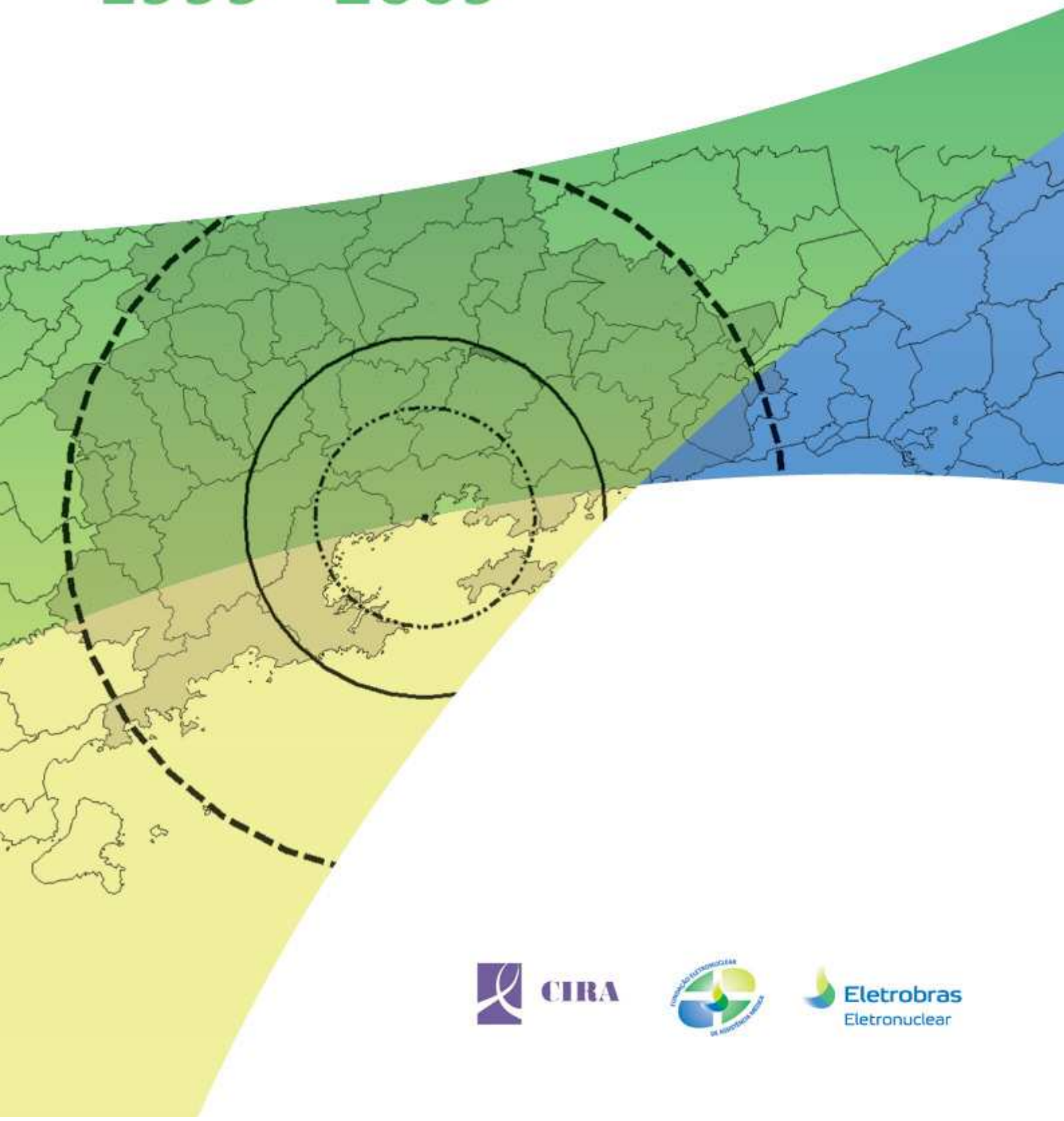


Prevalência de Anomalias Congênicas na População Circunvizinha à Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto 1999 - 2009



Prevalência de Anomalias Congênitas na População Circunvizinha à Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto 1999 - 2009

Equipe

Dra. Teresa Cristina Sampaio de Barros Leite – Coordenadora-Geral do CIRA - Diretora Superintendente da FEAM

Dr. Ilson Peixoto Medeiros da Silva - Médico de Saúde Pública do CIRA

Enfermeira Denise Maria Souza Jannuzzi - Enfermeira Coordenadora da Equipe do CIRA

Thiago Nunes Higino - Técnico em Processamento de Dados

Tatiana Rodrigues - Assistente Administrativa

Dr. Nelson Valverde – Consultor do CIRA na área de Radiopatologia

Consultoria

Diego Ricardo Xavier Silva

Heglaucio da Silva Barros

Vanderlei Pascoal de Matos

Angra dos Reis, julho, 2012.

Índice

1. APRESENTAÇÃO.....	4
2. INTRODUÇÃO	5
3. RADIAÇÃO IONIZANTE E OS EFEITOS NA SAÚDE.....	8
4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	13
5. OBJETIVO GERAL	18
5.1 Objetivos específicos.....	18
6. METODOLOGIA.....	19
7. RESULTADOS	23
7.1 Informações sobre a natalidade.....	23
7.2 Informações sobre Anomalias Congênitas.....	31
8. CONCLUSÕES.....	49
9. RECOMENDAÇÕES.....	52
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
11. BIBLIOGRAFIA	55
12. ANEXO	59

SIGLAS

AC - Área de Controle

All - Área de Influência Indireta

CID-10 - Classificação Internacional de Doenças 10ª Revisão

CIRA - Central de Informação Sobre Radioepidemiologia

CNAAA - Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto

CSN - Conselho de Segurança Nuclear da Espanha

DataSUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

DNV - Declarações de nascidos vivos

ECLAMC - Estudo Colaborativo Latino-Americano sobre Anomalias Congênitas

FEAM - Fundação Eletronuclear de Assistência Médica

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NucNet - The Nuclear Communications Network

OMS - Organização Mundial de Saúde

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde

REMPAN - Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network

SIM - Sistema de Informação de Mortalidade

SINASC - Sistema de Informação de Nascidos Vivos

SUS - Sistema Único de Saúde

UNESCAR - United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation

1. APRESENTAÇÃO

Este trabalho é o segundo estudo desenvolvido pelo Centro de Informação Sobre Radioepidemiologia (CIRA). O primeiro estudo "Padrão de Mortalidade da População Circunvizinha à Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto / 1986 a 2007", realizado em 2011, buscou avaliar as causas de mortalidade na região, dentre elas as relacionadas a anomalias congênicas.

No trabalho sobre mortalidade, anteriormente realizado pelo CIRA (2011), bem como nos desenvolvidos por *Shubert* (2004) e *Lassance* (2007), ficou evidente a não existência de alteração do perfil de mortalidade por neoplasias ou malformações congênicas no município de Angra dos Reis, quando comparado a outras áreas de estudo. A análise de óbitos por neoplasias tinha como objetivo identificar algum desvio anormal do padrão de prevalência e mortalidade, oriundo de uma fonte de exposição geradora do agravo, o que, segundo os dados de mortalidade, não foi constatado (CIRA, 2011).

Atendendo à condicionante nº 2.37 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), contida na Licença Prévia nº 279/2008, e à condicionante nº 2.36, contida na Licença de Instalação nº 591/2009, adotou-se no presente estudo a análise de prevalência de anomalias congênicas nos períodos disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DataSUS), isto é, de 1999 a 2009. A base de dados utilizada foi o Sistema de Informação de Nascidos Vivos (SINASC), que tem como fonte de informação as declarações de nascidos vivos (DNV), observando o preenchimento do campo 34, que corresponde a informação sobre anomalias congênicas.

2. INTRODUÇÃO

As anomalias congênicas são definidas como a falha na constituição de algum órgão ou conjunto de órgãos que determine uma anormalidade morfológica estrutural presente no nascimento, de causa genética, ambiental ou mista.(OPAS, 1984)

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que, em 2004, cerca de 260.000 mortes no mundo (cerca de 7% de todas as mortes neonatais) foram causadas por anomalias congênicas. (OMS, 2008) A prevalência geral de anomalias congênicas na América Latina, de modo geral, indica que entre 2 a 3 % dos nascidos vivos apresentam alguma anomalia do desenvolvimento, determinada, total ou parcialmente, por fatores genéticos. Nos casos de natimortos, as anomalias congênicas são encontradas em 15 a 20% dos casos. (Horovitz et al., 2005; Guerra, 2006) Em Angra dos Reis ocorreu uma média anual de 12 óbitos na população de nascidos vivos derivados de anomalias congênicas no período de 1996 a 2007. Metade desses óbitos foi no período de 0 a 6 dias do nascimento. (CIRA, 2011)

No Brasil, alguns estudos avaliam o perfil de prevalência de anomalias congênicas através de levantamentos de dados primários e/ou utilizando as bases de dados disponibilizadas pelo sistema de saúde através do SINASC. No Rio Grande do Sul, um estudo que visou determinar a frequência, correlacionar possíveis agentes causais e monitorizar a ocorrência de malformações múltiplas na população considerou todos os nascimentos ocorridos entre 1990 e 2002 nas maternidades de Pelotas. A ocorrência de recém-nascidos que apresentavam malformações ao nascer, no período do estudo, foi de 1,37%. A frequência de recém-nascidos com malformações múltiplas foi de 8,1%, predominantemente no sexo feminino e nos nascimentos ocorridos no inverno. (Castro et al., 2006)

Guerra et al. (2008) avaliaram a confiabilidade das informações sobre defeitos congênicos contidas nas declarações de nascido vivo do SINASC no Município do Rio de Janeiro, no ano de 2004, comparando-as com os prontuários hospitalares dessas crianças e de suas mães durante internação para o parto. Após a seleção de 24 maternidades do SUS, os tipos de defeitos congênicos constantes nos prontuários

foram transcritos em formulários de coleta próprios, codificados com base na CID-10 e comparados com os arquivos do SINASC. Os resultados encontrados demonstraram a necessidade de qualificação do pessoal envolvido no preenchimento das declarações, assim como a padronização da codificação dos defeitos congênicos

Luquetti et al. (2009) avaliaram a cobertura, validade e confiabilidade do SINASC para anomalias congênicas, em hospital de Campinas, São Paulo, Brasil. A população de estudo consistiu de 2.843 nascidos vivos do Centro de Atenção Integrada à Saúde da Mulher, no ano de 2004. Em comparação com a base de dados do Estudo Colaborativo Latino-Americano sobre Anomalias Congênicas (ECLAMC), observou-se subnotificação de 46,8% para o conjunto dos casos de anomalias congênicas, e de 36,4% quando a análise foi restringida para as anomalias congênicas mais graves. A sensibilidade foi de 54,2%, e a especificidade, de 99,8%. Os resultados sugerem que o SINASC ainda apresenta limitações como fonte para a determinação da prevalência de anomalias congênicas e indicam que esse sistema demanda aprimoramento para retratar a verdadeira situação desses casos.

Assim como supracitado, outros autores já evidenciaram a fragilidade dos dados disponibilizados pelo SINASC, sobretudo no que se refere ao preenchimento do campo 34 e algumas outras informações da DNV. (Theme Filha et al, 2004; Pinto & Nascimento, 2007) O SINASC apresentava, em 2004, baixa sensibilidade em relação a informações sobre anomalias congênicas, com, pelo menos, 40% de subnotificação dos casos, tanto no que se refere às anomalias maiores quanto às menores. (Luqueti & Koifman, 2010)

Contudo, o SINASC é um sistema que apresenta abrangência nacional e, sendo o canal de informação oficial, pauta a aplicação das políticas e o aperfeiçoamento do sistema de saúde. (Carvalho, 1997; Silva et al., 2001) Por outro lado, é um sistema que, comparado aos grandes sistemas de informação de saúde, não expressa funcionalidade prática na aquisição da informação, e que depende da atenção e cuidado do profissional de saúde responsável pela na aquisição do dado.

Entretanto, a base de informação tem apresentado melhorias (IBGE, 2009) que devem ser constantemente construídas, também, através da utilização do sistema e crítica ao seu conteúdo.

O presente estudo procurou apontar eventuais diferenças entre a prevalência de anomalias congênicas na população de nascidos vivos nos municípios do entorno da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto e do município de Angra dos Reis.

3. RADIAÇÃO IONIZANTE E OS EFEITOS NA SAÚDE

Os efeitos biológicos decorrentes das radiações ionizantes podem ser divididos em determinísticos e estocásticos ou aleatórios. Os efeitos determinísticos são aqueles consequentes da exposição a altas doses de radiação e dependem diretamente dessa exposição, possuindo limiares de doses que devem ser ultrapassados para expressão do efeito em questão. Os efeitos estocásticos ou aleatórios são aqueles não aparentes, associados a longos períodos de latência, portanto com manifestação após meses ou anos da exposição à radiação, não permitindo se estabelecer claramente uma relação de causalidade. As células com alta taxa de proliferação são mais sensíveis à radiação ionizante e são encontradas em tecidos de alta atividade mitótica. A radiosensibilidade celular é inversamente proporcional ao grau de diferenciação celular e diretamente proporcional ao número de divisões celulares necessárias para que a célula alcance a sua conformação final. (Biral, 2002)

Ao contrário dos efeitos determinísticos, é difícil estabelecer com segurança uma relação causal entre o efeito aleatório e a exposição à radiação ionizante, em virtude da grande quantidade de variáveis envolvidas e do longo período de latência para o aparecimento de um evento de origem radiogênica. (Kato, 1971) Por conta disso, a produção acadêmica tem como principais objetos de estudos sobre efeitos estocásticos a análise das populações submetidas a explosões nucleares, como Hiroshima e Nagasaki, ou a acidentes nucleares, como Chernobyl. Contudo, é importante observar que as conclusões obtidas em estudo que avaliam exposições agudas à radiação ionizante dão conta de eventos pontuais. Sendo assim, essas conclusões apresentam fatores intrínsecos nas análises que não permitem extrapolações sem considerar ponderações. Outro ponto relevante é avaliar que todos os seres vivos encontram-se permanentemente expostos à radiação natural ou de fundo (background), que consiste na presença de radiações provenientes de radioisótopos normalmente presentes no meio ambiente, e decorrentes da radiação da crosta terrestre e da radiação cósmica, entre outras fontes, e que, em média, alcança valor anual de 2,4 mSv/ano*.

*Ver relação unidades e magnitudes dosimétricas no anexo.

Os efeitos teratogênicos da radiação são conhecidos desde 1929, quando Goldstein e Murphy (1929) estudaram 74 mulheres submetidas a tratamento com radiação devido a câncer durante a gravidez. Observou-se evidência elevada de malformação neonatal (34%), particularmente microcefalia e circunferência craniana reduzida. As doses estimadas de exposição foram 1 Gy*. Além disso, a maioria dessas crianças tinha sido exposta antes do quinto mês (Goldstein e Murphy, 1929). Alguns anos mais tarde, uma nova análise dos dados revelou que a radiação tinha causado malformações apenas quando a exposição havia ocorrido entre a terceira e quarta, e na décima nona semana de gestação. As malformações mais graves, tais como, microcefalia, estavam relacionadas às exposições que ocorreram antes da décima sétima semana gestacional (Russell e Russell, 1954, De Santis et. al, 2007).

Existem muitos estudos na comunidade científica que divergem quanto à área e o impacto da radiação ionizante para a saúde das populações em Hiroshima e Nagasaki. Isto se deve, em parte, às circunstâncias dos acontecimentos, o que tornou complexa a caracterização, de forma concreta e rigorosamente científica, da situação existente na época dos ataques nucleares.

Alguns autores encontraram relações entre a exposição e efeitos na saúde, diretos ou indiretamente relacionados com malformações congênicas. Miller (1956) e Neel e Schull (1956) descrevem aumentos significativos de defeitos nos descendentes de pais expostos às explosões atômicas. Driscoll et al. (1963) relataram alterações histológicas que ocorreram em fetos humanos seguindo-se exposições de cerca de 5 Gy. Otake e Schull (1984) relataram a prevalência de retardo mental entre nascidos expostos a mais de 1 Gy em Hiroshima. Mole (1987) analisou as descobertas de Otake e Schull (1984) discutindo mecanismos que poderiam produzir malformações por radiação ionizante. Yamazaki e Schull (1990) resumiram as alterações neurológicas encontradas em descendentes de mães expostas em Nagasaki e Hiroshima, observando um limiar entre 0,1 a 0,2 Gy* de dose fetal. Muitos desses trabalhos apresentaram divergências metodológicas e resultados encontrados, o que ainda provoca debate acadêmico quanto ao real efeito teratogênico das radiações ionizantes.

