Neutron and Calculations*. CRC Press Inc., Boston, 2000.

McGINNIES, R.T., *X-Ray Attenuation Coefficients from 10 keV to 100 MeV*. Suppl. to National Bureau of Standards – NBS: Circ. 583 (1959).

NAYLOR, T.H.; BALINTLY, J.L.; BURDICK D.S.; CHU, K., *Técnicas de Simulação em Computadores*. ed. Vozes, Petrópolis, 1971.

NBS-583. *Cross Sections for the Elements*. National Bureau of Standards; (Circular 583 and its supplement), Washington.

NEUMANN, J.; ULAM, S. *Bull Am. Math.Soc.*51, 660 (1945).

OKUNO E., *Radiação:Efeitos, Riscos e Benefícios*. São Paulo: Editora Harbra, 1998.

OSIER, D.; GROBMAN, S.; BATSON, S., *Delphi 3*. ed. Campus (Borland Press), Rio de Janeiro, 1998.

PHYSICAL status: *The use and interpretation of anthropometry*; report of a WHO Expert Committee. Geneva: World Health Organization, 1995. WHO technical report series, 854.

PINOTTI. J.A., *Crise e oportunidade na saúde*. Folha de São Paulo 2005; Abr 5. p.A3. [tendências e debates].

RIOS, E.; MOREIRA FILHO, T.R., *Projeto & engenharia de software – Teste de Software*. ed. Alta Books Ltda., Rio de Janeiro, 2003.

RYMAN, J.C.; WARNER, G.G.; ECKERMAN, K.F., *ALGAMP--A Monte Carlo radiation transport code for calculating specific absorbed fractions of energy from internal or external photon sources*, (ORNL/TM-8377) Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, 1987.

RYMAN J.C. ; ECKERMAN K.F., *ALGAMP--A Monte Carlo radiation transport code for calculating specific absorbed fractions of energy from internal or external photon sources*, (ORNL/TM-8377) Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN), 1993.

SALVAT, F.; *et alii.*, *PENELOPE -- A Code System for Monte Carlo Simulation of Electron and Photon Transport*. Workshop Proceedings, Issy-Ies-Moulineaux, AEN, NEA France, (November 2001).

SEMPAU, J., *Simulación Monte Carlo del transporte de la radiación. Aplicaciones en el campo de la física médica*. Radioprotección., vol.IX, n.31, p.18-26, Madrid, (2002).

SNYDER, W.S.; FORD, M.R.; WARNER, G.G.; WATSON, S.B., In: *A tabulation of dose equivalent per micro-curie-day for source and target organs of an adult for various radionuclides*. Oak Ridge, TN, Oak Ridge National Laboratories, (ORNL-5000), p.1-70, Nov.1974.

SÓBOL, I.M., *Método de Montecarlo - Lecciones populares de matemáticas*. Traducción al español por Carlos Vega. Moscou: Editora MIR, 1976.

SPIERS, F.W., *Radio isotopes in the human body: Physical and biological aspects*. NewYork, N.Y.: Academic, 1968.

STABIN, M.G.; *MIRDOSE: personal computer software for internal dose assessment in nuclear medicine*. J. Nucl. Med. 1996; 37:538 –546.

STABIN, M.G.; SPARKS, R.B.; CROWE, E., *OLINDA/EXM: The Second-Generation Personal Computer Software for Internal Dose Assessment in Nuclear Medicine*. J. Nucl. Med. 2005; 46: 1023-1027.

TANAKA, G.; KAWAMURA, H., *Reference japanese man I – mass of organs and other characteristics of normal japanese*. Health. Physics, v.36, p.333-346, 1979.

TAUHATA, L.; SALATI, I.P.A.; PRINZIO, R.Di; PRINZIO, M.A.R.Di *Radioproteção e dosimetria: Fundamentos* (5ª revisão); CNEN-IRD: Comissão Nacional de Energia Nuclear – Instituto de Radioproteção e Dosimetria. Rio de Janeiro, 2003.

TODO, A.S.; SORDI, G.M.A.A. *Proteção Radiológica* (Versão 2). Fundamentos de Tecnologia Nuclear, v.IV; CNEN-IPEN: Comissão Nacional de Energia Nuclear - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo, 1997.

TODO, A.S.; *Desenvolvimento de um Modelo Matemático para o Rim e Estimativa da Fração Absorvida Específica utilizando o Método de Monte Carlo*. 1979. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo.

URL\_RSICC, <<http://www-rsicc.ornl.gov>>, pesquisado: junho/2005.

WARNER, G.G.; GRAIG Jr, A.M.; *ALGAM: A computer program for estimating internal dose from gamma ray sources in a man phantom*. Oak Ridge, TN, Oak Ridge National Lab., June, 1968. (ORNL-TM-2250).

WARNER, G.G., *BRHGAM -- A Medical X-Ray Dose Estimation Program*, (ORNL/TM-4393) Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, 1973.

XIMENES, E., *Desenvolvimento de modelo informatizado, para cálculo de volumes de corpos modeláveis, através da variante do Método de Monte Carlo para uso em ensino e pesquisa*. 1998. Dissertação (Mestrado) – Universidade Mackenzie. São Paulo.

ZAIDI, H., *Monte Carlo techniques in diagnostic and therapeutic nuclear medicine: Proceedings of an International Symposium; Vienna, Austria; 25-28 Nov. 2002; in: Standards and Codes of Practice in Medical Radiation Dosimetry, Vienna, vol.2, p.29-44, 2003.*