



UFG

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

LEONARDO BASTOS LAGE

**AVALIAÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE COMO FATOR DE
RISCO PARA A INCIDÊNCIA DE CÂNCER DE MAMA EM
GOIÂNIA-GO**

**Goiânia
2016**

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ Dissertação ☐ Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

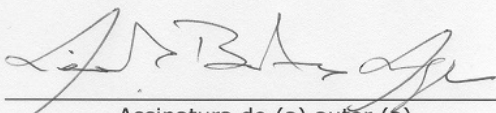
Nome completo do autor: **Leonardo Bastos Lage**

Título do trabalho: **AVALIAÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE COMO FATOR DE RISCO PARA A INCIDÊNCIA DE CÂNCER DE MAMA EM GOIÂNIA-GO**

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do (a) autor (a)

Data: 31 / 08 / 2016

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

LEONARDO BASTOS LAGE

**AVALIAÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE COMO FATOR DE
RISCO PARA A INCIDÊNCIA DE CÂNCER DE MAMA EM
GOIÂNIA-GO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Goiás para obtenção do Título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientador: Profº. Dr. Ruffo de Freitas Júnior

Co-orientadora: Drª. Rosângela da Silveira Corrêa

**Goiânia
2016**

Lage, Leonardo Bastos

Avaliação da Radiação Ionizante como Fator de Risco para Incidência de Câncer de Mama em Goiânia-GO / Leonardo Bastos Lage. 2016. 125f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Ruffo de Freitas Júnior; co-orientadora Dra. Rosângela da Silveira Corrêa.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Medicina (FM), Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Goiânia, 2016.

Bibliografia. Anexos.

Inclui siglas, mapas, fotografias, abreviaturas, símbolos, gráficos, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Câncer de mama. 2. Fator de risco. 3. Radiação ionizante. 4. Monitoramento ambiental. 5. Saúde pública. I. Freitas Júnior, Ruffo de, orient. II. Corrêa, Rosângela da Silveira, co-orient. III. Título.

Ata de Defesa de Dissertação de Mestrado realizada por **Leonardo Bastos Lage**. Aos onze dias do mês agosto de 2016, às 13:00 horas, reuniu-se na **Unidade de Pesquisa Clínica/UFG**, a Comissão Julgadora infra nomeada para proceder ao julgamento da Defesa de Dissertação de Mestrado intitulada: "**AVALIAÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE COMO FATOR DE RISCO PARA A INCIDÊNCIA DE CÂNCER DE MAMA EM GOIÂNIA-GO**", como parte de requisitos necessários à obtenção do **título de Mestre**, área de concentração **Dinâmica do Processo Saúde-Doença**. O Presidente da Comissão julgadora, **Prof. Dr. Ruffo de Freitas Júnior**, iniciando os trabalhos concedeu à palavra ao candidato, para exposição em até **50 minutos** do seu trabalho. A seguir, o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos Examinadores, os quais passaram a arguir ao candidato durante o prazo máximo de 30 minutos, assegurando-se ao mesmo igual prazo para responder aos Senhores Examinadores. Ultimada a arguição que se desenvolveu nos termos regimentais, a Comissão, em sessão secreta, expressou seu Julgamento, considerando ao candidato aprovado ou reprovado.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Ruffo de Freitas Júnior - Presidente
Prof^a. Dr^a. Nilceana Maya Aires Freitas – Membro
Prof. Dr. Ivan Pedro Salati de Almeida – Membro
Prof^a. Dr^a. Eliane Eugênia dos Santos – Suplente

Aprovado(a)/Reprovado(a)

Aprovado
Aprovado
Aprovado

Em face do resultado obtido, a Comissão Julgadora considerou o candidato **Leonardo Bastos Lage** ☒ Habilitado () Não habilitado. Nada mais havendo a tratar, eu, **Prof. Dr. Ruffo de Freitas Júnior**, lavrei a presente ata que, após lida e achada conforme foi por todos assinada.

Assinatura:

Prof. Dr. Ruffo de Freitas Júnior - Presidente
Prof^a. Dr^a. Nilceana Maya Aires Freitas – Membro
Prof. Dr. Ivan Pedro Salati de Almeida – Membro
Prof^a. Dr^a. Eliane Eugênia dos Santos – Suplente

Ruffo de Freitas Júnior
Nilceana Maya Aires Freitas
Ivan Pedro Salati de Almeida
Eliane Eugênia dos Santos

A banca examinadora aprovou a seguinte alteração no título da Dissertação:

Leonardo Bastos Lage
Leonardo Bastos Lage

**Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
da Universidade Federal de Goiás**

**BANCA EXAMINADORA DA
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Aluno: Leonardo Bastos Lage

Orientador: Dr. Ruffo de Freitas Júnior

Co-Orientadora: Rosangela da Silveira Corrêa

Membros:

1. Prof. Dr. Ruffo de Freitas Júnior

2. Profa. Dra. Nilceana Maya Aires Freitas

3. Prof. Dr. Ivan Pedro Salati de Almeida

Suplentes:

4. Dra. Eliane Eugênia dos Santos

5. Dra. Rosangela da Silveira Corrêa

Data: 11/08/2016, às 13:00h. **Local:** Sala de reuniões da Unidade de Pesquisa Clínica – UFG.

Dedico este trabalho...

*Aos meus queridos pais, **Eunice e Lauro Lage***

Fonte de inspiração e determinação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela luz em meu caminho.

A minha família Daisy, Naiana e Alexandre, meus irmãos e irmãs pelo estímulo e carinho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ruffo de Freitas Júnior, pela oportunidade e confiança no trabalho a ser desenvolvido e pela atenção em todos os momentos.

A minha colega e Co-orientadora Dra. Rosangela da Silveira Corrêa, por tantas situações compartilhadas e superadas.

Aos colegas da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, especialmente do CRCN-CO e do LAPOC, pela disposição em colaborar em todas as fases do trabalho, em nome da Dra. Eliane Eugênia dos Santos, recebam minha manifestação de gratidão.

Ao amigo Dr. Ivan Salati, pela tamanha disposição em sempre contribuir no aperfeiçoamento do trabalho.

Ao Prof. Dr. José Carlos de Oliveira e a servidora Carleane que com tanta atenção me atenderam em relação aos dados do Registro de Câncer de Base Populacional de Goiânia (RCBPGO), no Hospital Araújo Jorge.

A estagiária Stefanni Borges, pela participação efetiva no árduo trabalho de triagem dos dados do RCBPGO, referentes ao câncer de mama.

As colegas do Programa de Mastologia da UFG e da Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, em nome da colega Valdecina, pela orientação sempre pronta.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está sendo apresentada em formato alternativo, de acordo com o disposto em “Normas, procedimentos e orientações para publicação de dissertações e teses do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Goiás”. Inclui resumo, seguido por introdução ao tema, objetivos do estudo, métodos e os resultados apresentados em dois artigos, sendo um deles submetido para publicação e o outro a ser submetido. A dissertação é finalizada com conclusões, considerações finais e referências bibliográficas. Nos anexos foram incluídos os pareceres dos comitês de ética, correspondências e documentos – TRE-GO e as normas de publicação dos periódicos - Environment International e Cadernos de Saúde Pública. No Apêndice, o Mapa de Goiânia mostrando o roteiro dos pontos relacionados ao acidente com o Césio-137.

SUMÁRIO

TABELAS, FIGURAS, ANEXOS E APÊNDICE	XII
SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS	XVII
RESUMO	XIX
ABSTRACT	XXI
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 MÉTODOS	15
3.1 Aspectos éticos.....	15
3.2 Área de estudo.....	15
3.3 Coleta de dados.....	17
3.3.1 Etapa 1: levantamento de medidas radiométricas	18
3.3.2 Etapa 2: levantamento de incidência de câncer de mama.....	20
3.4 Cálculos, estimativas, comparações e análise estatística de dados..	21
3.4.1 Medidas radiométricas	21
3.4.2 Incidência de câncer de mama	23
4 PUBLICAÇÕES	26
ARTIGO 1 - ESTIMATIVA DA EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO GAMA AO AR LIVRE NA CIDADE DE GOIÂNIA – 28 ANOS APÓS O ACIDENTE RADIOLÓGICO COM O CÉSIO-137.....	27
RESUMO	27
ABSTRACT	28
INTRODUÇÃO.....	29
METODOLOGIA.....	31
Área de estudo.....	31
Mapeamento radiométrico	33
Estimativas de Doses	34
Análise dos dados.....	35
RESULTADOS	36

Taxa de dose absorvida no ar e dose efetiva	36
Dose efetiva anual	39
Dose efetiva coletiva anual	40
DISCUSSÃO	42
CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS	45
ARTIGO 2 - AVALIAÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE COMO FATOR	
DE RISCO PARA A INCIDÊNCIA DE CÂNCER DE MAMA EM	
GOIÂNIA: 28 ANOS APÓS O ACIDENTE COM O CÉSIO-137	
RESUMO	48
ABSTRACT	49
INTRODUÇÃO	50
MATERIAIS E MÉTODOS	52
Área de estudo.....	52
Aspectos éticos.....	54
Coleta de dados.....	55
<i>Incidência de câncer de mama</i>	55
<i>Levantamento radiométrico</i>	55
<i>Taxa bruta de incidência</i>	56
<i>Análise de grupamentos (clusters)</i>	57
<i>Associação entre variáveis quantitativas</i>	58
RESULTADOS	58
Incidência do câncer de mama	58
<i>Número total de casos novos</i>	58
<i>Número de casos novos geograficamente referenciados</i>	59
<i>Análise de grupamentos espaciais (clusters)</i>	62
Associação entre variáveis quantitativas	63
<i>Incidência do câncer de mama e radiação ionizante</i>	63
DISCUSSÃO	67
CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS	70
5 CONCLUSÕES	73
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
REFERÊNCIAS	76

ANEXOS	80
APÊNDICE.....	125

TABELAS, FIGURAS, ANEXOS E APÊNDICE

TABELAS

Tabela 1. Estimativas para o ano 2016 das taxas brutas de incidência por 100 mil mulheres e do número de casos novos de câncer de mama nas capitais brasileiras	4
Tabela 2. Médias anuais das doses efetivas devido à radiação natural	6
Tabela 3. Principais Focos do Acidente com o Césio-137, em 1987, Goiânia – Brasil	9
Tabela 4. Frequências absoluta e relativa e incidência de câncer de mama, entre os anos de 1988 e 2006, nos distritos sanitários de Goiânia	13

Artigo 1 - Estimativa da exposição à radiação gama ao ar livre na cidade de Goiânia – 28 anos após o acidente radiológico com o Césio-137.

Tabela 1. Doses efetivas em cada Distrito Sanitário (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul) e respectivos setores censitários. Os valores médios, máximos e mínimos de cada Distrito Sanitário são relativos aos setores censitários.	36
Tabela 2. Contribuição da dose ambiental para a dose efetiva anual por distrito sanitário (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul), o setor censitário da Rua 57 (SC-RUA 57) e a própria RUA 57 e respectivos setores censitários, Goiânia - GO, Brasil	39
Tabela 3. Contribuição da dose ambiental para doses efetivas coletivas anuais em cada distrito sanitário (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO -	

Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul). Os valores médios, máximos e mínimos são relativos aos setores censitários.....41

Artigo 2 – Avaliação da radiação ionizante como fator de risco para incidência de câncer de mama em Goiânia: 28 anos após o acidente com o Césio-137

Tabela 1. Comparativo de taxas brutas de incidência por 100 mil mulheres, no período de 2001 a 2010, por regiões específicas de Goiânia e outras localidades no Brasil	59
Tabela 2. Comparativo de taxa bruta de incidência de casos novos de câncer de mama, geograficamente referenciados, por 100 mil mulheres, por distrito sanitário na área de estudo	61
Tabela 3. Comparativo, em valor percentual, de taxas brutas de incidência de todos os casos da amostra e dos casos geograficamente referenciados, em áreas específicas, no período de 2001 a 2010	61
Tabela 4. Valores de taxas brutas de incidência do câncer de mama por 100 mil mulheres e medidas radiométricas, no período de 2001 a 2010, na área de estudo e nos Distritos Sanitários Campinas-Centro e Sul	66

FIGURAS

Figura 1. Representação espacial das taxas brutas de incidência por 100 mil mulheres, estimadas para o ano de 2016, segundo Unidade da Federação (neoplasia maligna da mama feminina).....	3
Figura 2. Parte do equipamento de radioterapia que continha a fonte de Césio-137	8
Figura 3. Descontaminação no local do acidente radiológico em Goiânia.....	10

Figura 4. Localização da area de estudo e região urbana de Goiânia, dividida em Distritos Sanitários (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul) e respectivos setores censitários, Goiânia – Goiás – Brasil – 2015.....	17
Figura 5. Sistema móvel de medição de radioatividade.....	19
Figura 6. Janela do programa MobiLog	20

Artigo 1 - Estimativa da exposição à radiação gama ao ar livre na cidade de Goiânia – 28 anos após o acidente radiológico com o Césio-137.

Figura 1. Localização da área urbana de Goiânia, dividida em Distritos Sanitários (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul) e respectivos setores censitários, Goiânia – Goiás – Brasil – 2015	33
Figura 2. Distribuição espacial das médias das doses efetivas (nSv/h) por setor censitário e respectivos Distritos Sanitários (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul) em Goiânia – Goiás – Brasil, 2015.....	37
Figura 3. Mapa radiométrico da dose efetiva no setor censitário da Rua 57 (SC- RUA 57) e dose efetiva média, por setor censitário, no Distrito Sanitário Campinas-Centro.....	38
Figura 4. Médias das doses efetivas anuais em cada distrito sanitário. Os valores médios são relativos aos setores censitários	40
Figura 5. Distribuição espacial das doses efetivas coletivas anuais nos setores censitários e respectivos distritos sanitários (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul) em Goiânia.....	42

Artigo 2 – Avaliação da radiação ionizante como fator de risco para incidência de câncer de mama em Goiânia: 28 anos após o acidente com o Césio-137.

Figura 1. Localização da área urbana de Goiânia, dividida em Distritos Sanitários (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul) e respectivos setores censitários, Goiânia – Goiás – Brasil – 2015	54
Figura 2. Distribuição espacial de casos novos de câncer de mama, no período de 2001 a 2010, na área de estudo, integrada pelos Distritos Sanitários Campinas-Centro e Sul, por setor censitário	60
Figura 3. Autocorrelação espacial das taxas brutas de incidência do câncer de mama (clusters), no período de 2001 a 2010, em cada setor censitário dos Distritos Sanitários Campinas-Centro e Sul	62
Figura 4. Médias das doses efetivas anuais em cada Distrito Sanitário (DSCC - Campinas-Centro, DSL – Leste, DSN - Norte, DSNO – Noroeste, DSO - Oeste, DSS – Sul, DSSO - Sudoeste) . Os valores médios de dose efetiva anual (mSv/ano) são relativos aos setores censitários	64
Figura 5. Representação espacial das médias de taxas de dose efetiva (nSv/h) por setor censitário e respectivos Distritos Sanitários (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul), em Goiânia – Goiás – Brasil, 2015	65
Figura 6. Associação entre a taxas bruta de incidência do câncer de mama e a média anual de dose efetiva (mSv/ano) nos setores censitários da área de estudo.....	66

ANEXOS

Anexo 1. Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa do HC/UFG	80
---	----

Anexo 2. Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da ACCG	82
Anexo 3. Correspondência e documentos - TRE-GO	87
Anexo 4. Normas de publicação do periódico “Environment International”	94
Anexo 5. Normas de publicação do periódico “Cadernos de Saúde Pública”	114

APÊNDICE

Apêndice 1. Mapa de Goiânia mostrando o roteiro dos pontos relacionados ao acidente com o Césio-137	125
--	-----

SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

^{232}Th – Tório

^{235}U – Urânio

^{238}U – Urânio

^{40}K – Potássio

ALARA – As Low As Reasonably Achievable

CARA – Centro de Assistência aos Radioacidentados

CEP/ACCG – Comitê de Ética em Pesquisa da Associação de Combate ao Câncer em Goiás

CEP/HC/UFG – Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear

CONEP/CNS/MS – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde

DSCC – Distrito Sanitário Campinas-Centro

DSL – Distrito Sanitário Leste

DSN – Distrito Sanitário Norte

DSNO – Distrito Sanitário Noroeste

DSO – Distrito Sanitário Oeste

DSS – Distrito Sanitário Sul

DSSO – Distrito Sanitário Sudoeste

ESRI – Environmental Systems Research Institute

FunLeide – Fundação Leide das Neves

GPS – Global Positioning System

GWR – Geographically Weighted Regression (Regressão Geograficamente Ponderada)

IAEA – International Atomic Energy Agency

IARC – International Agency for Research on Cancer

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICRP – International Commission on Radiological Protection

INCA – Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva

IRD – Instituto de Radioproteção e Dosimetria
LAPOC – Laboratório de Poços de Caldas
OMS – Organização Mundial da Saúde
PMRA – Programa de Monitoração Radiológica Ambiental
RCBP – Registros de Câncer de Base Populacional
RCBPGO – Registro de Câncer de Base Populacional de Goiânia
RHC – Registros Hospitalares de Câncer
SIG – Sistema de Informações Geográficas
SPSS – Statistical Package for the Social Sciences
TRE – Tribunal Regional Eleitoral
UNSCEAR – United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation

RESUMO

A radiação ionizante tem sido citada como um dos fatores de risco para o incremento da incidência de câncer de mama, como demonstrado, em estudos após explosões nucleares. No final de 1987, ocorreu em Goiânia o maior acidente radiológico em área urbana do mundo, que causou preocupação quanto à possibilidade de aumento das taxas de incidência de neoplasias induzidas por radiação. A presente pesquisa tem como objetivo avaliar se a exposição à radiação ionizante gama ambiental externa a qual as mulheres estão submetidas pode ser associada à incidência de câncer de mama em Goiânia. A região central de Goiânia, compreendida pelos Distritos Sanitários Campinas-Centro e Sul, que abriga os sete principais focos de contaminação do acidente com o Césio-137, e também, conforme estudo anterior, a maioria dos casos novos de câncer de mama (60,43%), foi definida como área de estudo. Utilizou-se a divisão geográfica da cidade em setores censitários e Distritos Sanitários. A coleta de dados foi dividida em duas etapas: a primeira, para levantamento das medidas radiométricas e a segunda, para identificação dos endereços das mulheres diagnosticadas com câncer de mama. O levantamento radiométrico ocorreu entre 2010 e 2014, tendo sido utilizado um sistema móvel de medição de radioatividade gama ambiental. Esse sistema era constituído por um detector de alta sensibilidade, acoplado a um *Global Positioning System* (GPS) e a um microcomputador. O conjunto foi instalado em um veículo automotor de forma que a altura do detector se encontrasse a um metro em relação ao solo e configurado para realizar medidas de taxa de dose absorvida no ar a cada segundo. Os dados coletados foram: taxa de dose absorvida no ar, coordenadas geográficas, altitude, data e hora da aquisição. A partir do software MobiSys, foram gerados arquivos e a partir da plataforma ArcGIS 10.0, foi realizada a avaliação geoespacial do levantamento por meio da elaboração de mapas temáticos e análises estatísticas geoespaciais. As médias anuais da dose efetiva e dose efetiva coletiva foram estimadas a partir da taxa de dose absorvida no ar coletada pelo sistema e a população residente no setor censitário. A segunda etapa se deu a partir do Registro de Câncer de Base Populacional de Goiânia (RCBPGO) através do qual foram identificados endereços de mulheres diagnosticadas com câncer de mama no período entre 2001 e 2010. Parte dos dados foi geograficamente referenciada e utilizando informações censitárias foram estimadas e comparadas médias anuais de taxas brutas de incidência. Foi verificada a correlação espacial de agrupamentos (*clusters*) de casos novos, através do índice de Moran e a partir de medidas radiométricas geograficamente referenciadas, obtidas na etapa anterior, foi avaliada a correlação entre a incidência de câncer de mama e os níveis de radiação ionizante, através de regressão linear incondicional. Os resultados foram apresentados em dois artigos científicos. No primeiro, dos 1.636 setores censitários que compõem os sete Distritos Sanitários do município de Goiânia, foram realizados levantamentos radiométricos em 1.405 destes (85,9%). No total foram 197.811 medidas geograficamente referenciadas da taxa de dose absorvida no ar com média de $29,85 \pm 7,47$ e amplitude de 9,17 a 629,88 nGy/h. A

partir desses valores foram estimadas as médias anuais da dose efetiva e dose efetiva coletiva para ambientes ao ar livre, com valores de $0,036 \pm 0,003$ mSv/ano e $28,51 \pm 11,68$ homem.mSv/ano, respectivamente. Os níveis de exposição à radiação gama terrestre externa, encontrados na cidade de Goiânia, 28 anos após o acidente radiológico com o Césio-137, são compatíveis com os valores estimados pelo UNSCEAR (*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*). E o valor da média anual da dose efetiva em Goiânia, é menor do que em outras localidades no Brasil, que apresentam apenas “background” de radiação natural ao ar livre. Os resultados obtidos, neste estudo, indicam que a situação dosimétrica em Goiânia não apresenta risco indevido para a população e o meio ambiente. No segundo artigo, foram identificados 4.105 casos novos de câncer de mama, sendo 2.233, na área de estudo e destes, 1.286 (57,59%) geograficamente referenciados. Os valores de médias anuais de taxas brutas de incidência considerando os números totais de casos e os geograficamente referenciados, apresentaram na área de estudo, respectivamente 102,91 e 71,86 casos novos por 100 mil mulheres. A taxa bruta de incidência em Goiânia foi de 66,59 casos por 100 mil, enquanto na área de estudo foi de 102,91 casos por 100 mil e fora desta, 46,86 casos por 100 mil. Estes valores se encontram dentro do intervalo dos valores médios apresentados pelas demais capitais brasileiras que é de 130,99 casos por 100 mil em Porto Alegre-RS e 20,04 casos em Macapá-AP e a média brasileira nas capitais de 79,37 casos por 100 mil mulheres. A análise de *clusters* apresentou discreta correlação espacial de taxas brutas de incidência de câncer de mama, em três pequenos conjuntos de setores censitários, distantes dos focos de contaminação do acidente com o Césio-137. O gráfico de dispersão dos pontos e o valor de R^2 não indicou qualquer associação entre as taxas brutas de incidência e medidas radiométricas. Este estudo reforça a hipótese de que os níveis de radiação ionizante aos quais as mulheres residentes em Goiânia estão expostas, não estão associados ao surgimento de casos novos de câncer de mama.

Palavras-chave: Câncer de mama, Fator de risco, Radiação ionizante, Monitoramento ambiental, Proteção radiológica, Saúde pública.

ABSTRACT

Assessment of ionizing radiation as a risk factor for breast cancer incidence in Goiânia

Ionizing radiation has been cited as one of the risk factors for the increasing incidence of breast cancer, as demonstrated in studies after nuclear explosions. In the end of 1987 the world's largest radiological accident in urban areas occurred in Goiânia, which brought concern about the possibility of increasing the rates of cancer incidence induced by radiation. This research aims to evaluate whether exposure to ionizing radiation to which women are subjected can be associated with the incidence of breast cancer in Goiânia. The defined study area is the central region of Goiânia, or the Sanitary Districts of Campinas-Centro and Sul, in which are the seven major accident sources of contamination with Cesium 137, and also, as shown by previous study, the majority of new cases of breast cancer (60,43 %). We used the geographical division of the city in census tracts and health districts. The data collection was divided in two stages: the first, for the survey of radiometric measurements, and the second, for identifying the addresses of women diagnosed with breast cancer. The radiometric survey occurred between 2010 and 2014, in which was used an environmental gamma radiation mobile measuring system. This system was composed by a high-sensitivity detector coupled to a Global Positioning System (GPS) and a microcomputer. The assembly was installed on a motor vehicle so that the height of the detector is found at one meter from the ground, and programmed to obtain a measurement of the doses absorbed in the air rate each second. The data collected were: doses absorbed in the air rate, geographical coordinates, altitude, date and time of acquisition. From Mobisys software, files were generated and from ArcGIS 10.0 platform, geospatial assessment survey through the elaboration of thematic maps and geospatial analysis statistics. The annual averages of effective doses and collective effective doses were estimated from the rate of doses absorbed in air collected by the system and the resident population in the census tracts. The second stage begun from the data collection at the Registry of Goiânia's Population Based Cancer (RCBPGO), in which were identified addresses of women diagnosed with breast cancer between 2001 and 2010. Part of the data was geographically referenced and using census data were estimated and compared the annual averages of crude rates of incidence. The spatial correlation of groups (clusters) of new cases has been verified, through the Moran index, and from geographically referenced radiometric measurements obtained in the previous step, the correlation between the incidence of breast cancer and ionizing radiation levels was assessed by unconditional linear regression. The results were presented in two papers. In the first, radiometric surveys were conducted in 1.405 of the 1.636 (85,9%) census tracts sectors that make up the seven Sanitary Districts in the city of Goiânia. In total 197.811 geographically referenced measures of the absorbed dose rate

in the air were made, with a average of $29,85 \pm 7,47$ and amplitude from 9,17 to 629,88 nGy/h. From these values were estimated the average of annual effective dose and collective effective dose for outdoor environments, with values of $0,036 \pm 0,003$ mSv/year and $28,51 \pm 11,68$ man.mSv/year, respectively. The levels of exposure to external gamma radiation, found in the city of Goiânia 28 years after the radiological accident with Cesium-137, are compatible with the values estimated by UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation). And the value of the annual average of effective dose in Goiânia, is lower than in other places in Brazil, which have only "background" of natural radiation outdoors. The results obtained in this study indicate that the dosimetric situation in Goiânia does not present undue risk to people and the environment. In the second article, were identified 4.105 new cases of breast cancer, 2.233 in the study area and 1.286 (57,59%) of these geographically referenced. The annual average values of crude rates of incidence, considering the total numbers of cases and geographically referenced presented in the study area are, respectively, 102,91 and 71,86 new cases per 100.000 women. The crude rate of incidence in Goiânia was 66,59 cases per 100.000, while in the study area was 102,91 cases per 100.000 and, outside the area, 46,86 cases per 100.000. These values are within the range of average values presented by other Brazilian capitals, which is 130,99 cases per 100.000 in Porto Alegre-RS, and 20,04 cases in Macapá-AP, and the national average in the capital of 79,37 cases per 100.000 women. The cluster analysis showed a slight spatial correlation of crude rates of breast cancer incidence in three small sets of census tracts, far from the accident sources of contamination with Cesium-137. The scatter plot points and the R^2 value didn't indicate any association between the crude rates of incidence and radiometric measurements. This study supports the hypothesis that ionizing radiation levels to which women living in Goiânia are exposed, are not associated with the emergence of new cases of breast cancer.

Keywords: Breast cancer, Risk factor, Ionizing radiation, Environment monitoring, Radiation protection, Public health.

1 INTRODUÇÃO

Câncer de mama

De acordo com estimativas mundiais do projeto Globocan, da Agência Internacional para Pesquisa em Câncer (Iarc – International Agency for Research on Cancer), da Organização Mundial da Saúde (OMS), houve 14 milhões de casos novos de câncer e um total de 8 milhões de mortes por câncer em todo mundo, em 2012 (FERLAY et al., 2013). Segundo o documento *World cancer report 2014* da International Agency for Research on Cancer (Iarc), da Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2025, a carga global será de 20 milhões de casos novos de câncer sendo esperados cerca de 80% entre os países em desenvolvimento (STEWART et al., 2014).

O câncer foi sempre considerado como uma doença com maior ocorrência em países desenvolvidos, com ampla disponibilidade de recursos financeiros. Porém, este quadro se alterou nas últimas décadas e parte considerável da incidência dos casos de câncer no mundo pode ser detectada em países em desenvolvimento, portanto, com carência de recursos financeiros (FERLAY et al., 2008; JEMAL et al., 2010).

No que se refere ao câncer de mama, em todo o mundo foram esperados, para o ano de 2012, aproximadamente 1,67 milhões de casos novos dessa neoplasia, representando cerca de 25% de todos os tipos de câncer diagnosticados nas mulheres. As mais altas taxas de incidência encontram-se na Europa Ocidental e as menores na Ásia Oriental. Aproximadamente 43% dos casos novos estimados ocorreram na Europa e na América do Norte (BRASIL, 2015).

Países desenvolvidos adotaram, nas últimas décadas, políticas para o controle de câncer de mama, baseadas na detecção precoce, por meio da introdução da mamografia para o rastreamento, conseguindo reduzir em até 30% da mortalidade (ACS, 2009; BRASIL, 2011).

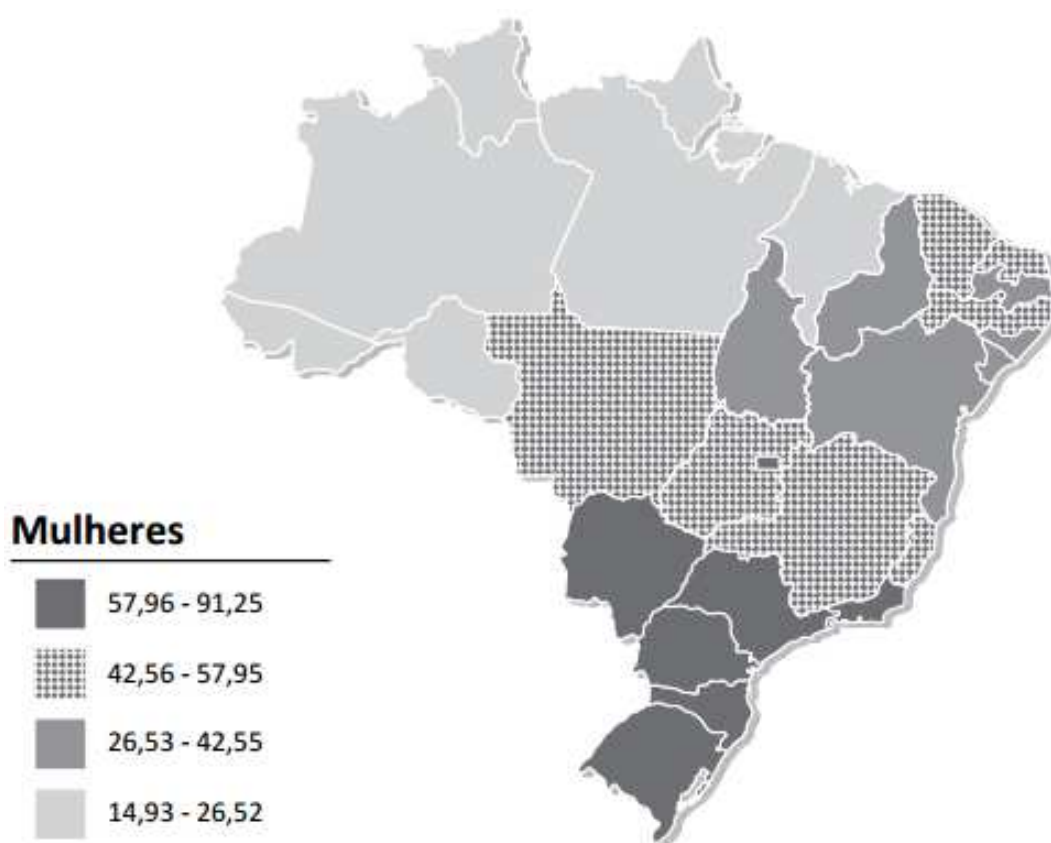
Porém, o coeficiente de mortalidade por câncer de mama no Brasil, nas últimas décadas, apresentou elevação de 22,8%, passando de 9,2 por 100 mil, em 1980, para 11,3 por 100 mil em 2009. Esta elevação foi

constatada na maioria dos estados brasileiros, com destaque para os estados das regiões Nordeste e Centro-Oeste (FREITAS-JUNIOR et al., 2012).