Plumer (1952) realizou um estudo em 205 crianças com até quatro anos e meio de idade que haviam sido expostas à explosão atômica durante a primeira metade da vida intrauterina. Onze foram expostas a menos de 1200 metros do epicentro da bomba, e as 194 restantes estavam além dessa distância. Entre as expostas a menos de 1200 metros sete crianças apresentaram microcefalia com retardo mental. Este diagnóstico não foi observado entre os 194 expostos a distâncias maiores. O estudo ainda concluiu que os defeitos do sistema nervoso central podem ter ocorrido no feto por radiação proveniente da bomba atômica, desde que a exposição tivesse acontecido dentro de cerca de 1200 metros, do epicentro e que nenhuma blindagem eficaz tivesse sido realizada.

Estudos genéticos nos descendentes dos sobreviventes da bomba atômica em Hiroshima e Nagasaki têm sido realizados desde 1948. Os estudos mais antigos incluem a análise de defeitos congênitos, aberrações cromossômicas, alterações das proteínas plasmáticas e eritrócitos, bem como estudo epidemiológico sobre a mortalidade e a prevalência de câncer. Não há, até agora, nenhuma indicação de efeitos genéticos nos descendentes dos sobreviventes. Recentemente, o desenvolvimento de técnicas de biologia molecular e bases de dados de sequências genômicas humanas tornou possível analisar o DNA dos pais e seus descendentes (trio-análise). Além disso, um programa clínico está em andamento para estabelecer a frequência multifatorial de início de doenças em adultos (diabetes mellitus, hipertensão arterial e doenças cardiovasculares etc.) e nos descendentes. Os tipos de dados complementares que surgirão a partir dessa abordagem em três vertentes (clínica, epidemiológica e aspectos moleculares) prometem elucidar os efeitos na saúde dos descendentes das populações expostas à radiação. (Nakamura, 2006)

Poucos assuntos técnicos levantam tanta controvérsia como a energia nuclear. O desastre de Chernobyl, ocorrido na então União Soviética (hoje Ucrânia) em abril de 1986, alimenta ainda mais as divergências quanto aos efeitos e impactos para a saúde humana. (NucNet, 2011) O monitoramento após o acidente nuclear de Chernobyl sugere que a exposição crônica à radiação de baixa dose não foi associada à mortalidade por câncer entre a população em geral. As primeiras especulações davam

conta de que dezenas de milhares de pessoas haviam sido expostas à radiação. No entanto, até 2010, menos de 50 mortes tinham sido diretamente atribuída a exposição radioativa. (UNESCAR, 2011) Não há evidência de diminuição da fertilidade, nem houve qualquer evidência de aumento de malformações congênicas que possa ser atribuída à radiação. O relatório também não aponta um aumento de leucemias, que tinha sido previsto como resultado do acidente. Entretanto, cerca de 2.000 casos de câncer de tireóide já foram diagnosticados entre os jovens expostos ao iodo radioativo. (Nucnet, 2011) Há um consenso de que pelo menos 1.800 crianças e adolescentes contaminadas mais severamente em áreas da Bielorrússia podem ter contraído câncer de tireóide devido ao acidente.

Wertelecki (2010) avaliou 96.438 nascimentos em Polissia e o restante de Rivne, na Ucrânia, entre 2000 e 2006. A taxa geral de defeitos do tubo neural em Rivne está entre os maiores da Europa (22,2 por 10.000 nascidos vivos). As taxas de gêmeos univitelinos e teratomas também parecem ser elevadas. Em Polissia, as taxas de defeitos do tubo neural são ainda maiores (27,0 vs 18,3, respectivamente; odds ratio: 1,46 [intervalo de confiança de 95%: 1,13-1,93]), e as taxas de microcefalia e microftalmia também se mostraram elevadas. Os padrões de malformações observadas sugerem rupturas precoces de blastogênese, manifestando-se como alterações de eixos corporais, geminação, duplicações, lateralidade, e formação de linha média. Os resultados são suficientemente convincentes para justificar a continuidade e ampliação desta investigação de malformações crônicas em regiões de baixa dose de radiação da Ucrânia.

Enquanto a evidência científica demonstra claramente que o acidente causou um aumento significativo no câncer de tireóide em crianças, e traumas psicológicos generalizados em amplos segmentos das populações expostas, para outros desfechos de saúde há menos estudos científicos confiáveis. Com a exceção de cataratas, o diagnóstico de muitos dos efeitos de saúde era muitas vezes feitos como resultado de uma impressão clínica e é extremamente improvável que critérios uniformes de diagnóstico tenham sido seguidos. Isso aumenta a incerteza nos resultados finais.

Um estudo recente realizado na Suíça buscou verificar se residências próximas às centrais nucleares apresentaram associação com a manifestação de leucemia ou qualquer tipo de câncer na infância. Para isso foi realizada uma coorte em crianças de 0-15 anos nascidas na Suíça entre 1985-2009, comparando o risco de câncer em crianças nascidas a menos de 5km, entre 5 a 10 km e entre 10 a 15 km e acima de 15 km de distância da instalação nuclear, utilizando modelos de regressão de Poisson. Foram incluídas 2.925 crianças, e os resultados foram similares para a residência no momento do diagnóstico e no nascimento e quando ajustados para fatores de confusão em potencial. Os resultados de análises de sensibilidade foram consistentes com os resultados principais. O estudo encontrou pouca evidência de uma associação entre a residência perto de centrais nucleares e o risco de leucemia ou qualquer tipo de câncer na infância. (Spycher, et. al, 2011)

A associação entre a exposição por conta da proximidade a uma usina nuclear e a evidência de manifestação de câncer ou prevalência de anomalias congênicas dado esse fator é de difícil aferição, seja por conta da análise de uma circunstância onde a radiação ionizante é aleatória, seja por conta da dificuldade no controle de variáveis de confusão, por exemplo a medição da radiação ionizante de fundo.

4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A fundamentação teórica metodológica deste trabalho é pautada no estudo "Padrão de Mortalidade da População Circunvizinha à Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto / 1986 a 2007", que, por sua vez, teve como referencial os trabalhos desenvolvidos por Shubert (2004) e Lassance (2007). Para a estruturação das unidades de análise, adotou-se como prerrogativa o *"Estudio epidemiológico del posible efecto de las radiaciones ionizantes derivadas del funcionamiento de las instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo de combustible nuclear españolas sobre la salud de la población que reside en su proximidad"*; desenvolvido na Espanha pelo *Instituto de Salud Carlos III* (2009) adequando as questões de anomalias congênicas ao estudo desenvolvido pelo *Department of Human Genetics and Teratology, National Institute of Hygiene, WHO Collaborating Centre for the Community Control of Hereditary Diseases, Budapest, Hungary* (1996).

Realizado entre 2006 e 2009, o estudo espanhol do tipo ecológico analisou a mortalidade por diferentes tipos de cânceres e leucemias, no período de 1975 a 2003, em todos os municípios localizados em um raio de 30 km das instalações do ciclo do combustível nuclear do país. A mortalidade por câncer nos municípios próximos às instalações nucleares foi comparada com a de outros municípios localizados na mesma região, porém fora da área de influência das instalações nucleares (raio de 50 a 100 km da instalação).

Para cada município estudado havia um município-controle com as mesmas características sociodemográficas na mesma região. Foram selecionados ainda municípios de duas regiões fora da influência das instalações nucleares, sendo uma com radiação natural elevada (sul da Galícia) e outra área com baixa radiação natural (Valência).

Foi selecionado o indicador dose efetiva de radiação, tendo por base os seguintes critérios:

- Simplicidade: é uma variável habitualmente utilizada para fins de proteção radiológica, que considera em seu cálculo o tipo de radiação produzida, isto é, uma única variável que possibilita análise de diferentes fontes de radiação. Do mesmo

modo, a análise da exposição à radiação natural foi expressa através do indicador dose efetiva.

- Especificidade: permite modelar a forma em que realmente se produziu a exposição da população devido às emissões das instalações nucleares;
- Representatividade: para a estimativa de dose efetiva é utilizada uma metodologia padronizada em nível internacional, o que elimina possíveis problemas relacionados à introdução de vieses relacionados à estimativa da exposição.

A dose efetiva de radiação consiste, portanto, em uma estimativa geral de exposição, calculada a partir da informação disponível sobre as emissões de efluentes radioativos de cada instalação, utilizando a metodologia atualmente seguida pelo CSN para monitoramento de exposição de populações próximas às instalações nucleares. A radiação natural também foi estimada através desse indicador, e calculada a partir de medidas diretas de alguns dos diferentes componentes da radiação natural. O estudo espanhol concluiu que:

- *As doses acumuladas estimadas, para populações avaliadas, como consequência do funcionamento das instalações nucleares, foram muito pequenas e muito abaixo das doses que o conhecimento científico atual tem capacidade de relacionar com efeitos sobre a saúde das pessoas.*
- *Não se observaram resultados consistentes que mostrassem um incremento de mortalidade por diferentes tipos de cânceres associados à exposição da população à liberação radioativa pelas instalações nucleares. Foram encontradas algumas associações dose-resposta pontuais que não puderam ser atribuídas ao funcionamento das instalações.*
- *Também não foram detectados excessos de mortalidade por cânceres estatisticamente significativos ligados às áreas com alta radiação natural.*

Na Hungria, um estudo que incluiu uma população de 26.893 crianças de 55 localidades, num raio de 30 km da usina nuclear de Paks, avaliou através da base de dados do país, a partir de busca ativa, o padrão de prevalência de anomalias congênicas entre as crianças nascidas antes e depois da operação da usina nuclear. O estudo compreende crianças nascidas entre o período de 1980 a 1992.

O estudo foi construído sob três perspectivas de abordagens:

(I) A base de dados de registro de anomalias congênicas húngaro.

No entanto, por não ter sido possível determinar se todos os casos tinham sido relatados, e pelos diagnósticos, por vezes questionáveis, optou-se pela validação e completitude da informação da seguinte maneira:

(II) Todos os registros médicos disponíveis de crianças de 0-14 anos foram revistos por enfermeiros qualificados nos ambulatórios de 55 localidades da região de estudo. Além disso, profissionais de saúde regionais foram contatados a fim de fornecer relatórios sobre os casos com anormalidades congênicas em suas áreas.

(III) Foi conduzido um estudo de coorte de crianças nascidas em 1982 na 4ª série primária atendidas em Paks, e de todas as crianças de 0-14 anos nascidas em localidades com taxa significativamente mais elevada.

O estudo considerou a prevalência de nascimentos com as seguintes anomalias congênicas: anencefalia - espinha bífida, microcefalia, hidrocefalia, catarata congênita, outras anormalidades do olho, anomalias congênicas no aparelho auditivo, fissura branquial, anormalidades congênicas da face e pescoço, anomalias congênicas do coração e grandes vasos, anomalias congênicas do sistema respiratório, fenda palatina, lábio leporino, atresia / estenose esofágica, estenose pilórica hipertrófica congênita, atresia / estenose intestinal, atresia / estenose retal, outras anormalidades do sistema digestivo, testículo não descendente, hipospádia, outras anormalidades dos órgãos genital, Genesia/ disgenesia renal, alterações obstrutivas do sistema urinário, outras anormalidades do sistema urinário, luxação congênita do quadril, atrofia distal do membro inferior, artrogripose, polidactilia, sindactilia, defeitos de redução dos membros, outras anormalidades dos membros inferiores e superiores, outras anormalidades do sistema esquelético, anormalidades congênita do diafragma, onfalocele / gastrosquise, anomalias congênicas do sistema muscular, anomalias congênicas do sistema tegumentar, outras anomalias congênicas isoladas, síndrome de Down, outras síndromes cromossômicas, síndromes genéticas e outras anomalias congênicas múltiplas não especificadas.

Além das anomalias supracitadas foram considerados os seguintes eventos como anomalias sentinelas: acondroplasia, síndrome de Apert, aniridia bilateral, síndrome Crouzon, síndrome Holt-Oram, síndrome de Treacher-Collins, osteogenese

imperfeita, polissindactilia, malformações distal em membros superiores e inferiores, nanismo tanatofórica, incontinência pigmentar, síndrome Gorlin-Psaume, retinoblastoma e tumor de Wilms. (Czeizel & Sankaranarayanan, 1984; Czeizel et al., 1993) As análises se deram a partir do cálculo dos dados observados e esperados. O teste χ^2 foi utilizado para análise estatística.

Os autores concluíram que não houve aumento significativo nas variáveis estudadas após a operação das instalações nucleares e que a radiação (0,2-0,4 $\mu\text{Sv/ano}$), devido ao funcionamento da instalação nuclear, não pode ser responsabilizada por mutações germinativas e somáticas na população infantil. (Sffiel et al., 1996)

O estudo de Prevalência de Anomalias Congênicas na População Circunvizinha à CNAAA adotou, como argumento de primeira ordem, para a seleção das unidades de análise, a distância dos municípios em relação à CNAAA, tornado a dimensão espacial o eixo dos desdobramentos metodológicos. Neste sentido, apenas o município de Angra dos Reis foi definido como área de influência direta da Central Nuclear, uma vez que a sua sede está situada no raio de 30 km das usinas nucleares. Este parâmetro é universalmente utilizado, pelos diversos órgãos de segurança nuclear, como área-alvo de planos de emergência na eventualidade de um acidente nuclear. Os demais municípios localizados na mesma região geográfica foram trabalhados compondo dois outros estratos:

- 1) Área de Influência Indireta (AII) – municípios cujas sedes estão localizadas no raio de 30 a 50 km da CNAAA. Este estrato é composto pelos municípios de Arapeí, Bananal, Mangaratiba, Paraty, Rio Claro e São José do Barreiro.
- 2) Área Controle (AC) – municípios da mesma região geográfica, localizados a uma distância de 50 a 100 km da CNAAA, isto é, fora da sua área de influência. Este estrato representa a população de 40 municípios, abrangendo os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Este procedimento permitiu, por um lado, compor bases populacionais mais expressivas e, conseqüentemente, menos sensíveis às variações aleatórias. Em segundo lugar, possibilitou uma maior similaridade socioeconômica das populações em estudo, em consequência de sua proximidade geográfica.

O município de Cabo Frio foi mantido na análise como segunda área de controle, visando dar continuidade metodológica aos estudos anteriores e por conta de similaridades no que tange ao volume populacional e características geográficas. A análise temporal incluiu todos os nascidos vivos que compõem a base de dados do SINASC e as anomalias congênitas registradas no período de 1999 a 2009. Os resultados deste estudo contribuirão para a segunda etapa da pesquisa na qual se pretende trabalhar com dados recuperados sobre os nascidos vivos no Hospital de Praia Brava, localizado no distrito de mesmo nome, em Angra dos Reis.

5. OBJETIVO GERAL

Analisar e comparar o perfil de prevalência de anomalias congênitas entre as populações classificadas em áreas segundo a distância da CNAAA ("fonte de exposição") em quatro estratos: municípios contidos no raio 30 km da central nuclear, municípios vizinhos, contidos no raio de 30 a 50 km, e municípios contidos no raio de 50 a 100 km, além de Cabo Frio, que apresenta características similares ao município de Angra dos Reis.

5.1 Objetivos específicos

Elaborar uma base de unidades de análise com foco na CNAAA e áreas adjacentes segundo critérios cartográficos;

Descrever aspectos de natalidade dos municípios de Angra dos Reis, Cabo Frio, Área de Influência Indireta (AII) e Área de Controle (AC);

Calcular a prevalência média e a distribuição das anomalias congênitas em nascidos vivos no período de 1999 a 2009, estratificadas por sexo;

Analisar o coeficiente de correlação de Pearson referente aos estratos de Angra dos Reis, Área de Influência Indireta (AII), Área de Controle (AC), Cabo Frio e municípios desagregados segundo a distância das instalações nucleares.