A estimativa para o ano de 2016, sempre com base nos dados gerados pelos Registros de Câncer de Base Populacional (RCBP), aponta para o Brasil, a ocorrência de aproximadamente 57.960 casos novos de câncer de mama feminina, com um risco estimado de 56,20 casos a cada 100 mil mulheres (BRASIL, 2015).

No Brasil, sem considerar os tumores da pele não melanoma, o câncer de mama é o mais frequente nas mulheres das regiões Sul (74,30/ 100 mil), Sudeste (68,08/ 100 mil), Centro-Oeste (55,87/ 100 mil) e Nordeste (38,74/ 100 mil), exceto na região Norte (22,26/ 100 mil) onde é o segundo tumor mais incidente (BRASIL, 2015).

A representação espacial das taxas brutas de incidência entre as Unidades da Federação do Brasil, mostrada na Figura 1, apresenta o estado de Goiás, na segunda faixa mais elevada, sendo esperados 1.680 casos novos e 52,09 de taxa bruta de incidência por 100 mil mulheres, estimadas para o ano de 2016 (BRASIL, 2015).



* Exceto câncer de pele não melanoma

Figura 1. Representação espacial das taxas brutas de incidência por 100 mil mulheres, estimadas para o ano de 2016, segundo Unidade da Federação (neoplasia maligna da mama feminina).

Fonte: Brasil (2015, p.96).

Para a cidade de Goiânia, as estimativas para 2016, apresentam valores de 250 casos novos de câncer de mama e 76,07 de taxa bruta de incidência por 100 mil mulheres. Dentre as capitais brasileiras as taxas brutas variam de 20,04 em Macapá - AP a 130,99 em Porto Alegre - RS, e Goiânia apresenta valor intermediário 76,07, próximo da média nacional entre as capitais que é de 79,37 casos novos por 100 mil mulheres, conforme Tabela 1 (BRASIL, 2015).

Tabela 1. Estimativas para o ano 2016 das taxas brutas de incidência por 100 mil mulheres e do número de casos novos de câncer de mama nas capitais brasileiras.

Capitais	Frequências absoluta e relativa de incidência		Taxa de incidência acumulada - nº casos/100.000 mulheres
	N (nº de casos)	% do total de casos	
Porto Alegre - RS	1.040	5,20	130,99
Rio de Janeiro - RJ	3.980	19,90	112,75
São Paulo - SP	5.550	27,73	88,85
Campo Grande - MS	460	2,30	85,69
Curitiba - PR	840	4,20	85,01
Recife - PE	740	3,70	84,89
Florianópolis - SC	180	0,90	80,40
Vitória - ES	140	0,70	77,86
Goiânia - GO	250	1,25	76,07
Belo Horizonte - MG	1.030	5,15	75,59
Cuiabá - MT	430	2,15	73,03
Aracajú - SE	230	1,14	71,88
Distrito Federal - DF	1020	5,10	67,74
Salvador - BA	1.000	4,99	64,06
João Pessoa - PB	250	1,25	62,69
Fortaleza - CE	860	4,30	61,55
Belém - PA	410	2,05	52,90
Maceió - AL	270	1,35	51,56
Natal - RN	230	1,15	51,01
Teresina - PI	230	1,15	50,03
São Luiz - MA	240	1,20	43,51
Manaus - AM	380	1,90	39,34
Porto Velho - RO	80	0,40	37,49
Boa Vista - RR	50	0,25	30,69
Palmas - TO	30	0,15	30,07
Rio Branco - AC	50	0,25	27,25
Macapá - AP	40	0,20	20,04
Total/Média	20.010	100	79,37

Fonte: Modificado de (BRASIL, 2015).

A etiologia do câncer de mama é multifatorial e bem conhecida, como: envelhecimento, fatores relacionados à vida reprodutiva da mulher, história familiar de câncer de mama, consumo de álcool, excesso de peso, sedentarismo, exposição à radiação ionizante e alta densidade do tecido mamário (BRASIL, 2015).

Radiação Ionizante

A radiação ionizante tem sido citada como um dos fatores de risco para o incremento da incidência de câncer de mama, como demonstrado em estudos após as explosões das bombas de Hiroshima e Nagasaki (ABELOFF et al., 2004; Mc GREGOR et al., 1977).

A população mundial é constantemente submetida a doses de radiação ionizante por fontes naturais. Essas fontes podem ser classificadas em dois tipos; os raios cósmicos, originados no espaço, decorrentes de fenômenos astrofísicos fora da Terra, que dão origem aos radionuclídeos cosmogênicos, e as radiações emitidas por radionuclídeos naturalmente encontrados na Terra (UNSCEAR, 2000). A exposição ambiental de longa duração e de baixa intensidade é denominada exposição crônica e, nesses casos, o conhecimento tanto da distribuição territorial das emissões quanto da dinâmica da população que transita pela região permite que se realize o cálculo da contribuição da dose ambiental na dose anual a que está tipicamente exposto um indivíduo (UNSCEAR, 2000).

Distinguir um câncer de mama induzido por radiação ionizante de outro provocado por outra causa qualquer é muito difícil, pois a doença pode se desenvolver até 10 anos após a exposição (GOSS; SIERRA, 1998). Portanto, a possibilidade da radiação ionizante induzir o desenvolvimento de câncer de mama só pode ser estimada pela observação das taxas de incidência em mulheres que se submeteram a diferentes níveis de exposição à radiação ionizante (YOUNG et al., 2003).

O UNSCEAR (*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*) que é o Comitê responsável pela elaboração de relatórios, a partir das informações fornecidas pelos países membros e mesmo obtidas na literatura, divulga as estimativas de doses efetivas anuais que representam os níveis de exposição aos quais a população mundial está submetida (UNSCEAR, 2008, 2013).

Dessa forma, os países podem, com base científica, avaliar o risco da radiação ionizante em seu território e adotar medidas de radioproteção, quando necessárias (UNSCEAR, 2008, 2013). A dose efetiva média anual relativa à população mundial, considerando as fontes de radiação natural, foi apresentada com valores no intervalo de 1 a 13 mSv/ano e média de 2,4

mSv/ano. Sendo que para ambientes fechados a média foi de 0,41 mSv/ano, enquanto que para as exposições ao ar livre, esta foi de 0,07 mSv/ano, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Médias anuais das doses efetivas devido à radiação natural.

Fonte de exposição	Dose efetiva média anual (mSv/ano)	
	Média mundial	Intervalo
Radiação Cósmica	0,39	0,3 - 1,0
Radiação terrestre externa		
Ambientes ao ar livre	0,07	
Ambientes fechados	0,41	
TOTAL	0,48	0,3 - 1,0
Inalação	1,26	0,2 - 1,0
Ingestão	0,29	0,2 - 1,0
Total	2,4	1,0 - 13,0

Fonte: UNSCEAR, 2008, 2013.

Efeitos biológicos da radiação

A associação entre a exposição à radiação ionizante e os efeitos biológicos induzidos no homem foi estabelecida, inicialmente, pela observação de efeitos danosos em pessoas nas primeiras exposições com raios X, e em exposições com radionuclídeos sofridas pelos pioneiros das descobertas sobre radioatividade (TAUHATA et al., 2014).

Segundo a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) os efeitos radioinduzidos recebem denominações em função do valor da dose e forma de resposta, e dessa forma são classificados em *estocásticos* e *determinísticos* (ICRP, 1991). Em função do nível do dano, em *somáticos* e *genéticos* (hereditários), e quando considerados o tempo de manifestação, em *imediatos* e *tardios* (HALL et al., 2006).

Efeitos estocásticos - são efeitos em que a probabilidade de ocorrência é proporcional à dose de radiação recebida, sem a existência de limiar. Dessa forma, doses pequenas, abaixo dos limites estabelecidos por normas e recomendações de proteção radiológica, podem induzir tais efeitos. Entre estes efeitos, destaca-se o câncer (ICRP, 1991).

Efeitos determinísticos - são causados por irradiação total ou localizada de um tecido, causando um grau de morte celular não compensado pela reposição ou reparo, com prejuízos detectáveis no funcionamento do tecido ou órgão (ICRP, 1991).

Efeitos somáticos – dependem do nível de dose absorvida, da taxa de absorção da energia da radiação, do local e da área do corpo irradiada. Ocorrem em função do dano nas células do corpo e o efeito aparece na própria pessoa irradiada (HALL et al., 1991).

Efeitos genéticos ou hereditários – Surgem nos descendentes da pessoa irradiada, como resultado do dano produzido pela radiação nas gônadas (glândulas reprodutivas). Apresentam caráter cumulativo e independe da taxa de absorção da dose (HALL et al., 1991).

Efeitos imediatos e tardios – Os efeitos biológicos iniciais causados pela radiação, geralmente ocorrem em poucas horas e até dias após a exposição, e são denominados efeitos imediatos. Os que surgem após anos ou até décadas, são chamados efeitos retardados ou tardios, como por exemplo, o câncer (HALL et al., 1991).

Acidente com o Césio-137

Em setembro de 1987, ocorreu em Goiânia, um acidente radiológico de graves proporções para a população e o meio ambiente. O acidente foi decorrente da retirada e do desmantelamento de uma fonte selada de teleterapia contendo Césio-137 (Figura 2) de uma unidade de radioterapia abandonada na cidade de Goiânia (STEINHAUSLER, 2005; IAEA, 1988).



Figura 2. Parte do equipamento de radioterapia que continha a fonte de Césio-137.

Fonte: AIEA, 1988.

O Césio-137 é um isótopo artificial, emite radiação gama de aproximadamente 660 KeV, com meia vida de 30 anos. Quimicamente, é semelhante ao potássio, é rapidamente absorvido pelo organismo, pelo trato gastrointestinal e pelo trato respiratório. Deposita-se no organismo uniformemente, com preferência nos músculos. Entre 85% a 94% do conteúdo incorporado pelo organismo, tem meia vida biológica de 50 a 150 dias, que após decair apresenta meia vida biológica de 1 a 2 dias, sendo que 80% do conteúdo excretado é por meio da urina (ICRP, 1984).

A fonte estava na forma de sal de cloreto de césio, e apresentava alta solubilidade e fácil dispersão, associado às condições meteorológicas à época, 52,3 mm de chuva e temperatura média de 26,4 °C, que facilitaram a dispersão inicial do Césio-137 no ambiente em torno de sete principais focos (Tabela 3) localizados na região central da cidade de Goiânia, mostrados em mapa (Apêndice 1) (IAEA, 1988, PIRES DO RIO, 1994).

Tabela 3. Principais Focos do Acidente com o Césio-137, em 1987, Goiânia – Brasil.

ÁREA	LOCAL	ENDEREÇO	SETOR
1	Ferro Velho I	Rua 26 A, Qd 07, Lt 29/30	Setor Aeroporto
2	Ferro Velho II	Rua 6, Qd 21, Lt 18	Setor Norte Ferroviário
3	Ferro Velho III	Rua P. 19, Nº 83, Qd 92, Lt 04	Setor dos Funcionários
4	Rua 57	Rua 57, Nº 68, Qd 121, Lt 18	Setor Central
5	Casa do Fabiano	Rua 15 A, Nº 218, Qd Z, Lt 24/25	Setor Aeroporto
6	Antiga VISA	Rua 16 A, Nº 792, Qd 26 A, Lt 03	Setor Aeroporto
7	Casa da Fossa	Rua 17 A, Nº 188, Qd 70 A, Lt 26	Setor Aeroporto

Fonte: AIEA, 1988.

O ambiente foi seriamente afetado pelo acidente e as medidas adotadas podem ser divididas em duas fases (IAEA, 1988). A primeira fase (fase inicial) correspondeu às ações emergenciais necessárias para identificar e manter sob controle todos os riscos potenciais de contaminação e exposição à radiação ionizante. Para isto, residências foram evacuadas quando os níveis de radiação excediam aos níveis de intervenção adotados, o controle de acesso do público aos locais contaminados foi estabelecido e pessoas que receberam doses significativas, ou apresentavam contaminação radioativa foram identificadas e encaminhadas para acompanhamento médico (IAEA, 1988; MOREIRA, 1991; AMARAL et al., 1991; PIRES DO RIO, 1994).

Durante a fase inicial, levantamentos radiométricos foram realizados e um programa de avaliação ambiental foi implantado para analisar a extensão da contaminação radioativa e subsidiar prognósticos a respeito da evolução temporal e espacial da contaminação no meio ambiente. Neste sentido, um número elevado de amostras ambientais foi analisado, como: solo, vegetais, ar e águas de chuva, de superfície e subterrânea utilizadas para suprimento público de água de Goiânia (AMARAL et al., 1991).

A segunda fase foi relacionada à remediação ambiental e objetivou o restabelecimento das condições normais de vida da população. A principal contramedida tomada durante esta fase foi o isolamento e controle rígido dos principais sítios de contaminação. Portanto, para a remediação dos principais focos, casas foram demolidas e solos removidos (Figura 3). O solo contaminado removido foi substituído por uma camada de solo limpo, isento de Césio-137, posteriormente, o piso dessas áreas foi coberto com concreto (IAEA, 1988).



Figura 3. Descontaminação no local do acidente radiológico em Goiânia.

Fonte: AIEA, 1988.

Limites operacionais de concentração de Césio-137 em matrizes ambientais e materiais foram fixados para liberação de áreas. Os trabalhos de descontaminação só foram encerrados quando o limite máximo de 1 mSv/ano era alcançado em cada área a ser liberada (IAEA, 1988).

Indivíduos sofreram exposição interna e externa, em curto espaço de tempo. Cerca de 112.000 pessoas foram monitoradas. Destas, 249 pessoas apresentaram algum tipo de contaminação, sendo que 30% apresentaram somente contaminação nas roupas e sapatos e foram liberados após a descontaminação. Um grupo remanescente de 129 pessoas foi descontaminado externamente e em caso de contaminação interna, alguns foram hospitalizados, ou deslocados para moradias mobiliadas para acompanhamento dependendo do grau de contaminação. As doses recebidas neste grupo de 129 pessoas variaram de <0.1 a 13 Gy e resultaram em quatro casos de falecimento (IAEA, 1988; STEINHAUSLER, 2005; AMARAL, 1991).

Reconhecendo que a maior contaminação no meio ambiente ocorreu praticamente nas áreas dos principais focos de contaminação (PIRES DO RIO, 1994) e que a população vizinha a estas áreas é alvo de especulações quanto à maior incidência de cânceres em comparação com a da população em geral, torna-se importante avaliar tendências temporais e a existência de possíveis clusters de câncer nestas áreas (STEINHAUSLER, 2005).

Analisando os efeitos biológicos das radiações ionizantes, em estudo baseado no acidente radiológico de Goiânia, Okuno ressalta que essas radiações podem produzir danos biológicos (OKUNO, 2013).

Pesquisa recente, realizada em uma amostra de radioacidentados monitorados pelo Centro de Assistência aos Radioacidentados – C.A.R.A., que faz parte da estrutura da Secretaria de Saúde de Goiás, mostrou que indivíduos expostos à radiação pelo Césio-137, sofrem considerável impacto na sua qualidade de vida, com a persistência de problemas psicossociais que podem produzir efeitos negativos até os dias de hoje (FUINI et al., 2013).

Registro de Câncer de Base Populacional

Em 1986, foi implantado o Registro de Câncer de Base Populacional em Goiânia – RCBPGO, cujo processo contínuo e sistematizado de coleta de dados, gera informações confiáveis sobre incidência, mortalidade e prevalência das neoplasias malignas na população (CURADO, et al., 2000; PARKIN, et al., 2001). As informações constantes do RCBP de Goiânia, além de determinar a incidência e a distribuição geográfica do paciente com câncer na cidade, têm sido utilizadas para estudos de tendências temporais de verificação de acesso a programas de rastreamento e para suportar estudos epidemiológicos (BRASIL, 2010).

A análise da incidência, associada ao padrão de distribuição geoespacial numa área de cobertura de um registro de câncer de base populacional, pode identificar pontos de maior concentração da doença (cluster) e auxiliar na construção de hipóteses sobre mudança de comportamento da neoplasia naquele determinado local e a sua relação com as variáveis ambientais, socioeconômicas e de saúde (MELIKER, et al., 2009).

A partir de dados do RCBPGO, no período de 1988 a 2006, foi constatado o incremento de casos de câncer de mama em Goiânia, em todas as faixas etárias, e tanto a concentração em valores absolutos, quanto a taxa de incidência acumulada mais elevados, estiveram concentrados nos distritos sanitários com maior nível socioeconômico. Conforme demonstrado na Tabela 4, os valores mais elevados se apresentam no Distrito Sanitário Campinas-Centro, com valores de 39,95% do número total de casos e 117,86 casos/100.000 mulheres e no Distrito Sanitário Sul, com 20,48% e 106,15 casos/100.000 mulheres, mais uma vez, sugerindo a realização de estudos complementares que possam explicar esta concentração (FREITAS et al., 2010).

Tabela 4. Frequências absoluta e relativa e incidência de câncer de mama, entre os anos de 1988 e 2006, nos distritos sanitários de Goiânia.

Distritos	Frequências absoluta e relativa		Taxa de incidência acumulada - nº casos/100.000 mulheres
	Período de 1988-2006 N (nº de casos)	% do total de casos	
Campinas-Centro	1660	39.95	117.86
Sul	851	20.48	106.15
Sudoeste	432	10.40	71.57
Leste	402	9.68	64.50
Norte	343	8.26	72.66
Oeste	250	6.02	48.17
Noroeste	165	3.97	45.69
sem informação	52	1.25	-
TOTAL	4.155	100.00	86.76

Fonte: FREITAS et al., 2010.

Considerando-se os fatos anteriormente expostos, através da utilização de estudos espaciais, a pesquisa foi conduzida no intuito de estimar os níveis atuais de radiação ionizante existentes em Goiânia, localizar os casos de câncer de mama e avaliar a associação entre estas variáveis.

A presente pesquisa possibilitou a produção desta dissertação, elaborada na modalidade de artigos científicos e, visando atender ao objetivo geral, os resultados são apresentados em dois artigos:

Artigo 1 - Estimativa da exposição à radiação gama ao ar livre na cidade de Goiânia – 28 anos após o acidente radiológico com o Césio-137.

Artigo 2 – Avaliação da radiação ionizante como fator de risco para a incidência de câncer de mama em Goiânia-Brasil.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a associação entre os níveis de radiação ionizante ambiental e a incidência de câncer de mama, na área de estudo na zona urbana de Goiânia.

2.2 Objetivos específicos

1. Estimar os níveis de exposição à radiação gama terrestre externa na cidade de Goiânia;
2. Analisar a distribuição espacial da incidência de câncer de mama, na área de estudo;
3. Analisar a autocorrelação espacial (*clusters*) de endereços de mulheres diagnosticadas com câncer de mama, na área de estudo.

3 MÉTODOS

A presente pesquisa possibilitou a realização dos levantamentos radiométrico e de ocorrência de casos novos de câncer de mama em Goiânia. Foram utilizadas técnicas para referenciar geograficamente tanto as medidas radiométricas, como os endereços de mulheres diagnosticadas com câncer de mama. Através de análises estatísticas e espaciais foi possível avaliar a existência de agrupamentos (*clusters*) de casos novos de câncer de mama em uma determinada região e a ocorrência de regiões com níveis elevados de radiação ionizante. Finalmente, foi analisada a associação entre a incidência de câncer de mama, os níveis de radiação ionizante e a renda média da população na área de estudo.

3.1 Aspectos éticos

De acordo com resolução do CONEP/CNS/MS – 466/12, esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás (CEP/HC/UFG), Anexo 1, e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Associação de Combate ao Câncer em Goiás (CEP/ACCG), Anexo 2.

3.2 Área de estudo

A cidade de Goiânia é a capital do estado de Goiás, que compõe a Região Centro-Oeste do Brasil, juntamente com os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e com o Distrito Federal. É a segunda cidade mais populosa da região, sendo superada apenas pela capital federal, Brasília, e segundo o Censo IBGE 2010, a população total é de 1.302.001 habitantes.

A área de unidade territorial de Goiânia é de 733,116 km², com densidade demográfica de 1.776,74 hab/km², e a cidade é dividida em setores censitários, que são unidades territoriais adotadas para controle cadastral da coleta de dados censitários (IBGE, 2010).

A administração municipal adota também a divisão territorial em 7 unidades administrativas e geográficas, denominadas distritos sanitários, que controlam os serviços de saúde pública e se dividem em áreas de abrangência dos centros de saúde, compostas por um conjunto de setores censitários contíguos. Os distritos sanitários foram implantados a partir de resoluções da III Conferência Municipal de Saúde em 1995, e regulamentados pelo Decreto Municipal nº 656 de 20/04/1998 (GOIANIA-SMS, 1995).

Foi observado que a incidência de câncer de mama em Goiânia, apresentou índices crescentes, de modo desigual em todos os sete Distritos Sanitários, e que, os distritos com maior nível socioeconômico são os que detêm maior incidência, quais sejam, o Distritos Sanitários Campinas-Centro (39,95%) e Sul (20,48%) (FREITAS, et al., 2010).

Os percentuais de incidência de câncer de mama observados nos Distritos Sanitários Campinas-Centro – DSCC e Sul – DSS, aliados ao fato de a área abrigar os sete principais focos de contaminação do acidente com o Césio-137, levaram à definição da área de estudo da pesquisa.

A Figura 4 apresenta a localização do município de Goiânia, sua divisão em setores censitários e Distritos Sanitários e a área de estudo, além dos principais focos de contaminação do acidente radiológico com o Césio-137.

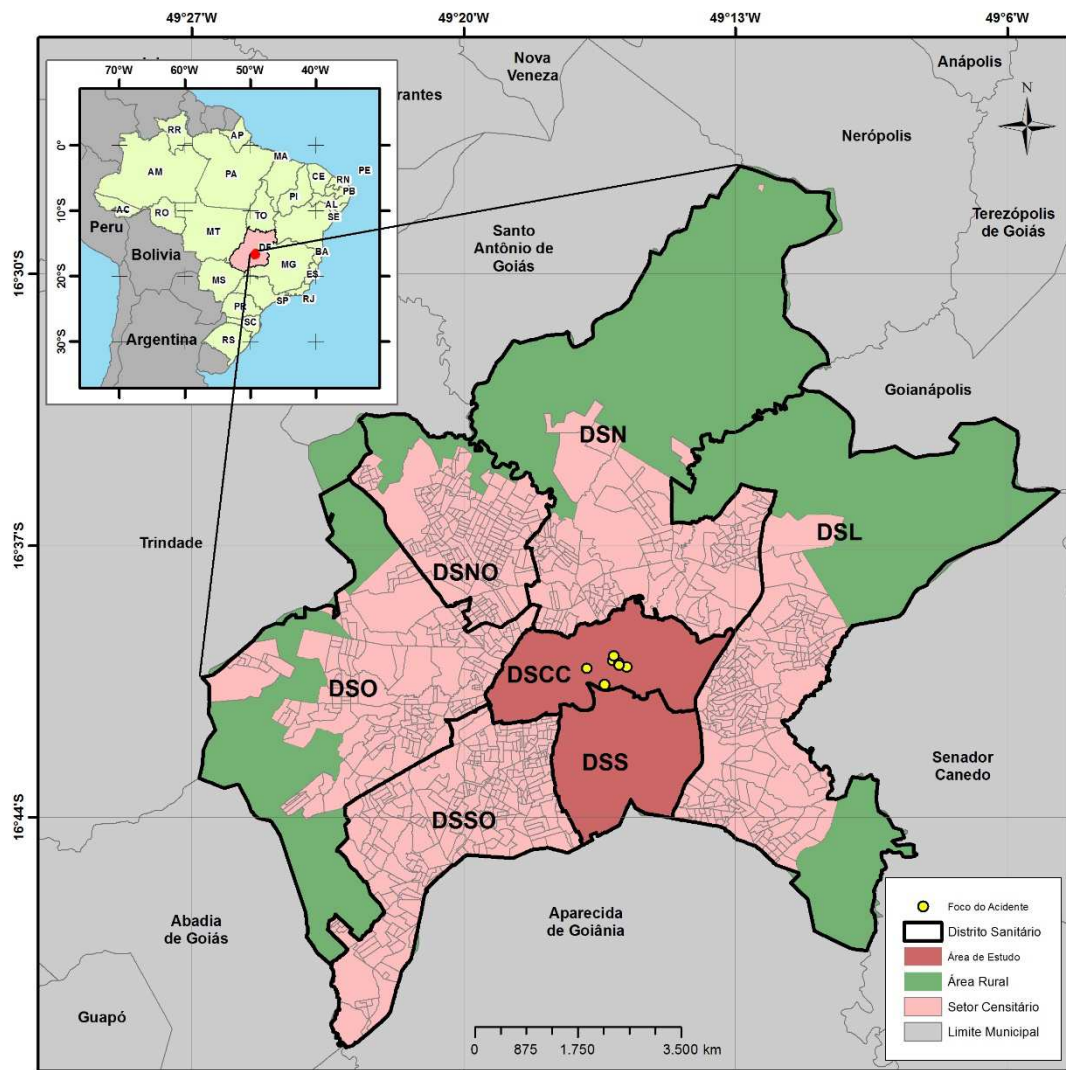


Figura 4. Localização da área de estudo e região urbana de Goiânia, dividida em Distritos Sanitários (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul) e respectivos setores censitários, Goiânia – Goiás – Brasil – 2015.

3.3 Coleta de dados

Plataforma ArcGIS

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são plataformas computacionais de geoprocessamento, capazes de integrar informações geográficas com dados de outros formatos, como por exemplo, medidas radiométricas. Esta integração se deu através da utilização da plataforma

ArcGIS 10.0, amplamente conhecida da ESRI (Environment Systems Research Institute), que é composta por três módulos: ArcToolbox que é a ferramenta de geoprocessamento; ArcMap que é o aplicativo de visualização e edição de mapas e o ArcCatalog, que é o local do gerenciamento dos arquivos e pastas (criação, edição e organização) (SILVA, 2009; INPE, 2012). O uso desta plataforma possibilitou, a partir de coordenadas geográficas, a confecção de mapas radiométricos, populacionais e de incidência de câncer de mama em Goiânia e na área de estudo.

A coleta de dados foi dividida em duas etapas: a primeira, para levantamento das medidas radiométricas e a segunda, para identificação dos endereços das mulheres diagnosticadas com câncer de mama.

3.3.1 Etapa 1: levantamento de medidas radiométricas

O levantamento radiométrico foi realizado entre agosto de 2010 e setembro de 2014, e abrangeu toda a malha viária da área de estudo, e em grande parte da área urbana de Goiânia, inclusive em outros pontos de interesse, fora da malha viária.

Sistema móvel de medição de radioatividade – FHT 1376

Foi utilizado um sistema móvel de medição de radioatividade gama ambiental (Thermo Eberline Modelo FHT 1376 MobiSys). O sistema é constituído de um detector cintilador orgânico plástico de cinco litros, fotomultiplicadora, pré-amplificador e um GPS (Global Positioning System), interligados por interface serial a um microcomputador configurado para tomar uma medida de dose a cada segundo (ESM, 1997).

O sistema GPS fornece, além dos dados geográficos de latitude, longitude e altitude, informações úteis como a velocidade e direção do veículo e o horário da medida.

Os equipamentos foram instalados em um veículo automotor (Figura 5), de tal forma que a altura do detector fosse mantida a um metro em relação ao solo. Os equipamentos passam por manutenção e calibração

constantes, e foram utilizados em outros levantamentos, como no Planalto Poços de Caldas em Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2009) e na cidade de Ribeirão Preto em São Paulo (Cavalcante, 2012).

Os dados da medição, foram coletados através do software MobiSys, e assim, gerados arquivos através do bloco funcional MobiLog no formato .bin (formato proprietário do fabricante) e o bloco funcional MobiConv foi utilizado para conversão dos dados para o formato .txt (texto). O microcomputador foi conectado a um modem para acesso à internet, e foi utilizado o aplicativo Google Earth para orientação dos trajetos urbanos percorridos.

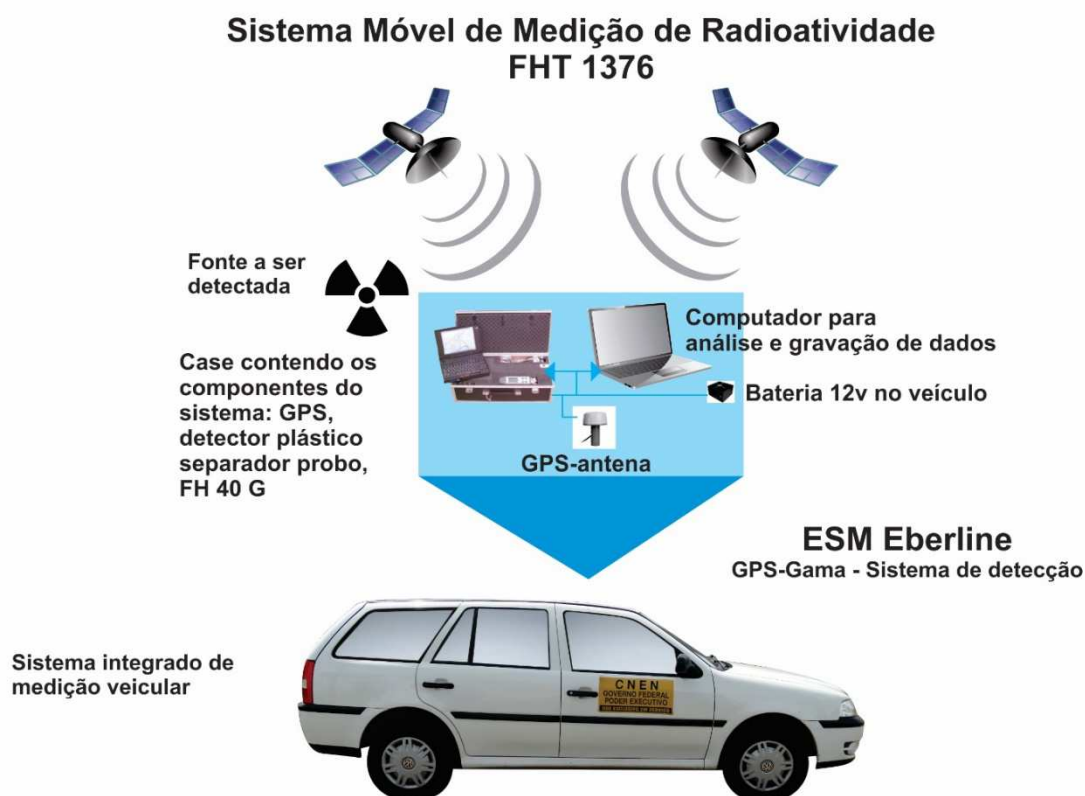


Figura 5. Sistema móvel de medição de radioatividade.

Fonte: Adaptada de ESM (1997) pelo autor para este trabalho.

O programa MobiLog foi desenvolvido para a coleta e armazenamento das medidas radiométricas, além de possibilitar a visualização geográfica dos dados. A janela do programa é mostrada na Figura 6.

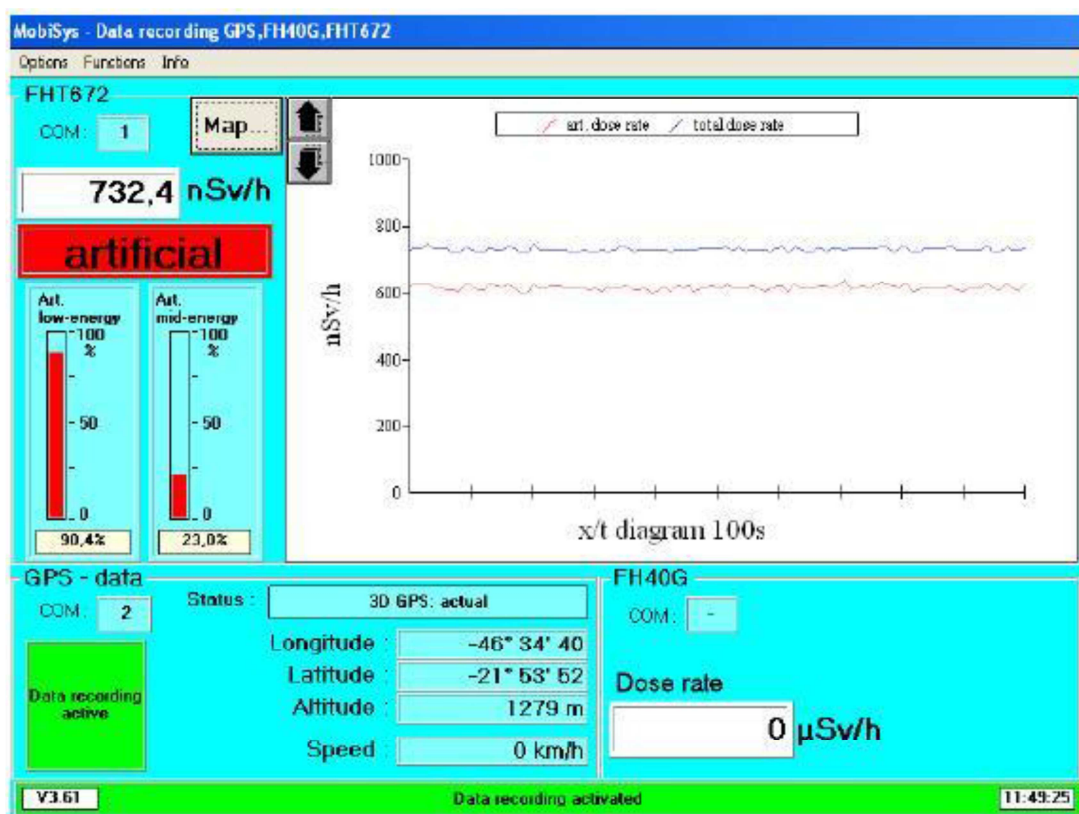


Figura 6. Janela do programa MobiLog.

Fonte: Programa MobiLog do sistema móvel de medição de radioatividade – FHT 1376.

A base cartográfica da área de estudo, foi utilizada para inserção de dados obtidos através do sistema móvel de medição de radioatividade e dados populacionais, a partir do último Censo do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, e ainda dos resultados de estimativas de doses médias anuais efetiva e efetiva coletiva por setor censitário (IBGE, 2010).

3.3.2 Etapa 2: levantamento de incidência de câncer de mama

Através de um estudo retrospectivo, a partir dos dados do RCBPGO, foram identificados, no período entre 2001 e 2010, todos os endereços de mulheres diagnosticadas com câncer de mama. O ano de 2010, foi o último ano em que os dados puderam ser disponibilizados no início da coleta, que

ocorreu em abril de 2014, e o levantamento abrangeu toda área urbana de Goiânia.

Os critérios de elegibilidade dos registros seguiram a metodologia do RCBPGO, compreendendo todos os casos de câncer de mama diagnosticados anualmente em mulheres residentes em Goiânia. Para se evitar a inclusão na pesquisa de casos de mulheres oriundas de outras localidades, o diagnóstico de câncer teve que ser posterior à fixação da mesma na cidade de Goiânia, no mínimo, por um período de seis meses.

Os endereços na área de estudo, obtidos a partir dos registros identificados no levantamento, foram checados e complementados, sempre que possível, através de pesquisas em múltiplas fontes públicas, como o cadastro eleitoral do Tribunal Regional Eleitoral (TRE-GO), conforme documentos apresentados no Anexo 3. A partir dos endereços completos das mulheres diagnosticadas com câncer de mama, através de mapas e informações públicas da Prefeitura Municipal de Goiânia, foram obtidas as respectivas coordenadas geográficas. Dessa forma, os mesmos foram geograficamente referenciados e através da plataforma ArcGIS 10.0, foram elaborados mapas geográficos de incidência de câncer de mama.

3.4 Cálculos, estimativas, comparações e análise estatística de dados

3.4.1 Medidas radiométricas

A fim de possibilitar a comparação dos dados obtidos em Goiânia, com o valor de referência adotado tanto pela IAEA – International Atomic Energy Agency quanto pelo UNSCEAR – United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, e pela Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, e ainda com outras localidades no Brasil, foi preciso obter a taxa de dose absorvida no ar (Gy/h) (UNSCEAR, 2008; IAEA, 2010; CNEN, 2011).

Para estimativa da dose efetiva anual, de acordo com a dosimetria ambiental, deve-se levar em conta, além do fator de conversão entre a dose absorvida no ar e a dose efetiva, também o fator de ocupação em um determinado ambiente, ou seja, a fração de tempo que se passa em ambientes fechados ou ao ar livre. Este fator pode variar de acordo com a idade da população estudada e o tipo de clima da região e o UNSCEAR sugere 0,2 como fator de ocupação para ambientes ao ar livre e 0,7 Sv/Gy como fator de conversão entre dose absorvida no ar a 1 metro e dose efetiva, para indivíduos adultos (UNSCEAR, 2008, 2013).

Assim, a dose efetiva anual em ambientes ao ar livre (E_{aal}) para cada ponto monitorado foi estimada por meio da seguinte equação (UNSCEAR, 2008, 2013):

$$E_{aal} = D_{ar} \times 8760 \times 0,2 \times 0,7 \quad [\text{Sv/ano}] \quad (1)$$

Sendo E_{aal} a dose efetiva anual, D_{ar} a taxa de dose absorvida no ar para cada ponto de medida, o valor 8760 o número de horas em 1 ano, 0,2 o fator de ocupação e 0,7 o fator de conversão Sv/Gy.

Desta forma, as medidas de E_{aal} nas respectivas coordenadas geográficas e o número de residentes de cada setor censitário (p_i) permitem encontrar valores de médias anuais de dose efetiva ($\bar{E}_i$) e efetiva coletiva (S_i) para cada setor censitário (i) e para regiões específicas formadas por conjuntos destes, de acordo com a equação a seguir (UNSCEAR, 2008, 2013):

$$S = \sum_i^n \bar{E}_i \times p_i \quad [\text{homem.Sv/ano}] \quad (2)$$

Utilizando-se esta metodologia, apesar de o sistema de medição móvel utilizado não ter sido projetado para fornecer valores de dose efetiva e efetiva coletiva, a partir da calibração do mesmo, com a fonte de Cs-137 do LAPOC/CNEN – Laboratório de Poços de Caldas e com o sistema de fontes do IRD/CNEN – Instituto de Radioproteção e Dosimetria, foi possível estimar

estas grandezas correlacionando-as com as coordenadas geográficas das mesmas em Goiânia e na área de estudo.

A Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, órgão normativo responsável pelo setor nuclear no Brasil, define, através da Norma CNEN 3.01/007, que uma dose anual existente de 10 mSv/ano deve ser usada como valor genérico de referência para uma ação de intervenção em situações de exposição crônica de membros do público, de forma que um valor igual ou superior a este sempre demandará uma avaliação para a implementação de medidas de proteção ou de remediação (CNEN, 2011).

3.4.2 Incidência de câncer de mama

a) Taxa bruta de incidência

O cálculo da taxa bruta de incidência de câncer de mama leva em conta o número de casos novos da doença e a população feminina em uma região geográfica específica. Foram utilizados dados dos Censos Demográficos 2000 e 2010, de acordo com o período coberto pelo levantamento. Segundo definição do IBGE, os dados por setor censitário compreendem características dos domicílios particulares e das pessoas que foram investigadas para a totalidade da população e são denominados, por convenção, resultados do universo. Os dados populacionais se referem ao número de moradores, total e por sexo, em domicílios particulares e domicílios coletivos (IBGE, 2010).

Para comparação dos resultados entre regiões específicas de Goiânia e mesmo com outras localidades no Brasil, foram separados os índices obtidos a partir da totalidade dos casos, considerando todo o município e ainda a área de estudo e fora desta. E no caso da amostra de casos geograficamente referenciados os resultados foram apresentados considerando a totalidade da área de estudo e isoladamente os dois Distritos Sanitários que a compõem. O número de casos novos de câncer de mama associado à média de mulheres moradoras em cada região geográfica

específica possibilitou o cálculo de taxas brutas de incidência de câncer de mama (TI) por 100 mil mulheres, através da seguinte equação:

$$TI = [(N / 10) / P] \times 100.000 \quad (3)$$

TI – taxa bruta de incidência de câncer de mama.

N – número de casos novos de câncer de mama, no período 2001 a 2010.

10 – quantidade de anos coberto pelo levantamento.

P – população feminina média, considerando os Censos 2000 e 2010.

Para o cálculo da taxa bruta de incidência, considerando a totalidade dos casos identificados no levantamento, a estimativa da população feminina média (P) foi obtida a partir da redução da população de 2010 pela metade da variação populacional verificada entre os Censos de 2000 e 2010, que foi de 19%, portanto o fator de redução utilizado foi de 9,5%. E para a amostra de casos geograficamente referenciados, a população feminina média também foi obtida através da utilização do redutor de 9,5% sobre a população feminina (Censo 2010) e nesse caso, foram considerados apenas os setores censitários nos quais houve pelo menos 1 caso geograficamente referenciado.

b) Análise estatística e espacial

Foram utilizadas médias anuais de taxa bruta de incidência de câncer de mama, resultados do levantamento radiométrico realizado na cidade de Goiânia e dados censitários populacionais por setor censitário e regiões específicas de Goiânia.

c) Análise de grupamentos (clusters)

A partir do referenciamento geográfico dos endereços pode-se obter uma avaliação espacial da incidência de casos em uma determinada região em um período definido, ou em diferentes períodos de tempo, e desta forma pode-se identificar possíveis grupamentos (clusters). Tais grupamentos são

agregados de eventos que não sejam meramente casuais e a partir daí, pode-se estabelecer comparações entre áreas geográficas específicas (CARVALHO et al, 2007).

Assim, utilizando uma base de dados com as taxas brutas de incidência de casos novos de câncer de mama geograficamente referenciados, através do índice de Moran, foi analisada a correlação espacial nos setores censitários que integram a área de estudo.

d) Associação entre variáveis quantitativas

A força da relação linear entre variáveis contínuas pode ser quantificada utilizando-se análises de regressão geograficamente ponderada (DRUCK, M.S. et al., 2004, MARCONATO, R., et al., 2012). O objetivo principal deste estudo foi analisar a associação entre as taxas brutas de incidência de câncer de mama geograficamente referenciadas e as medidas dosimétricas na área de estudo. Foi utilizada análise de regressão linear e cálculo de R^2 que indica a força da relação linear entre as variáveis e também regressão geograficamente ponderada (Geographic Weighted Regression – GWR).

4 PUBLICAÇÕES

Artigo 1 - Estimativa da exposição à radiação gama ao ar livre na cidade de Goiânia – 28 anos após o acidente radiológico com o Césio-137.

Estimation of exposure to gamma radiation outdoors in the city of Goiânia – 28 years after the radiological accident as cesium 137.

Autores: Leonardo Bastos Lage, Eliane Eugênia dos Santos, Rosangela da Silveira Corrêa, Nivaldo Carlos Silva, Nilson Clementino Ferreira, Ruffo Freitas-Junior.

Situação atual: a ser submetido para publicação no periódico “Environment International”. Normas de publicação, Anexo 4.

Qualis: A1 em Medicina II.

Artigo 2 – Avaliação da radiação ionizante como fator de risco para incidência de câncer de mama em Goiânia: 28 anos após o acidente com o Césio-137.

Assessement of ionizing radiation as a risk factor for breast cancer incidence in Goiânia: 28 years after the radiological accident as cesium 137.

Autores: Leonardo Bastos Lage, Ruffo Freitas-Junior, Rosangela da Silveira Corrêa, Nivaldo Carlos Silva, Eliane Eugênia dos Santos, Nilson Clementino Ferreira.

Situação atual: a ser submetido para publicação no periódico “Cadernos de Saúde Pública” (ENSP.Impresso). Normas de publicação, Anexo 5.

Qualis: B2 em Medicina II.

Artigo 1 - Estimativa da exposição à radiação gama ao ar livre na cidade de Goiânia – 28 anos após o acidente radiológico com o Césio-137.

Estimation of exposure to gamma radiation outdoors in the city of Goiânia - 28 years after the radiological accident as cesium 137.

Leonardo Bastos Lage^{1,2}, Eliane Eugênia dos Santos², Rosangela da Silveira Corrêa^{1,2}, Nivaldo Carlos Silva³, Nilson Clementino Ferreira⁴, Ruffo Freitas-Junior¹

RESUMO

Objetivo: Estimar os níveis de exposição à radiação gama terrestre externa na cidade de Goiânia, 28 anos após o acidente radiológico com o Césio-137. **Metodologia:** Trata-se de um estudo onde foram estimadas as doses de radiação ionizante, a partir de um levantamento radiométrico realizado entre 2010 e 2014. A área de estudo foi a zona urbana da cidade de Goiânia, município que é a capital do estado de Goiás e está localizada na região Centro-Oeste do Brasil. Utilizou-se a divisão geográfica da cidade em setores censitários e Distritos Sanitários. Para o rastreamento foi utilizado um sistema móvel de medição de radioatividade gama ambiental da Thermo Eberline modelo FHT 1376 Mobisys. Esse sistema era constituído por um detector de alta sensibilidade (cintilador plástico de cinco litros), acoplado a um Global Positioning System (GPS) e a um microcomputador. O conjunto foi instalado em um veículo automotor de forma que a altura do detector se encontrasse a um metro em relação ao solo e configurado para realizar medidas de taxa de dose absorvida no ar a cada segundo. Os dados coletados foram: taxa de dose absorvida no ar, coordenadas geográficas, altitude, data e hora da aquisição. A partir do software MobiSys, foram gerados arquivos e a partir da plataforma ArcGIS 10.0, foi realizada a avaliação geoespacial do levantamento por meio da elaboração de mapas temáticos e análises estatísticas geoespaciais. Apenas os setores censitários que tiveram taxas de dose medidas e população residente foram

¹ Universidade Federal de Goiás-UFG – Faculdade de Medicina – Programa de Mastologia. Goiás-Brasil.

² Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste-CRCN-CO – Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN. Goiás-Brasil.

³ Laboratório de Poços de Caldas - LAPOC/CNEN. Minas Gerais-Brasil.

⁴ Universidade Federal de Goiás-UFG – Escola de Engenharia Civil e Ambiental. Goiás-Brasil.

considerados. As médias anuais da dose efetiva e dose efetiva coletiva foram estimadas a partir da taxa de dose absorvida no ar e a população residente no setor censitário. **Resultados:** Dos 1.636 setores censitários que compõem os sete Distritos Sanitários do município de Goiânia, foi realizado levantamento radiométrico em 1.405 destes (85,9%). No total foram 197.811 medidas geograficamente referenciadas da taxa de dose absorvida no ar com média de $29,85 \pm 7,47$ e amplitude de 9,17 a 629,88 nGy/h. A partir desses valores foram estimadas as médias anuais de dose efetiva e dose efetiva coletiva para ambientes ao ar livre, com valores de $0,036 \pm 0,003$ mSv/ano e $28,51 \pm 11,68$ homem.mSv/ano respectivamente. **Conclusões:** Os níveis de exposição à radiação gama terrestre externa, encontrados na cidade de Goiânia, 28 anos após o acidente radiológico com o Césio-137, são compatíveis com valores estimados em normas nacionais e internacionais. E o valor da média anual da dose efetiva em Goiânia, é a metade da média global esperada pelo UNSCEAR e menor do que em outras localidades no Brasil, que apresentam apenas “background” de radiação natural ao ar livre. Os resultados obtidos, neste estudo, indicam que a situação dosimétrica em Goiânia não apresenta risco indevido para a população e o meio ambiente.

Palavras-Chave: Radiação ionizante, Fator de risco, Monitoramento ambiental, Saúde pública, Brasil.

ABSTRACT

Objective: To estimate the exposure levels to external land gamma radiation in the city of Goiânia 28 years after the radiological accident with Cesium-137. **Methodology:** In this research the ionizing radiation doses were estimated from a radiometric survey conducted between 2010 and 2014. The study area was the urban zone of Goiânia City, municipality which is the capital of Goiás state and is located in the Midwestern region of Brazil. It used the geographical division of the city based in census tracts and Sanitary Districts. For the tracking it was used a mobile system that measures the environmental gamma radioactivity, the Thermo Eberline's FHT 1376 MobiSys model. This system was made of a high-sensitivity detector (5 liters plastic scintillator) coupled to a Global Positioning System (GPS) and a microcomputer. This kit was installed on an automotive vehicle in a way that the height of the detector is found at one meter from the ground and is configured to realize measures of the rates of absorbed doses in the air per second. The data collected were: rates of absorbed dose in the air, geographic coordinates, altitude, date and time of acquisition. Files were generated from the MobiSys software, and from the ArcGIS 10.0 platform, a geospatial assessment of the survey was realized through the development of thematic maps and geospatial statistical analysis. Only the census tracts that had dose rate measurements and resident population were included.

The annual averages of effective dose and collective effective dose were estimated from the rate of absorbed dose in the air and the resident population in the census tract. **Results:** Of the 1.636 census tracts that make up the seven Sanitary Districts of Goiânia City, a radiometric survey was conducted in 1.405 of these (85,9%). In total, it was 197.811 georeferenced measurements of absorbed dose in the air with an average rate of $29,85 \pm 7,47$ and range from 9,17 to 629,88 nGy/h. From these values were estimated the annual averages of effective dose and collective effective dose for outdoor environments, with values of $0,036 \pm 0,003$ mSv/year and $28,51 \pm 11,68$ man.mSv/year, respectively. **Conclusions:** The levels of exposure to outdoor land gamma radiation in the city of Goiânia, 28 years after the radiological accident with Cesium-137, are in accordance with values settled in standards of national and international organizations. And annual average of the effective dose in Goiânia, is a half of the expected global average by UNSCEAR and lower than in other places in Brazil, which have only "background" natural radiation outdoors. The results obtained in this study indicate that the dosimetric situation in Goiania does not present undue risk to people and the environment.

Keywords: Ionizing radiation, Risk factor, Environmental monitoring, Public health, Brazil.

INTRODUÇÃO

A população mundial é constantemente submetida a doses de radiações ionizantes de fontes naturais e/ou fontes artificiais. Sabe-se que as fontes de radiação natural são de origem cósmica e terrestre. Os raios cósmicos são originários do espaço extraterrestre, são responsáveis por doses de radiação e sua interação com os constituintes atmosféricos originam radionuclídeos cosmogênicos, e a exposição do homem depende principalmente das características geográficas do lugar como altitude e latitude na qual a pessoa se encontra. Por outro lado, os radionuclídeos naturais primordiais, constituintes da crosta terrestre, das séries radioativas do urânio (^{235}U) e (^{238}U), tório (^{232}Th) e potássio (^{40}K) são os principais responsáveis pela exposição à radiação gama natural terrestre (UNSCEAR, 2008, 2013).

A exposição do homem à radiação artificial na natureza surge em virtude de atividades antropogênicas como, por exemplo, os testes com

armas nucleares, reatores nucleares e em atividades médicas ou ainda acidentes nucleares ou radiológicos (UNSCEAR, 2008, 2013).

Em seu último relatório de 2013, o UNSCEAR (*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*) apresenta como dose efetiva média anual relativa à população mundial, considerando as fontes de radiação natural, valores no intervalo entre 1 a 13 mSv/ano, sendo sua média igual a 2,4 mSv/ano. Sendo que para ambientes fechados a média foi de 0,41 mSv/ano, enquanto para as exposições ao ar livre esta foi de 0,07 mSv/ano (UNSCEAR, 2008, 2013).

Em 1987, ocorreu na região central da cidade de Goiânia, o acidente radiológico com o Césio-137, tendo sido identificados sete principais focos de contaminação (IAEA, 1988). Após o conhecimento do acidente, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), autoridade máxima no Brasil para estabelecer padrões de segurança na área nuclear e atividades relacionadas à radiação ionizante (CNEN, 2016) em conformidade com as recomendações da International Commission on Radiological Protection (ICRP) (ICRP, 1984) e de acordo com os padrões da International Atomic Energy Agency (IAEA) (IAEA, 1982), adotou medidas para a solução do acidente e essas foram divididas em duas fases (NCR, 1975; IAEA, 1982; ICRP, 1984).

A primeira fase correspondeu às ações emergenciais necessárias para identificar e manter sob controle todos os riscos potenciais de contaminação e exposição à radiação ionizante. Durante esta fase inicial, levantamentos radiométricos foram realizados e também foi definido um programa de avaliação ambiental visando analisar a extensão da contaminação radioativa e subsidiar prognósticos a respeito da evolução temporal e espacial da contaminação no meio ambiente (IAEA, 1988).

A segunda fase foi relacionada à remediação ambiental e objetivou o restabelecimento das condições normais de vida da população, estabelecendo níveis máximos de contaminação de áreas que serviram como parâmetros para os trabalhos efetuados.

No Brasil, são escassos os dados de taxa de dose gama externa em áreas urbanas e dos que existem, grande parte, são em regiões que possuem radioatividade natural elevada (SILVA, 2009; VEIGA, 2003), de

modo que a realização deste trabalho contribuirá tanto para estimar os níveis de exposição à radiação na cidade de Goiânia, como compor um mapeamento a nível nacional.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo onde foram estimadas as doses de radiação ionizante, a partir de medidas de taxas de dose absorvida no ar, em ambiente externo, realizadas num levantamento radiométrico. A coleta de dados foi realizada entre 2010 e 2014. Este estudo integra uma pesquisa aprovada pelos Comitês de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás e da Associação de Combate ao Câncer em Goiás.

Área de estudo

A cidade de Goiânia é a capital do estado de Goiás que juntamente com os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e o Distrito Federal, compõem a Região Centro-Oeste do Brasil. É a segunda cidade mais populosa da região, sendo superada apenas pela capital federal, Brasília, e segundo o Censo IBGE 2010, a população total é de 1.302.001 habitantes e na área de estudo são 443.389 habitantes. A área de unidade territorial de Goiânia é de 733,116 km² e a densidade demográfica de 1.776,74 hab/km² (IBGE, 2010).

A cidade de Goiânia está dividida em 7 distritos sanitários, que controlam os serviços de saúde pública e se dividem em áreas de abrangência dos centros de saúde, compostas por um conjunto de setores censitários contíguos. Os distritos sanitários foram implantados a partir de resoluções da III Conferência Municipal de Saúde em 1995 (GOIÂNIA-SMS, 1995). Foram regulamentados pelo Decreto Municipal nº 656 de 20/04/1998.

O fato dos Distritos Sanitários Campinas-Centro – DSCC, e Sul – DSS, abrigarem os sete principais focos de contaminação do acidente com o Césio-137, levou à definição da área de estudo do trabalho.

A Figura 1, apresenta a localização do município de Goiânia, sua divisão em setores censitários e Distritos Sanitários e a área de estudo, além dos principais focos de contaminação do acidente radiológico com o Césio-137.

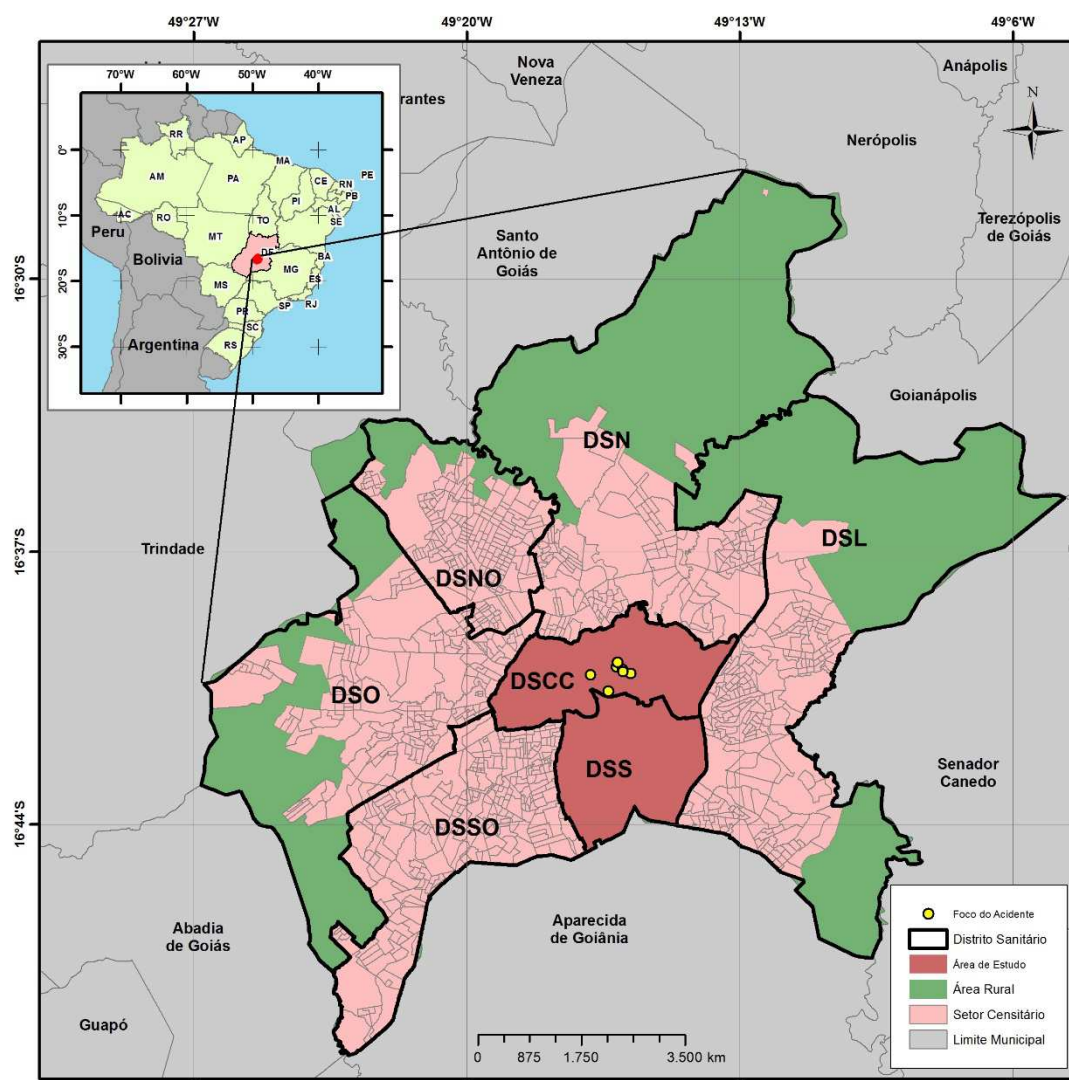


Figura 1. Localização da área urbana de Goiânia, dividida em Distritos Sanitários (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul) e respectivos setores censitários, Goiânia – Goiás – Brasil – 2015.

Mapeamento radiométrico

A metodologia utilizada, incluindo os equipamentos de medição, foi a mesma aplicada em trabalhos anteriores realizados em outras localidades no Brasil (SILVA, 2009; CAVALCANTE, 2012), tendo sido utilizado um sistema móvel de medição de radioatividade gama ambiental da Thermo Eberline modelo FHT 1376 Mobisys (ESM, 1997). Esse sistema era

constituído por um detector de alta sensibilidade (cintilador plástico de cinco litros), acoplado a um Global Positioning System (GPS) e a um microcomputador. O conjunto foi instalado em um veículo automotor de forma que a altura do detector fosse mantida a 1 metro em relação ao solo e configurado para realizar medidas da taxa de dose absorvida no ar a cada segundo. Os dados coletados foram: taxa de dose absorvida no ar, coordenadas geográficas, altitude, data e hora da aquisição. A partir do software MobiSys, foram gerados arquivos e a partir da plataforma ArcGIS 10,0, foi realizada a avaliação geoespacial dos dados, por meio da elaboração de mapas temáticos e análises estatísticas geoespaciais. Foram considerados neste estudo, todos os setores censitários nos quais foram obtidas medidas radiométricas e possuíam população residente.

Estimativas de Doses

Tanto a IAEA quanto o UNSCEAR adotam como grandezas dosimétricas de referência para medidas de radiação terrestre, a taxa de dose absorvida no ar (Gy/h) as doses anuais efetiva (Sv/ano) e efetiva coletiva (homem.Sv/ano) (UNSCEAR, 2000; IAEA, 2010).

Então, para se conhecer a situação dosimétrica de Goiânia e possibilitar a avaliação de efeitos relacionados à exposição da população à radiação ionizante, foram estimadas médias anuais da dose efetiva e dose efetiva coletiva. Essas grandezas foram calculadas a partir das taxas de dose absorvida no ar e das populações residentes em cada setor censitário.

Para o cálculo da dose efetiva anual (Sv/ano), segundo a dosimetria ambiental, deve-se levar em conta, tanto o fator de conversão entre taxa de dose absorvida no ar a 1 metro (nGy/h) e dose efetiva (nSv/h), para indivíduos adultos, como sendo 0,7 Sv/Gy, quanto o fator de ocupação 0,2 para ambientes ao ar livre, ou seja, a fração de tempo que uma pessoa passa em um ambiente particular (UNSCEAR, 2008, 2013).

Assim, a dose efetiva anual em ambientes ao ar livre (E_{aal}) para cada ponto monitorado foi estimada por meio da seguinte equação (UNSCEAR, 2008, 2013):

$$E_{aal} = D_{ar} \times 8760 \times 0,2 \times 0,7 \quad [\text{Sv/ano}] \quad (1)$$

Sendo E_{aal} a dose efetiva anual, D_{ar} a taxa de dose absorvida no ar para cada ponto de medida, o valor 8760 o número de horas em 1 ano, 0,2 o fator de ocupação e 0,7 o fator de conversão Sv/Gy.