Elaborar mapas com a prevalência de anomalias congênitas com a taxa bruta e padronizada nos períodos de 1999 a 2001, 2002 a 2004, 2005 a 2007 e 2008 a 2009.

Descrever os tipos específicos de anomalias congênitas mais frequentes na população de nascidos vivos em Angra dos Reis.

6. METODOLOGIA

O estudo é do tipo ecológico, visando à prevalência de anomalias congênicas nos nascidos vivos do entorno da CNAAA no período de 1999 a 2009. Assim como no relatório desenvolvido pelo CIRA em 2011, o presente estudo não relaciona exposição com a prevalência de anomalias congênicas na população de nascidos vivos, tendo em vista que esta metodologia não é considerada adequada para avaliar causalidade.

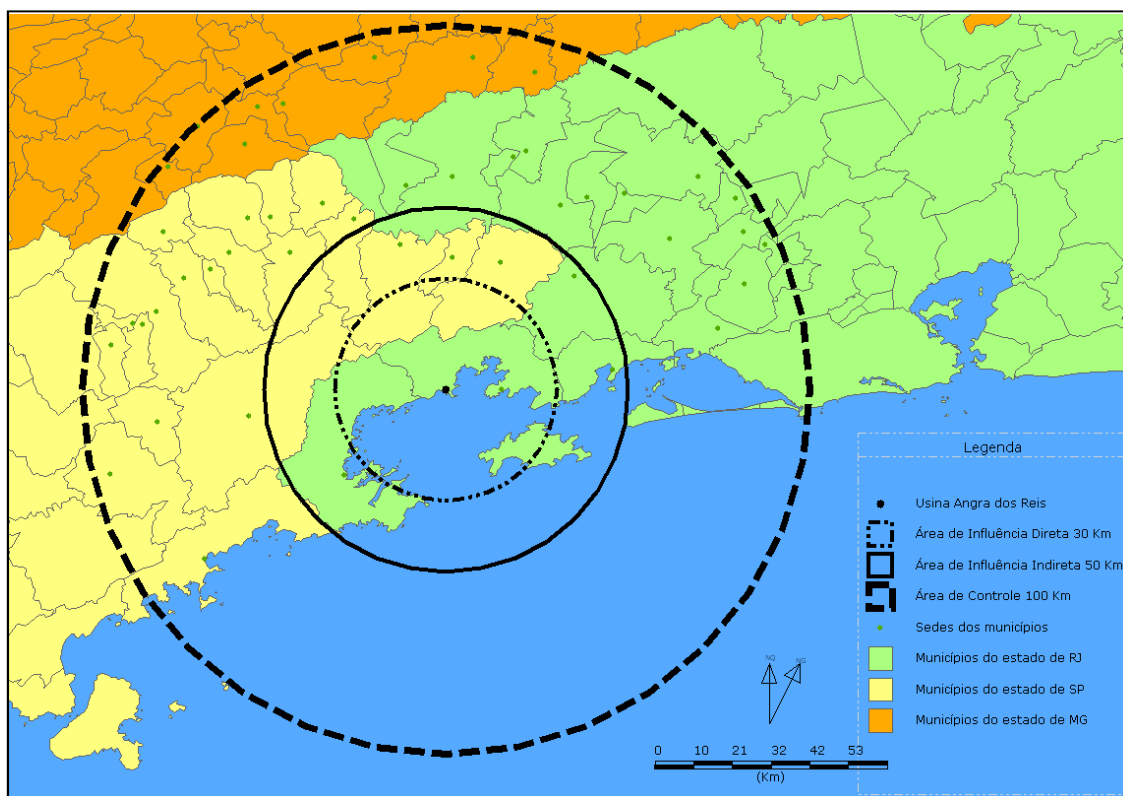
Este trabalho tem como base as unidades de análises em nível municipal e informações agregadas de municípios segundo a distância da CNAAA. As diferenciações internas às cidades não são mensuráveis, optando-se assim por analisar as relações entre áreas (Barcellos e Bastos, 1996). A princípio, são a delimitação do objeto e os objetivos e hipóteses de estudo que impõem uma homogeneização da unidade de análise, no interior da qual não é possível observar diferenças espaciais. Com isso, outras instâncias da sociedade, como a econômica e a cultural-ideológica, além de fatores propriamente ambientais (Santos, 1988), que se manifestam em variáveis socioeconômicas quantificáveis e que podem atuar como fatores de confusão ("confoundings") em estudos ecológicos (Jacobson, 1984), não são consideradas.

A área de estudo foi definida a partir da distância da suposta fonte de exposição (CNAAA) adaptando-se a metodologia empregada no estudo espanhol anteriormente citado.

Este estudo considerou como Área de Influência Direta (raio de 30 km da CNAAA), o município de Angra dos Reis; Área de Influência Indireta (30 a 50 km da CNAAA) os municípios de Arapeí, Bananal, Mangaratiba, Paraty, Rio Claro e São José do Barreiro; Área de Controle 1 (50 a 100 km da CNAAA) os municípios de Alagoa, Aparecida, Areias, Barra do Piraí, Barra Mansa, Bocaina de Minas, Cachoeira Paulista, Canas, Cruzeiro, Cunha, Engenheiro Paulo de Frontin, Guaratinguetá, Itaguaí, Itamonte, Itanhandu, Itatiaia, Japeri, Lagoinha, Lavrinhas, Lorena, Marmelópolis, Mendes, Paracambi, Passa Quatro, Passa Vinte, Pinheiral, Piquete, Piraí, Porto Real, Potim, Quatis, Queluz, Resende, Roseira, São Luís do Paraitinga, Seropédica, Silveiras, Ubatuba, Virgínia, Volta Redonda; e Área de Controle 2 o município de Cabo Frio. Estão

contidos nas análises municípios dos três estados da região Sudeste do Brasil. Foram incluídos no estudo apenas os municípios que apresentam a sede dentro das áreas dos raios estabelecidos (Figura 1). Além disso, para os cálculos estatísticos, também foi considerada a distância individual das unidades de análise em relação à CNAAA.

Figura 1 – Seleção dos municípios analisados.



Fonte: IBGE
Elaboração própria

Os dados referentes aos nascidos vivos foram obtidos através do SINASC no período de 1999 a 2009, e contidos no DataSUS. O SINASC dispõe de dados oriundos do sistema gerido pelo Departamento de Análise de Situação de Saúde, da Secretaria de Vigilância em Saúde, em conjunto com as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde. As secretarias municipais de Saúde coletam as Declarações de Nascidos Vivos (DN) nos estabelecimentos de saúde e nos cartórios (para partos domiciliares) e introduzem as informações no SINASC e as enviam aos estados. De uma maneira geral, as secretarias estaduais de Saúde remetem suas bases de dados para o Ministério da Saúde quando consideram a informação consolidada. O Ministério da Saúde só pode considerar a Base Nacional completa após todas as Unidades da Federação (UFs)

tenham enviado seus dados. A partir daí é feita a consolidação, inclusive com a redistribuição dos dados pelo local de residência, que é a forma usual para apresentação dos dados. Eventualmente, são feitas algumas correções nas informações. A implantação do SINASC foi gradativa. Assim, ao analisar os dados, deve-se atentar que, apesar de implantado em todas as UFs desde 1994, em algumas delas a coleta não abrange todos os seus municípios. (DataSUS, 2012) Os dados sobre anomalias congênicas passaram a ser disponibilizados a partir de 1999, o que explica o período de análise deste estudo.

As bases cartográficas foram obtidas no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e correspondem ao mapeamento realizado em 2005. Foram analisados os dados de natalidade entre o período de 1999 a 2009 e criados indicadores através do cálculo entre a média dos nascimentos com anomalias congênicas dividida pela média de nascidos vivos no período, multiplicado pela constante 1.000, nos períodos de 1999 a 2001, 2002 a 2004, 2005 a 2007 e 2008 a 2009.

Em uma revisão de quarenta estudos epidemiológicos sobre populações vizinhas de instalações nucleares no Reino Unido, Estados Unidos, Canadá e França, Shleien e colaboradores (1991), utilizando critérios conhecidos, como os postulados de Hill, avaliaram se um estudo epidemiológico pode determinar a relação causal entre exposição à radiação e aumento do risco de câncer. Eles concluíram que, apesar de os resultados serem biologicamente plausíveis e apoiados por resultados experimentais, na maioria desses estudos a metodologia não foi adequada para avaliar a causalidade individual, ou seja, para permitir um exame de associação entre dose e resposta, o que torna impossível refutar ou afirmar relações causais.

Este estudo não tem finalidade de apresentar qualquer nexo de causalidade e por conta de seu caráter ecológico, buscou utilizar para avaliação de relação entre exposição e efeito o coeficiente de correlação de Pearson, que é uma medida do grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas. Este coeficiente varia entre os valores -1 e 1. O valor 0 (zero) significa que não existe relação linear, o valor 1 indica uma relação linear perfeita positiva, ou direta, e o valor -1, uma relação linear perfeita negativa, ou inversa. Quanto mais próximo estiver de 1 ou -1, mais forte é a associação

linear entre as duas variáveis, ou seja, o coeficiente é uma medida da variância compartilhada. A abordagem adotada neste estudo reconhece os problemas potenciais metodológicos e logísticos de inferência individual e as contribuições únicas de variáveis ecológicas. Esta, por sua vez, amplia o terreno para a localização das causas para a doença e as intervenções para aperfeiçoamento da saúde pública. (Schwartz, 1994)

O tabulador TABWIN 3.6 foi utilizado para tabulação inicial e organização dos dados, o programa EPINFO 2000® para a análise de coeficiente de correlação, o programa TERRAVIEW 4.1.0 para elaboração dos mapas e o software Microsoft pacote Office Excel 2007®/ Word 2007® para a edição gráfica do relatório.

7. RESULTADOS

7.1 Informações sobre a natalidade

Foram consideradas para a avaliação do objeto deste estudo as informações sobre o perfil de nascimentos e a prevalência de anomalias congênitas com distribuição no espaço e tempo, de acordo com os dados do SINASC.

O gráfico 1 apresenta as informações relativas aos nascimentos no Brasil no período de 1999 a 2009. A taxa de bruta de natalidade no país vem apresentando diminuição. No ano de 1999 a taxa bruta de natalidade no Brasil era de 20 nascidos vivos por 1.000 habitantes; em 2000 a taxa diminuiu para 19 nascimentos, e nos anos seguintes ocorreu diminuição na taxa de natalidade chegando-se a 17 nascimentos por 1.000 habitantes no ano de 2004. No ano de 2009, quando se encerra a série, observa-se taxa de 15 nascimentos por 1.000 habitantes.

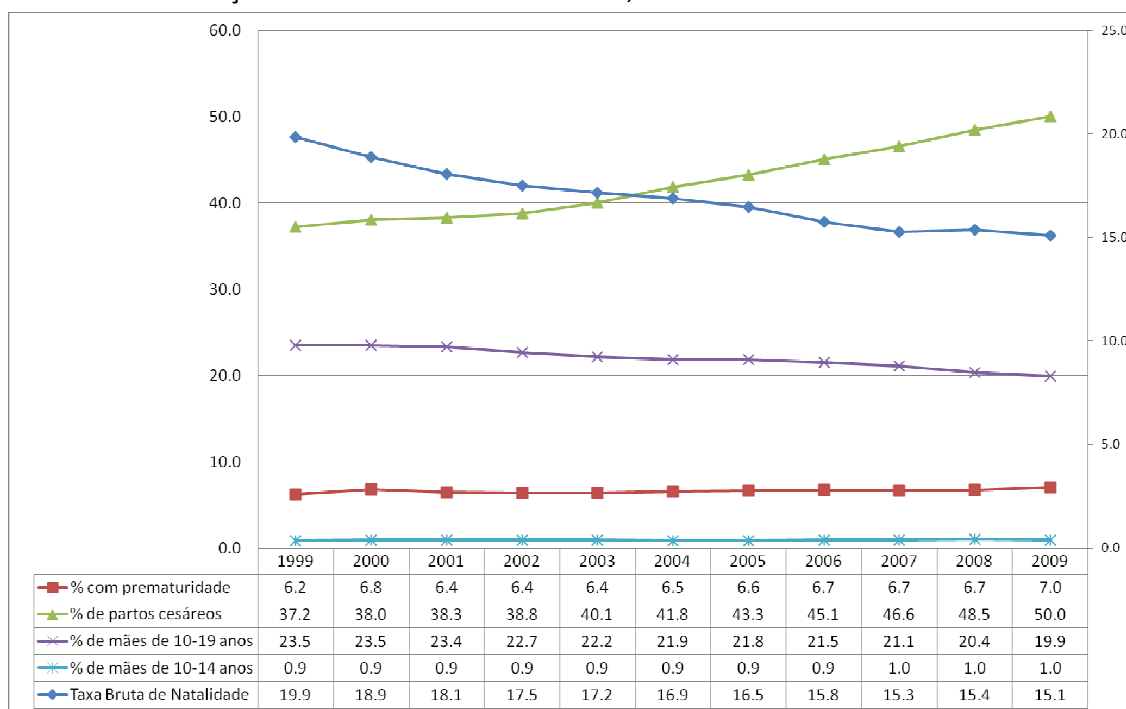
O percentual de nascidos prematuros no país foi de cerca de 6% do total de nascimentos no ano de 1999; a série apresenta incremento de 0,5% durante o período; no ano de 2009 ocorreu um total de 7% de partos com prematuridade.

O percentual de partos cesáreos apresentou incremento em todos os anos da série. Em 1999 observaram-se 37,2% de partos cesáreos, em 2009 o percentual atingiu 50%, isto é, um incremento de 13%.

O percentual de mães com idade entre 10 a 19 anos apresentou diminuição ao longo da série. Em 1999 o percentual de mães com idade entre 10 a 19 anos era de 23,5%, sem variação até o ano de 2001. Nos anos seguintes ocorreu diminuição no percentual de mães com idade entre 10 a 19 anos. A série se encerra com cerca de 20% dos nascimentos em mulheres com idade entre 10 a 19 anos.

As mães com idade entre 10 a 14 anos responderam por aproximadamente 0,9% dos nascimentos no Brasil. Nos anos de 2007, 2008 e 2009, 1% dos nascimentos foi de mães com idade entre 10 a 14 anos.

Gráfico 1 - Informações sobre Nascimentos no Brasil, 1999 - 2009.



Fonte: SINASC / IBGE

O gráfico 2 apresenta informações relativas aos nascimentos no Estado do Rio de Janeiro no período de 1999 a 2009. A taxa de bruta de natalidade no estado apresentou valores menores que o observado no país, com diminuição no número de eventos ao longo da série. No ano de 1999 a taxa bruta de natalidade no estado do Rio de Janeiro era de 20 nascidos vivos em cada 1.000 habitantes; nos anos seguintes ocorreu diminuição na taxa de natalidade chegando-se a 14 nascimentos por 1.000 habitantes em 2005. Em 2009 a taxa foi de 13 nascimentos por 1.000 habitantes.