Desta forma, as medidas de E_{aal} nas respectivas coordenadas geográficas e o número de residentes de cada setor censitário (p_i) permitem encontrar valores de médias anuais de dose efetiva ($\bar{E}_i$) e efetiva coletiva (S_i) para cada setor censitário (i) e para regiões específicas formadas por conjuntos destes, de acordo com a equação a seguir (UNSCEAR, 2008, 2013):

$$S = \sum_i^n \bar{E}_i \times p_i \quad [\text{homem.Sv/ano}] \quad (2)$$

Análise dos dados

Os dados foram consolidados em planilhas Excel, para análise estatística utilizou-se o Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 17.0 e para a análise geoestatística utilizou-se a plataforma ArcGis 10.0. Foram calculadas médias de medidas dosimétricas para cada setor censitário, Distrito Sanitário e regiões específicas.

RESULTADOS

Taxa de dose absorvida no ar e dose efetiva

Dos 1.636 setores censitários que compõem os sete Distritos Sanitários do município de Goiânia, foram realizados levantamentos radiométricos em 1.405, representando 85,9% do total. Foram obtidas 197.811 medidas geograficamente referenciadas de taxa de dose absorvida no ar, com valor médio de $29,85 \pm 7,47$ nGy/h e amplitude de 9,17 a 629,88 nGy/h.

A partir desses valores, através do fator de conversão 0,7 Sv/Gy, estimou-se a dose efetiva para cada medida, e também as doses médias por áreas específicas, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Doses efetivas em cada Distrito Sanitário (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul) e respectivos setores censitários. Os valores médios, máximos e mínimos de cada Distrito Sanitário são relativos aos setores censitários.

Distrito Sanitário	Nº de setores censitários	% de setores censitários avaliados	Número de medidas	Dose efetiva (nSv/h)		
				Média	Mínimo	Máximo
DSCC	312	(96,2)	64.871	$20,9 \pm 2,3$	16,4	49,5
DSL	207	(89,9)	20.066	$18,2 \pm 1,6$	13,2	23,3
DSN	160	(78,1)	13.783	$20,6 \pm 3,2$	15,9	32,9
DSNO	194	(80,4)	10.610	$19,1 \pm 1,2$	13,5	23,1
DSO	182	(58,8)	13.034	$18,7 \pm 3,4$	12,3	32,4
DSS	313	(97,8)	50.450	$22,6 \pm 2,1$	17,5	29,3
DSSO	268	(83,6)	24.997	$20,4 \pm 2,3$	15,7	30,2
GOIÂNIA	1.636	(85,9)	197.811	$20,4 \pm 2,7$	12,3	49,5

Na Figura 2, pode-se observar a representação espacial da variação das médias da dose efetiva, estimadas para cada setor censitário. De um total de 1.405 setores monitorados, 1.394 (99,2%) tiveram doses efetivas

abaixo de 30 nSv/h e 10 destes (0,7%) entre 30,01 e 40 nSv/h, sendo apenas um deles (0,1%) acima deste valor.

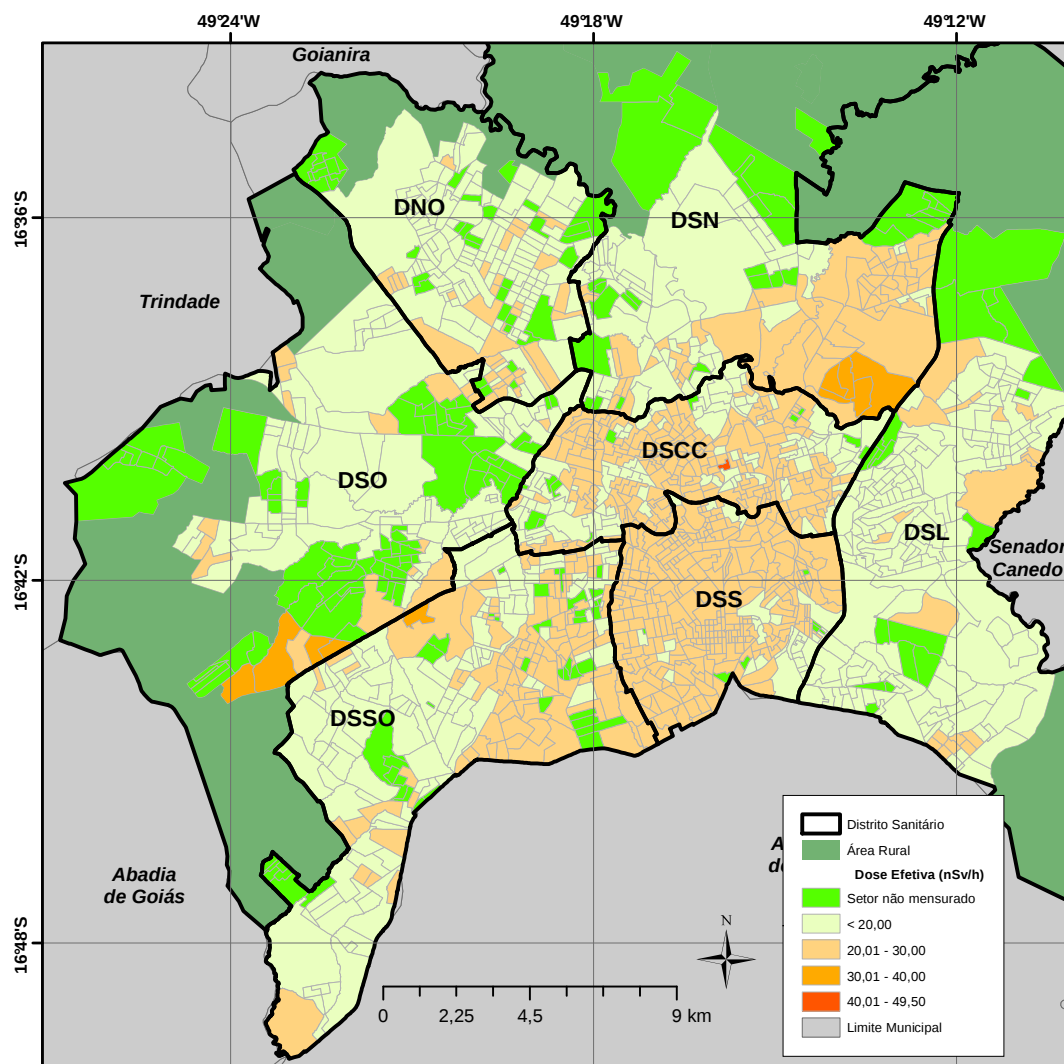


Figura 2. Distribuição espacial das médias das doses efetivas (nSv/h) por setor censitário e respectivos Distritos Sanitários (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul) em Goiânia – Goiás – Brasil, 2015

Todas as 104 medidas acima de 100 nSv/h encontradas no levantamento radiométrico realizado em Goiânia foram localizadas em um pequeno trecho de cerca de 100 metros na via pública da Rua 57, nas imediações do imóvel onde ocorreu o acidente (Figura 3) apresentando dose efetiva média de $168,19 \pm 79,93$ nSv/h. E o setor censitário da Rua 57 (SC-

RUA 57), num total de 744 medidas radiométricas, apresentou dose efetiva média de $49,49 \pm 59,01$ nSv/h.



Figura 3. Mapa radiométrico da dose efetiva no setor censitário da Rua 57 (SC- RUA 57) e dose efetiva média, por setor censitário, no Distrito Sanitário Campinas-Centro.

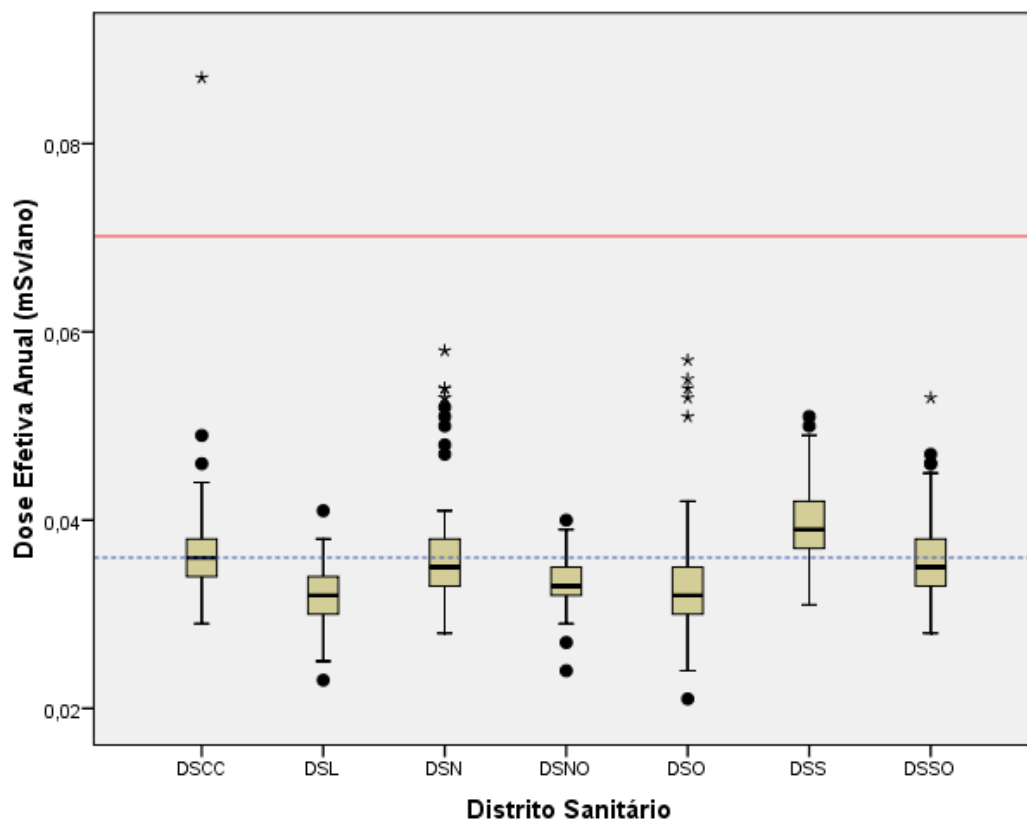
Dose efetiva anual

A média efetiva anual, devido a dose ambiental, em Goiânia foi de $0,036 \pm 0,003$ mSv/ano e variou de 0,021 a 0,087 mSv/ano nos setores censitários e na Tabela 2, são apresentadas comparações com os Distritos Sanitários e áreas específicas de Goiânia, como a Rua 57 e o respectivo setor censitário onde se localizou o principal foco de contaminação do acidente com o Césio 137.

Tabela 2. Contribuição da dose ambiental para a dose efetiva anual por distrito sanitário (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul), o setor censitário da Rua 57 (SC-RUA 57) e a própria RUA 57 e respectivos setores censitários, Goiânia - GO, Brasil.

Distrito Sanitário	Dose Efetiva Anual (mSv)		
	Média	Mínimo	Máximo
DSCC	$0,036 \pm 0,004$	0,029	0,087
SC-RUA 57	$0,086 \pm 0,103$	0,025	0,072
RUA 57	$0,294 \pm 0,140$	0,177	0,772
DSL	$0,032 \pm 0,003$	0,023	0,041
DSN	$0,036 \pm 0,006$	0,028	0,058
DSNO	$0,034 \pm 0,002$	0,024	0,04
DSO	$0,033 \pm 0,006$	0,021	0,057
DSS	$0,039 \pm 0,004$	0,031	0,051
DSSO	$0,036 \pm 0,004$	0,028	0,053
Goiânia	$0,036 \pm 0,003$	0,021	0,087

Na Figura 4, pode-se verificar que entre os distritos sanitários, apenas o DSS apresentou média ligeiramente superior a encontrada em Goiânia.



Legenda:

- Valor de referência para a dose externa gama terrestre = 0,07 mSv/ano (UNSCEAR)
- Média da dose efetiva anual da cidade de Goiânia = 0,036 mSv/ano.

Figura 4. Médias das doses efetivas anuais em cada distrito sanitário. Os valores médios são relativos aos setores censitários.

Dose efetiva coletiva anual

A população da cidade de Goiânia, segundo Censo IBGE (IBGE, 2010) era de 1.302.001 habitantes. O valor médio de dose efetiva coletiva anual estimado para Goiânia foi de $28,51 \pm 11,68$ homem.mSv/ano e variou entre 25,8 e 34,58 homem.mSv/ano. A Tabela 3 apresenta valores por Distrito Sanitário, sendo os intervalos referentes aos setores censitários.

Tabela 3. Contribuição da dose ambiental para doses efetivas coletivas anuais em cada distrito sanitário (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul). Os valores médios, máximos e mínimos são relativos aos setores censitários.

Distrito Sanitário	População total	População dos setores censitários avaliados	Dose efetiva coletiva anual (homem.mSv)		
			Média	Mínimo	Máximo
DSCC	221.464	212.518	25,8 ±9,0	2,34	82,64
DSL	172.940	161.374	27,7 ±11,0	0,35	82,27
DSN	146.173	119.823	34,58 ±14,9	0,92	82,91
DSNO	164.385	133.934	28,72 ±9,5	4,59	84,4
DSO	153122	90.957	27,63 ±13,4	1,25	75,42
DSS	221.925	218.589	28,27 ±11,2	0,76	78,97
DSSO	221.922	189.021	30,02 ±12,7	0,46	68,46
GOIÂNIA	1.302.001	1.126.216	28,51 ± 11,68	0,35	82,91

Na Figura 5 pode-se observar a distribuição espacial da dose efetiva coletiva anual nos setores censitários e respectivos Distritos Sanitários.

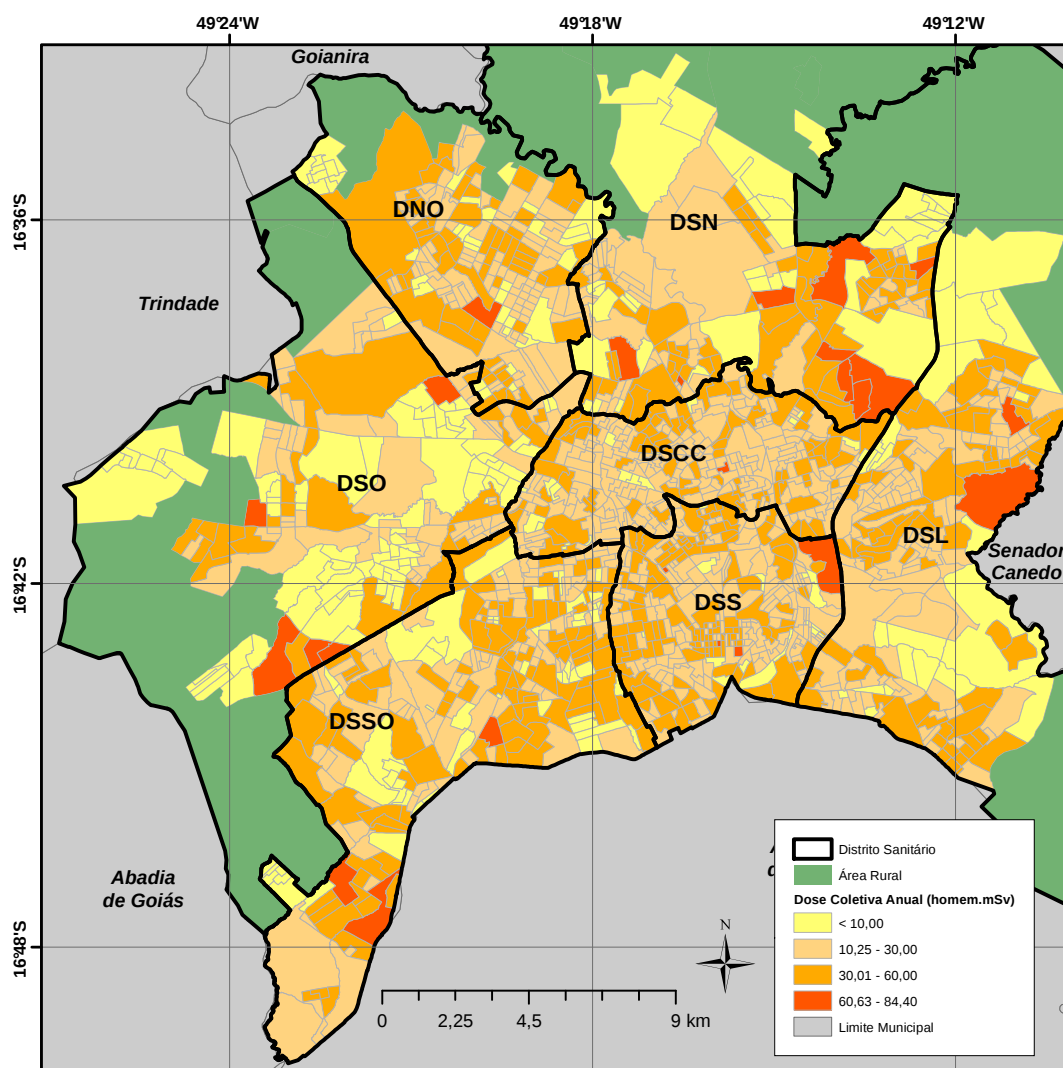


Figura 5. Distribuição espacial das doses efetivas coletivas anuais nos setores censitários e respectivos distritos sanitários (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul).em Goiânia.

DISCUSSÃO

O conhecimento dos níveis de radiação de uma localidade é fundamental para definição e adoção de eventuais medidas de radioproteção. Principalmente, quando se analisa uma região urbana, torna-se recomendado avaliar a dose efetiva de determinados grupos (ICRP, 1991).

Mesmo considerando uma ação antropogênica, como o acidente radiológico que certamente elevou os níveis de radiação natural de fundo da cidade de Goiânia, este estudo encontrou um valor médio de $29,85 \pm 7,47$ nGy/h da taxa de dose absorvida no ar. Este valor está muito próximo ao encontrado na cidade de Ribeirão Preto – SP, que é de $27,38 \pm 2,41$ nGy/h, em estudo que utilizou a mesma metodologia e equipamentos adotados em Goiânia (CAVALCANTE, 2012). Outra constatação importante é que o valor encontrado em Goiânia é até cinco vezes menor que os apresentados na literatura em outras localidades no Brasil, como: Poços de Caldas-MG (154,92 nGy/h), Rio de Janeiro-RJ (106,19 nGy/h), Guarapari-ES (88,90 nGy/h) e São Paulo-SP (200,59 nGy/h) que apresentam apenas background de radiação natural ao ar livre (CAVALCANTE, 2012).

Ainda considerando a ocorrência do acidente com o Césio-137, a discussão dos resultados obtidos neste estudo se deu a partir da análise dos resultados dosimétricos obtidos na cidade de Goiânia, nas áreas mais afetadas e nas áreas não atingidas.

Eventuais taxas de doses médias com valores mais altos, encontrados em alguns pontos da região central de Goiânia podem ser atribuídos à impossibilidade de se ter eliminado totalmente o radionuclídeo liberado pelo acidente, no processo de descontaminação.

Aliado a este fato, pode ser considerado que a região central da cidade concentra um maior número de edificações, asfalto e pessoas, significando maior concentração de radionuclídeos, visto que os materiais utilizados nestas construções possuem em sua composição teores diferentes de radionuclídeos naturais. Conforme previsto pelo UNSCEAR, a maior parte da dose total absorvida anualmente pela população mundial é decorrente da radiação natural em função desta contribuir tanto com exposições internas como externas ao corpo do indivíduo (UNSCEAR, 2008, 2013).

Do total de medidas obtidas no levantamento radiométrico, apenas 104 destas, concentradas em um trecho de cerca 100 metros na Rua 57, nas imediações do imóvel onde ocorreu o acidente radiológico, representadas por pontos de contaminação residual decorrentes de desgaste natural da camada asfáltica, apresentaram valor superior a 100

nSv/h. Neste trecho, o valor da contribuição da dose ambiental na dose efetiva média anual foi de $0,294 \pm 0,140$ mSv/ano. Mesmo o valor mais alto obtido em todo o levantamento estimando a dose efetiva anual (440,92 nSv/h) admitindo-se uma hipótese conservativa de permanência de uma pessoa por 4 horas por dia e durante todos os dias do ano neste local, a dose resultante é de 0,772 mSv/ano. Esse valor, é menor que 1 mSv/ano que é o limite da dose efetiva anual adicionada para indivíduo do público quando da instalação de uma atividade com radiação, recomendada pela IAEA, seguida pela ICRP e adotada como norma pela CNEN, acima daqueles valores de dose efetiva anual recebidos por exposição à radiação natural (IAEA, 1996; ICRP, 1991; CNEN, 2011).

Pode ser observado também, que a maior medida radiométrica encontrada em Goiânia (440,92 nSv/h) e por consequência, todos os demais valores de taxa de dose absorvida no ar, obtidos no levantamento, estão abaixo do nível operacional de 1000 nSv/h, estabelecido à época da remediação dos locais afetados pelo acidente radiológico com o Césio-137 (IAEA, 1988).

Mesmo considerando ter sido esta medida obtida 28 anos após o acidente, como o decaimento do Césio-137, cuja meia vida é de 30 anos, o valor desta medida à época, estaria abaixo do nível operacional estabelecido no processo de descontaminação.

No que se refere às médias anuais da dose efetiva, na região do acidente radiológico (DSCC e DSS), e fora desta, os valores de 0,038 mSv/ano e 0,034 mSv/ano e 0,036 mSv/ano, respectivamente, são muito próximos. Considerando que a área não afetada pelo acidente radiológico representa a radiação de fundo (background), temos que o acréscimo nos níveis de radiação existentes antes do acidente foi de 0,004 mSv/ano. Este valor é extremamente baixo e cerca de 20 vezes menor que a média mundial esperada para dose de radiação gama ao ar livre, que é de 0,07 mSv/ano (UNSCEAR, 2008, 2013).

A contribuição da dose ambiental na média anual de dose efetiva coletiva para o município de Goiânia, no valor de $28,51 \pm 11,6$ homem.mSv/ano, é próxima a encontrada em Ribeirão Preto - SP, no valor de $25,62 \pm 9,25$ homem.mSv/ano (CAVALCANTE, 2012).

O desenvolvimento deste trabalho permitiu apresentar dados científicos sobre a dosimetria da radiação ionizante na cidade de Goiânia, e pode contribuir para a realização de novos estudos na área de saúde e proteção radiológica, relacionados ao surgimento de doenças radioinduzidas.

CONCLUSÕES

Os níveis de exposição à radiação gama terrestre externa, encontrados na cidade de Goiânia, 28 anos após o acidente radiológico com o Césio-137, são compatíveis com os valores estimados pelo UNSCEAR, através de informações fornecidas por países de todo o mundo. E o valor da média anual da dose efetiva em Goiânia, é menor do que em outras localidades no Brasil, que apresentam apenas “*background*” de radiação natural ao ar livre. Os resultados obtidos, neste estudo, indicam que a situação dosimétrica em Goiânia não apresenta risco indevido para a população e o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, J. C. G. et al. Assessment of the environmental outdoor gamma radiation levels in São Paulo city. **International Journal of Low Radiation**, v. 7, p. 359-365, 2010.

CAVALCANTE, F. **Avaliação das doses efetivas e efetivas coletivas da radiação natural na região de Ribeirão Preto (SP)**. 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Física aplicada à Medicina e Biologia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59135/tde-29052012-154558/>>. Acesso em: 04 dez. 2015.

CNEN. Comissão Nacional de Energia Nuclear. 2016. Sítio eletrônico. Disponível em: <www.cnen.gov.br>. Acesso em jan. 2016.

CNEN. N. N. **3.01 Diretrizes Básicas de radioproteção**. Rio de Janeiro: Comissão Nacional de Energia Nuclear, 2011.

ESM, T. E. **Mobile radioactivity measurement system FHT 1376** (Operation Manual). 1997.

GOIÂNIA. SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE: Conselho Municipal de Saúde. **III Conferência Municipal de Saúde: juntos conquistando a saúde que queremos**. Goiânia, Brasil, 1995.

IAEA. **Nuclear energy series nf-t-1.3: radioelement mapping**. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2010.

IAEA. **Safety series 115: international basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources**. International Atomic Energy Agency, 1996.

IAEA. **The radiological accident in Goiânia**. Vienna: IAEA, 1988. ISBN 92-0-129088-8.

IAEA. **Safety series 57: generic models and parameters for assessing the environmental transfer of radionuclides from routine releases. exposures of critical groups**. Vienna: IAEA, 1982.

IBGE. **Sinopse do censo demográfico 2010: Cidades, Goiás**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm1>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

ICRP. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **Principles of monitoring for the radiation protection of the population**. n. 43. Oxford: Pergamon Press, 1984.

ICRP. Recommendations of the international commission on radiological protection. **Annals of ICRP**. v. 21, n. 23, publicação 60. Oxford: Pergamon Press, 1991.

MORAES, M. A. P. V. de; DALTRO, T. F. L. Environmental gamma radiation and natural radioactivity in soils in Centro Experimental Aramar (CTMSP-Brazil) and region. **Radiation protection dosimetry**, v. 87, n. 3, p. 207-211, 2000.

NCR. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. Environmental technical specifications for nuclear power plants. **Regulatory Guide 4.8**. Washington D.C.: NCR, 1975.

SACHETT, I. A. Caracterização da radiação gama ambiental em áreas urbanas utilizando uma unidade móvel de rastreamento. Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2002.

SILVA, Nivaldo C. et al. Geoprocessing as a technical tool for radiological assessment in the urban area of Poços de Caldas, MG. In: **2009 International Nuclear Atlantic Conference, Rio de Janeiro–Brazil**, set. 2009.

UNITED NATIONS. SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. **Effects of ionizing radiation**: report to the general assembly, with scientific annexes. v. 1. United Nations Publications, 2013.

UNITED NATIONS. SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. **Effects of ionizing radiation**: report to the general assembly, with scientific annexes. v. 1. United Nations Publications, 2008.

UNITED NATIONS. SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. **Effects of ionizing radiation**: report to the general assembly, with scientific annexes. v. 1. United Nations Publications, 2000.

VEIGA, L. H. S. et al. Preliminary indoor radon risk assessment at the Poços de Caldas Plateau, MG–Brazil. **Journal of environmental radioactivity**, v. 70, n. 3, p. 161-176, 2003.

YOSHIMURA, E. M. et al. Gamma ray contribution to the ambient dose rate in the city of São Paulo, Brazil. **Radiation measurements**, v. 38, n. 1, p. 51-57, 2004.

Artigo 2 - Avaliação da radiação ionizante como fator de risco para a incidência de câncer de mama em Goiânia: 28 anos após o acidente com o Césio-137.

Assesment of ionizing radiation as a risk factor for breast cancer incidence in Goiânia: 28 years after the radiological accident as cesium 137.

Leonardo Bastos Lage^{1,2}, Ruffo Freitas-Junior², Rosangela da Silveira Corrêa^{1,2}, Nivaldo Carlos Silva³, Eliane Eugênia dos Santos¹, Nilson Clementino Ferreira⁴.

RESUMO

Objetivo: Avaliar a radiação ionizante como fator de risco para a incidência de câncer de mama em Goiânia. Avaliar a autocorrelação espacial (*clusters*) de endereços de mulheres diagnosticadas com câncer de mama em Goiânia. **Metodologia:** A região central de Goiânia, que abriga os sete principais focos de contaminação do acidente com o Césio-137, e também as maiores taxas de incidência de câncer de mama, foi definida como área de estudo. Utilizou-se a divisão geográfica da cidade em setores censitários e Distritos Sanitários. A partir do Registro de Câncer de Base Populacional de Goiânia (RCBP) foram identificados endereços de mulheres diagnosticadas com câncer de mama no período entre 2001 e 2010. Parte dos dados foi geograficamente referenciada e utilizando informações censitárias foram estimadas e comparadas médias anuais de taxas brutas de incidência. Foi verificada a correlação espacial de agrupamentos (*clusters*) de casos novos, através do índice de Moran e a partir de medidas radiométricas geograficamente referenciadas, obtidas em estudo anterior, foi avaliada a correlação entre a incidência de câncer de mama e os níveis de radiação ionizante, através de regressão linear incondicional. **Resultados:** Foram identificados 4.105 casos novos de câncer de mama, sendo 2.233, na área de estudo e destes, 1.286 (57,59%) foram geograficamente

¹ Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste-CRCN-CO – Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN. Goiás-Brasil.

² Universidade Federal de Goiás-UFG – Faculdade de Medicina – Programa de Mastologia. Goiás-Brasil.

³ Laboratório de Poços de Caldas - LAPOC/CNEN. Minas Gerais-Brasil.

⁴ Universidade Federal de Goiás-UFG – Escola de Engenharia Civil e Ambiental. Goiás-Brasil.

referenciados. Os valores de médias anuais de taxas brutas de incidência, tanto considerando os números totais de casos quanto os geograficamente referenciados, apresentaram na área de estudo, respectivamente 102,91 e 71,86 casos novos por 100 mil mulheres. Estes valores se encontram dentro do intervalo dos valores médios apresentados pelas demais capitais brasileiras que é de 130,99 casos por 100 mil em Porto Alegre-RS e 20,04 casos em Macapá-AP e a média brasileira nas capitais de 79,37 casos por 100 mil mulheres. A análise de *clusters* apresentou discreta correlação espacial de taxas brutas de incidência de câncer de mama, em três pequenos conjuntos de setores censitários, distantes dos focos de contaminação do acidente com o Césio-137. O gráfico de dispersão dos pontos e o valor de R^2 não indicou qualquer associação entre as taxas brutas de incidência e medidas radiométricas. **Conclusões:** Este estudo reforça a hipótese de que os níveis de radiação ionizante aos quais as mulheres residentes em Goiânia estão expostas, não estão associados ao surgimento de casos novos de câncer de mama.

Palavras-chave: Câncer de mama, Fator de risco, Monitoramento ambiental, Proteção radiológica, Saúde pública, Brasil.

ABSTRACT

Objective: Evaluate ionizing radiation as a risk factor for the incidence of breast cancer in Goiânia. Evaluate the spatial autocorrelation (clusters) of women addresses diagnosed with breast cancer in Goiânia. **Methodology:** The central region of Goiânia, which has the seven major accident sources of contamination with Cesium-137, and also the highest breast cancer incidence rates, was defined as the study area. It used the geographical division of the city in census tracts and health districts. From Registry of Goiânia's Population Based Cancer (RCBPGO) were identified addresses of women diagnosed with breast cancer at the period between 2001 and 2010. Part of the data was georeferenced and by using census data were estimated and compared annual averages of gross incidence rates. The spatial correlation between groups (clusters) of new cases we verified, by Moran index, and from georeferenced radiometric measurements, obtained in a previous study, the correlation between the incidence of breast cancer and the ionizing radiation levels, through unconditional linear regression was assessed. **Results:** We identified 4.105 new cases of breast cancer, 2.233 of those in the area of study, and of these 1.286 (57.59 %) were georeferenced. The annual average values of incidence of gross rates, considering both the total numbers of cases as geographically referenced presented in the study area, respectively 102.91 and 71.86 new cases per 100,000 women. These values are within the range of average values presented by other Brazilian capital which is 130.99 cases per 100,000 in Porto Alegre-RS and 20.04 cases in Macapa-AP and the national average in the capital of 79.37 cases per 100,000 women. The cluster analysis showed a slight spatial correlation

of crude rates of breast cancer incidence in three small sets of census tracts, far from the accident sources of contamination with Cesium-137. The points of the scatter plot and the R^2 value indicated no association between the crude rates of incidence and radiometric measurements. **Conclusion:** This study supports the hypothesis that ionizing radiation levels to which women living in Goiania are exposed, are not associated with the emergence of new cases of breast cancer.