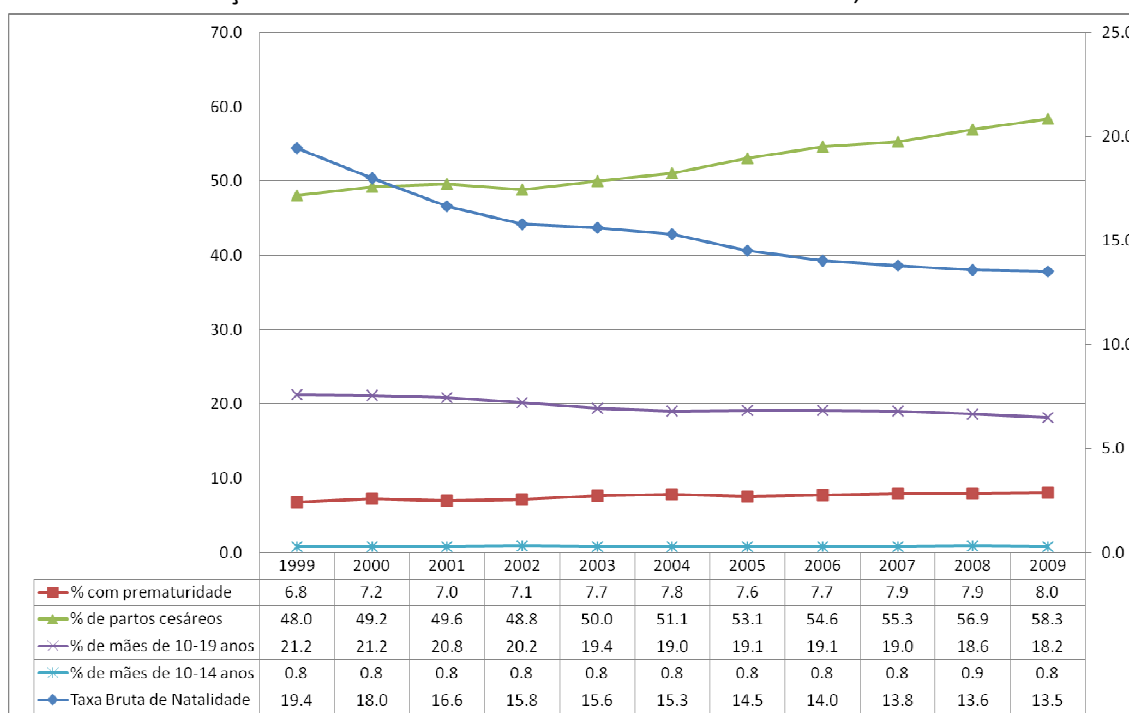
O percentual de nascidos prematuros no Estado do Rio de Janeiro foi em torno de 6,8% do total de nascimentos no ano de 1999. A série mostra oscilações com tendência de incremento. Observa-se um total de 8% de partos com prematuridade no ano de 2009, o que equivale a um incremento de 1,2% no total de prematuros quando se compara o início e o fim da série.

O percentual de partos cesáreos apresentou aumento em todos os anos da série. No Estado do Rio de Janeiro o percentual de partos cesáreos no início da série é maior que o observado no país, e o incremento percentual exibe comportamento semelhante, embora de menores proporções. Em 1999 observaram-se 48% de partos cesáreos e em 2009 estes corresponderam a 58%, ou seja, um incremento de 10%.

O percentual de mães com idade entre 10 a 19 anos apresentou diminuição no estado ao longo da série. Em 1999 o percentual de mães com idade entre 10 a 19 anos era de 21%. A série se encerra com aproximadamente 18% dos nascimentos em mulheres com idade entre 10 a 19 anos.

As mães com idade entre 10 a 14 anos responderam por quase 0,8% dos nascimentos no estado durante toda a série observada.

Gráfico 2 - Informações sobre Nascimentos no Estado do Rio de Janeiro, 1999 - 2009.



Fonte: SINASC / IBGE

O gráfico 3 apresenta as informações relativas aos nascimentos no município de Angra dos Reis no período de 1999 a 2009. A taxa de bruta de natalidade em Angra dos Reis, assim como no restante do país, vem apresentando diminuição. No ano de 1999 a taxa bruta de natalidade em Angra dos Reis foi de 30 nascidos vivos em cada 1.000 habitantes; em 2000 a taxa caiu para 22 nascimentos, com pequena oscilação, em torno de 20 nascimentos por 1.000 habitantes, até o ano de 2005, quando passou a apresentar diminuição sistemática de cerca de um nascimento por ano, até o ano de 2009, quando alcançou 15 nascimentos por 1.000 habitantes.

O percentual de nascidos prematuros inicia a série, com cerca de 8% do total de nascimentos no ano de 1999; a série oscila em torno de 1,5 pontos percentuais

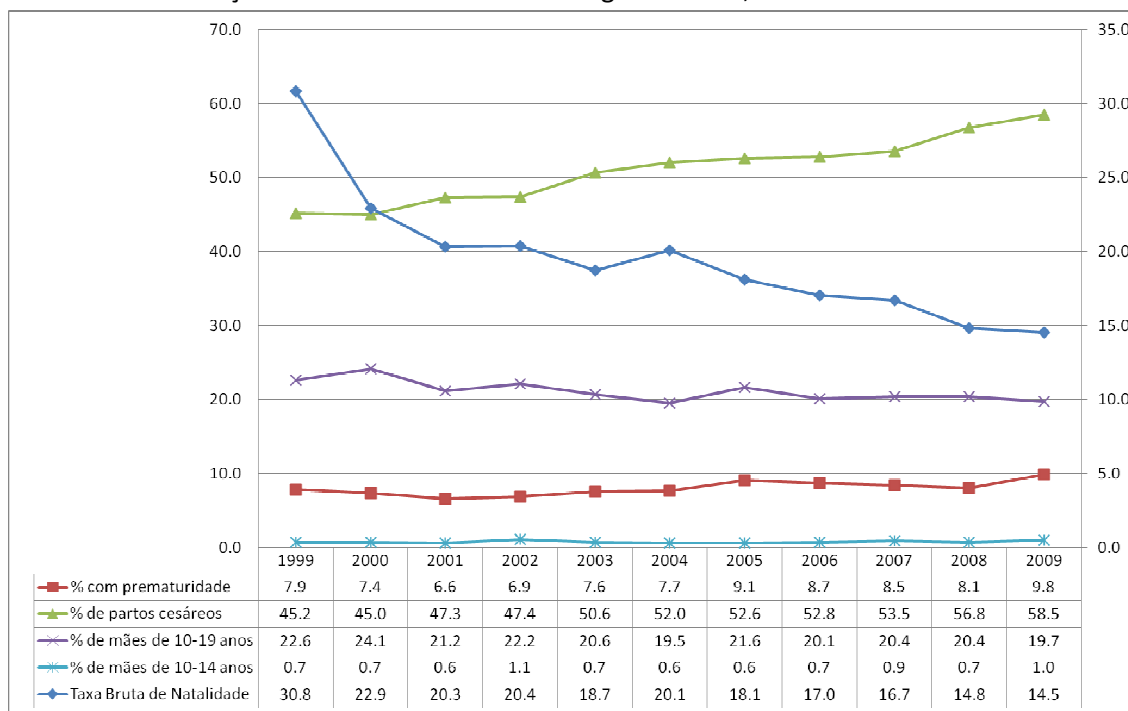
durante o período; no ano de 2005 observa-se o 2º maior percentual de nascidos com prematuridade, cerca de 9% do total de nascidos em Angra dos Reis.

O percentual de partos cesáreos apresenta incremento em todos os anos da série. Os maiores incrementos observados ocorreram nos anos de 2001, com 2,4%, e em 2003 e 2008, com elevação de 3,2%. O percentual de partos cesáreos cresceu mais de 13% no período entre 1999 a 2009, chegando a 58,8%.

O percentual de mães com idade entre 10 a 19 anos foi de cerca de 20% durante o período de análise, com tendência de diminuição ao longo da série. Em 1999 o percentual de mães com idade entre 10 a 19 anos era de 22,6% e até 2004 esse percentual apresentou diminuição. No ano de 2005 ocorreu incremento de 2%, e nos anos seguintes observou-se diminuição do percentual. A série se encerra com cerca de 20% dos nascimentos em mulheres com idade entre 10 a 19 anos.

As mães com idade entre 10 a 14 anos responderam aproximadamente por 0,7% dos nascimentos na cidade de Angra dos Reis. No ano de 2002 observou-se o maior percentual de nascimentos com mães em idade de 10 a 14 anos (cerca de 1%), seguindo-se o ano de 2007, com 0,9% e 2009 com 1%.

Gráfico 3 - Informações sobre Nascimentos em Angra dos Reis, 1999 - 2009.



Fonte: SINASC / IBGE

O gráfico 4 apresenta as informações relativas aos nascimentos nos municípios da AI no período de 1999 a 2009. A taxa de bruta de natalidade na AI, assim como no restante do país, vem apresentando diminuição no número de eventos. No ano de 1999 a taxa bruta de natalidade na AI era de 22 nascidos vivos em cada 1.000 habitantes; em 2001 a taxa caiu para 19 nascimentos, com pequena oscilação. No ano de 2005 a taxa de natalidade apresentou aproximadamente 15 nascimentos por 1.000 habitantes, com pouca variação até o final da série.

O percentual de nascidos prematuros na AI é o menor observado entre as unidades de análise. Apenas no ano de 2005 se observa um comportamento diferenciado na série, com 8% dos partos apresentando prematuridade.

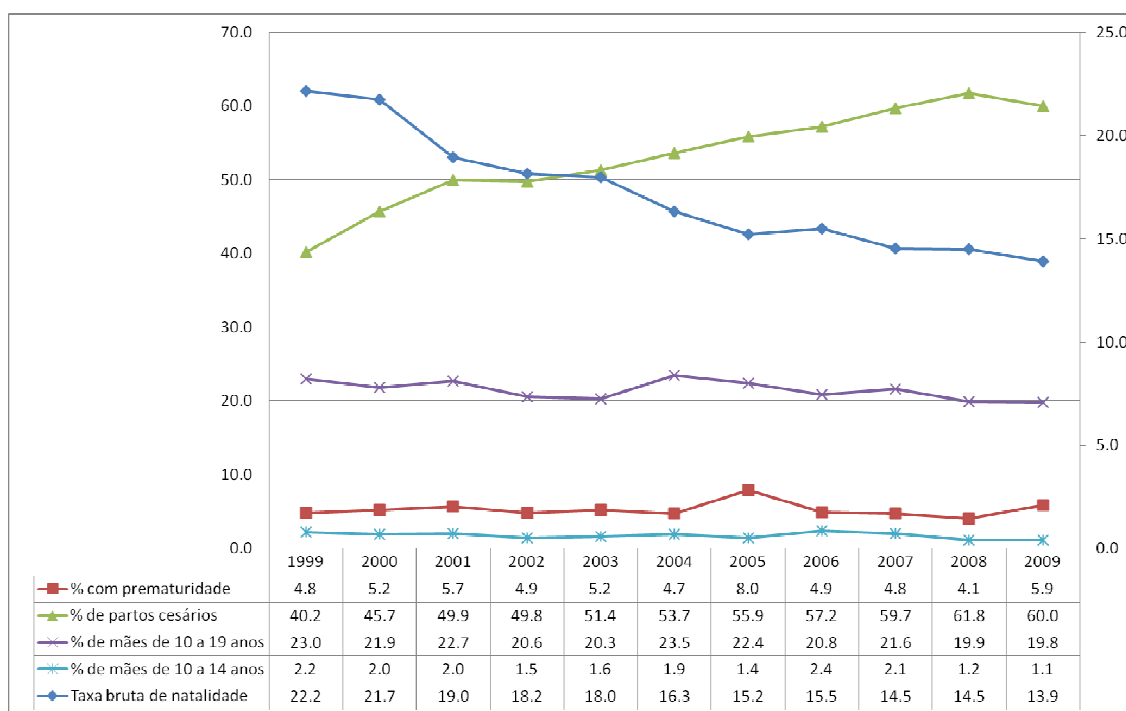
O percentual de partos cesáreos apresentou incremento em todos os anos da série. No período de 1999 a 2009 o percentual de partos cesáreos cresceu cerca de 20%.

O percentual de mães com idade entre 10 a 19 anos foi de cerca de 23% durante o período de análise, com tendência de diminuição ao longo da série. Em 1999 o percentual de mães com idade entre 10 a 19 anos foi de 23%. O maior percentual observado ocorreu no ano de 2004 com aproximadamente 23,5% dos nascimentos em mulheres com idade entre 10 a 19 anos. A série se encerra com aproximadamente 19% dos nascimentos em mulheres com idade entre 10 a 19 anos.

As mães com idade entre 10 a 14 anos responderam por cerca de 2% dos nascimentos na AI. No ano de 2006 houve o maior percentual de nascimentos em mulheres com idade entre 10 a 14 anos, com 2,4% dos nascimentos ocorridos em mães nessa faixa etária; a série se encerra com percentual de 1,1%.

Gráfico 4 - Informações sobre nascimentos na Área de Influência Indireta, 1999 - 2009.

Leite, TCSB; Da Silva, IPM; Januzzi, DMS; Higino, TN; Santos, TR, Xavier, DR; Barros, HS; Matos, VP; Valverde, N.



Fonte: SINASC / IBGE

O gráfico 5 apresenta as informações relativas aos nascimentos nos municípios da AC no período de 1999 a 2009. A AC apresenta a menor taxa de bruta de natalidade entre as áreas de estudo quando comparada com o Estado do Rio de Janeiro e com o país. No ano de 1999 a taxa bruta de natalidade na AII foi de 19 nascidos vivos em cada 1.000 habitantes; em 2001 a taxa caiu para 19 nascimentos, apresentando oscilação, e diminuição nos anos seguintes, chegando a 12,8 nascimentos por 1.000 habitantes no fim do período.

O percentual de nascidos prematuros na AC apresentou percentuais estáveis em torno de 6% durante toda a série de análise, apresentando incremento e alto percentual de prematuros no ano de 2009.

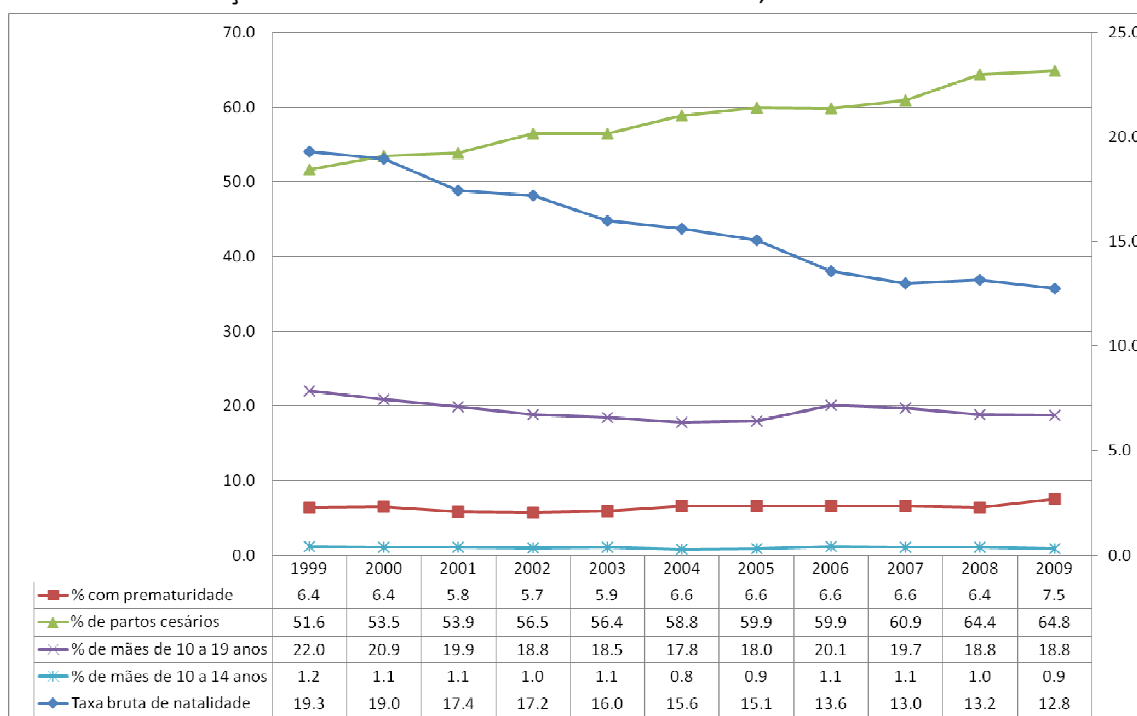
O percentual de partos cesáreos mostra incremento em todos os anos da série. Desde início da série a AC apresentava alta proporção de partos cesáreos, com valores acima das demais áreas de análise. Entre o período de 1999 a 2009, o percentual de partos cesáreos cresceu em torno de 13%.

O percentual de mães com idade entre 10 a 19 anos iniciou a série com aproximadamente 22%; esse percentual apresentou diminuição até o ano de 2004; em 2005 o percentual sofreu um incremento, assim como no ano de 2006, quando se

observaram 20% dos partos em mulheres nessa faixa etária; nos anos seguintes observou-se diminuição no percentual de partos em mulheres com idade entre 10 a 19 anos. A série termina com 18% dos partos nessa faixa etária.

As mães com idade entre 10 a 14 anos responderam por cerca de 1% dos nascimentos na AC, havendo pequena oscilação na série analisada.

Gráfico 5 - Informações sobre nascimentos na Área de Controle, 1999 - 2009.



Fonte: SINASC / IBGE

O gráfico 6 apresenta as informações relativas aos nascimentos no município de Cabo Frio no período de 1999 a 2009. A taxa bruta de natalidade em Cabo Frio, assim como no restante do país, vem apresentando diminuição no número de eventos. No ano de 1999 a taxa bruta de natalidade em Cabo Frio foi de 22 nascidos vivos em cada 1.000 habitantes; em 2001 caiu para 19 nascimentos, com pequena oscilação, em torno de 20 nascimentos por 1.000 habitantes, até o ano de 2007, quando diminuiu para 17 nascimentos por 1.000 habitantes, e 15,7 no ano seguinte.

O percentual de nascidos prematuros inicia a série com cerca de 6% do total de nascimentos no ano de 1999; a série apresentou oscilação durante todo o período. O menor percentual observado ocorreu em 2004, com 2,8%; em 2007 o percentual de

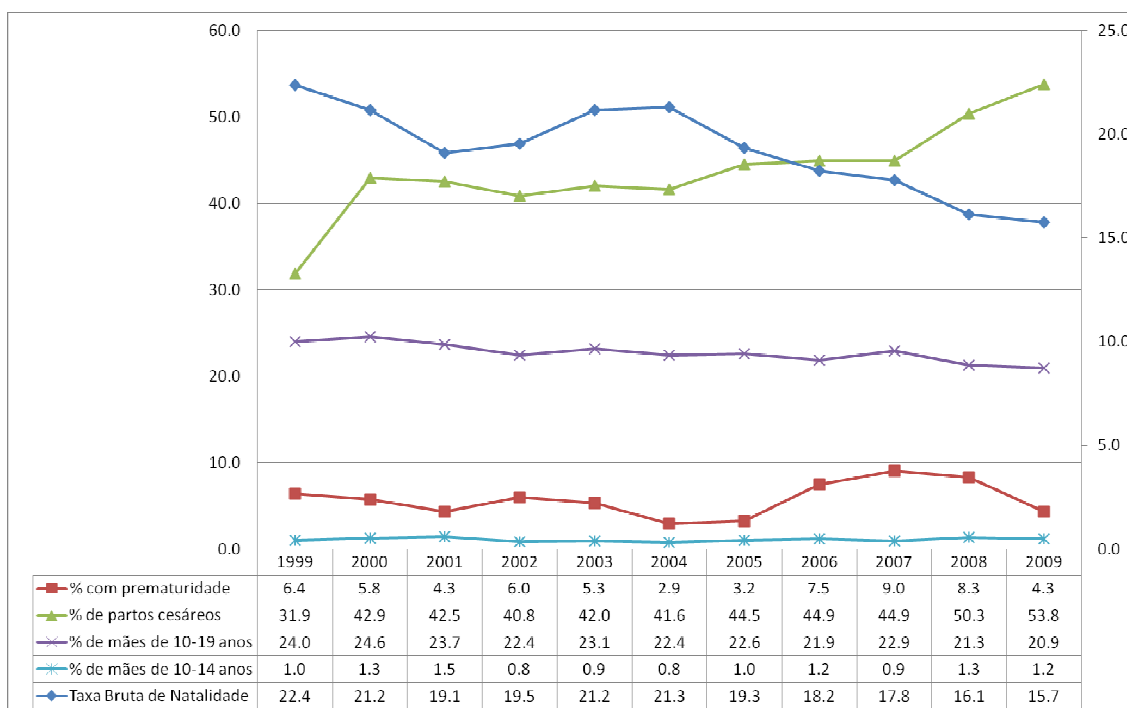
nascimentos apresentou incremento, atingindo 9%; a série se encerra com 4% dos partos apresentando prematuridade em Cabo Frio.

O percentual de partos cesáreos apresenta incremento em todos os anos da série. Os maiores incrementos observados ocorreram no anos de 2000, com 11% mais partos cesáreos em relação ao período anterior, e no ano de 2008, com mais de 50% dos partos cesáreos. Entre 1999 e 2009, o percentual de partos cesáreos cresceu mais de 20%.

O percentual de mães com idade entre 10 a 19 anos foi em torno de 21% durante o período de análise, com tendência de diminuição ao longo da série. Em 1999 o percentual de mães com idade entre 10 a 19 anos foi de 24%. O maior percentual observado ocorreu no ano de 2000, com aproximadamente 24% dos nascimentos em mulheres com idade entre 10 a 19 anos. A série termina com mais ou menos 21% dos nascimentos em mulheres com idade entre 10 a 19 anos.

As mães com idade entre 10 a 14 anos responderam por cerca de 1% dos nascimentos na cidade de Cabo Frio. No ano de 2001 observou-se o maior percentual de nascimentos em mulheres com idade de 10 a 14 anos (em torno de 1,5); a série se encerra com percentual de 1,2%.

Gráfico 6 - Informações sobre nascimentos em Cabo Frio, 1999 - 2009.



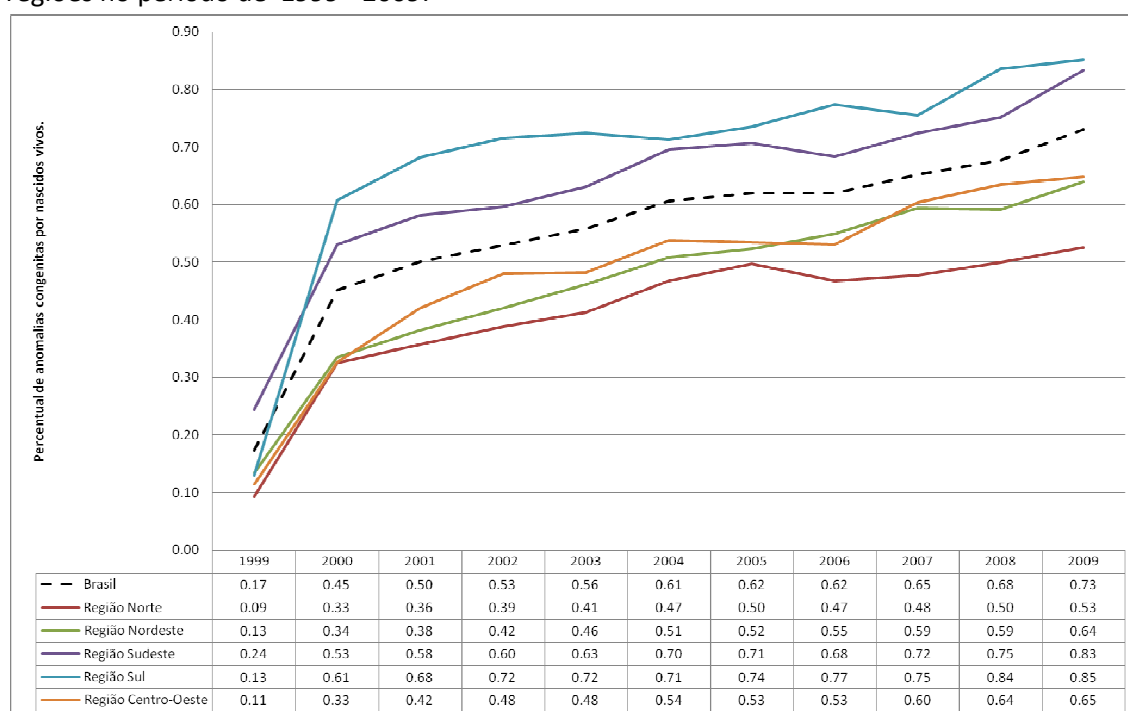
Fonte: SINASC / IBGE

7.2 Informações sobre Anomalias Congênicas

O gráfico 7 apresenta a série histórica do percentual de prevalência de anomalias congênicas por nascidos vivos no país. A partir do ano de 1999, quando é implantado o campo 34 na declaração de nascidos vivos, observou-se incremento na taxa de anomalias congênicas em todas as regiões. Em todo o país o percentual de casos de anomalias congênicas é de 0,73%, sendo a maior taxa observada na região Sul, com 0,85%; seguida da região Sudeste, com 0,83%; da região Centro-oeste, com 0,65%; da região Nordeste, com 0,64% e da região Norte, com 0,53%.

Os resultados sugerem haver ocorrido influência em razão do preenchimento das informações na DNV, já que as regiões Sul e Sudeste apresentam melhor estrutura dos serviços de saúde e, por conseguinte, melhor preenchimento das DNV, sobretudo no campo 34. Entretanto, os números ainda mostram resultados muito inferiores ao valor esperado pela OMS, e que seria de 2 a 3% de anomalias congênicas na população de nascidos vivos.

Gráfico 7 - Percentual de prevalência anomalias congênicas segundo nascidos vivos no Brasil e regiões no período de 1999 - 2009.



Fonte: SINASC

A tabela 1 se refere ao número de casos de anomalias congênicas, de nascidos vivos e à taxa média de prevalência de anomalias congênicas por 1.000 nascidos vivos no município de Angra dos Reis, nas Áreas de Influência Indireta e de Controle e em Cabo Frio, nos períodos de 1999 a 2001, 2002 a 2004, 2005 a 2007 e 2008 a 2009.

Os resultados para o período de 1999 a 2001 apresentaram distribuição igual de anomalias congênicas em ambos os sexos no município de Angra dos Reis, totalizando 28 (1,2%) nascidos vivos com anomalias congênicas. Na Área de Influência Indireta foram registrados cinco casos de anomalias congênicas no sexo masculino e três no sexo feminino. Uma prevalência total de 4,5 anomalias congênicas no período. A AC apresentou maior prevalência de anomalias congênicas no sexo masculino, com média de 66 nascimentos no período; 57 nascidos do sexo feminino apresentaram anomalias congênicas e prevalência de 4,4. Em Cabo Frio houve oito nascidos vivos do sexo masculino e dois do sexo feminino com anomalias congênicas no período de 1999 a 2001. A prevalência de nascimentos com algum tipo de anomalia congênita foi de 3,8 por 1.000 nascidos vivos.

No período de 2002 a 2004 houve uma pequena diferença entre o número de casos de anomalias congênicas no sexo masculino em relação ao sexo feminino no município de Angra dos Reis. Foram 12 e 10 nascimentos com anomalias congênicas, respectivamente, nos sexos masculino e feminino. O total de nascidos vivos com anomalias congênicas diminuiu em relação ao período anterior. Ao redor de 8,6 por 1.000 nascidos vivos apresentaram algum tipo de anomalia congênita. A AI apresentou maior prevalência de anomalias congênicas em nascidos vivos do sexo feminino com quatro casos, sendo apenas um no sexo masculino, com um total de 3,1 por 1.000 nascimentos com algum tipo de anomalia. Na AC, a distribuição de anomalias em ambos os sexos foi aproximadamente igual, com 77 casos no sexo masculino e 76 no sexo feminino. A prevalência de anomalias aumentou em relação ao período anterior, passando a 6,2. Em Cabo Frio ocorreram nove casos de nascidos vivos com anomalias congênicas no sexo masculino e seis casos no sexo feminino. A prevalência de nascidos vivos com anomalias congênicas também aumentou em relação ao período anterior, atingindo 5,9 por 1.000.

No período entre 2005 a 2007 o município de Angra dos Reis apresentou diferença entre os nascidos vivos do sexo masculino e feminino. Foram 17 nascidos vivos do sexo masculino e 10 do sexo feminino com anomalias congênicas. Entre o total de nascidos vivos, a prevalência total de anomalia congênita foi de 10,8. Na AI foram observados seis casos de anomalia congênita no sexo masculino e quatro casos no sexo feminino. Aproximadamente 6,6 por 1.000 nascidos vivos apresentaram algum tipo de anomalia congênita no período. Na AC houve 78 casos de anomalias congênicas no sexo masculino e 66 casos no sexo feminino. Do total de nascidos vivos, 6,6 em cada 1.000 apresentaram anomalia congênita. No município de Cabo Frio o número de nascidos vivos com anomalia congênita em relação ao sexo apresentou proximidade. Foram 11 casos no sexo masculino e 10 no sexo feminino. Da média de 3.048 nascidos no período, ocorreu prevalência de anomalias congênicas 6,8 em cada 1.000.

Durante o período de 2008 a 2009, o município de Angra dos Reis teve o mesmo número de nascidos vivos com anomalias congênicas em relação ao sexo. Foram 19 nascidos vivos com anomalias congênicas em ambos os sexos e prevalência de 15,5 por 1.000 nascidos vivos no período. A AI apresentou 12 nascimentos com anomalias congênicas no período no sexo masculino e três no sexo feminino, de uma média total de 1.511 nascidos vivos. A AC teve média de 128 nascidos vivos com anomalias congênicas; destes, 70 correspondem ao sexo masculino e 58 ao feminino. No município de Cabo Frio a distribuição das anomalias congênicas foi igual entre os sexos, de um total de 18 casos que correspondem a prevalência de 6,6 por 1.000 nascidos vivos.

Tabela 1 – Número de anomalias congênicas, nascidos vivos à média de prevalência de anomalias congênicas por 1.000 nascidos vivos, no município de Angra dos Reis, Área de Influência Indireta, Área de Controle e Cabo Frio, no período de 1999 a 2001, 2002 a 2004, 2005 a 2007 e 2008 a 2009.

	Angra dos Reis			Área de Influência Indireta			Área de Controle			Cabo Frio		
	Anomalias Congênicas	Nascidos Vivos	Taxa	Anomalias Congênicas	Nascidos Vivos	Taxa	Anomalias Congênicas	Nascidos Vivos	Taxa	Anomalias Congênicas	Nascidos Vivos	Taxa
1999 – 2001												
Mas	14	1371	10.21	5	912	5.48	66	14050	4.70	8	1346	5.94
Fem	14	1368	10.23	3	866	3.46	57	13466	4.23	2	1271	1.57
Total	28	2739	10.22	8	1778	4.50	123	27516	4.47	10	2617	3.82
2002 – 2004												
Mas	12	1314	9.13	1	788	1.27	77	12490	6.16	9	1482	6.07
Fem	10	1242	8.05	4	782	5.12	76	11984	6.34	6	1466	4.09
Total	22	2556	8.61	5	1570	3.18	153	24474	6.25	15	2948	5.09
2005 – 2007												
Mas	17	1269	13.40	6	758	7.92	78	12012	6.49	11	1565	7.03
Fem	10	1219	8.20	4	739	5.41	66	11584	5.70	10	1482	6.75
Total	27	2488	10.85	10	1497	6.68	144	23596	6.10	21	3047	6.89
2008 – 2009												
Mas	19	1257	15.12	12	807	14.87	70	11835	5.91	9	1515	5.94
Fem	19	1186	16.02	3	704	4.26	58	11178	5.19	9	1406	6.40
Total	38	2443	15.55	15	1511	9.93	128	23013	5.56	18	2921	6.16

Fonte: DataSUS/SINASC

A tabela 2 apresenta o cálculo de coeficiente de correlação de Pearson para as taxas de anomalias congênicas entre as unidades de análise desagregadas e entre os extratos categorizados segundo a distância das instalações nucleares; Angra dos Reis, All, AC e Cabo Frio, no período de 1999 a 2001, 2002 a 2004, 2005 a 2007 e 2008 a 2009.

O cálculo do coeficiente de correlação para o período de 1999 a 2001 apresentou resultados estatisticamente significantes, e correlação fraca e inversa no sexo masculino (-0,354, $p < 0,05$) e no total de anomalias congênicas (-0,344, $p < 0,05$).

No período de 2002 a 2004 e de 2005 a 2007 não se observa coeficiente de correlação de Pearson com resultados estatisticamente significantes.

O período de 2008 a 2009 apresentou coeficiente de correlação fraca e inversa, com significância estatística nas prevalências observadas no sexo masculino, tanto na categoria de exposição segundo extratos de análise (-0,484, $p < 0,01$), quanto à distância individual em km das unidades de análises desagregadas em relação às instalações nucleares (-0,445, $p < 0,01$). A prevalência total de anomalias congênicas no período apresentou correlação fraca com significância estatística somente na análise

com a variável categoria de exposição segundo extratos (-0,329, $p < 0,05$), o que indica que os extratos que apresentaram maior distância das instalações nucleares apresentaram menores prevalências.