KEYWORDS: Breast cancer, Risk factor, Environmental monitoring, Radiological protection, Health public, Goiania, Brazil.

INTRODUÇÃO

De acordo com estimativas mundiais do projeto Globocan, da Agência Internacional para Pesquisa em Câncer (Iarc – International Agency for Research on Cancer), da Organização Mundial da Saúde (OMS), houve 14 milhões de casos novos de câncer e um total de 8 milhões de mortes por câncer em todo mundo, em 2012 (FERLAY et al., 2013). Segundo o documento *World cancer report 2014* da International Agency for Research on Cancer (Iarc), da Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2025, a carga global será de 20 milhões de casos novos de câncer sendo esperados cerca de 80% entre os países em desenvolvimento (STEWART et al., 2014).

No que se refere ao câncer de mama, em todo o mundo ocorreram em 2012, aproximadamente 1,67 milhões de casos novos e para o Brasil, em 2016, é esperada a ocorrência de 57.960 casos novos, com risco estimado de 56,20 casos a cada 100 mil mulheres e para o estado de Goiás e a cidade de Goiânia, o risco estimado será de 52,09 e 76,07 casos novos a cada 100 mil mulheres, respectivamente. Dentre as capitais brasileiras, Goiânia apresenta valor intermediário, sendo que os valores variam entre Porto Alegre - RS (130,99 / 100 mil) e Macapá - AP (20,04 / 100 mil) (BRASIL, 2015).

A partir de dados do RCBPGO, no período de 1988 a 2006, foi constatado o incremento de casos de câncer de mama em Goiânia, em todas as faixas etárias, e tanto a concentração em valores absolutos, quanto a taxa de incidência acumulada mais elevados, estiveram concentrados nos

distritos sanitários com maior nível socioeconômico. Os valores mais elevados se apresentam no Distrito Sanitário Campinas-Centro, com valores de 39,95% do número total de casos e 117,86 casos/ 100 mil mulheres e no Distrito Sanitário Sul, com 20,48% e 106,15 casos/ 100 mil mulheres (FREITAS et al., 2010).

No tocante a mortalidade da neoplasia, o coeficiente por câncer de mama no Brasil, nas últimas décadas, apresentou elevação de 22,8%, passando de 9,2 por 100 mil, em 1980, para 11,3 por 100 mil em 2009. Esta elevação foi constatada na maioria dos estados brasileiros, com destaque para os estados das regiões Nordeste e Centro-Oeste (FREITAS-JÚNIOR et al., 2012).

Em setembro de 1987, ocorreu em Goiânia, um acidente radiológico de graves proporções para a população e o meio ambiente. O acidente foi decorrente da retirada e do desmantelamento de uma fonte selada de teleterapia contendo Césio-137, de uma unidade de radioterapia abandonada na cidade de Goiânia (STEINHAUSLER, 2005; IAEA, 1988).

A fonte estava na forma de sal de cloreto de césio, e apresentava alta solubilidade e fácil dispersão, associado às condições meteorológicas à época, 52,3 mm de chuva e temperatura média de 26,4 °C, que facilitaram a dispersão inicial do Césio-137 no ambiente em torno de sete principais focos localizados na região central da cidade de Goiânia (IAEA, 1988, PIRES DO RIO, 1994).

Durante a fase inicial, levantamentos radiométricos foram realizados e um programa de avaliação ambiental foi implantado para analisar a extensão da contaminação radioativa e subsidiar prognósticos a respeito da evolução temporal e espacial da contaminação no meio ambiente. Neste sentido, um número elevado de amostras ambientais foi analisado, como: solo, vegetais, ar, águas de chuva, de superfície e subterrânea utilizadas para suprimento público de água de Goiânia (AMARAL et al., 1991).

Reconhecendo que a maior contaminação no meio ambiente ocorreu praticamente nas áreas dos principais focos de contaminação (PIRES DO RIO, 1994), que a população vizinha a estas áreas é alvo de especulações quanto a maior incidência de cânceres em comparação à população em

geral, torna-se importante avaliar tendências temporais e a existência de possíveis clusters de câncer nestas áreas (STEINHAUSLER, 2005).

A exposição ambiental de longa duração e de baixa intensidade é denominada exposição crônica e nesses casos, o conhecimento tanto da distribuição territorial das emissões, quanto a dinâmica da população que transita pela região, permite que se realize o cálculo da dose anual tipicamente absorvida por um cidadão. (UNSCEAR, 2000; ICRP, 1991).

Considerando a ocorrência do acidente com o Césio-137 e os índices crescentes de incidência de câncer de mama em Goiânia este estudo teve como objetivo avaliar a autocorrelação espacial (clusters) de endereços de mulheres diagnosticadas com câncer de mama e a associação entre a incidência de câncer de mama e os níveis de radiação ionizante aos quais a população está exposta.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um estudo retrospectivo, utilizando-se as bases de dados de casos novos de câncer de mama, do Registro de Câncer de Base Populacional de Goiânia (RCBPGO) e medidas radiométricas obtidas em estudo anterior. Para a avaliação da existência de *clusters* e a associação entre as variáveis definidas nesse estudo, foi necessário localizar geograficamente os endereços das mulheres diagnosticadas com câncer de mama. A partir daí, foram calculadas taxas brutas de incidência utilizando-se dados censitários de população feminina.

Área de estudo

A cidade de Goiânia é a capital do estado de Goiás que juntamente com os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e o Distrito Federal, compõem a Região Centro-Oeste do Brasil. É a segunda cidade mais

populosa da região, sendo superada apenas pela capital federal, Brasília, e segundo o Censo IBGE 2010, a população total é de 1.302.001 habitantes. A área de unidade territorial de Goiânia é de 733,116 km² a densidade demográfica de 1.776,74 hab/km² e a cidade é dividida em setores censitários que são unidades territoriais adotadas para controle cadastral da coleta de dados censitários (IBGE, 2010).

A administração municipal adota também a divisão territorial em 7 unidades administrativas e geográficas, denominadas distritos sanitários, que controlam os serviços de saúde pública e se dividem em áreas de abrangência dos centros de saúde, compostas por um conjunto de setores censitários contíguos. Os distritos sanitários foram implantados a partir de resoluções da III Conferência Municipal de Saúde em 1995, e regulamentados pelo Decreto Municipal nº 656 de 20/04/1998 (GOIANIA-SMS, 1995).

A região central de Goiânia, compreendida pelos Distritos Sanitários Campinas-Centro e Sul, que abriga os sete principais focos de contaminação do acidente com o Césio-137, e também a maioria dos casos novos de câncer de mama (60,43%), foi definida como área de estudo, conforme Figura 1.

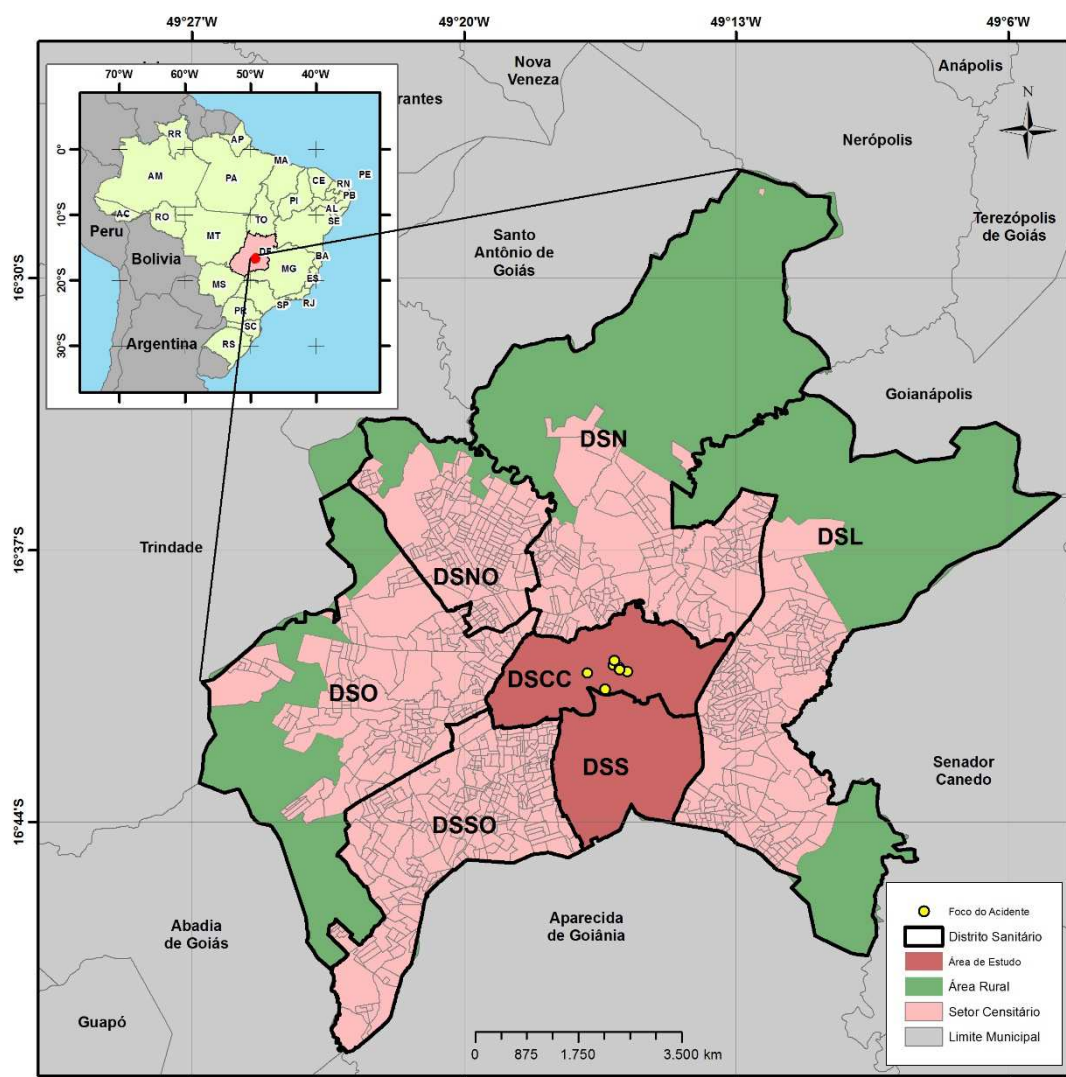


Figura 1. Localização da área urbana de Goiânia, dividida em Distritos Sanitários (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul) e respectivos setores censitários, Goiânia – Goiás – Brasil – 2015

Aspectos éticos

De acordo com resolução do CONEP/CNS/MS – 466/12, esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás (CEP/HC/UFG), e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Associação de Combate ao Câncer em Goiás do Hospital Araújo Jorge (CEP/ACCG).

Coleta de dados

Incidência de câncer de mama

A partir da base de dados do RCBPGO, foram coletadas informações sobre os casos novos de câncer de mama, no período entre 2001 e 2010, na área urbana de Goiânia. Os critérios de elegibilidade dos registros seguiram a metodologia do RCBPGO, compreendendo todos os casos de câncer de mama diagnosticados anualmente, em mulheres moradoras na cidade. Para se evitar a inclusão de casos de mulheres oriundas de outras localidades, o diagnóstico de câncer teve que ser posterior à fixação da mesma na cidade, por um período mínimo de seis meses. Verificou-se a consistência dos dados de endereços constantes nos registros identificados na área de estudo e quando possível, os mesmos foram complementados através de pesquisas em outras bases de dados públicas, visando o referenciamento geográfico dos mesmos.

Levantamento radiométrico

Nesse estudo, foram utilizados os resultados do levantamento radiométrico e das estimativas de doses as quais a população de Goiânia está exposta (LAGE et al., 2016). Para a realização do referido levantamento foi utilizado um sistema móvel de medição de radioatividade gama ambiental da Thermo Eberline modelo FHT 1376 Mobisys. Esse sistema era constituído por um detector de alta sensibilidade (cintilador plástico de cinco litros), acoplado a um Global Positioning System (GPS) e a um microcomputador. O conjunto foi instalado em um veículo automotor de forma que a altura do detector se encontrasse a um metro em relação ao solo e configurado para realizar medidas de taxa de dose absorvida no ar a

cada segundo. Os dados coletados foram: taxa de dose absorvida no ar, coordenadas geográficas, altitude, data e hora da aquisição (LAGE, 2016).

Taxa bruta de incidência

Para o cálculo da taxa bruta de incidência de câncer de mama considerou-se o número de casos novos da doença e a população feminina, localizados em uma região geográfica específica. Foram utilizados dados dos Censos Demográficos 2000 e 2010, de acordo com o período coberto pelo levantamento. Segundo definição do IBGE, os dados, por setor censitário, compreendem características dos domicílios particulares e das pessoas que foram investigadas para a totalidade da população e são denominados, por convenção, resultados do universo. Os dados populacionais se referem ao número de moradores, total e por sexo, em domicílios particulares e domicílios coletivos (IBGE, 2010).

Para comparação dos resultados entre regiões específicas de Goiânia e mesmo com outras localidades no Brasil, foram separados os índices obtidos a partir da totalidade dos casos, considerando todo o município e ainda a área de estudo e fora desta. E no caso da amostra de casos geograficamente referenciados, os resultados foram apresentados considerando a área de estudo, e isoladamente, os dois Distritos Sanitários que a compõem. O número de casos novos de câncer de mama e a média de mulheres moradoras em cada região geográfica específica possibilitou o cálculo de taxas brutas anuais de incidência de câncer de mama (TI) por 100 mil mulheres, segundo a equação (1).

$$TI = [(N / 10) / P] \times 100.000 \quad (1)$$

TI – taxa bruta de incidência de câncer de mama.

N – número de casos novos de câncer de mama, no período 2001 a 2010.

10 – quantidade de anos coberto pelo levantamento.

P – população feminina média, considerando os Censos 2000 e 2010.

Para o cálculo da taxa bruta de incidência, considerando a totalidade dos casos identificados no levantamento, a estimativa da população feminina média (P) foi obtida a partir da redução da população de 2010 pela metade da variação populacional verificada entre os Censos de 2000 e 2010, que foi de 19%, portanto o fator de redução utilizado foi de 9,5%. E para a amostra de casos geograficamente referenciados, a população feminina média também foi obtida através da utilização do redutor de 9,5% sobre a população feminina (Censo 2010) e nesse caso, foram considerados apenas os setores censitários nos quais houve pelo menos 1 caso geograficamente referenciado.

Análise de grupamentos (clusters)

A partir de endereços completos e respectivas coordenadas geográficas, identificados na área de estudo, estes foram geograficamente referenciados. Utilizou-se um Sistema de Informações Geográficas (SIG) o software ArcGIS 10.0, desenvolvido pela empresa estadunidense ESRI (Environmental Systems Research Institute), para elaborar análises espaciais e mapas de incidência de câncer de mama. Também foi gerado um banco de dados, por setor censitário na área de estudo, com dados sobre o número de mulheres diagnosticadas com câncer de mama.

Assim, foi possível elaborar uma avaliação espacial da incidência de casos novos de câncer de mama em uma determinada região em um período definido, e desta forma identificar possíveis grupamentos (clusters). Tais grupamentos são agregados de eventos que não sejam meramente casuais e a partir daí, pode-se estabelecer comparações entre áreas geográficas específicas (CARVALHO et al, 2007).

Utilizando-se a base de dados com as taxas brutas de incidência de câncer de mama geograficamente referenciadas, por meio do índice de

Moran, foi analisada a autocorrelação espacial nos setores censitários que integram a área de estudo.

Associação entre variáveis quantitativas

A força da relação linear entre variáveis contínuas pode ser quantificada utilizando-se análises de regressão geograficamente ponderada (DRUCK, M.S. et al., 2004, MARCONATO, R., et al., 2012). Objetivo principal deste estudo foi analisar a associação entre as taxas brutas de incidência de câncer de mama geograficamente referenciadas e as medidas dosimétricas por setor censitário na área de estudo. Foi utilizada análise de regressão linear e cálculo de R^2 que indica a força da relação linear entre as variáveis utilizando-se a regressão geograficamente ponderada (Geographic Weighted Regression – GWR).

RESULTADOS

Incidência do câncer de mama

Número total de casos novos

No período entre 2001 e 2010, foram identificados 4.105 casos novos de câncer de mama, sendo 2.233 na área de estudo e 1.872 fora dela. A partir do número total de casos novos de câncer de mama, no período do levantamento e da média estimada da população feminina (segundo a equação 2.3.2.1) foram obtidas e comparadas taxas brutas de incidência, entre regiões específicas e com estimativas para 2016, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Comparativo de taxas brutas de incidência por 100 mil mulheres, no período de 2001 a 2010, por regiões específicas de Goiânia e outras localidades no Brasil.

Região Geográfica	Casos novos de câncer de mama	% de casos novos na amostra	Pop. fem. média	Tx. Incid. × 100 mil
Goiânia	4.105	100	616.435	66,59
Área de Estudo	2.233	54,40	216.981	102,91
*D.S. Campinas-Centro	1.053	25,65	108.108	97,40
*D.S. Sul	1.180	28,75	108.873	108,38
Fora da A. Estudo	1.872	45,60	399.454	46,86
Brasil**				56,20
Goiás**				52,09
Goiânia – GO**				76,07
Porto Alegre – RS**				130,99
Macapá – AP**				20,04

*D.S – Distrito Sanitário.

**Estimativas para 2016 (BRASIL, 2015)

Fonte: do autor.

Número de casos novos geograficamente referenciados

Na área de estudo, em Goiânia, foram identificados 2.233 casos novos de câncer de mama no período coberto pelo levantamento e destes 1.286 foram geograficamente referenciados, representando 57,59% do total da amostra.

O número de casos novos de câncer de mama geograficamente referenciados variou entre 1 a 12 casos por setor censitário e a distribuição geográfica dos mesmos na área de estudo, está representada na Figura 2.

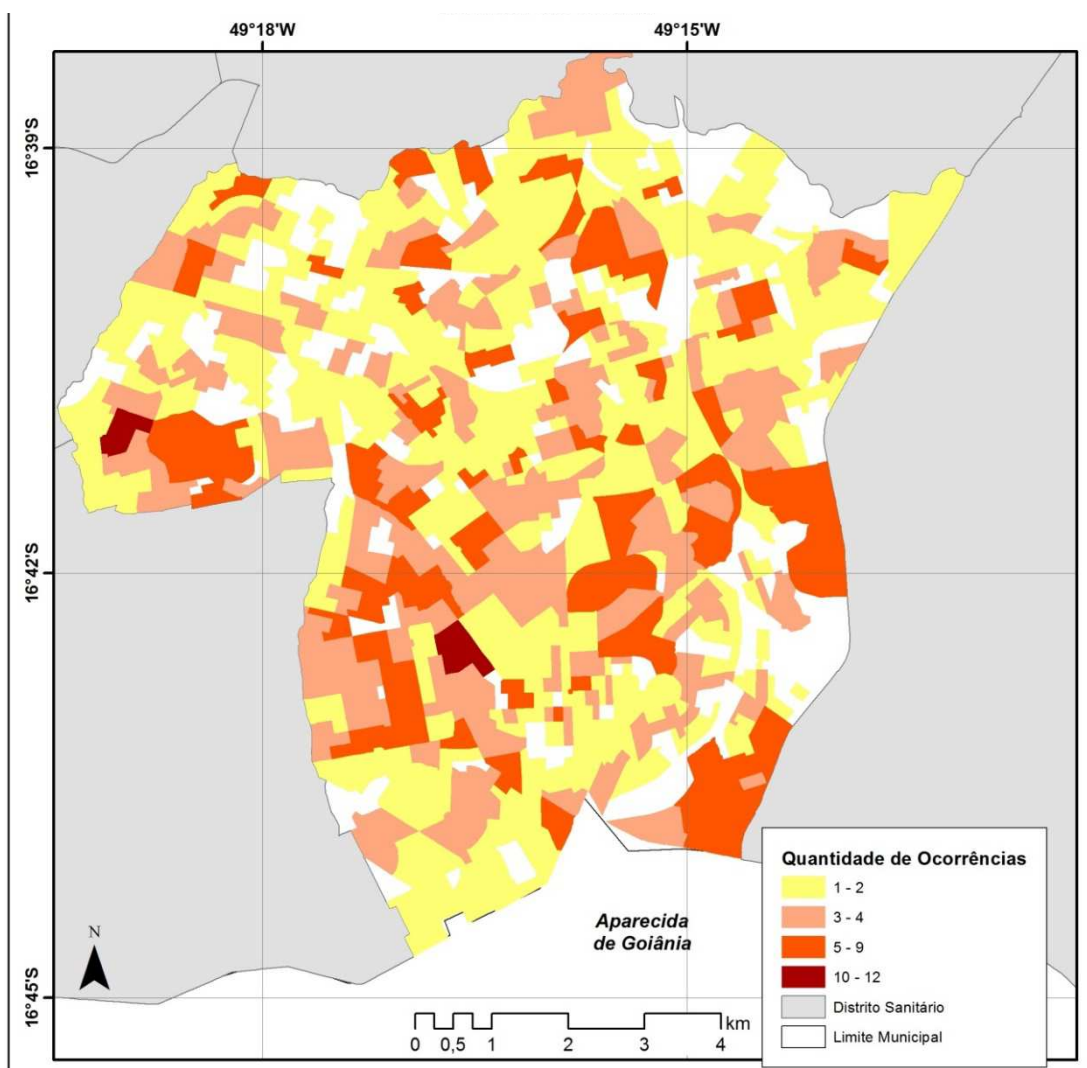


Figura 2. Distribuição espacial de casos novos de câncer de mama, no período de 2001 a 2010, na área de estudo, integrada pelos Distritos Sanitários Campinas-Centro e Sul, por setor censitário.

Considerando apenas a amostra de 1.286 casos novos de câncer de mama com endereços geograficamente referenciados, e a média da população feminina em cada setor censitário, com pelo menos um caso geograficamente referenciado, na área de estudo, segundo a equação 2.3.2.1, foram estimadas taxas brutas de incidência por 100 mil mulheres, e apresentadas de maneira agregada na Tabela 2.

Tabela 2. Comparativo de taxa bruta de incidência de casos novos de câncer de mama, geograficamente referenciados, por 100 mil mulheres, por distrito sanitário na área de estudo.

Região Geográfica	Casos novos de câncer de mama	Pop. fem. Média (2000-2010)	Tx. Bruta Incid. × 100 mil
Área de Estudo	1.286	178.950	71,86
* D.S. Campinas-Centro	569	84.009	67,73
* D.S. Sul	717	94.941	75,52

* D.S. – Distrito Sanitário.

Considerando as taxas brutas de incidência na área de estudo, tanto da amostra total de casos como de casos geograficamente referenciados foi realizado um cálculo de proporcionalidade entre os resultados obtidos em cada região específica e os valores estão expressos na Tabela 3.

Tabela 3. Comparativo, em valor percentual, de taxas brutas de incidência de todos os casos da amostra e dos casos geograficamente referenciados, em áreas específicas, no período de 2001 a 2010.

Região geográfica	Taxa de incidência (casos totais)	Taxa de incidência (amostra georreferenciada)	%
Área de estudo	102,91	71,86	69,82
* D.S. Campinas-Centro	97,40	67,73	69,73
* D.S. Sul	108,38	75,52	69,68

* D.S. – Distrito Sanitário.

Os valores de taxa bruta de incidência, na amostra de casos geograficamente referenciados, em cada setor censitário, na área de estudo, variaram entre 16,25 e 310,39 casos por 100 mil mulheres no Distrito Sanitário Campinas-Centro e 17,43 e 295,97 casos por 100 mil mulheres no Distrito Sanitário Sul.

Análise de grupamentos espaciais (*clusters*)

Por meio da análise estatística de grupamentos espaciais (*clusters*) considerando o número de casos novos de câncer de mama geograficamente referenciados, a partir das taxas brutas de incidência de câncer de mama, em cada setor censitário, da área de estudo, observou-se que a maioria dos setores censitários da área de estudo não apresentou autocorrelação espacial. As taxas brutas de incidência de casos de câncer de mama obtidas nesses setores foram estatística e geograficamente heterogêneas. Há três pequenos conjuntos de setores, um na porção sul e dois na porção oeste da área de estudo, onde a ocorrência de casos de câncer é alta entre os vários setores vizinhos, conforme se pode observar na Figura 3.

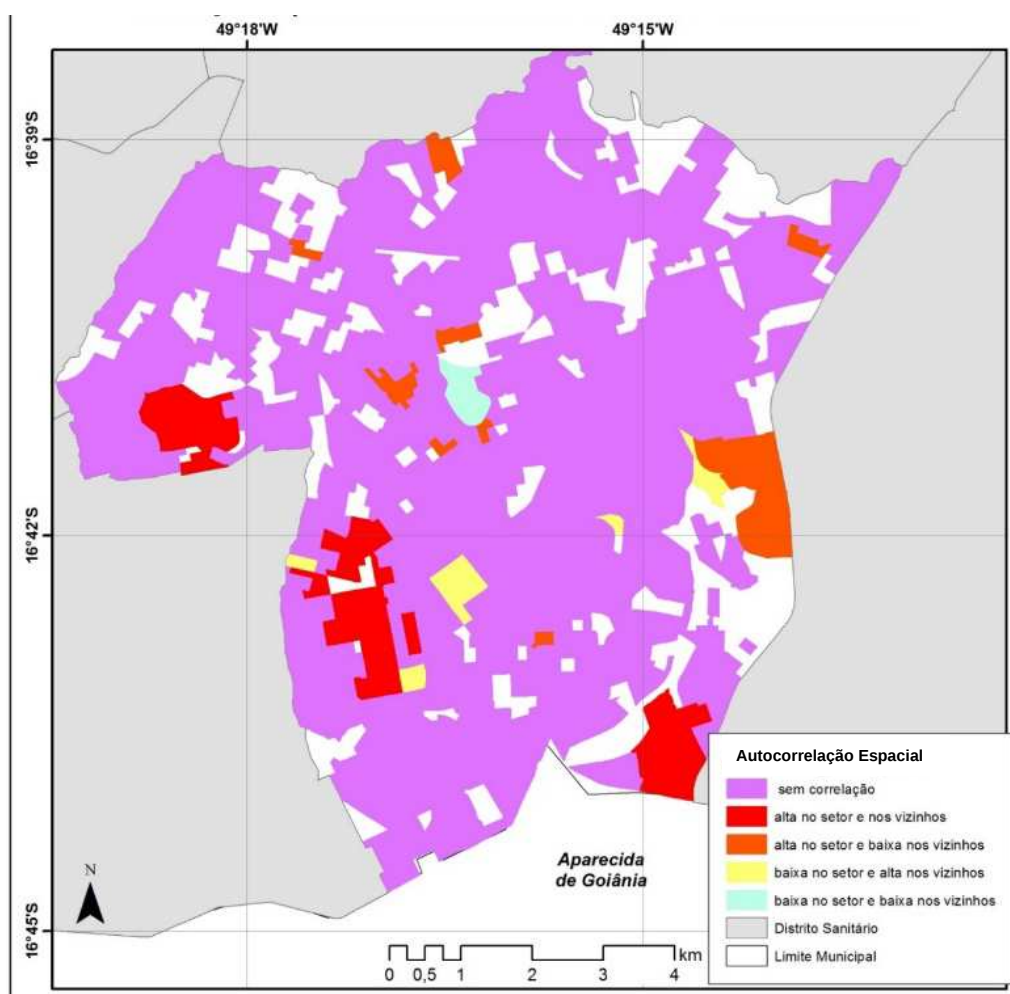


Figura 3. Autocorrelação espacial das taxas brutas de incidência do câncer de mama (*clusters*), no período de 2001 a 2010, em cada setor censitário dos Distritos Sanitários Campinas-Centro e Sul.

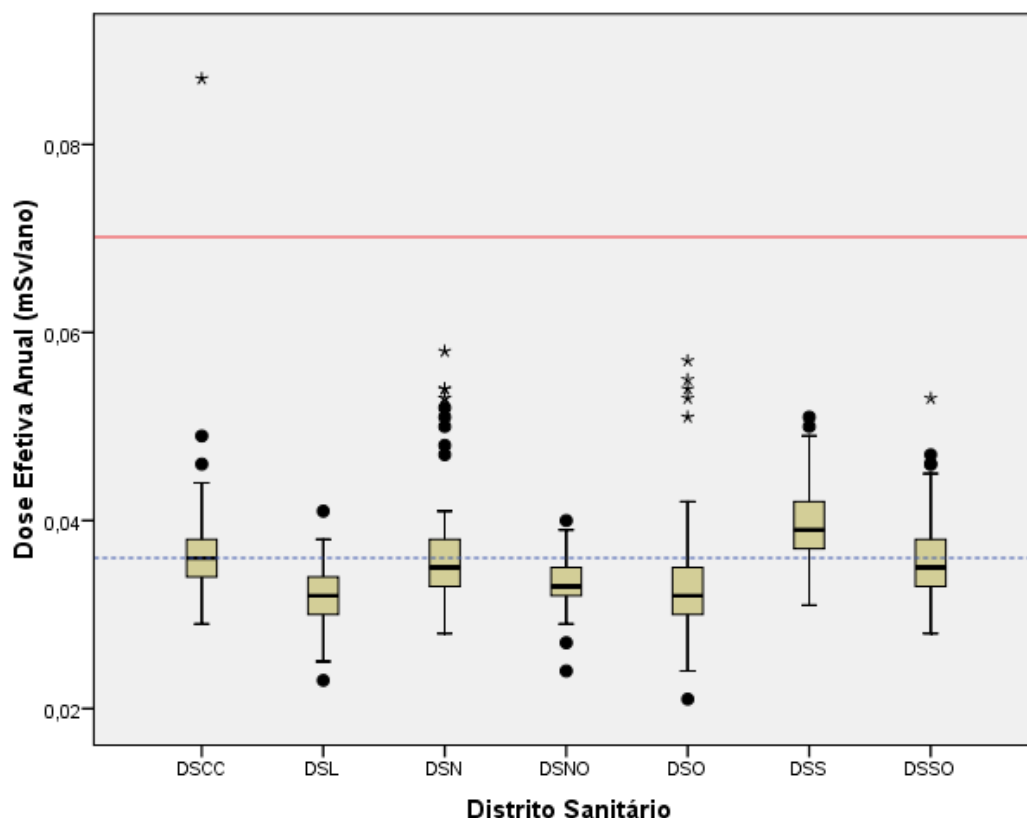
Associação entre variáveis quantitativas

A partir das bases de dados geograficamente referenciados de taxa bruta de incidência de câncer de mama e de medidas radiométricas por setor censitário na área de estudo, foi possível quantificar a força da relação linear entre as variáveis a seguir.

Incidência do câncer de mama e radiação ionizante

Utilizando medidas radiométricas geograficamente referenciadas, obtidas em estudo anterior, foi avaliada a associação entre as taxas brutas de incidência do câncer de mama e as médias anuais de dose efetiva, devido a dose ambiental de radiação ionizante.

A Figura 4 apresenta uma comparação dos valores obtidos em cada um dos distritos sanitários de Goiânia, com destaque para os distritos que integram a área de estudo (DSCC e DSS) e a média anual da dose efetiva da cidade de Goiânia e do valor de referência do United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) que é o comitê responsável pela elaboração de relatórios a partir das informações fornecidas pelos países membros e mesmo obtidas na literatura (UNSCEAR, 2008, 2013).