Tabela 2 – Coeficiente de correlação de Pearson segundo classificação de extratos de distância até 30 km, 30 a 50 km, 50 a 100km das instalações nucleares e Cabo Frio, no período de 1999 a 2001, 2002 a 2004, 2005 a 2007 e 2008 a 2009.

Prevalência de anomalias congênicas 1999 a 2001		Categorias de exposição segundo extratos.	Distância das instalações nucleares - Km.
Masculino	correlação	-0,098	-0,354*
	p-valor	0,509	0,013
Feminino	correlação	-0,232	-0,193
	p-valor	0,112	0,189
Total	correlação	-0,195	-0,344*
	p-valor	0,185	0,017

Prevalência de anomalias congênicas 2002 a 2004		Categorias de exposição segundo extratos.	Distância das instalações nucleares - Km.
Masculino	correlação	0,128	0,093
	p-valor	0,385	0,529
Feminino	correlação	-0,024	0,053
	p-valor	0,874	0,720
Total	correlação	0,075	0,125
	p-valor	0,612	0,397

Prevalência de anomalias congênicas 2005 a 2007		Categorias de exposição segundo extratos.	Distância das instalações nucleares - Km,
Masculino	correlação	-0,189	-0,258
	p-valor	0,199	0,076
Feminino	correlação	0,034	-0,089
	p-valor	0,821	0,549
Total	correlação	-0,128	-0,253
	p-valor	0,385	0,083
	N	48	48

Prevalência de anomalias congênicas 2008 a 2009		Categorias de exposição segundo extratos,	Distância das instalações nucleares - Km,
Masculino	correlação	-0,484**	-0,445**
	p-valor	0,000	0,002
Feminino	correlação	0,036	0,130
	p-valor	0,808	0,377
Total	correlação	-0,329*	-0,204
	p-valor	0,023	0,165
	N	48	48

* $p < 0,005$ e ** $p < 0,001$

(Santos, 2007) Interpretação da Correlação de Pearson: $r = 1$ (perfeita positiva); 0 (nula); -1 (perfeita negativa)

$r = 1$ (perfeita positiva); $0,8 \leq r < 1$ (forte positiva); $0,5 \leq r < 0,8$ (moderada positiva); $0,1 \leq r < 0,5$ (fraca positiva); $0 \leq r < 0,1$ (infima positiva)

$r = -1$ (perfeita negativa); $-0,8 \leq r < -1$ (forte negativa); $-0,5 \leq r < -0,8$ (moderada negativa); $-0,1 \leq r < -0,5$ (fraca negativa);

$0 \leq r < -0,1$ (infima negativa).

A tabela 3 apresenta os dados de prevalência, mortalidade e percentual de letalidade por anomalias congênicas em Angra dos Reis, AII, AC e Cabo Frio, nos períodos de 1999 a 2001, 2002 a 2004, 2005 a 2007 e 2008 a 2009. As informações da tabela 3 ajudam a entender o comportamento da análise de correlação quando se comparam Angra dos Reis ou o extrato até 30 km das instalações nucleares com as demais áreas de estudo. O cálculo de letalidade foi obtido através da razão entre a prevalência e os óbitos observados de anomalias congênicas.

No período de 1999 a 2001, o município de Angra dos Reis apresentou percentual de 46% de letalidade para anomalias congênicas. Na AII esse percentual foi de 62%, na AC 90%. No município de Cabo Frio, o percentual de óbitos relacionados a

anomalias congênicas foi de 80%. No entanto, observou-se que em Cabo Frio, no sexo feminino, ocorreram dois casos de anomalias congênicas e quatro óbitos no período.

No período de 2002 a 2004, o município de Angra dos Reis apresentou 45% de letalidade por anomalias congênicas. Na AI observou-se maior número de óbitos que o número prevalente de anomalias congênicas. O sexo masculino apresentou quatro óbitos e apenas um caso de anomalia congênita. Na AC observou-se o percentual de 64% letalidade por anomalias congênicas. Em Cabo Frio observou-se letalidade de 60% nas anomalias congênicas encontradas.

Entre o período de 2005 a 2007, o município de Angra dos Reis apresentou percentual de 40% de letalidade para anomalias congênicas. Na AI 50% das anomalias congênicas tiveram como desfecho o óbito. Na AC, 59% dos casos de anomalias congênicas foram a óbito. Em Cabo Frio 31% dos casos de anomalias congênicas do município chegaram a óbito.

O período de 2008 a 2009 apresentou o menor percentual de letalidade por anomalias congênicas no município de Angra dos Reis, com 24%. Observou-se também o menor percentual na AI, com 20% de letalidade. Na AC observou-se percentual de letalidade de 44%. Em Cabo Frio o percentual de letalidade encontrado foi de 61%.

Tabela 3 – Prevalência, mortalidade e letalidade de Anomalias congênicas em Angra dos Reis, Área de Influência Indireta, Área de Controle e Cabo Frio, nos períodos de 1999 a 2001, 2002 a 2004, 2005 a 2007 e 2008 a 2009.

	Angra dos Reis			Área de Influência Indireta			Área de Controle			Cabo Frio		
1999 – 2001												
	Prevalência	Óbito	%	Prevalência	Óbito	%	Prevalência	Óbito	%	Prevalência	Óbito	%
Mas	14	6	42.86	5	3	60.00	66	59	89.39	8	4	50.00
Fem	14	7	50.00	3	2	66.67	57	52	91.23	2	4	200.00
Total	28	13	46.43	8	5	62.50	122	111	90.98	10	8	80.00
2002 – 2004												
	Prevalência	Óbito	%	Prevalência	Óbito	%	Prevalência	Óbito	%	Prevalência	Óbito	%
Mas	12	5	41.67	1	4	400.00	77	48	62.34	9	4	44.44
Fem	10	5	50.00	4	2	50.00	76	50	65.79	6	5	83.33
Total	22	10	45.45	5	6	120.00	153	98	64.05	15	9	60.00
2005 – 2007												
	Prevalência	Óbito	%	Prevalência	Óbito	%	Prevalência	Óbito	%	Prevalência	Óbito	%
Mas	17	7	41.18	6	2	33.33	78	52	66.67	11	3	27.27
Fem	10	4	40.00	4	3	75.00	66	34	51.52	10	4	40.00
Total	27	11	40.74	10	5	50.00	145	86	59.31	22	7	31.82

2008 – 2009												
	Prevalência	Óbito	%	Prevalência	Óbito	%	Prevalência	Óbito	%	Prevalência	Óbito	%
Mas	19	3	15.79	12	2	16.67	70	32	45.71	9	6	66.67
Fem	19	6	31.58	3	1	33.33	58	25	43.10	9	5	55.56
Total	37	9	24.32	15	3	20.00	128	57	44.53	18	11	61.11

A tabela 4 apresenta a prevalência observada e esperada, segundo parâmetros da OMS, de anomalias congênicas em Angra dos Reis, All, AC e Cabo Frio, no período de 1999 a 2001, 2002 a 2004, 2005 a 2007 e 2008 a 2009.

Observou-se que, segundo os parâmetros estimados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para prevalência de anomalias congênicas no mundo, todas as áreas de estudo apresentaram subnotificação de casos de anomalias congênicas.

Os dados de anomalias congênicas no município de Angra apresentaram em prevalência média de cerca de um por cento durante o período analisado na população de nascidos vivos. O maior percentual de anomalias ocorreu no período de 2008 a 2009, com aproximadamente de 1,5% de anomalias em relação ao total de nascidos vivos. O menor percentual de anomalias observado ocorreu no período de 2002 a 2004, com 0,86% de anomalias em relação ao total de nascidos vivos.

A All apresentou 0,44% de anomalias congênicas no período de 1999 a 2001. Observou-se que os municípios que compõem essa unidade de análise apresentaram melhora no preenchimento de informações relativas a anomalias congênicas. No período de 2008 a 2009, o percentual de anomalias congênicas correspondeu a 0,9% do total de nascidos vivos.

A AC apresentou 0,44% de anomalias entre os nascidos vivos analisados no período de 1999 a 2001. Dentre os municípios que compõem a AC, os dados sugerem que não houve alteração relevante nos registros de casos de anomalias congênicas, já que, no período de 2008 a 2009, em torno de 0,55% dos nascidos vivos apresentaram anomalias congênicas.

No município de Cabo Frio, o primeiro período de análise apresentou apenas 0,38% dos nascidos vivos com anomalias congênicas. Os dados sugerem que não houve uma melhora no preenchimento das informações sobre anomalias congênicas, pois no período de 2008 a 2009 foram observadas apenas 0,61% de anomalias registradas no total de nascidos vivos do município.

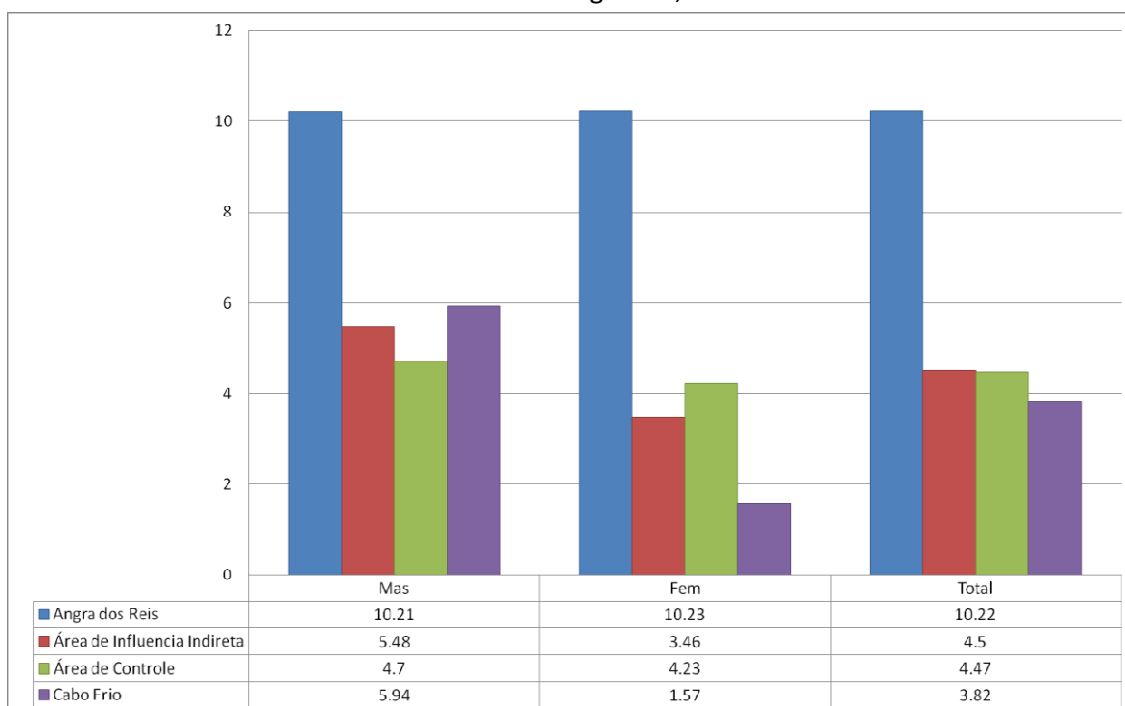
Tabela 4 – Prevalência observada e esperada de Anomalias congênicas em Angra dos Reis, Área de Influência Indireta, Área de Controle e Cabo Frio, no período de 1999 a 2001, 2002 a 2004, 2005 a 2007 e 2008 a 2009.

	Angra dos Reis			Área de Influência Indireta			Área de Controle			Cabo Frio		
1999 – 2001												
	Nascidos Vivos	Observado	Esperados*	Nascidos Vivos	Observado	Esperados*	Nascidos Vivos	Observado	Esperados*	Nascidos Vivos	Observado	Esperados*
Mas	1371	14	27	912	5	18	14050	66	281	1346	8	27
Fem	1368	14	27	866	3	17	13466	57	269	1271	2	25
Total	2739	28	54	1778	8	35	27516	123	550	2617	10	52
2002 – 2004												
	Nascidos Vivos	Observado	Esperados*	Nascidos Vivos	Observado	Esperados*	Nascidos Vivos	Observado	Esperados*	Nascidos Vivos	Observado	Esperados*
Mas	1314	12	26	788	1	16	12490	77	250	1482	9	30
Fem	1242	10	25	782	4	16	11984	76	240	1466	6	29
Total	2556	22	51	1570	5	32	24474	153	490	2948	15	59
2005 – 2007												
	Nascidos Vivos	Observado	Esperados*	Nascidos Vivos	Observado	Esperados*	Nascidos Vivos	Observado	Esperados*	Nascidos Vivos	Observado	Esperados*
Mas	1269	17	25	758	6	15	12012	78	240	1565	11	31
Fem	1219	10	24	739	4	15	11584	66	232	1482	10	30
Total	2488	27	49	1497	10	30	23596	144	472	3047	21	61
2008 – 2009												
	Nascidos Vivos	Observado	Esperados*	Nascidos Vivos	Observado	Esperados*	Nascidos Vivos	Observado	Esperados*	Nascidos Vivos	Observado	Esperados*
Mas	1257	19	25	807	12	16	11835	70	237	1515	9	30
Fem	1186	19	24	704	3	14	11178	58	224	1406	9	28
Total	2443	38	49	1511	15	30	23013	128	461	2921	18	58

*Cálculo estimativa de 2% do total de nascidos vivos esperados com algum tipo de anomalia (OMS)

O gráfico 2 apresenta a taxa de prevalência de anomalias congênicas no município de Angra dos Reis, nas Áreas de Influência Indireta e de Controle e em Cabo Frio, no período de 1999 a 2001. O município de Angra dos Reis apresentou prevalência média de prevalência de 10,2 casos de anomalias congênicas por 1.000 nascidos vivos do sexo masculino; no município de Cabo Frio, a prevalência foi de 5,9, na AI de 5,4, e na AC, de 4,7 casos. A prevalência de anomalias congênicas no sexo feminino foi de 10,2 nascimentos nessas condições em Angra dos Reis, de 4,2 na AC, de 3,4 na AI e de 1,5 casos de anomalias congênicas em Cabo Frio. A prevalência total em Angra dos Reis foi de 10,2 casos por 1.000 nascidos vivos e de cerca de quatro casos nas demais áreas de estudo.

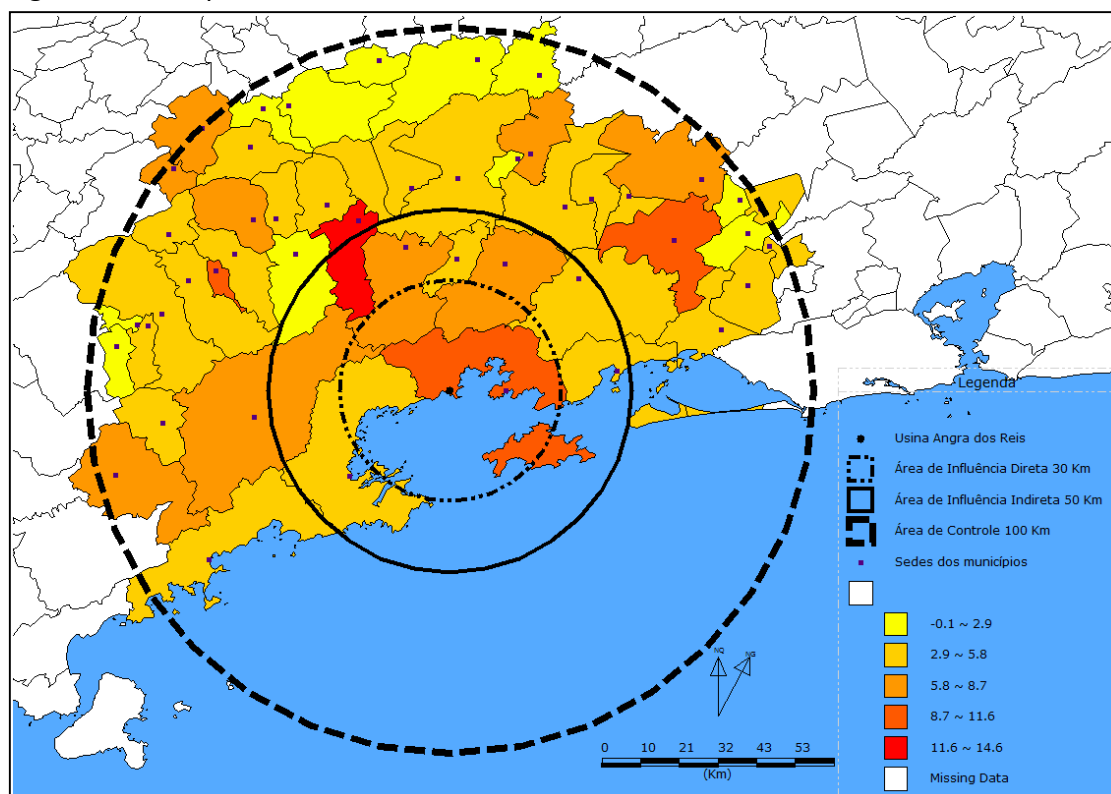
Gráfico 2 - Taxa de Prevalência de Anomalias Congênicas, 1999 - 2001.