Legenda:

— Valor de referência para a dose externa gama terrestre = 0,07 mSv/ano (UNSCEAR)

..... Média da dose efetiva anual da cidade de Goiânia = 0,036 mSv/ano.

Figura 4. Médias das doses efetivas anuais em cada Distrito Sanitário (DSCC - Campinas-Centro, DSL – Leste, DSN - Norte, DSNO – Noroeste, DSO - Oeste, DSS – Sul, DSSO - Sudoeste). Os valores médios de dose efetiva anual (mSv/ano) são relativos aos setores censitários.

Considerando todas as medidas de taxas de dose, geograficamente referenciadas, obtidas em Goiânia foi elaborado um mapa radiométrico, conforme Figura 5.

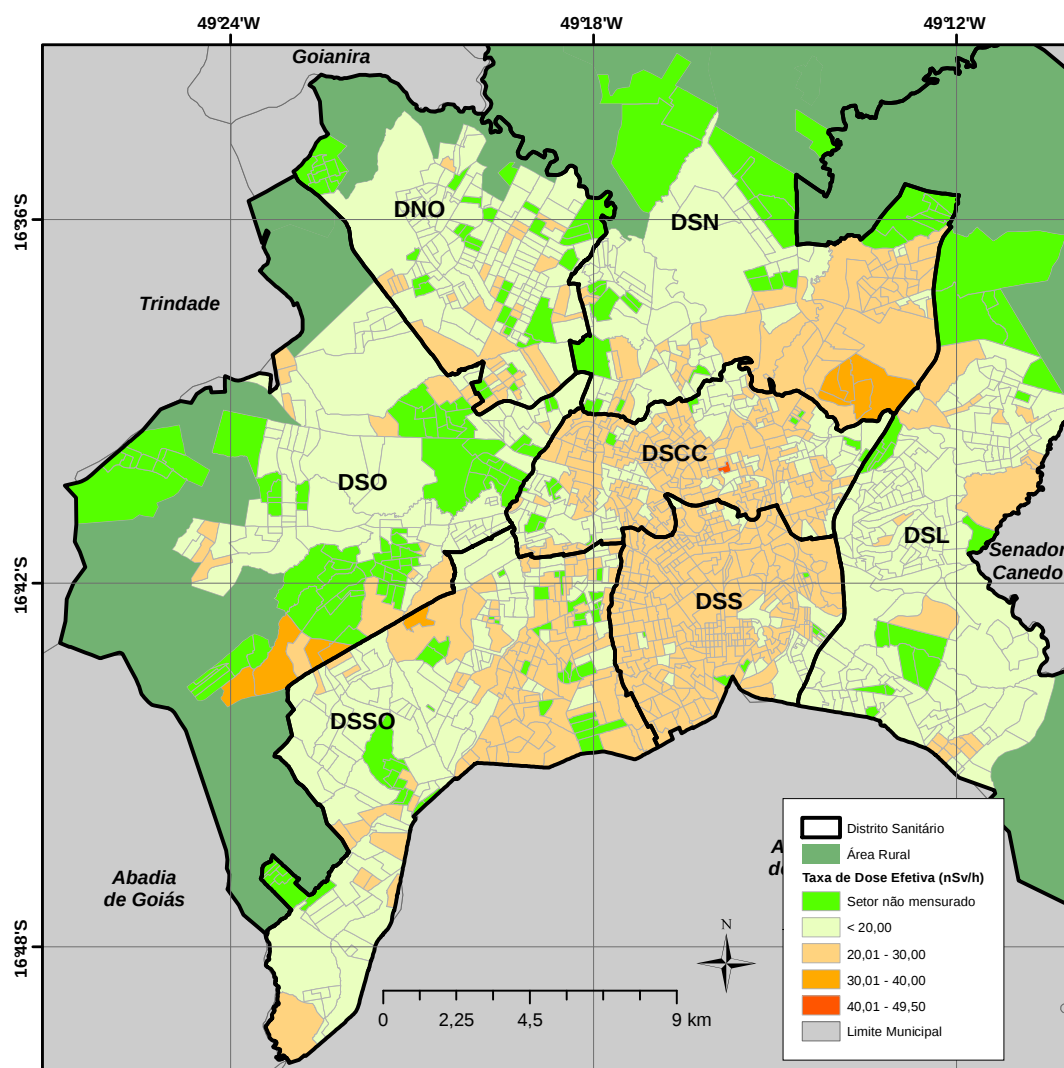


Figura 5. Representação espacial das médias de taxas de dose efetiva (nSv/h) por setor censitário e respectivos Distritos Sanitários (DSN - Norte, DSL - Leste, DSNO - Noroeste, DSCC - Campinas-Centro, DSO - Oeste, DSSO - Sudoeste, DSS - Sul), em Goiânia – Goiás – Brasil, 2015.

Especificamente na área de estudo, estão apresentados valores agregados, geograficamente referenciados, de taxas brutas de incidência do câncer de mama e de medidas radiométricas, conforme Tabela 4.

Tabela 4. Valores de taxas brutas de incidência do câncer de mama por 100 mil mulheres e medidas radiométricas, no período de 2001 a 2010, na área de estudo e nos Distritos Sanitários Campinas-Centro e Sul.

Região geográfica	Incidência CM-Geo	Taxa dose média [nSv/h]	Dose efetiva média [mSv/ano]
Área de Estudo	71,86	31,01	0,038
D.S. Campinas-Centro	67,73	29,78	0,037
D.S. Sul	75,52	32,22	0,04

CM-Geo = Casos novos de câncer de mama que foram geograficamente referenciados

nSv/h = nano sievert por hora

mSv/h = mili sievert por hora

Utilizando-se dados por setor censitário na área de estudo, e a partir de análise de regressão linear foi elaborado um gráfico que apresenta a dispersão dos pontos e o valor de R^2 , visando avaliar a associação entre as variáveis estudadas, conforme Figura 6.

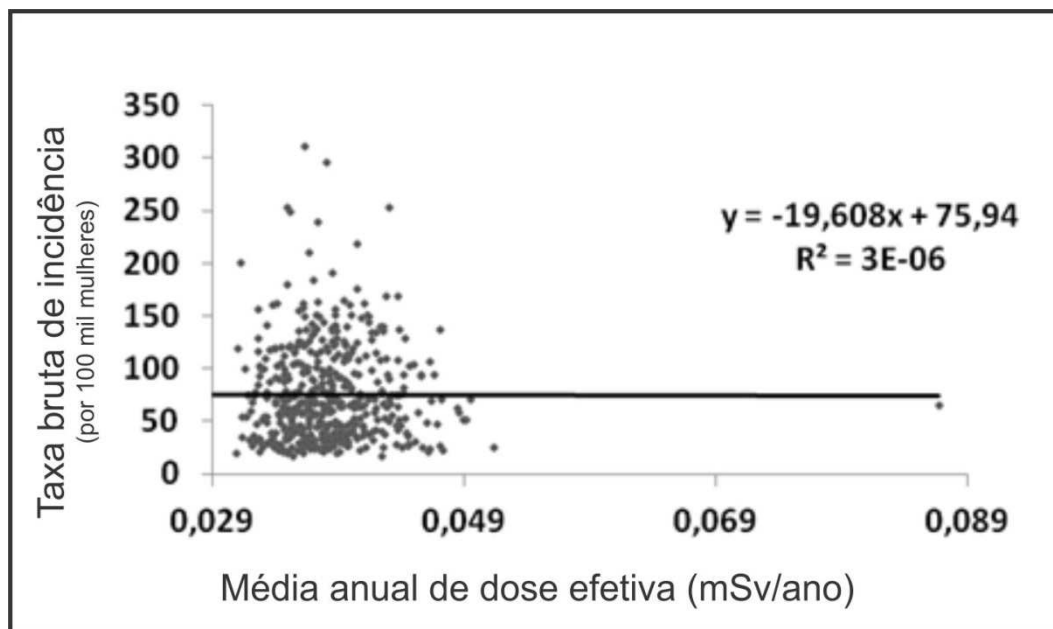


Figura 6. Associação entre a taxa bruta de incidência de câncer de mama e a média anual de dose efetiva (mSv/ano) nos setores censitários da área de estudo (DSCC – Distrito Sanitário Campinas-Centro e DSS – Distrito Sanitário Sul).

Pode-se observar que no gráfico de medidas radiométricas, as dispersões dos pontos não seguem um padrão geométrico (linha ou curva), que indique qualquer tipo de associação entre as variáveis. Tal situação pode ser também confirmada pela linha de tendência, que praticamente se encontra em posição horizontal. O valor de R^2 , por ser muito baixo, também indica ausência de associação, por setor censitário.

DISCUSSÃO

O desenvolvimento deste trabalho permitiu avaliar, entre as variáveis estudadas, uma possível associação entre a incidência de câncer de mama e os níveis de radiação ionizante. Esta questão é de grande importância para a comunidade científica e a sociedade em geral, tendo em vista que o trabalho foi desenvolvido em uma área afetada pelo acidente radiológico com o Césio-137, um evento que afetou seriamente a população e o meio ambiente (IAEA, 1988).

Todas as práticas que utilizam radiações ionizantes devem observar os princípios básicos de radioproteção, entre eles, o princípio da otimização (ALARA – *As Low As Reasonably Achievable*), que determina que todas as exposições devem ser mantidas tão baixas quanto razoavelmente exequíveis, pois estudos epidemiológicos e radiobiológicos em baixas doses mostram que não há como determinar um limiar de dose para o aparecimento de efeitos biológicos estocásticos (ICRP, 1996).

Pesquisa recente, realizada em uma amostra de radioacidentados no acidente de Goiânia, mostrou que indivíduos expostos à radiação pelo Césio-137 sofrem impacto na sua qualidade de vida, com a persistência de problemas psicossociais que podem produzir efeitos negativos até os dias de hoje (FUINI et al., 2013).

O que permitiu a execução do trabalho foi a produção de bancos de dados confiáveis tanto do número de casos novos de câncer de mama, a partir do Registro de Câncer de Base Populacional de Goiânia - RCBPGO (CURADO, et al., 2000; PARKIN, et al., 2001).

A análise da incidência, associada ao padrão de distribuição geoespacial numa área de cobertura de um registro de câncer de base populacional, pode identificar pontos de maior concentração da doença (cluster) e auxiliar na construção de hipóteses sobre mudança de comportamento da neoplasia naquele determinado local (MELIKER, et al., 2009; POLLÁN et al., 2007; SCHOOTMAN et al., 2010).

A metodologia, a fonte de dados primários (RCBPGO), os cálculos de taxa bruta de incidência do câncer de mama e as análises estatísticas e espaciais utilizadas neste trabalho foram as mesmas adotadas em estudos semelhantes (BRASIL, 2015; FREITAS et al., 2010).

A partir da identificação da totalidade dos endereços de mulheres diagnosticadas com câncer de mama, na área de estudo, para que fosse possível referenciar geograficamente o maior número de endereços, alguns destes, incompletos ou inconsistentes, foram complementados através de outras bases de dados públicas, o que possibilitou obter uma amostra de 57,59% do total levantado.

Neste estudo, a análise geoespacial permitiu conhecer o local de residência das mulheres diagnosticadas com câncer de mama e avaliar o impacto da exposição à radiação ionizante.

Para a cidade de Goiânia, as estimativas para 2016, apresentam valores de 250 casos novos de câncer de mama e taxa bruta de incidência de 76,07 casos por 100 mil mulheres. Dentre as capitais brasileiras, considerando as taxas brutas, estas variam de 20,04 em Macapá - AP a 130,99 em Porto Alegre - RS, e Goiânia apresenta valor intermediário de 76,07, próximo da média nacional entre as capitais, que é de 79,37 casos novos por 100 mil mulheres (BRASIL, 2015).

Considerando o número total de casos novos de câncer de mama identificados neste estudo, cujo período coberto foi entre 2001 e 2010, os valores de taxas brutas de incidência por 100 mil mulheres, foram mais expressivos na área de estudo (102,91 casos por 100 mil) enquanto fora da área de estudo (46,86 casos por 100 mil) e a média em Goiânia (66,59 casos por 100 mil mulheres). E com relação ao número absoluto de novos casos a área de estudo apresentou uma concentração de (54,40%) e nos distritos sanitários Campinas-Centro (25,65%) e Sul (28,75%).

Estudos anteriores também identificaram maior concentração de casos de câncer da mama (60,43%) nos distritos sanitários Campinas-Centro (39,95%) e Sul (20,48%), tendo sido observado que estes distritos apresentam maior nível socioeconômico, mulheres em idade mais avançada e mais facilidade de acesso aos serviços de saúde (FREITAS et al., 2010).

Ao se considerar apenas os casos novos de câncer de mama geograficamente referenciados na área de estudo e nos respectivos distritos sanitários, os valores de taxas brutas de incidência por 100 mil mulheres foram de 71,86 na área de estudo e 67,73 no Distrito Sanitário Campinas-Centro e 75,52 casos novos por 100 mil mulheres no Distrito Sanitário Sul. Como a amostra de casos geograficamente referenciados representou 57,59% do total identificado, era esperado e foi confirmado que as taxas brutas de incidência obtidas na amostra geograficamente referenciada, fossem proporcionalmente menores que os valores encontrados para a totalidade dos casos novos identificados no levantamento, que foram de 102,91 na área de estudo, 97,40 no Distrito Sanitário Campinas-Centro e 108,38 casos novos por 100 mil mulheres no Distrito Sanitário Sul. E nesta análise, vale ressaltar ainda que os resultados de taxas brutas de incidência na área de estudo e respectivos distritos sanitários, tanto considerando os números totais de casos novos de câncer de mama como a amostra geograficamente referenciada, apresentaram a mesma proporcionalidade (69%), se considerados valores inteiros, indicando ter sido a amostra representativa.

Para a análise de *clusters*, foram consideradas as taxas brutas de incidência que levam em conta tanto o número de casos novos como a população feminina residente em cada setor censitário. Dessa forma, elimina-se um viés, pois caso a análise fosse feita a partir do número absoluto de novos casos de câncer de mama, seria esperada maior incidência em setores mais densamente habitados.

Então, por meio da análise espacial, empregando-se o índice de Moran, confirmou-se que a maioria dos setores censitários da área de estudo não apresentam autocorrelação espacial de taxa bruta de incidência de câncer de mama. Somente alguns grupamentos de setores censitários,

com autocorrelação espacial foram observados nas porções sul e oeste da área de estudo, e estão geograficamente distantes dos focos de contaminação do acidente radiológico.

Por meio da análise de regressão, considerando ainda a taxa bruta de incidência de câncer de mama e a média de dose de radiação ionizante, ficou confirmada a não associação estatística entre estas variáveis. Novas pesquisas são necessárias para se prosseguir na avaliação de outros fatores de risco associados a esta neoplasia.

CONCLUSÕES

Este estudo reforça a hipótese de que os níveis de radiação ionizante aos quais as mulheres residentes em Goiânia estão expostas, não estão associados ao surgimento de casos novos de câncer de mama. Discretos grupamentos (*clusters*) verificados em regiões específicas se encontram afastados dos focos de contaminação do acidente com o Césio-137, que são as áreas com os maiores níveis de radiação ionizante em Goiânia.

REFERÊNCIAS

AMARAL, E.C.S. et al. Distribution of Cs-137 in Soils due to the Goiânia Accident and Decisions for Remedial Action During The Recovery Phase. **Health Physics**, v. 60, n. 1, p. 91-98. 1991.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Coordenação de Prevenção e Vigilância. **Estimativa 2016: incidência de câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: INCA, 2015. Disponível em: <<http://www.inca.gov.br/estimativa/2016/estimativa-2016-v11.pdf>>. Acesso em: mai. 2016.

CARVALHO, M. S. et al. Conceitos básicos em análise de dados espaciais em saúde. In: Ministério da Saúde. **Introdução à estatística espacial para a saúde pública**. Brasília: Ministério da Saúde (Série B. Textos Básicos de Saúde. Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde, 3) 2007. p. 11-25.

CURADO M. P.; LATORRE M. R. D. O. **Câncer em Goiânia: tendências 1988-1997**. Goiânia: Max Gráfica, 2000.

DRUCK, M. S. et al. (Ed.). **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 208 p.

FERLAY et al. GLOBOCAN 2012 v1.0, Cancer incidence and mortality worldwide. **IARC CancerBase**, n. 11. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer; 2013. Disponível em: <<http://globocan.iarc.fr>>. Acesso em: 05 set. 2015.

FREITAS, N. M. A. **Evolução temporal da incidência do câncer de mama na cidade de Goiânia de acordo como grupo etário e análise geoespacial**. 2010, 162 f. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde) – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás. 2010.

FREITAS-JUNIOR, R. et al. Disparities in female breast cancer mortality rates in Brazil between 1980 and 2009. **Clinics**. v. 67. São Paulo: USP, 2012. p. 731-737.

FUINI, Silvana Cruz et al. Qualidade de vida dos indivíduos expostos ao césio-137, em Goiânia, Goiás, Brasil. **Cad. Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 29, n. 7, p. 1301-1310, jul. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2013001100005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 04 ago. 2015.

GOIÂNIA. SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE: Conselho Municipal de Saúde. **III Conferência Municipal de Saúde: juntos conquistando a saúde que queremos**. Goiânia, Brasil, 1995.

IAEA. **The radiological accident in Goiânia**. Vienna: IAEA, 1988. ISBN 92-0-129088-8.

IBGE. **Sinopse do censo demográfico 2010: Cidades, Goiás**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm1>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

ICRP. Radiological protection and safety in medicine. **Annals of ICRP**. v. 26, n. 2. Publication 73. Oxford: Pergamon Press, 1996.

ICRP. Recommendations of the international commission on radiological protection. **Annals of ICRP**. v. 21, n. 23. Publication 60. Oxford: Pergamon Press, 1991.

ICRP. Recommendations of the international commission on radiological protection. **Annals of ICRP**. Publication 54. Oxford: Pergamon Press, 1991.

MARCONATO, R. et al. Análise do uso de tecnologias em estabelecimentos agropecuários por meio dos índices de Moran global e local. **Rev. Política**

Agrícola. 2012, n. 21, v. 1.p. 5-21. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/68>>. Acesso em 21 nov. 2015.

MELIKER, J. R. et al. Spatial cluster analysis of early stage breast cancer: a method for public health practice using cancer registry data. **Cancer Causes & Control**. v. 20. n. 7. p. 1061-1069, 2009.

PARKIN, D. M. et al. Cancer burden in the year 2000: the global picture. **European Journal of Cancer**, v. 37. p. S4-S66. 2001.

PIRES DO RIO, M.A., AMARAL, E.C.S., PARETKE, H.G. **The resuspension and redeposition of Cs-137 in an urban área: the experience after the Goiânia accident**. J. Aeros. Sci., V. 25(5):821-831, 1994.

POLLÁN, Marina et al. Municipal distribution of breast cancer mortality among women in Spain. **BMC cancer**, v. 7, n. 1, p. 78-92, mai. 2007.

SCHOOTMAN, Mario et al. Temporal trends in geographic disparities in small-area breast cancer incidence and mortality, 1988 to 2005. **Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention**, v. 19, n. 4, p. 1122-1131, 2010.

STEINHAUSLER, F. **Chernobyl and Goiânia lessons for responding to radiological terrorism**. Health Phys., v.89, n. 5, p. 566-574, 2005.

STEWART, B. W.; WILD, C. P. (Ed.). **World cancer report: 2014**. Lyon: IARC, 2014.

UNITED NATIONS. SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. **Effects of ionizing radiation: report to the general assembly, with scientific annexes**. v. 1. United Nations Publications, 2000.

UNITED NATIONS. SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. **Effects of ionizing radiation: report to the general assembly, with scientific annexes**. v. 1. United Nations Publications, 2008.

UNITED NATIONS. SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. **Effects of ionizing radiation: report to the general assembly, with scientific annexes**. v. 1. United Nations Publications, 2013.

5 CONCLUSÕES

Os níveis de exposição à radiação gama terrestre externa encontrados na cidade de Goiânia, 28 anos após o acidente radiológico com o Césio-137, são compatíveis com os valores estimados pelo UNSCEAR, através de informações fornecidas por países de todo o mundo. E o valor da média anual da dose efetiva encontrado é menor que em outras localidades no Brasil, que apresentam apenas “*background*” de radiação natural ao ar livre. Os resultados obtidos indicam que a situação dosimétrica em Goiânia não apresenta risco indevido para a população e o meio ambiente.

Este estudo reforça a hipótese de que os níveis de radiação ionizante aos quais as mulheres residentes em Goiânia estão expostas não estão associados ao surgimento de casos novos de câncer de mama. Discretos agrupamentos (clusters) verificados em regiões específicas da área de estudo, se encontram afastados dos focos de contaminação do acidente com o Césio-137, que são as áreas com os maiores níveis de radiação ionizante.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi relevante ao possibilitar o incremento do conhecimento científico sobre a situação dosimétrica e o impacto deste fator de risco na incidência de câncer de mama em uma região geográfica que apresenta as mais elevadas taxas brutas de incidência da neoplasia em Goiânia.

A importância do câncer de mama nas questões de saúde pública é inquestionável, visto que esta é a neoplasia de maior incidência e maior mortalidade na população feminina mundial e brasileira.

Entre os diversos tipos de câncer que afligem a população, o câncer de mama apresenta como um dos fatores de risco as taxas de dose de radiação ionizante a que a mulher tenha sido ou ainda esteja sendo submetida.

Um aspecto relevante para o desenvolvimento deste trabalho foi a ocorrência, em Goiânia, do acidente radioativo com o Césio-137, em setembro de 1987, que teve grande repercussão, elevou os níveis de radiação ionizante existentes até então e certamente impactou toda a população local e das regiões circunvizinhas.

O medo, os traumas e a desinformação relacionada aos fatos decorrentes do acidente foram expressivos e de certa forma, apresentaram efeitos psicossociais que se assemelham a outros acidentes nucleares ou radiológicos ocorridos em diferentes partes do mundo.

Historicamente, em qualquer região afetada por acidente nuclear ou radiológico, ou mesmo regiões que apresentem níveis elevados de radiação em função de aspectos naturais, é feita uma associação com o aumento da incidência de cânceres na população.

Mesmo considerando uma ação antropogênica, como o acidente radiológico que certamente elevou os níveis de radiação ambiental de fundo, os resultados obtidos neste trabalho indicam que a situação dosimétrica de Goiânia não apresenta risco indevido para a população e o meio ambiente.

As informações produzidas no desenvolvimento deste trabalho propiciam a realização de novos estudos sobre fatores de risco associados ao câncer de mama e podem subsidiar o processo decisório de gestores na área de saúde pública e proteção radiológica.

REFERÊNCIAS

ABELOFF, M. D. et al. Cancer of the breast. In: Abelof M. D., Armitage J. O., Niederhuber J. E., Kastan M. B., McKenna W. G., (Ed.). **Clinical Oncology**. 3. ed. Philadelphia: Elsevier, 2004. p. 2369-2470.

ACS. American Cancer Society. **Cancer prevention and early detection: facts and figures 2009**. Atlanta, 2009. Disponível em: <http://www.cancer.org/acs/groups/content/@nho/documents/document/860009web_6-4-09.pdf.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2015.

AMARAL, E.C.S. et al. Distribution of Cs-137 in Soils due to the Goiânia Accident and Decisions for Remedial Action During The Recovery Phase. **Health Physics**, v. 60, n. 1, p. 91-98. 1991.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Coordenação de Prevenção e Vigilância. **Estimativa 2016: incidência de câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: INCA, 2015. Disponível em: <<http://www.inca.gov.br/estimativa/2016/estimativa-2016-v11.pdf>>. Acesso em: mai. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Coordenação Geral de Ações Estratégicas. Coordenação de Prevenção e Vigilância. **Estimativa 2012: incidência de câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: INCA, 2011. Disponível em: <<http://www.inca.gov.br/estimativa/2012/estimativa20122011.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Coordenação Geral de Ações Estratégicas. Coordenação de Prevenção e Vigilância. **Estimativa 2014: Incidência de câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: INCA, 2014. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/estimativa/2014/estimativa_20142111.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. **Câncer no Brasil: dados dos registros de base populacional**. Rio de Janeiro, v. 4, 2010.

CARVALHO, M. S. et al. Conceitos básicos em análise de dados espaciais em saúde. In: Ministério da Saúde. **Introdução à estatística espacial para a saúde pública**. Brasília: Ministério da Saúde (Série B. Textos Básicos de Saúde. Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde, 3) 2007. p. 11-25.

CAVALCANTE, F. **Avaliação das doses efetivas e efetivas coletivas da radiação natural na região de Ribeirão Preto (SP)**. 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Física aplicada à Medicina e

Biologia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59135/tde-29052012-154558/>>. Acesso em: 04 ago. 2015.

CNEN. N. N. **3.01 Diretrizes Básicas de Radioproteção**. Rio de Janeiro: Comissão Nacional de Energia Nuclear, 2011.

CURADO M. P.; LATORRE M. R. D. O. **Câncer em Goiânia: tendências 1988-1997**. Goiânia: Max Gráfica, 2000.

DRUCK, M. S. et al. (Ed.). **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 208 p.

ESM, T. E. **Mobile radioactivity measurement system FHT 1376** (Operation Manual). 1997.

FERLAY et al. GLOBOCAN 2012 v1.0, Cancer incidence and mortality worldwide. **IARC CancerBase**, n. 11. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer; 2013. Disponível em: <<http://globocan.iarc.fr>>. Acesso em: 05 set. 2015.

FERLAY, J. et al. **Cancer incidence, mortality and prevalence worldwide in 2008**. Lyon, França: International Agency for Research on Cancer, WHO. 2008. Disponível em: <<http://globocan.iarc.fr>>. Acesso em: 03 ago. 2015.

FREITAS, N. M. A. **Evolução temporal da incidência do câncer de mama na cidade de Goiânia de acordo como grupo etário e análise geoespacial**. 2010, 162 f. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde) – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás. 2010.

FREITAS-JUNIOR, R. et al. Disparities in female breast cancer mortality rates in Brazil between 1980 and 2009. **Clinics**. v. 67. São Paulo: USP, 2012. p. 731-737.

FUINI, Silvana Cruz et al. Qualidade de vida dos indivíduos expostos ao cézio-137, em Goiânia, Goiás, Brasil. **Cad. Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 29, n. 7, p. 1301-1310, jul. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2013001100005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 04 ago. 2015

GOIÂNIA. SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE: Conselho Municipal de Saúde. **III Conferência Municipal de Saúde: juntos conquistando a saúde que queremos**. Goiânia, Brasil, 1995.

GOSS, P. E.; SIERRA, S. Current perspectives on radiation-induced breast cancer. *Journal of Clinical Oncology*, Alexandria, v. 16, no. 1, p. 338-347, 1998.

HALL, E; GIACCIA, A. Radiobiology for the radiologist. Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

IAEA. **Nuclear energy series nf-t-1.3:** radioelement mapping. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2010.

IAEA. **The radiological accident in Goiânia.** Vienna: IAEA, 1988. ISBN 92-0-129088-8.

IBGE. **Sinopse do censo demográfico 2010:** Cidades, Goiás. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm1>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

ICRP. Recommendations of the international commission on radiological protection. **Annals of ICRP.** v. 21, n. 23, publicação 60. Oxford: Pergamon Press, 1991.

INPE. **SPRING:** sistema de processamento de informações georreferenciadas. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Janeiro, 2012.

JEMAL, A. et al. Global patterns of cancer incidence and mortality rates and trends. **Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention.** Philadelphia, v. 19, n. 8, p. 1893-1907, 2010.

KULLDORF, M. et al. Cancer map patterns: are they random or not? **American Journal of Preventive Medicine.** v. 30. n. 2, supl. p. S37-49. Amsterdã: Elsevier, 2006.

MARCONATO, R. et al. Análise do uso de tecnologias em estabelecimentos agropecuários por meio dos índices de Moran global e local. **Rev. Política Agrícola.** 2012, n. 21, v. 1.p. 5-21. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/68>>. Acesso em 21 nov. 2015.

McGRECOR, D. H.; LAND, C. E.; CHOI, K. et al. Breast cancer incidence among atomic survivors, Hiroshima and Nagasaki, 1950-69. **Journal of the National Cancer Institute.** v. 59, n. 3, p. 799-811. Oxford: Oxford University Press, 1977.

MELIKER, J. R. et al. Spatial cluster analysis of early stage breast cancer: a method for public health practice using cancer registry data. **Cancer Causes & Control.** v. 20. n. 7. p. 1061-1069, 2009.

MINAS GERAIS. SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE. **Projeto Planalto de Poços de Caldas. Pesquisa câncer e radiação natural:** Minas Gerais-Brasil: 2004 a 2009. Belo Horizonte: SES-MG, 2009. 96 p.

MOREIRA, MC.F. **Radiological survey of Goiânia by a mobile monitoring unit.** Health Physics., v.60 (1), p. 81-85, 1991.

OKUNO, E. Efeitos biológicos das radiações ionizantes: acidente radiológico de Goiânia. **Estudos Avançados**. v. 27, n. 77, p. 185-200, 2013.

PARKIN, D. M. et al. Cancer burden in the year 2000: the global picture. **European Journal of Cancer**, v. 37. p. S4-S66. 2001.

PIRES DO RIO, M.A., AMARAL, E.C.S., PARETKE, H.G. The resuspension and redeposition of Cs-137 in an urban área: the experience after the Goiânia accident. **Journal of Aerosol Science**, v. 25, n. 5. 821-831, jul. 1994.

SILVA, T. I.; RODRIGUES, S. C. Tutorial de cartografia geomorfológica arcgis 9.2 e envi 4.0. **Revista Geográfica Acadêmica**. Boa Vista: Universidade Federal de Roraima, 2009.

STEINHAUSLER, F. **Chernobyl and Goiânia lessons for responding to radiological terrorism**. Health Phys., v.89, n. 5, p. 566-574, 2005.

STEWART, B. W.; WILD, C. P. (Ed.). **World cancer report: 2014**. Lyon: IARC, 2014.

TAUHATA, L., SALATI, I. P. A., Di PRINZIO, R., Di PRINZIO, M. A. R. R. Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos – 10ª revisão abril/2014 – Rio de Janeiro – IRD/CNEN, 2014.

UNITED NATIONS. SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. **Effects of ionizing radiation**: report to the general assembly, with scientific annexes. v. 1. United Nations Publications, 2013.

UNITED NATIONS. SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. **Effects of ionizing radiation**: report to the general assembly, with scientific annexes. v. 1. United Nations Publications, 2008.

UNITED NATIONS. SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. **Effects of ionizing radiation**: report to the general assembly, with scientific annexes. v. 1. United Nations Publications, 2000.

YOUNG, K. C. et al. Review of radiation risk in breast screening: report by a joint working party of the NHSBSP National Coordinating Group for Physics Quality Assurance and the National Radiological Protection Board. **NHSBSP Publication no. 54**. Sheffield, UK: National Health Service Cancer Screening Programmes, 2003. Disponível em: <<http://www.cancerscreening.nhs.uk/breastscreen/publications/nhsbsp54.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

ANEXOS

Anexo 1 – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa do HC/UFG

HOSPITAL DAS CLÍNICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE
GOIÁS - GO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise da correlação entre incidência de câncer de mama e níveis de exposição à radiação ionizante em áreas da cidade de Goiânia - pós-acidente com o césio 137.