Fonte: DataSUS/SINASC

A figura 2 apresenta a taxa de prevalência de anomalias congênicas por 1.000 nascidos vivos segundo os municípios analisados, no período de 1999 a 2001. A maior prevalência observada ocorreu no município de Areias, com 14 nascidos vivos com anomalias congênicas em cada 1.000 nascidos vivos, seguindo-se Piraí e Canas, ambos com prevalência de 10, os três municípios situados na AC. Na AI, o município de Bananal apresentou taxa de sete nascidos vivos com anomalias por 1.000 nascidos vivos. O município de Angra dos Reis teve prevalência de 10 e Cabo Frio a prevalência média foi de 4 por 1.000 nascidos vivos no período.

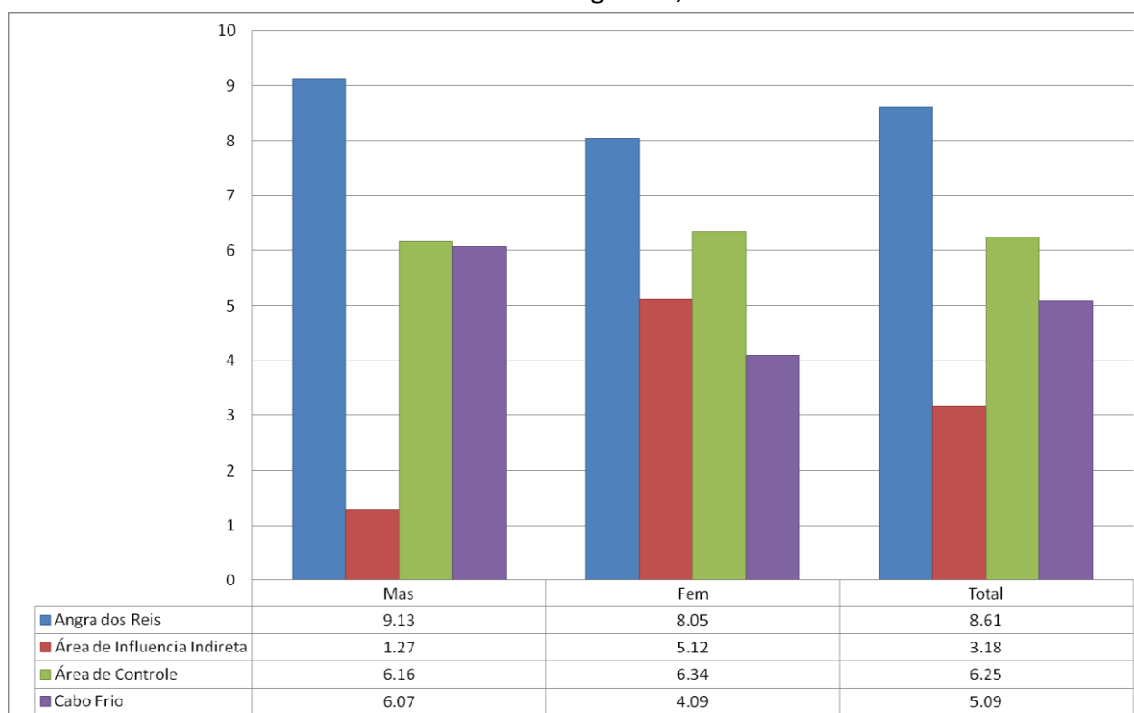
Figura 2 - Taxa de prevalência de anomalias congênicas por 1.000 nascidos vivos segundo municípios analisados, 1999 a 2001.



Fonte: IBGE/DataSUS
Elaboração própria

O gráfico 3 apresenta a taxa de prevalência de anomalias congênicas no município de Angra dos Reis, nas Áreas de Influência Indireta e de Controle e em Cabo Frio, no período de 2002 a 2004. O município de Angra dos Reis apresentou prevalência média de prevalência de 9,1 casos de anomalias congênicas por 1.000 nascidos vivos do sexo masculino. No município de Cabo Frio e na AC a prevalência média foi de cerca de seis casos; na AIi a prevalência foi de 1,2 anomalias congênicas para cada 1.000 nascidos vivos. A prevalência de anomalias congênicas no sexo feminino em Angra dos Reis foi de oito casos, de 6,3 casos por 1.000 nascidos vivos na AC e em torno de cinco nascidos vivos com anomalias congênicas na AIi e em Cabo Frio cerca de quatro. A prevalência média total de anomalias congênicas nos nascidos vivos em Angra dos Reis foi de 8,6 casos por 1.000 nascidos vivos, na AC foi de 6,2, em Cabo Frio, de cinco e na AIi de 3,2 casos por 1.000 nascidos vivos.

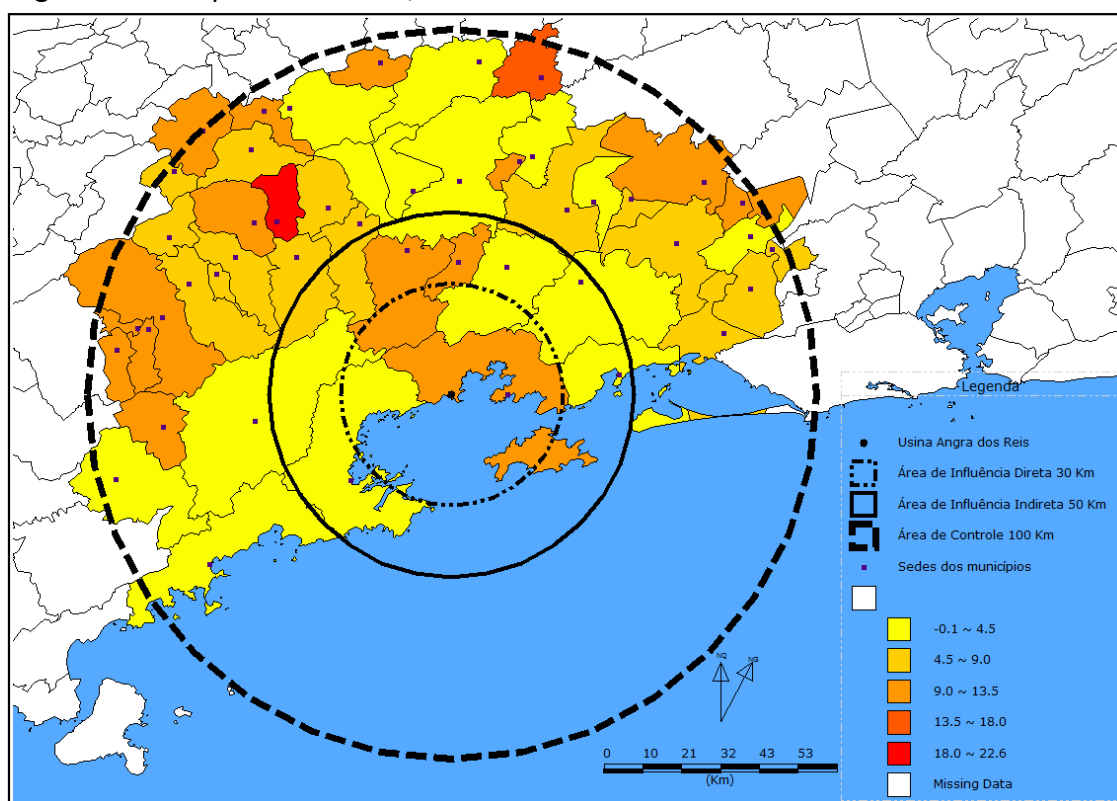
Gráfico 3 - Taxa de Prevalência de Anomalias Congênitas, 2002 - 2004.



Fonte: DataSUS/SINASC

A figura 3 apresenta a taxa de prevalência de anomalias congênitas por 1.000 nascidos vivos segundo os municípios analisados no período de 2002 a 2004. A maior prevalência observada ocorreu no município de Lavrinhas, com 22 nascidos vivos com anomalias congênitas em cada 1.000 nascidos vivos, seguindo-se Passa Vinte, com prevalência de 15, e Virgínia, com 13, estando os três municípios na AC. Na AI, os municípios Arapeí e São José dos Barreiros apresentaram prevalência de 10 nascidos vivos com anomalias por 1.000 nascidos vivos. O município de Angra dos Reis apresentou nove nascidos vivos com anomalias congênitas por 1.000 nascidos vivos. Em Cabo Frio, a média foi de 5 por 1.000 nascidos vivos no período.

Figura 3 - Taxa de prevalência de anomalias congênitas por 1.000 nascidos vivos segundo municípios analisados, 2002 a 2004.

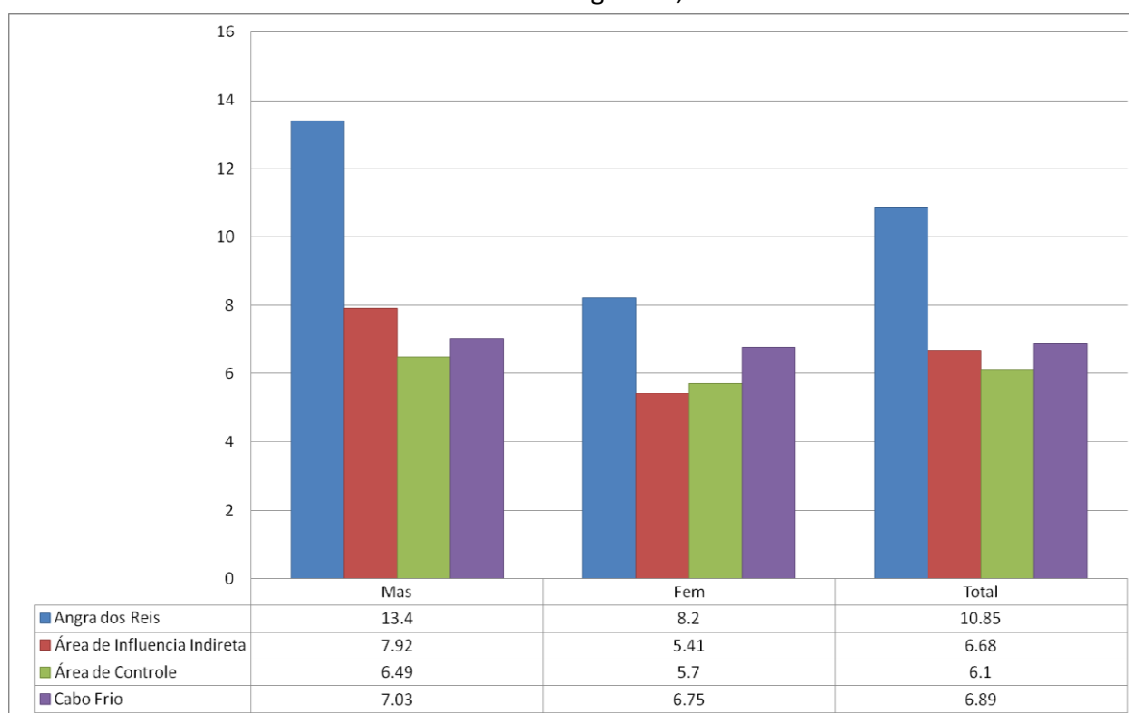


Fonte: IBGE/DataSUS

Elaboração própria

O gráfico 4 apresenta a prevalência de anomalias congênitas no município de Angra dos Reis, nas Áreas de Influência Indireta e de Controle e em Cabo Frio, no período de 2005 a 2007. O município de Angra dos Reis apresentou prevalência média de prevalência de 13,4 casos de anomalias congênitas por 1.000 nascidos vivos do sexo masculino. Na AII, a prevalência foi de 7,9, no município de Cabo Frio a prevalência média foi de sete casos e na AC, de 6,5 casos de anomalias congênitas para cada 1.000 nascidos vivos. A prevalência de anomalias congênitas no sexo feminino em Angra dos Reis foi de 8,2 casos por 1.000 nascidos vivos, no município de Cabo Frio de 6,7 casos por 1.000 nascidos vivos, na AC e na AII, em torno de cinco casos. A prevalência média total de anomalias congênitas em Angra dos Reis foi de 10,8 casos por 1.000 nascidos vivos, na AC de 6,1, em Cabo Frio e na AII aproximadamente de 6,6 casos por 1.000 nascidos vivos.

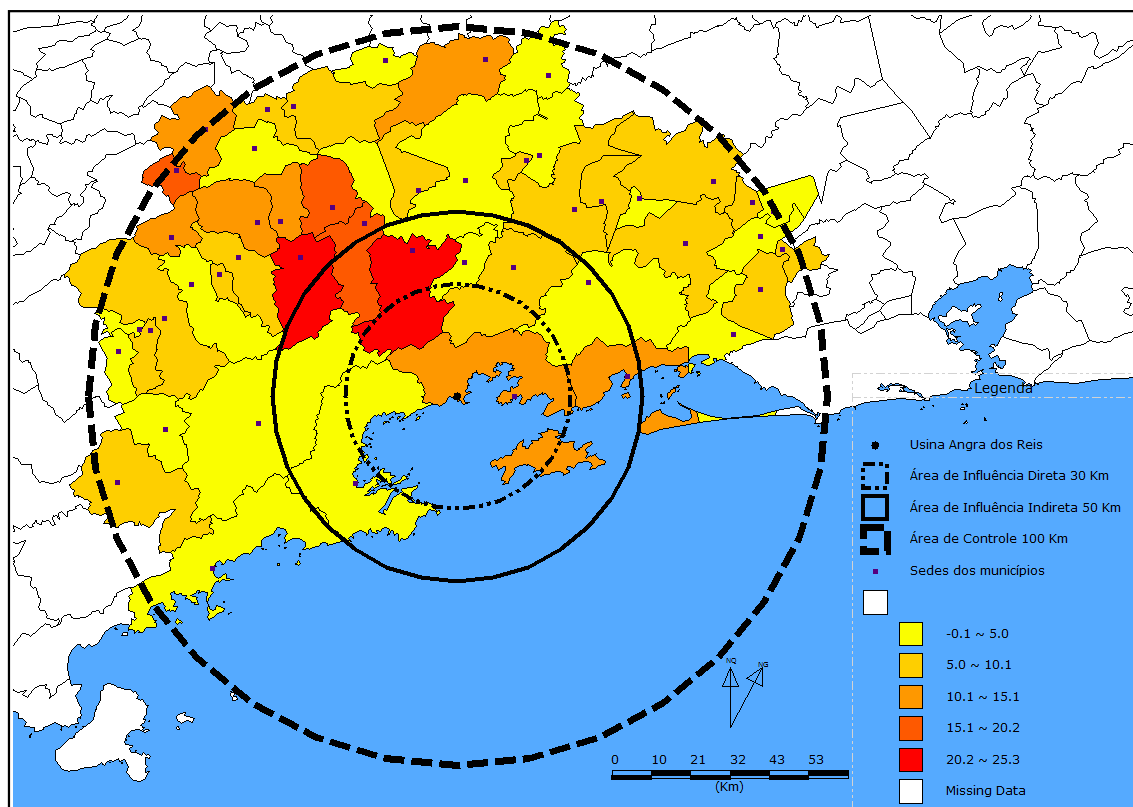
Gráfico 4 - Taxa de Prevalência de Anomalias Congênitas, 2005 - 2007.