Pesquisador: Leonardo Bastos Lage

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 27742214.4.0000.5078

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 630.189

Data da Relatoria: 18/04/2014

Apresentação do Projeto:

Trata-se de emenda para anexar documentos de autorização de acesso aos arquivos no HAJ/ACCG.

Objetivo da Pesquisa:

Não se aplica

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não se aplica

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Não se aplica

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Encontram-se anexados e adequados os seguintes documentos de autorização:

Autorização do Coordenador do Registro de Câncer de Base Populacional - HAJ

Autorização do Diretor Técnico - HAJ

Autorização do Setor de Arquivo Médico - HAJ

Recomendações:

Endereço: 1ª Avenida s/nº - Unidade de Pesquisa Clínica
Bairro: St. Leste Universitário CEP: 74.605-020
UF: GO Município: GOIANIA
Telefone: (62)3269-8338 Fax: (62)3269-8426 E-mail: cephoufg@yahoo.com.br

HOSPITAL DAS CLÍNICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE
GOIÁS - GO



Continuação do Parecer: 630.189

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

APROVADO

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, a Comissão de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas/UFG - CEP/HC/UFG, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12, manifesta-se pela aprovação dos documentos relacionados abaixo:

Autorização do Coordenador do Registro de Câncer de Base Populacional - HAJ

Autorização do Diretor Técnico - HAJ

Autorização do Setor de Arquivo Médico - HAJ

GOIANIA, 29 de Abril de 2014

Assinador por:

JOSE MARIO COELHO MORAES
(Coordenador)

Endereço: 1ª Avenida s/nº - Unidade de Pesquisa Clínica
Bairro: St. Leste Universitário CEP: 74.605-020
UF: GO Município: GOIANIA
Telefone: (62)3269-8338 Fax: (62)3269-8426 E-mail: cephuufg@yahoo.com.br

Página 02 de 02

Anexo 2 – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da ACCG.

ASSOCIAÇÃO DE COMBATE
AO CÂNCER EM GOIÁS -



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Elaborado pela Instituição Coparticipante

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise da correlação entre incidência de câncer de mama e níveis de exposição à radiação ionizante em áreas da cidade de Goiânia-pós-acidente com o césio 137.

Pesquisador: Leonardo Bastos Lage

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 31068514.4.3001.0031

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 660.826

Data da Relatoria: 23/05/2014

Apresentação do Projeto:

O projeto analisado tem como tema "Análise da correlação entre incidência de câncer de mama e níveis de exposição à radiação ionizante em áreas da cidade de Goiânia - pós-acidente com o césio 137." O pesquisador responsável é Leonardo Bastos Lage. É um projeto de pesquisa desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde (Mestrado) da Universidade Federal de Goiás tendo como Orientador o Prof. Dr. Ruffo de Freitas Júnior. A pesquisa apresentada será patrocinada pelo próprio pesquisador.

Trata-se de um estudo ecológico para análise da correlação entre a incidência de câncer de mama e níveis de exposição à radiação ionizante em áreas da cidade de Goiânia-pós acidente com Césio 137. Serão adotadas técnicas de georeferenciamento afim de se obter as coordenadas geográficas do endereço de mulheres residentes na área de interesse, que desenvolveram câncer de mama no período entre 2001 e 2010, e também as coordenadas geográficas das taxas de dose de radiação ionizante, a fim de se produzir bases cartográficas que possam ser sobrepostas e desta forma avaliar a correlação entre as mesmas. Os dados referentes à incidência de câncer de mama serão obtidos através da utilização de dados primários existentes no Registro de Câncer de Base Populacional de Goiânia - RCBPGO e os níveis de radiação serão obtidos através da utilização de um

Endereço: 239

Bairro: SETOR LESTE UNIVERSITARIO

CEP: 74.605-070

UF: GO

Município: GOIANIA

Telefone: (62)3243-7050

Fax: (62)3243-7050

E-mail: cepacog@accg.org.br

Página 01 de 05

sistema móvel de medição de radioatividade gama ambiental (Thermo Eberline Modelo FHT 1376 MobiSys). Serão geradas duas bases cartográficas, sendo uma de incidência de câncer de mama e a outra de medidas de taxas de dose de radiação ionizante. As bases cartográficas serão sobrepostas, a fim de se analisar eventuais ocorrências de maior nível de taxas de radiação ionizante e concentração de incidência de câncer de mama na área de interesse, através da utilização da plataforma ArcGIS 9.3. Dessa maneira, os levantamentos irão fornecer duas variáveis quantitativas, o número de mulheres que desenvolveram câncer de mama e os níveis de radiação ionizante, que através do método estatístico de regressão linear múltipla permitirá avaliar se existe ou não correlação entre as variáveis. Será realizado um levantamento dos registros dos casos de câncer de mama, no período de 2001 a 2010, de 4.500 participantes, na região geográfica, objeto do estudo, a partir do Registro de Câncer de Base Populacional de Goiânia (RCBPGO). Terá como critério de Inclusão a realização de um levantamento dos registros dos casos de câncer de mama, no período de 2001 a 2010, na região geográfica, objeto do estudo, a partir do Registro de Câncer de Base Populacional de Goiânia (RCBPGO). Os critérios de elegibilidade dos registros seguirão a metodologia do RCBPGO, compreendendo todos os casos de câncer de mama diagnosticados anualmente, em mulheres que sejam moradoras da área de estudo e como critério de Exclusão se evitará a inclusão de casos de mulheres oriundas de outras localidades, o diagnóstico de câncer deverá ser posterior à fixação da mesma na cidade de Goiânia, no mínimo por um período de seis meses.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar a correlação entre os índices de incidência de câncer de mama e as medidas de taxas de dose de radiação ionizante, às quais a população está submetida, na área urbana de Goiânia, compreendida pelos Distritos Sanitários Campinas-Centro e Sul.

Objetivo Secundário:

1. Gerar uma base cartográfica de incidência de câncer de mama;
2. Gerar uma base cartográfica de medidas de taxas de dose de radiação ionizante;
3. Sobrepor as bases cartográficas de incidência de câncer de mama e de medidas de taxas de dose, a fim de analisar a correlação entre as mesmas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O pesquisador ressalta que serão utilizados apenas dados primários do RCBPGO, referentes ao endereço das mulheres que desenvolveram câncer de mama no período compreendido entre 2001 e 2010. A partir dos endereços coletados serão obtidas as coordenadas geográficas do mesmo

Endereço: 239
Bairro: SETOR LESTE UNIVERSITARIO CEP: 74.605-070
UF: GO Município: GOIANIA
Telefone: (62)3243-7050 Fax: (62)3243-7050 E-mail: cepacog@acog.org.br

através de equipamentos de GPS ou de bases de domínio público, não sendo necessário contato com as pessoas constantes do RCBPGO. Portanto, não haverá necessidade de individualização, recrutamento ou intervenção junto aos integrantes da amostra, assim, considera que a pesquisa em baila não acarretará nenhum risco à população. Já os benefícios, serão muitos, pois a importância do câncer de mama nas questões de saúde pública é inquestionável, visto que esta é a neoplasia de maior incidência e maior mortalidade na população feminina mundial e brasileira. O acidente radioativo com o cézio 137, ocorrido em Goiânia, em setembro de 1987, teve grande repercussão, elevou os níveis de radiação ionizante existentes até então e certamente impactou toda a população de Goiânia e região circunvizinha. O medo, os traumas e a desinformação relacionada aos fatos decorrentes do acidente foram expressivos e de certa forma, apresentaram efeitos psicossociais que se assemelham a outros acidentes nucleares ou radiológicos ocorridos em outras partes do mundo. Historicamente, em qualquer região afetada por acidente nuclear ou radiológico, ou mesmo regiões que apresentem níveis elevados de radiação em função de aspectos naturais, como presença significativa de minerais radioativos e consequentemente as pessoas tenham sido ou eventualmente estejam expostas à níveis elevados de radiação ionizante, é feita uma associação ao aumento da incidência de câncer na população. A carência de informações, embasadas cientificamente, principalmente as referentes as taxas de dose de radiação ionizante na área de estudo, do presente projeto de pesquisa, é evidente. E, considerando que entre os diversos tipos de câncer que afligem a população, o

de mama apresenta, de acordo com estudos recentes, como um dos fatores de risco, as taxas de dose de radiação ionizante a que a mulher tenha sido ou ainda esteja sendo submetida, o estudo proposto é relevante ao estabelecer como objetivo avaliar o impacto deste fator de risco na incidência de câncer de mama em uma região geográfica delimitada. Nesse sentido, as informações a serem produzidas serão de grande valia para subsidiar futuras ações de

gestores públicos, tanto as referentes à prevenção e tratamento do câncer de mama quanto as relacionadas à gestão ambiental e aos aspectos ligados à radioproteção.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Através da plataforma ArcGIS 9.3, será feita a superposição das bases cartográficas (layers) de incidência de câncer de mama e dosimétrica que possibilitarão a identificação de eventuais coincidências de áreas geográficas com maior incidência de câncer de mama (clusters) e maior nível de radiação ionizante (pontos quentes), na área de estudo. Os levantamentos irão fornecer duas variáveis quantitativas, o número de mulheres que

Endereço: 239
Bairro: SETOR LESTE UNIVERSITARIO CEP: 74.605-070
UF: GO Município: GOIANIA
Telefone: (62)3243-7050 Fax: (62)3243-7050 E-mail: cepacog@accg.org.br

Continuação do Parecer: 660.826

desenvolveram câncer de mama e os níveis de radiação ionizante, que através do método estatístico de regressão linear múltipla permitirão avaliar se existe ou não correlação entre as variáveis. A pesquisa apresenta 02 desfechos, o primário que é a partir da superposição das bases cartográficas (layers) de incidência de câncer de mama e dosimétrica será possível a identificação de eventuais coincidências de áreas geográficas com maior incidência de câncer de mama (clusters) e maior nível de radiação ionizante (pontos quentes), na área de estudo. Considerando a obtenção de duas variáveis quantitativas (número de casos de câncer de mama e taxas de dose de radiação ionizante), será possível, através da técnica de regressão linear múltipla avaliar a correlação entre as mesmas. E o desfecho secundário onde os resultados da presente pesquisa serão divididos em dois artigos científicos. O primeiro apresentará as taxas de dose de radiação ionizante presentes na área de estudo, a partir do acidente com o Césio 137, comparando os valores obtidos com valores de referência citados em normas nacionais e internacionais. O segundo artigo, de acordo com o objetivo geral desta pesquisa, avaliará a correlação entre a incidência de câncer de mama e as taxas de dose de radiação ionizante na área de estudo.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Após análise do protocolo de pesquisa, observamos que os documentos exigidos pelo CEP/ACCG, e Resolução vigente 466/2012 do CNS, estão em sua maioria presentes. Lembrando que o TCLE foi dispensado devido à própria característica do estudo.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Concluimos que o projeto de pesquisa analisado está com toda documentação adequada à instituição proponente. Quanto à instituição Co-participante, estão faltando:

- 1- Carta de encaminhamento do projeto de pesquisa ao CEP/ACCG;
- 2- Carta do pesquisador se comprometendo a não iniciar a pesquisa antes do parecer favorável do CEP/ACCG.

Fazer juntada de documentos faltantes, sem prejuízo ao início da pesquisa.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: 239
Bairro: SETOR LESTE UNIVERSITARIO CEP: 74.605-070
UF: GO Município: GOIANIA
Telefone: (62)3243-7050 Fax: (62)3243-7050 E-mail: oepacog@accg.org.br

ASSOCIAÇÃO DE COMBATE
AO CÂNCER EM GOIÁS -



Continuação do Parecer: 660.826

Considerações Finais a critério do CEP:

Parecer aprovado

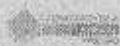
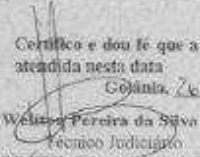
GOIANIA, 26 de Maio de 2014

Assinado por:
Elismauro Francisco de Mendonça
(Coordenador)

Endereço: 239
Bairro: SETOR LESTE UNIVERSITARIO CEP: 74.605-070
UF: GO Município: GOIANIA
Telefone: (62)3243-7050 Fax: (62)3243-7050 E-mail: cepacog@accg.org.br

Página 05 de 05

Anexo 3 – Correspondência e documentos - TRE-GO.

		
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS HOSPITAL DAS CLÍNICAS PROGRAMA DE MASTOLOGIA		
		TRE-GO/SADP SEÇÃO DE PROTOCOLOS 28.069/2015 28/05/2015-10:22 
OFÍCIO 07/2015		
Goiânia, 25 de Maio de 2015.		
Do(s): Orientador Prof. Dr. Ruffo de Freitas Júnior Coordenador do PPG em Ciências da Saúde – Fac. Medicina – UFG Prof. Dr. Paulo Sérgio Sucasas da Costa Coordenador do RCBP- Goiânia Dr. José Carlos de Oliveira		
Ào: Corregedor Regional Eleitoral de Goiás Desembargador Kisleu Dias Maciel Filho		 Certifico e dou fé que a solicitação foi atendida nesta data Goiânia, 26/06/2015  Welton Pereira da Silva Técnico Judiciário VPCRE/TRE-GO – Matr. nº 507902-0
Assunto: Solicitação de dados		
Senhor Corregedor, Visando obter a colaboração desta instituição no andamento de pesquisas científicas desenvolvidas pela UFG, em parceria com outras instituições públicas e privadas, informamos à V.Sa., conforme se segue: Um dos estudos de grande importância que estamos desenvolvendo atualmente é a dissertação de Mestrado do aluno Leonardo Bastos Lage, com o título – “Análise da Correlação entre Incidência de Câncer de Mama e Níveis de Radiação Ionizante em Áreas da Cidade de Goiânia – Após o Acidente com o Césio 137”, em anexo, que visa avaliar se a radiação ionizante existente em Goiânia pode explicar o incremento na incidência de câncer de mama, constatado nos últimos anos. Observando critérios estabelecidos pela CONEP/MS – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde, através da Resolução 466/12, o pesquisador obteve aprovações para condução da pesquisa, dos Conselhos de Ética do Hospital das Clínicas da UFG (CEP/HC/UFG) e da Associação de Combate ao Câncer em Goiás (CEP/ACCG) e ainda autorização para utilização dos dados de câncer de mama cadastrados no Registro de Câncer de 		

Base Populacional de Goiânia do Hospital Araújo Jorge (RCBP-Goiânia), emitida pelo Coordenador do RCBP-Goiânia, conforme documentação, em anexo.

A partir do acesso ao RCBP-Goiânia, foram identificadas 2.217 mulheres que desenvolveram câncer de mama no período e na área de interesse objeto da pesquisa e como procedimento essencial à finalização da mesma, foram georreferenciados os endereços de 1.170 destas, sendo que o restante apresentou alguma inconsistência que dificulta a obtenção das coordenadas geográficas, necessárias ao georreferenciamento, que vem sendo desenvolvido em parceria com a Prefeitura de Goiânia.

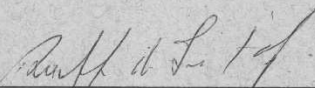
Visando atingir a maior cobertura possível, se faz necessária a utilização de outros acervos que possibilitem a obtenção dos endereços completos das 1.047 mulheres ainda não incluídas. Para tanto, geramos um arquivo magnético, em Excel, em ordem alfabética de nomes incluindo as datas de nascimento das integrantes da relação, que deverá ser disponibilizada à esta instituição, na medida em que a colaboração ora solicitada seja efetivada.

Visando manter íntegros os procedimentos e a ética observada na pesquisa e especialmente, preservar a privacidade das participantes da mesma, informamos que os endereços a serem eventualmente fornecidos, não devem ser vinculados aos nomes constantes da planilha mencionada, podendo, portanto ser fornecido apenas um arquivo digital contendo uma relação dos endereços que puderam ser identificados.

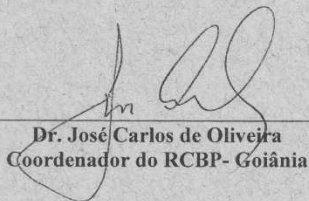
Finalmente, reafirmamos a importância da presente pesquisa, o enorme alcance social da mesma e ainda a disponibilização de informações, cientificamente embasadas, necessárias à tomada de decisões estratégicas na definição de políticas de saúde pública.

No aguardo de vossa acolhida, nos despedimos ao tempo em que nos colocamos ao inteiro dispor para os procedimentos necessários à efetivação da parceria ora pleiteada.

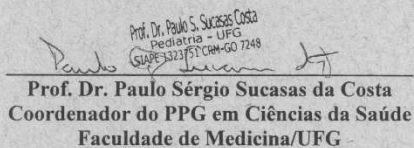
Atenciosamente,



Prof. Dr. Ruffo de Freitas Júnior
Orientador do PPG em Ciências da Saúde – FM/UFG



Dr. José Carlos de Oliveira
Coordenador do RCBP- Goiânia



Prof. Dr. Paulo Sérgio Sucasas da Costa
Coordenador do PPG em Ciências da Saúde
Faculdade de Medicina/UFG

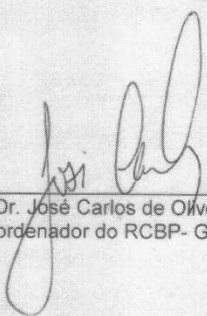
Goiânia, 4 de abril de 2014

AUTORIZAÇÃO

O Coordenador do Registro de Câncer de Base Populacional no uso de suas atribuições autoriza.

Leonardo Bastos Lage, autor do projeto "Análise da Correlação entre Incidência de Câncer de Mama e Níveis de Exposição à Radiação Ionizante em Áreas da Cidade de Goiânia – Após Acidente com o Césio 137" a utilizar os dados de câncer de mama cadastrados no Registro de Câncer de Base Populacional de Goiânia do Hospital Araújo Jorge e o desenvolvimento do projeto no referido local, após o parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa da ACCG.

Ressaltamos que as fichas de notificação não poderão ser retiradas do Registro, que os dados dos pacientes devem ser mantidos em absoluto sigilo e utilizado única e exclusivamente para esta pesquisa.

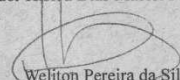


Dr. José Carlos de Oliveira
Coordenador do RCBP- Goiânia

CONCLUSÃO

Nesta data faço os presentes autos conclusos ao Excelentíssimo Corregedor Regional Eleitoral, Desembargador Kisleu Dias Maciel Filho.

Goiânia, 28 de maio de 2015.


Welton Pereira da Silva
Técnico Judiciário - VPCRE

Procedimento nº 25.865/2015

Trata-se de requerimento proveniente da Universidade Federal de Goiás em que se pleiteia o fornecimento de informações para a elaboração de dissertação de Mestrado do aluno Leonardo Bastos Lage, intitulada “Análise da Correlação entre incidência de Câncer de Mama e Níveis de Radiação Ionizante em Áreas da Cidade de Goiânia após o Acidente com o Césio 137”.

O objetivo do projeto acadêmico circunscreve-se à verificação da existência de correlação entre os níveis de radiação em Goiânia após o citado desastre radioativo e a o surgimento de novos casos de câncer de mama.

Para tal mister, faz-se necessário, segundo o requerente, a associação entre os casos de câncer de mama verificados na região e a localização geográfica das pessoas acometidas do mal, podendo-se, a partir daí, deduzir a proporcionalidade da ocorrência da doença segundo a região.

Aduz, ainda, que foram identificadas 2.217 (duas mil, duzentas e dezessete) mulheres que desenvolveram a doença e que se relacionam ao escopo da pesquisa. Dessas, 1.170 (mil, cento e setenta) foram georreferenciadas a partir dos dados do Registro de Câncer de Base Populacional do Hospital Araújo Jorge. As 1.047 (mil e quarenta e sete) restantes não puderam ser associadas e requerem, para tanto, o acesso a outras bases de informações.

Nesse diapasão, requer o fornecimento do endereço das 1.047 mulheres não associadas a fim de atingir a maior cobertura possível na pesquisa.

É o breve relato.

Inicialmente, é importante que se destaque, a Resolução TSE nº 21.538/2003, em seu art. 29, § 1º estatui que “em resguardo da privacidade do cidadão, **não se fornecerão informações de caráter personalizado** constantes do cadastro eleitoral.”

O fornecimento de endereço, *prima facie*, enquadra-se na vedação contida no dispositivo mencionado. Entretanto, o caput do art. 29 deixa claro que as informações constantes do cadastro são acessíveis às instituições públicas e privadas e às pessoas físicas, nos termos desta resolução.

Art. 29. As informações constantes do cadastro eleitoral serão acessíveis às instituições públicas e privadas e às pessoas físicas, nos termos desta resolução (Lei nº 7.444/85, art. 9º, I)

Por sua vez, o art. 30 da Resolução TSE nº 21.538/2003 prescreve que:

Art. 30. Os tribunais e juízes eleitorais poderão, no âmbito de suas jurisdições, autorizar o fornecimento a interessados, desde que sem ônus para a Justiça Eleitoral e disponíveis em meio magnético, dos dados de natureza estatística levantados com base no cadastro eleitoral, relativos ao eleitorado ou ao resultado de pleito eleitoral, salvo quando lhes for atribuído caráter reservado.

De acordo com o requerimento formulado, os dados solicitados, embora capazes de individualizar o eleitor, possuem apenas natureza estatística, porquanto não há necessidade de que o endereço esteja associado ao nome do eleitor, segundo informado pelo próprio requerente, ao explicar que “basta o fornecimento de arquivo digital contendo uma relação dos endereços que puderam ser identificados”. Essa ressalva visa justamente resguardar a privacidade das eleitoras integrantes da base de pesquisa.

Ademais, vale ressaltar que o acesso à informação é direito fundamental consagrado em nossa Carta Magna:

Art. 5º, XXXIII – todos têm direito a receber dos órgãos públicos informações de seu interesse particular, ou de interesse coletivo ou geral, que serão prestadas no prazo da lei, sob pena de responsabilidade, ressalvadas aquelas cujo sigilo seja imprescindível à segurança da sociedade e do Estado

Acrescente-se que a Lei nº 12.527/2011, que regula o acesso a informações previsto no supracitado dispositivo constitucional, possibilita, em seu art. 31, § 3º, II, o fornecimento de

Missão: “Velar pela regularidade dos serviços eleitorais, assegurando a correta aplicação de princípios e normas”. ID8

dados estatísticos ainda que sem o consentimento da pessoa a que elas se referirem, quando destinadas a pesquisas científicas e desde que não estejam associadas ao nome de seu titular.

Art. 31. O tratamento das informações pessoais deve ser feito de forma transparente e com respeito à intimidade, vida privada, honra e imagem das pessoas, bem como às liberdades e garantias individuais.

§ 1º As informações pessoais, a que se refere este artigo, relativas à intimidade, vida privada, honra e imagem:

(...)

II - poderão ter autorizada sua divulgação ou acesso por terceiros diante de previsão legal ou consentimento expresso da pessoa a que elas se referirem.

(...)

§ 3º O consentimento referido no inciso II do § 1º não será exigido quando as informações forem necessárias:

(...)

II - à realização de estatísticas e pesquisas científicas de evidente interesse público ou geral, previstos em lei, sendo vedada a identificação da pessoa a que as informações se referirem; (grifo nosso)

Por fim, resta deixar claro que o uso indevido das informações fornecidas nos termos da lei sujeita aquele que obtiver acesso a elas às penas da lei (Lei 12.527/2011, art. 31, § 2º).

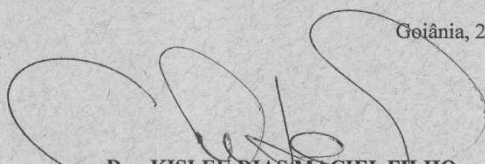
§ 2º Aquele que obtiver acesso às informações de que trata este artigo será responsabilizado por seu uso indevido.

Por todo o exposto, considerando a natureza estatística das informações solicitadas e a relevância da pesquisa em andamento, DEFIRO o pedido formulado e determino o fornecimento dos endereços das eleitoras constantes da relação a ser apresentada pelo requerente, que forem localizadas no Cadastro Eleitoral.

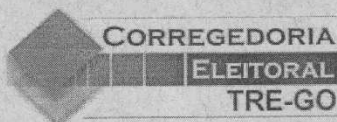
Notifique-se o autor do pedido a disponibilizar mídia para a gravação das informações solicitadas, nos termos do art. 30 da Resolução TSE nº 21.538/03.

Cumpra-se.

Goânia, 28 de maio de 2015.


Des. KISLEU DIAS MACHEL FILHO
Vice-Presidente e Corregedor Regional Eleitoral

Missão: "Velar pela regularidade dos serviços eleitorais, assegurando a correta aplicação de princípios e normas". ID8

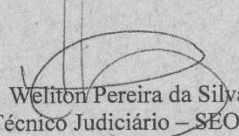


CERTIDÃO

Protocolo nº: 25.865/2015

Certifico e dou fé que, em 26 de junho de 2015, a determinação exarada pelo Excelentíssimo Senhor Vice-Presidente e Corregedor Regional Eleitoral de Goiás no requerimento formulado por meio do Ofício 07/2015 do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás, foi integralmente cumprida, tendo sido encaminhados ao interessado dados estatísticos referentes a 1.047 (um mil e quarenta e sete) eleitores sem correspondência entre as informações e seus respectivos titulares, conforme estabelece o art. 31, § 3º II da Lei nº 12.527/2011.

Goiânia, 07 de julho de 2015.


Weliton Pereira da Silva
Técnico Judiciário – SEORT

Anexo 4 – Normas de publicação do periódico “Environment International”

Environment International

A Journal of Environmental Science, Risk & Health Incorporating *Progress in Environmental Science*

Welcome to the online submission and editorial system for *Environment International*.

Environment International covers all disciplines engaged in the field of environmental research. It seeks to quantify the impact of contaminants in the human environment, and to address human impacts on the natural environment itself. We recognize that scientific issues related to environmental health and human welfare are inherently interdisciplinary and, therefore, we welcome articles that cover the entire spectrum of sources, pathways, sinks and interactions between environmental pollutants, whether chemical, biological or physical. The primary criteria for publication are scientific quality and environmental significance.

Progress in Environmental Science now forms the reviews section of *Environment International*, presenting state-of-the-science reviews of major themes within the field of environmental science, such as those related to environmental risks and hazards, environmental pollution, waste disposal and the modelling of environmental impacts.

NEW! This journal offers a free service called AudioSlides. These are brief, webcast-style presentations that are shown next to published articles on ScienceDirect and can be viewed for free. This format gives you the opportunity to explain your research in your own words and promote your work by embedding it on your own website and sharing in social media. For more information and examples, please visit <http://www.elsevier.com/audioslides> or watch our [webinar](#).

Hints:

We strongly suggest you regularly check your spam folder for EES notifications. Update your '**Safe Senders**' list to ensure that emails from EES are not filtered into your spam folder. For information on how to do this, click [here](#).

Are you a new EES user? Please select [register](#) from the menu at the top and enter the requested information.

Are you an existing EES user for this journal? If you are already registered as an author or a reviewer, please do not register again. Select [log in](#) from the menu at the top, enter your username and password and then

click the appropriate log in button. If you wish to change your email, password or other details, you can update your EES account by selecting "change details" after you log in.

Are you an author or reviewer for our journal? You will be able to perform both these activities with your one EES account. Select [log in](#) from the menu at the top and enter your username and password. Then click the Author or Reviewer Login button, whichever is relevant to the work you wish to undertake.

Have you registered on this site but forgotten your password? Simply click [Forgotten Username/Password](#). Once you have registered, your personal details are secure: our Support staff cannot update this information for you.

Do you wish to change your username or password? Simply log in to EES and select "change details".

Support information

Technical problems or questions:

For all technical queries please contact [Support](#).

Customer support is available 24/7:

Please use our EES help site at: <http://help.elsevier.com/app/answers/list/p/7923> Here you will be able to learn more about EES via interactive tutorials, explore a range of EES solutions via our knowledgebase, and find answers to frequently asked questions. You will also find our 24/7 support contact details should you need any assistance from one of our customer service representatives.

Questions on submission and reviewing process:

Please contact the [Editorial Office](#).

NB. You will need Adobe Acrobat Reader to view files created by this system. Click [here](#) to download this free software.

Elsevier Editorial System (EES) User Guide for Authors

This user guide can show you how to do the following:

[Register as a new user](#)

[Log in to EES](#)

[Submit a manuscript/paper](#)

[Track the progress of your submission](#)

[Revise your manuscript](#)

[Troubleshooting](#)

On occasion, you may be invited to do one of the following:

[Submit an invited article](#)

[Submit a commentary on another article](#)

If you are unsure where to submit your manuscript, please see the articles below:

[Which journal is most appropriate for my article?](#)

[How to publish in an Elsevier journal.](#)

Register as a new user

EES is an Internet-based journal tool that can be accessed from anywhere in the world and works on multiple platforms. You can access the journal EES site by navigating to the journal home page and clicking the Online Submission link.

The first time you access EES, you will need to register with a valid email address, as this will be the primary form of communication that you will receive as an Author.

[Register in EES](#)

Interactive Tutorial:

[I want to register as an Author](#)

Log in to EES

If you have a consolidated user profile for EES, be sure to use your consolidated username (your primary email address) and password to log into any journal in which you have an account. To switch between accounts, you will need to log out of the current journal and in to the other journal.

If you do not yet have a consolidated user profile for EES, please use your journal specific username and password to log in and start the consolidation process.

- [Switch User Roles](#)
- [Change your Details](#)
- [Setting the Default Login Role](#)

Interactive Tutorials:

- [I want to log in but I forgot my password](#)
- [I want to log in to EES as an Author](#)

Submit a manuscript

To submit a new manuscript, log in to the '*Author Main Menu*' and click '*Submit New Manuscript*'. Here you can submit all the data that comprises your manuscript - text files, images and descriptions. Required steps will be noted in red text on each page. The steps will vary by journal and by article type. For submission guidelines, please refer to the '*Guide for Authors*', which can be found on the journal's homepage or contact the Journal Office with specific questions. For more information see our [Journal Authors' Home](#).

For instructions on each specific step in the submission process, please refer to the articles below:

[Select Article Type](#)
[Enter Article Title](#)
[Add/Edit/Remove Authors](#)
[Submit Abstract](#)
[Enter Keywords](#)
[Select Section/Category](#)
[Submit Classifications](#)
[Enter EES Comments](#)
[Suggest Reviewers](#)
[Oppose Reviewers](#)
[Attach Files](#)
[Upload Figures](#)
[Submit Figure Captions](#)
[Approve the PDF](#)

Interactive Tutorials:

[Submit a New Manuscript: Part 1](#)
[Submit a New Manuscript: Part 2](#)
[Submit a New Manuscript: Part 3](#)
[Submit a New Manuscript: Part 4 Attach Files](#)
[Why was my submission returned to me?](#)
[I want to change the Corresponding Author of my manuscript](#)

Track the progress of your submission

Once your manuscript has been submitted to the journal, you can track its progress by viewing your submission in the '*Submissions Being Processed*' section. Under the column '*Current Status*', you can see when your manuscript progresses through the review process.

For any specific queries regarding the review process, please contact the journal office directly. To do this, you can click '*Send Email*' in the '*Action*' column of your manuscript. This will open an email form which will be sent to the journal office.

Please Note: Viewing the status date of your submission may not be available to you, depending on the journal.

[Track your Submission](#)
[Track the Status of my Accepted Paper](#)

Interactive Tutorial:

[I've made my submission, what happens next?](#)

Revise your manuscript

If the Handling Editor decides that your submission should be revised before further consideration, you will be notified by email. The submission will then be found in '*Submissions Needing Revision*'.

[How To Revise My Submission](#)
[Recover a Revise Submission declined in error](#)

Interactive Tutorial:

[I want to submit my revision](#)

Troubleshooting

EES submission troubleshooting information may be found by clicking on the link below:

[EES Submission Troubleshooting](#)

Submit an invited article

An Editor may invite you to submit an article for a certain purpose, such as a special issue or conference summary. Editors will send you an invitation via email.

[Invitation to Submit an Article](#)
[Agree to Submit a Proposed Manuscript](#)

Submit a commentary on another article

An Editor may invite you to submit a commentary on a manuscript that may or may not have been accepted for publication. If you are invited by email to submit a commentary, the invitation will appear in the '*My New Invitations*' section of your main menu under the heading '*Invited Submissions*'.

After you agree to an invitation to submit a commentary on a manuscript this invitation will then move to a section entitled '*Accepted Invitations*' under the heading '*Invited Submissions*' in your main menu.

[Invitation to submit a Commentary on a Manuscript](#)

1. Guide for Authors



[Author information pack](#)

[• Your Paper Your Way](#)

[BEFORE YOU BEGIN](#)

- [• Ethics in publishing](#)
- [• Conflict of interest](#)
- [• Submission declaration and verification](#)
- [• Changes to authorship](#)
- [• Copyright](#)
- [• Role of the funding source](#)
- [• Funding body agreements and policies](#)
- [• Open access](#)
- [• Green open access](#)
- [• Language \(usage and editing services\)](#)
- [• Submission](#)

[PREPARATION](#)

Your Paper Your Way

[• NEW SUBMISSIONS](#)

- [• References](#)
- [• Formatting requirements](#)
- [• REVISED SUBMISSIONS](#)
- [• Article structure](#)
- [• Essential title page information](#)
- [• Abstract](#)
- [• Graphical abstract](#)
- [• Highlights](#)
- [• Keywords](#)
- [• Abbreviations](#)
- [• Acknowledgements](#)
- [• Math formulae](#)
- [• Footnotes](#)

[• Artwork](#)

- [• Tables](#)
 - [• References](#)
 - [• Video data](#)
 - [• AudioSlides](#)
 - [• Supplementary material](#)
 - [• Database linking](#)
 - [• Interactive plots](#)
 - [• Submission checklist](#)
- ##### [AFTER ACCEPTANCE](#)
- [• Use of the Digital Object Identifier](#)
 - [• Online proof correction](#)
 - [• Offprints](#)
- ##### [AUTHOR INQUIRIES](#)

We now differentiate between the requirements for new and revised submissions. You may choose to submit your manuscript as a single Word or PDF file to be used in the refereeing process. Only when your paper is at the revision stage, will you be requested to put your paper in to a 'correct format' for acceptance and provide the items required for the publication of your article.

To find out more, please visit the Preparation section below.

Types of paper

No single format can accommodate all useful contributions to this journal. Five formats are offered, two of which (Reviews and New Developments), fall within the *Progress in Environmental Science* reviews section:

1. *Editorial articles* are published by the Editor-in-Chief or other Editors, members of the Editorial Board or invited Guest Editors. These focus attention on contemporary important environmental issues in relation to environmental health and are designed to stimulate debate and discussion.
2. *Research Articles* are up-to-date, original papers that present developments in any scientific field pertinent to environmental contamination and environmental health. Informative abstracts are required and articles must be fully referenced. Criteria for publication are weighted toward scientific quality and environmental significance. The manuscript will be evaluated on the basis of its conciseness, clarity, and presentation. The work will be assessed according to its originality, scientific merit, and experimental design. Poorly written manuscripts will be returned to the authors with a request to improve the quality of the paper prior to peer review.

3. *Correspondence* is encouraged. Opinions, perspectives and insight on articles published in Environment International are very welcome.

4. *Reviews* represent articles that trace recent developments and discuss trends in a particular field of research. They may be of a broad nature, providing accounts of specific fields of interest in any relevant area. Authors are encouraged to write in a clear and simple manner so that the article is understandable to readers from a broad cross section of disciplines. On average, a text length (excluding references) of c. 8000 words is required. Prospective authors should contact the Editor in Chief in the first instance to discuss the suitability of proposed topics. Articles should not be case studies, not reporting of personal research.

5. *New Developments* are short articles presenting the latest developments in scientific, technological and policy developments relating to environmental contamination and environmental health. On average, a text length (excluding references) of c.3000 words is required. Abstracts are not included in these short articles. Readers are encouraged to suggest subjects for inclusion in this section. Since the journal will serve a multidisciplinary audience, authors are urged to write for non-specialists. In particular, they are discouraged from using expressions that are comprehensible only to a select audience. Clarity should be the guide when preparing manuscripts. All the contributions will be subjected to peer review.

Special issues

Proposals for special themed issues, or special issues arising from conferences, should be discussed with the Editor-in-Chief Dr Ruth Alcock (r.alcock@lancaster.ac.uk). Guest Editors will coordinate the review and submission process of special issue papers and will prepare an introduction. Special prices for bulk orders of a special issue can be arranged.

Contact details for submission

All manuscripts should be submitted electronically through the Elsevier Editorial System (EES) which can be accessed at <http://ees.elsevier.com/envint/>

If you are not able to submit your paper to ENVINT electronically please contact the Editor-in-Chief, Ruth Alcock, Email: ruth.alcock@virgin.net for further instructions.



Before You Begin

Ethics in publishing

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication

see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Conflict of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>. Further information and

an example of a Conflict of Interest form can be found at: http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/286/p/7923.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/sharingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service CrossCheck <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:

Before the accepted manuscript is published in an online issue: Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

After the accepted manuscript is published in an online issue: Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright, see <http://www.elsevier.com/copyright>). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission

from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <http://www.elsevier.com/permissions>.

For open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (for more information see <http://www.elsevier.com/OAauthoragreement>). Permitted third party reuse of open access articles is determined by the author's choice of user license (see <http://www.elsevier.com/openaccesslicenses>).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. For more information see <http://www.elsevier.com/copyright>.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some authors may also be reimbursed for associated publication fees. To learn more about existing agreements please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse
- An open access publication fee is payable by authors or on their behalf e.g. by their research funder or institution

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our universal access programs (<http://www.elsevier.com/access>).
- No open access publication fee payable by authors.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following Creative Commons user licenses:

Creative Commons Attribution (CC BY)

Lets others distribute and copy the article, create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), include in a collective work (such as an anthology), text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation

of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The open access publication fee for this journal is **USD 3500**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <http://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Green open access

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our green open access page for further information (<http://elsevier.com/greenopenaccess>). Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and begins from the publication date of the issue your article appears in.

This journal has an embargo period of 24 months.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/languageediting/>) or visit our customer support site (<http://support.elsevier.com>) for more information.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.



Preparation

NEW SUBMISSIONS

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided

stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts your files to a single PDF file, which is used in the peer-review process.

As part of the Your Paper Your Way service, you may choose to submit your manuscript as a single file to be used in the refereeing process. This can be a PDF file or a Word document, in any format or lay-out that can be used by referees to evaluate your manuscript. It should contain high enough quality figures for refereeing. If you prefer to do so, you may still provide all or some of the source files at the initial submission. Please note that individual figure files larger than 10 MB must be uploaded separately.

References

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct.

Formatting requirements

There are no strict formatting requirements but all manuscripts must contain the essential elements needed to convey your manuscript, for example Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Conclusions, Artwork and Tables with Captions.

If your article includes any Videos and/or other Supplementary material, this should be included in your initial submission for peer review purposes. Divide the article into clearly defined sections.

Please ensure your paper has consecutive line numbering - this is an essential peer review requirement.

Figures and tables embedded in text

Please ensure the figures and the tables included in the single file are placed next to the relevant text in the manuscript, rather than at the bottom or the top of the file.

REVISED SUBMISSIONS

Use of word processing software

Regardless of the file format of the original submission, at revision you must provide us with an editable file of the entire article. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections

should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must

be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples.

Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements: [Illustration Service](#).

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article

before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times), Symbol, Courier.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
- For Word submissions only, you may still provide figures and their captions, and tables within a single file at the revision stage.
- Please note that individual figure files larger than 10 MB must be provided in separate source files.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG);

the resolution is too low.

- Supply files that are too low in resolution.
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is encouraged.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have a standard template available in key reference management packages. This covers packages using the Citation Style Language, such as Mendeley (<http://www.mendeley.com/features/reference-manager>) and also others like EndNote (<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>) and Reference Manager (<http://refman.com/downloads/styles>). Using plug-ins to word processing packages which are available from the above sites, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article and the list of references and citations to these will be formatted according to the journal style as described in this Guide. The process of including templates in these packages is constantly ongoing. If the journal you are looking for does not have a template available yet, please see the list of sample references and citations provided in this Guide to help you format these according to the journal style.

If you manage your research with Mendeley Desktop, you can easily install the reference style for this journal by clicking the link below:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/environment-international>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice. For more information about the Citation Style Language, visit <http://citationstyles.org>.

Reference formatting

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: 'as demonstrated in wheat (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) have recently shown ...'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer J, Hanraads JAJ, Lupton RA. The art of writing a scientific

article. J Sci Commun 2010;163:51–9.

Reference to a book:

Strunk Jr W, White EB. The elements of style. 4th ed. New York: Longman; 2000.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam GR, Adams LB. How to prepare an electronic version of your article. In: Jones BS, Smith RZ, editors. Introduction to the electronic age. New York: E-Publishing Inc; 2009. p. 281–304.

Note shortened form for last page number. e.g., 51–9, and that for more than 6 authors the first 6 should be listed followed by "et al." For further details you are referred to "Uniform Requirements for Manuscripts submitted to Biomedical Journals" (J Am Med Assoc 1997;277:927–34) (see also http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html).

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the List of Title Word Abbreviations: <http://www.issn.org/services/online-services/access-to-the-ltwa/>.

Video data

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

AudioSlides

The journal encourages authors to create an AudioSlides presentation with their published article. AudioSlides are brief, webinar-style presentations that are shown next to the online article on ScienceDirect. This gives authors the opportunity to summarize their research in their own words and to help readers understand what the paper is about. More information and examples are available at <http://www.elsevier.com/audioslides>. Authors of this journal will automatically receive an invitation e-mail to create an AudioSlides presentation after acceptance of their paper.

Supplementary material

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including

ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please provide the data in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Database linking

Elsevier encourages authors to connect articles with external databases, giving readers access to relevant databases that help to build a better understanding of the described research. Please refer to relevant database identifiers using the following format in your article: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

See <http://www.elsevier.com/databaselinking> for more information and a full list of supported databases.

Interactive plots

This journal enables you to show an Interactive Plot with your article by simply submitting a data file. For instructions please go to <http://www.elsevier.com/interactiveplots>.

Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded, and contain:

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)

Printed version of figures (if applicable) in color or black-and-white

- Indicate clearly whether or not color or black-and-white in print is required.

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.



After Acceptance

Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. Example of a correctly given DOI (in URL format; here an article in the journal *Physics Letters B*):

<http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2010.09.059>

When you use a DOI to create links to documents on the web, the DOIs are guaranteed never to change.

Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors. If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a personalized link providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](http://www.sciencedirect.com). This link can also be used for sharing via email and social networks. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/offprints>). Authors requiring printed copies of multiple articles may use Elsevier WebShop's 'Create Your Own Book' service to collate multiple articles within a single cover (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/booklets>).



Author Inquiries

You can track your submitted article at <http://www.elsevier.com/track-submission>. You can track your accepted article at <http://www.elsevier.com/trackarticle>. You are also welcome to contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

Anexo 5 – Normas de publicação do periódico “Cadernos de Saúde Pública”

Instruções para Autores

Cadernos de Saúde Pública/Reports in Public Health (CSP) publica artigos originais com elevado mérito científico, que contribuem com o estudo da saúde pública em geral e disciplinas afins. Desde janeiro de 2016, a revista adota apenas a versão on-line, em sistema de publicação continuada de artigos em periódicos indexados na base SciELO. Recomendamos aos autores a leitura atenta das instruções antes de submeterem seus artigos a CSP.

Como o resumo do artigo alcança maior visibilidade e distribuição do que o artigo em si, indicamos a leitura atenta da recomendação específica para sua elaboração. ([leia mais](#))

1. CSP ACEITA TRABALHOS PARA AS SEGUINTE SEÇÕES

1.1 – Perspectivas: análises de temas conjunturais, de interesse imediato, de importância para a Saúde Coletiva (máximo de 1.600 palavras);

1.2 – Debate: análise de temas relevantes do campo da Saúde Coletiva, que é acompanhado por comentários críticos assinados por autores a convite das Editoras, seguida de resposta do autor do artigo principal (máximo de 6.000 palavras e 5 ilustrações);

1.3 – Espaço Temático: seção destinada à publicação de 3 a 4 artigos versando sobre tema comum, relevante para a Saúde Coletiva. Os interessados em submeter trabalhos para essa Seção devem consultar as Editoras;

1.4 – Revisão: revisão crítica da literatura sobre temas pertinentes à Saúde Coletiva, máximo de 8.000 palavras e 5 ilustrações. Toda revisão sistemática deverá ter seu protocolo publicado ou registrado em uma base de registro de revisões sistemáticas como por exemplo o PROSPERO (<http://www.crd.york.ac.uk/prosperto/>); as revisões sistemáticas deverão ser submetidas em inglês ([leia mais](#));

1.5 – Ensaio: texto original que desenvolve um argumento sobre temática bem delimitada, podendo ter até 8.000 palavras ([leia mais](#));

1.6 – [Questões Metodológicas](#) : artigos cujo foco é a discussão, comparação ou avaliação de aspectos metodológicos importantes para o campo, seja na área de desenho de estudos, análise de dados ou métodos qualitativos (máximo de 6.000 palavras e 5 ilustrações); artigos sobre instrumentos de aferição epidemiológicos devem ser submetidos para esta Seção, obedecendo preferencialmente as regras de Comunicação Breve (máximo de 1.700 palavras e 3 ilustrações);

1.7 – Artigo: resultado de pesquisa de natureza empírica (máximo de 6.000 palavras e 5 ilustrações). Dentro dos diversos tipos de estudos empíricos, apresentamos dois exemplos: artigo de [pesquisa etiológica](#) na epidemiologia e artigo utilizando [metodologia qualitativa](#) ;

1.8 – Comunicação Breve: relatando resultados preliminares de pesquisa, ou ainda resultados de estudos originais que possam ser apresentados de forma sucinta (máximo de 1.700 palavras e 3 ilustrações);

1.9 – Cartas: crítica a artigo publicado em fascículo anterior de CSP (máximo de 700 palavras);

1.10 – Resenhas: resenha crítica de livro relacionado ao campo temático de CSP, publicado nos últimos dois anos (máximo de 1.200 palavras).

2. NORMAS PARA ENVIO DE ARTIGOS

2.1 – CSP publica somente artigos inéditos e originais, e que não estejam em avaliação em

nenhum outro periódico simultaneamente. Os autores devem declarar essas condições no processo de submissão. Caso seja identificada a publicação ou submissão simultânea em outro periódico o artigo será desconsiderado. A submissão simultânea de um artigo científico a mais de um periódico constitui grave falta de ética do autor.

2.2 – Serão aceitas contribuições em Português, Inglês ou Espanhol.

2.3 – Notas de rodapé, de fim de página e anexos não serão aceitos.

2.4 – A contagem de palavras inclui somente o corpo do texto e as referências bibliográficas, conforme item 12.13.

2.5 – Todos os autores dos artigos aceitos para publicação serão automaticamente inseridos no banco de consultores de CSP, se comprometendo, portanto, a ficar à disposição para avaliarem artigos submetidos nos temas referentes ao artigo publicado.

3. PUBLICAÇÃO DE ENSAIOS CLÍNICOS

3.1 – Artigos que apresentem resultados parciais ou integrais de ensaios clínicos devem obrigatoriamente ser acompanhados do número e entidade de registro do ensaio clínico.

3.2 – Essa exigência está de acordo com a recomendação do Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (BIREME)/Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS)/Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre o Registro de Ensaios Clínicos a serem publicados a partir de orientações da OMS, do International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) e do Workshop ICTPR.

3.3 – As entidades que registram ensaios clínicos segundo os critérios do ICMJE são:

- [Australian New Zealand Clinical Trials Registry \(ANZCTR\)](#)
- [ClinicalTrials.gov](#)
- [International Standard Randomised Controlled Trial Number \(ISRCTN\)](#)
- [Netherlands Trial Register \(NTR\)](#)
- [UMIN Clinical Trials Registry \(UMIN-CTR\)](#)
- [WHO International Clinical Trials Registry Platform \(ICTRP\)](#)

4. FONTES DE FINANCIAMENTO

4.1 – Os autores devem declarar todas as fontes de financiamento ou suporte, institucional ou privado, para a realização do estudo.

4.2 – Fornecedores de materiais ou equipamentos, gratuitos ou com descontos, também devem ser descritos como fontes de financiamento, incluindo a origem (cidade, estado e país).

4.3 – No caso de estudos realizados sem recursos financeiros institucionais e/ou privados, os autores devem declarar que a pesquisa não recebeu financiamento para a sua realização.

5. CONFLITO DE INTERESSES

5.1 – Os autores devem informar qualquer potencial conflito de interesse, incluindo interesses políticos e/ou financeiros associados a patentes ou propriedade, provisão de materiais e/ou insumos e equipamentos utilizados no estudo pelos fabricantes.

6. COLABORADORES

6.1 – Devem ser especificadas quais foram as contribuições individuais de cada autor na elaboração do artigo.

6.2 – Lembramos que os critérios de autoria devem basear-se nas deliberações do [ICMJE](#), que determina o seguinte: o reconhecimento da autoria deve estar baseado em contribuição substancial relacionada aos seguintes aspectos: 1. Concepção e projeto ou análise e interpretação dos dados; 2. Redação do artigo ou revisão crítica relevante do conteúdo intelectual; 3. Aprovação final da versão a ser publicada; 4. Ser responsável por todos os aspectos do trabalho na garantia da exatidão e integridade de qualquer parte da obra. Essas quatro condições devem ser integralmente atendidas.

7. AGRADECIMENTOS

7.1 – Possíveis menções em agradecimentos incluem instituições que de alguma forma possibilitaram a realização da pesquisa e/ou pessoas que colaboraram com o estudo, mas que não preencheram os critérios para serem coautores.

8. REFERÊNCIAS

8.1 – As referências devem ser numeradas de forma consecutiva de acordo com a ordem em que forem sendo citadas no texto. Devem ser identificadas por números arábicos sobrescritos (p. ex.: Silva 1). As referências citadas somente em tabelas e figuras devem ser numeradas a partir do número da última referência citada no texto. As referências citadas deverão ser listadas ao final do artigo, em ordem numérica, seguindo as normas gerais dos ([Requisitos Uniformes para Manuscritos Apresentados a Periódicos Biomédicos](#)

). Não serão aceitas as referências em nota de rodapé ou fim de página.

8.2 – Todas as referências devem ser apresentadas de modo correto e completo. A veracidade das informações contidas na lista de referências é de responsabilidade do(s) autor(es).

8.3 – No caso de usar algum software de gerenciamento de referências bibliográficas (p. ex.: EndNote), o(s) autor(es) deverá(ão) converter as referências para texto.

9. NOMENCLATURA

9.1 – Devem ser observadas as regras de nomenclatura zoológica e botânica, assim como abreviaturas e convenções adotadas em disciplinas especializadas.

10. ÉTICA EM PESQUISAS ENVOLVENDO SERES HUMANOS

10.1 – A publicação de artigos que trazem resultados de pesquisas envolvendo seres humanos está condicionada ao cumprimento dos princípios éticos contidos na [Declaração de Helsinki](#) (1964, reformulada em 1975, 1983, 1989, 1996, 2000 e 2008), da Associação Médica Mundial.

10.2 – Além disso, deve ser observado o atendimento a legislações específicas (quando houver) do país no qual a pesquisa foi realizada.

10.3 – Artigos que apresentem resultados de pesquisas envolvendo seres humanos deverão conter uma clara afirmação deste cumprimento (tal afirmação deverá constituir o último parágrafo da seção Métodos do artigo).

10.4 – Após a aceitação do trabalho para publicação, todos os autores deverão assinar um formulário, a ser fornecido pela Secretaria Editorial de CSP, indicando o cumprimento integral de princípios éticos e legislações específicas.

10.5 – O Conselho Editorial de CSP se reserva o direito de solicitar informações adicionais sobre os procedimentos éticos executados na pesquisa.

11. PROCESSO DE SUBMISSÃO ONLINE

11.1 – Os artigos devem ser submetidos eletronicamente por meio do site do Sistema de Avaliação e Gerenciamento de Artigos (SAGAS), disponível em: <http://cadernos.ensp.fiocruz.br/csp/index.php>

11.2 – Outras formas de submissão não serão aceitas. As instruções completas para a submissão são apresentadas a seguir. No caso de dúvidas, entre em contato com o suporte sistema SAGAS pelo e-mail: csp-artigos@ensp.fiocruz.br.

11.3 – Inicialmente o autor deve entrar no sistema [SAGAS](#). Em seguida, inserir o nome do usuário e senha para ir à área restrita de gerenciamento de artigos. Novos usuários do sistema SAGAS devem realizar o cadastro em "Cadastre-se" na página inicial. Em caso de esquecimento de sua senha, solicite o envio automático da mesma em "Esqueceu sua senha? Clique aqui".

11.4 – Para novos usuários do sistema SAGAS. Após clicar em "Cadastre-se" você será

direcionado para o cadastro no sistema SAGAS. Digite seu nome, endereço, e-mail, telefone, instituição.

12. ENVIO DO ARTIGO

12.1 – A submissão *on-line* é feita na área restrita de gerenciamento de artigos <http://cadernos.ensp.fiocruz.br/csp/index.php>

. O autor deve acessar a "Central de Autor" e selecionar o link "Submeta um novo artigo".

12.2 – A primeira etapa do processo de submissão consiste na verificação às normas de publicação de CSP. O artigo somente será avaliado pela Secretaria Editorial de CSP se cumprir todas as normas de publicação.

12.3 – Na segunda etapa são inseridos os dados referentes ao artigo: título, título resumido, área de concentração, palavras-chave, informações sobre financiamento e conflito de interesses, resumos e agradecimentos, quando necessário. Se desejar, o autor pode sugerir potenciais consultores (nome, e-mail e instituição) que ele julgue capaz de avaliar o artigo.

12.4 – O título completo (no idioma original do artigo) deve ser conciso e informativo, e conter, no máximo, 150 caracteres com espaços.

12.5 – O título resumido poderá ter máximo de 70 caracteres com espaços.

12.6 – As palavras-chave (mínimo de 3 e máximo de 5 no idioma original do artigo) devem constar na base da Biblioteca Virtual em Saúde [BVS](#).

12.7 – Resumo. Com exceção das contribuições enviadas às seções Resenha, Cartas ou Perspectivas, todos os artigos submetidos deverão ter resumo no idioma original do artigo, podendo ter no máximo 1.700 caracteres com espaço. Visando ampliar o alcance dos artigos publicados, CSP publica os resumos nos idiomas português, inglês e espanhol. No intuito de garantir um padrão de qualidade do trabalho, oferecemos gratuitamente a tradução do resumo para os idiomas a serem publicados.

12.8 – Agradecimentos. Possíveis agradecimentos às instituições e/ou pessoas poderão ter no máximo 500 caracteres com espaço.

12.9 – Na terceira etapa são incluídos o(s) nome(s) do(s) autor(es) do artigo, respectiva(s) instituição(ões) por extenso, com endereço completo, telefone e e-mail, bem como a colaboração de cada um. O autor que cadastrar o artigo automaticamente será incluído como autor de artigo. A ordem dos nomes dos autores deve ser a mesma da publicação.

12.10 – Na quarta etapa é feita a transferência do arquivo com o corpo do texto e as referências.

12.11 – O arquivo com o texto do artigo deve estar nos formatos DOC (Microsoft Word), RTF (Rich Text Format) ou ODT (Open Document Text) e não deve ultrapassar 1MB.

12.12 – O texto deve ser apresentado em espaço 1,5cm, fonte Times New Roman, tamanho 12.

12.13 – O arquivo com o texto deve conter somente o corpo do artigo e as referências bibliográficas. Os seguintes itens deverão ser inseridos em campos à parte durante o processo de submissão: resumos; nome(s) do(s) autor(es), afiliação ou qualquer outra informação que identifique o(s) autor(es); agradecimentos e colaborações; ilustrações (fotografias, fluxogramas, mapas, gráficos e tabelas).

12.14 – Na quinta etapa são transferidos os arquivos das ilustrações do artigo (fotografias, fluxogramas, mapas, gráficos e tabelas), quando necessário. Cada ilustração deve ser enviada em arquivo separado clicando em "Transferir".

12.15 – Ilustrações. O número de ilustrações deve ser mantido ao mínimo, conforme especificado no item 1 (fotografias, fluxogramas, mapas, gráficos e tabelas).

12.16 – Os autores deverão arcar com os custos referentes ao material ilustrativo que ultrapasse esse limite.

12.17 – Os autores devem obter autorização, por escrito, dos detentores dos direitos de reprodução de ilustrações que já tenham sido publicadas anteriormente.

12.18 – Tabelas. As tabelas podem ter até 17cm de largura, considerando fonte de tamanho 9. Devem ser submetidas em arquivo de texto: DOC (Microsoft Word), RTF (Rich Text Format) ou ODT (Open Document Text). As tabelas devem ser numeradas (algarismos arábicos) de acordo com a ordem em que aparecem no texto, e devem ser citadas no corpo do mesmo. Cada dado na tabela deve ser inserido em uma célula separadamente, e dividida em linhas e colunas.

12.19 – Figuras. Os seguintes tipos de figuras serão aceitos por CSP: Mapas, Gráficos, Imagens de Satélite, Fotografias e Organogramas, e Fluxogramas.

12.20 – Os mapas devem ser submetidos em formato vetorial e são aceitos nos seguintes tipos de arquivo: WMF (Windows MetaFile), EPS (Encapsuled PostScript) ou SVG (Scalable Vectorial Graphics). Nota: os mapas gerados originalmente em formato de imagem e depois exportados para o formato vetorial não serão aceitos.

12.21 – Os gráficos devem ser submetidos em formato vetorial e serão aceitos nos seguintes tipos de arquivo: XLS (Microsoft Excel), ODS (Open Document Spreadsheet), WMF (Windows MetaFile), EPS (Encapsuled PostScript) ou SVG (Scalable Vectorial Graphics).

12.22 – As imagens de satélite e fotografias devem ser submetidas nos seguintes tipos de arquivo: TIFF (Tagged Image File Format) ou BMP (Bitmap). A resolução mínima deve ser de 300dpi (pontos por polegada), com tamanho mínimo de 17,5cm de largura. O tamanho limite do arquivo deve ser de 10Mb.

12.23 – Os organogramas e fluxogramas devem ser submetidos em arquivo de texto ou em formato vetorial e são aceitos nos seguintes tipos de arquivo: DOC (Microsoft Word), RTF (Rich Text Format), ODT (Open Document Text), WMF (Windows MetaFile), EPS (Encapsuled PostScript) ou SVG (Scalable Vectorial Graphics).

12.24 – As figuras devem ser numeradas (algarismos arábicos) de acordo com a ordem em que aparecem no texto, e devem ser citadas no corpo do mesmo.

12.25 – Títulos e legendas de figuras devem ser apresentados em arquivo de texto separado dos arquivos das figuras.

12.26 – Formato vetorial. O desenho vetorial é originado a partir de descrições geométricas de formas e normalmente é composto por curvas, elipses, polígonos, texto, entre outros elementos, isto é, utilizam vetores matemáticos para sua descrição.

12.27 – Finalização da submissão. Ao concluir o processo de transferência de todos os arquivos, clique em "Finalizar Submissão".

12.28 – Confirmação da submissão. Após a finalização da submissão o autor receberá uma mensagem por e-mail confirmando o recebimento do artigo pelos CSP. Caso não receba o e-mail de confirmação dentro de 24 horas, entre em contato com a secretaria editorial de CSP por meio do e-mail: csp-artigos@ensp.fiocruz.br.

13. ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DO ARTIGO

13.1 – O autor poderá acompanhar o fluxo editorial do artigo pelo sistema SAGAS. As decisões sobre o artigo serão comunicadas por e-mail e disponibilizadas no sistema SAGAS.

13.2 - O contato com a Secretaria Editorial de CSP deverá ser feito através do sistema SAGAS.

14. ENVIO DE NOVAS VERSÕES DO ARTIGO

14.1 – Novas versões do artigo devem ser encaminhadas usando-se a área restrita de gerenciamento de artigos <http://www.ensp.fiocruz.br/csp/> do sistema SAGAS, acessando o artigo e utilizando o link "Submeter nova versão".

15. PROVA DE PRELO

15.1 – A prova de prelo será acessada pelo(a) autor(a) de correspondência via sistema (<http://cadernos.ensp.fiocruz.br/publicar/br/acesso/login>). Para visualizar a prova do artigo será necessário o programa Adobe Reader ou similar. Esse programa pode ser instalado

gratuitamente pelo site: <http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>.

15.2 - Para acessar a prova de prelo e as declarações, o(a) autor(a) de correspondência deverá acessar o link do sistema: <http://cadernos.ensp.fiocruz.br/publicar/br/acesso/login>, utilizando login e senha já cadastrados em nosso site

. Os arquivos estarão disponíveis na aba "Documentos". Seguindo o passo a passo:

15.2.1 – Na aba "Documentos", baixar o arquivo PDF com o texto e as declarações (*Aprovação da Prova de Prelo, Cessão de Direitos Autorais*

(
Publicação Científica
) e
Termos e Condições
);

15.2.2 – Encaminhar para cada um dos autores a prova de prelo e a declaração de *Cessão de Direitos Autorais*

(
Publicação Científica
);

15.2.3 – Cada autor(a) deverá verificar a prova de prelo e assinar a declaração *Cessão de Direitos Autorais*

(
Publicação Científica
);

15.2.4 – As declarações assinadas pelos autores deverão ser escaneadas e encaminhadas via sistema, na aba "Autores", pelo autor de correspondência. O *upload* de cada documento deverá ser feito no espaço referente a cada autor(a);

15.2.5 – Informações importantes para o envio de correções na prova:

15.2.5.1 – A prova de prelo apresenta numeração de linhas para facilitar a indicação de eventuais correções;

15.2.5.2 – Não serão aceitas correções feitas diretamente no arquivo PDF;

15.2.5.3 – As correções deverão ser listadas na aba "Conversas", indicando o número da linha e a correção a ser feita.

15.3 – As Declarações assinadas pelos autores e as correções a serem feitas deverão ser encaminhadas via sistema (<http://cadernos.ensp.fiocruz.br/publicar/br/acesso/login>) no prazo de 72 horas.

Apêndice 1. Mapa de Goiânia mostrando o roteiro dos pontos relacionados ao acidente com o acidente com o Césio-137.