Fonte: DataSUS/SINASC

A figura 4 mostra a prevalência de anomalias congênitas por 1.000 nascidos vivos segundo os municípios analisados no período de 2005 a 2007. Na AC observa-se a maior prevalência no município de Silveiras, com 20 nascidos vivos com anomalias congênitas em cada 1.000 nascidos vivos, seguindo-se Areias e Marmelópolis com 16. Na AI a maior prevalência ocorreu no município de São José do Barreiro, com 25 para cada 1.000 nascidos vivos. O município de Angra dos Reis apresentou prevalência de 10 nascidos vivos com anomalias congênitas por 1.000. Em Cabo Frio, a média foi de sete por 1.000 nascidos vivos no período.

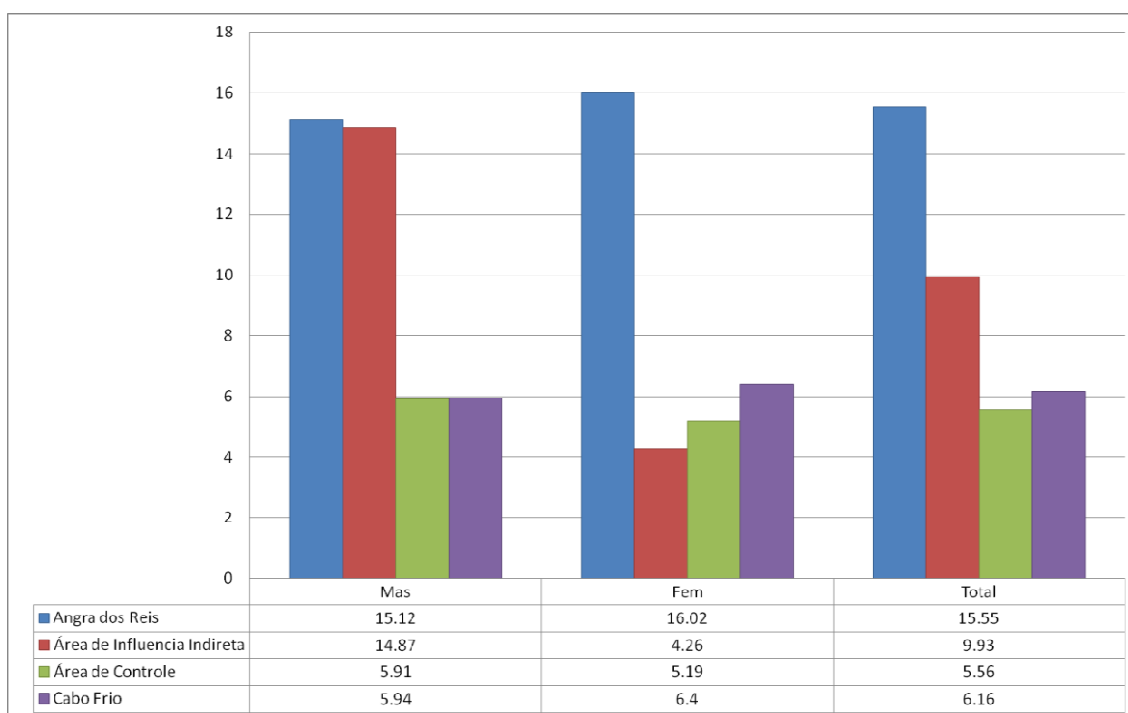
Figura 4 - Taxa de prevalência de anomalias congênitas por 1.000 nascidos vivos segundo municípios analisados, 2005 a 2007.



Fonte: IBGE/DataSUS
Elaboração própria

O gráfico 5 apresenta a prevalência de anomalias congênitas no município de Angra dos Reis, nas Áreas de Influência Indireta e de Controle e em Cabo Frio, no período de 2008 a 2009. O município de Angra dos Reis e a AIi tiveram média de prevalência de aproximadamente 15 casos de anomalias congênitas por 1.000 nascidos vivos do sexo masculino. Nos municípios de Cabo Frio e na AC, a média foi de cerca de seis casos. A média de anomalias congênitas no sexo feminino em Angra dos Reis foi de 16 casos; em Cabo Frio de 6,4 casos; de 5,2 casos na AC e de 4,2 casos de na AIi. A média total de anomalias congênitas nos nascidos vivos em Angra dos Reis foi de 15,5 casos por 1.000 nascidos vivos; na AIi foi de 9,9, e em Cabo Frio e na AC de cerca de seis casos por 1.000 nascidos vivos.

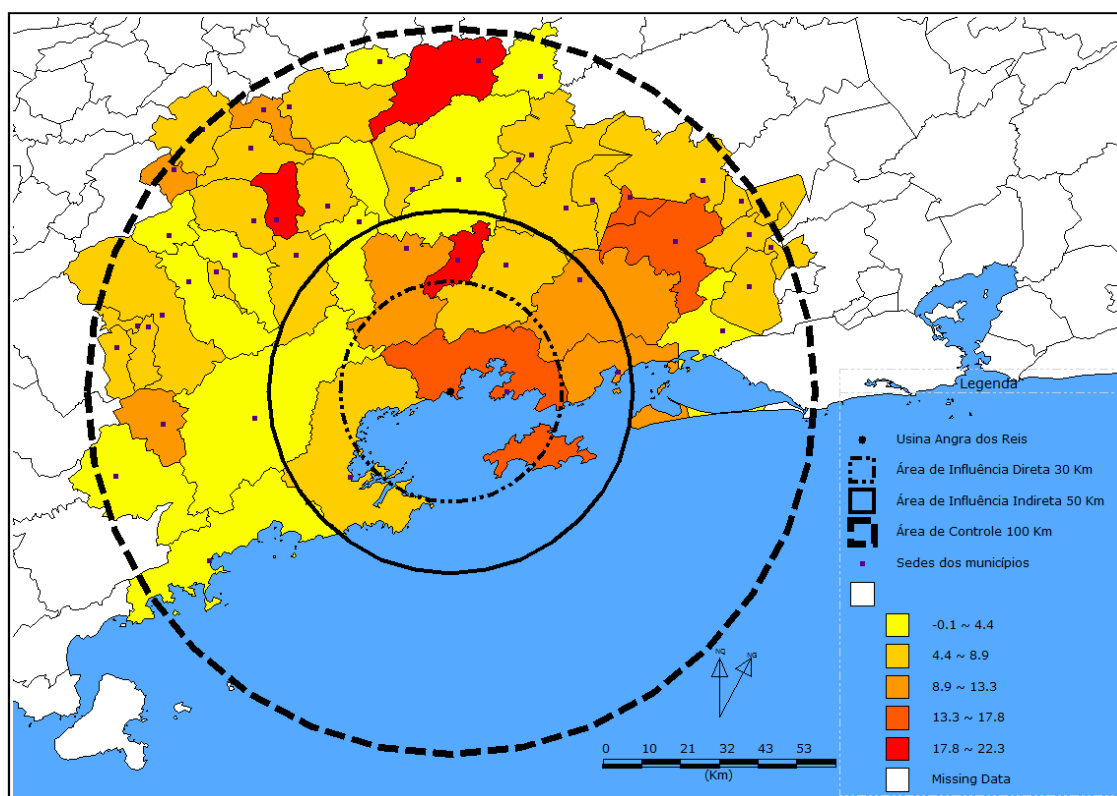
Gráfico 5 - Taxa de Prevalência de Anomalias Congênicas, 2008 - 2009.



Fonte: DataSUS/SINASC

A figura 5 contém a prevalência de anomalias congênicas por 1.000 nascidos vivos nos municípios analisados no período de 2008 a 2009. A maior prevalência observada ocorreu no município de Bocaina de Minas, com de 22 nascidos vivos com anomalias congênicas em cada 1.000 nascidos vivos, seguindo-se Lavrinhas com 19 (ambos na AC). Na AI, o município de Arapeí apresentou prevalência de 17 e Mangaratiba, de 12 por 1.000. O município de Angra dos Reis apresentou prevalência de 15 nascidos vivos com anomalias congênicas por 1.000 nascidos vivos. Em Cabo Frio a média foi de 6 por 1.000 nascidos.

Figura 5 - Taxa de prevalência de anomalias congênicas por 1.000 nascidos vivos segundo municípios analisados, 2008 a 2009.



Fonte: IBGE/DataSUS
Elaboração própria

A tabela 5 apresenta os tipos mais comuns de anomalias congênicas observados nas informações do SINASC, no período de 1999 a 2009, no município de Angra dos Reis. As "outras malformações ou deformações congênicas do aparelho osteomuscular" são responsáveis por grande parte das anomalias congênicas observadas na população de nascidos vivos de Angra dos Reis. No ano de 2001 ocorreram 14 eventos dessa natureza; em 2008 foram 12 nascidos nessas condições. As deformidades congênicas dos pés apresentaram importante prevalência, sobretudo no ano de 2003, quando houve seis nascidos vivos com esse tipo de anomalia congênita. As outras malformações congênicas apresentaram os valores mais elevados nos últimos dois anos da série, com seis casos de anomalias. As anomalias congênicas do aparelho geniturinário apresentaram comportamento sem muita oscilação na série, com quatro eventos registrados. As anomalias cromossômicas e as "outras malformações congênicas do sistema nervoso" apresentaram o maior volume de casos no ano de 2000, com cinco eventos, mesmo número de casos, no ano de 2006, para as

anomalias congênicas na fenda labial e fenda palatina. As malformações congênicas do aparelho circulatório apresentaram um número acentuado de registros no ano de 2007, com seis casos dessas anomalias.

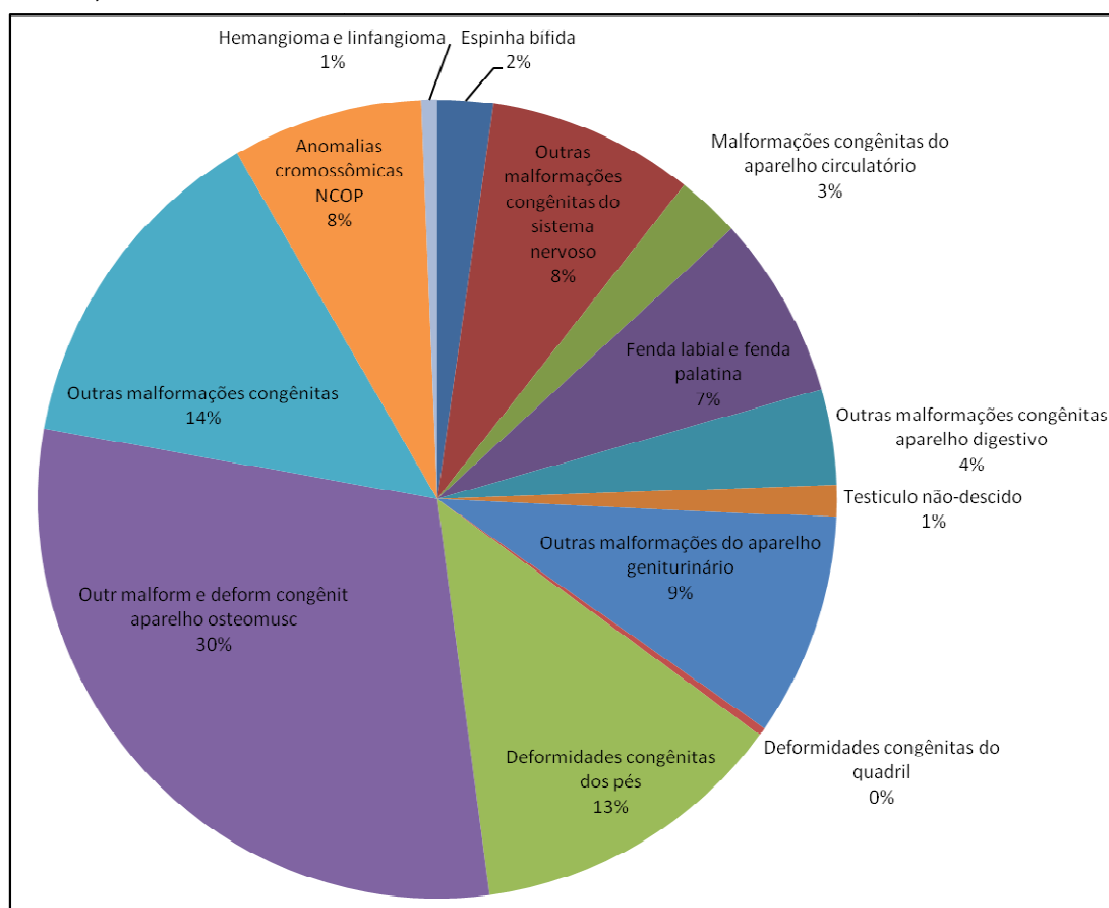
Tabela 5 - Número de casos de anomalias congênicas por tipo de anomalia para o município de Angra dos Reis no período de 1999 a 2009.

Tipo anomalia	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Espinha bífida	-	1	-	1	-	-	1	-	2	2	-
Outras malformações congênicas do sistema nervoso	4	5	3	1	1	2	-	2	3	2	3
Malformações congênicas do aparelho circulatório	-	-	-	-	-	-	-	1	6	-	1
Fenda labial e fenda palatina	2	3	1	2	1	1	2	5	1	2	3
Outras malformações congênicas aparelho digestivo	-	-	-	1	-	2	-	1	1	2	5
Testículo não descido	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1
Outras malformações do aparelho geniturinário	1	1	4	4	4	3	1	2	4	4	-
Deformidades congênicas do quadril	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Deformidades congênicas dos pés	2	4	5	2	6	4	4	5	2	4	2
Outras malformações e deformidades congênicas do aparelho osteomuscular	5	8	14	9	10	7	5	8	5	12	10
Outras malformações Congênicas	2	5	4	3	3	3	3	4	4	6	6
Anomalias cromossômicas NCOP	3	5	2	-	1	-	2	3	3	4	1
Hemangioma e Linfangioma	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
Sem anomalia congênita/não informado	2966	2700	2470	2552	2403	2647	2519	2424	2439	2389	2422
Total	2985	2732	2503	2575	2429	2670	2537	2455	2472	2430	2454

O gráfico 6 mostra a distribuição proporcional dos tipos de anomalias congênicas no município de Angra dos Reis, 1999 - 2009. Observa-se que as "outras malformações congênicas do aparelho osteomuscular" respondem por 30% do total de malformações observadas durante todo o período de análise. A segunda causa, com 14% do total de anomalias, são as "outras malformações congênicas". As deformidades congênicas dos pés respondem por 13% dos casos, seguidas das "outras malformações congênicas do aparelho geniturinário", com 9%. As anomalias cromossômicas "não classificadas em outras partes" e as "outras malformações congênicas do sistema

nervoso” responderam por 8% dos eventos observados. As anomalias da fenda labial e fenda palatina foram responsáveis por 7% dos casos de anomalias, “outras malformações do aparelho digestivo” por 4% e as malformações congênicas do aparelho respiratório por 3%.

Gráfico 6 - Distribuição proporcional dos tipos de anomalias congênicas no município de Angra dos Reis, 1999 - 2009.



Fonte: DataSUS/SINASC

8. CONCLUSÕES

A qualidade diferenciada dos dados sobre anomalias congênicas registrados no SINASC em Angra dos Reis e os observados nas demais áreas de estudo não nos permite considerar que as diferenças encontradas entre a prevalência de anomalias congênicas no município de Angra dos Reis e nas demais áreas analisadas tenham correlação com as atividades operacionais da CNAAA.

A diminuição na taxa de natalidade em Angra dos Reis, assim como no Brasil, resulta de mudanças demográficas, especificamente no que se refere ao processo de transição da fecundidade. (IBGE, 2009)

O percentual de partos cesáreos cresceu mais de 10% no período analisado chegando a 56% em Angra dos Reis. Essa tendência de aumento é observada em todo o país. Em 1999, 37% dos partos realizados no Brasil foram cesarianas; no ano de 2008, esse número elevou-se para 48% dos partos (SINASC, 2009). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a taxa ideal de partos cesáreos deve ficar em torno de 7 a 10%, não ultrapassando 15%.

O percentual de mães com idade entre 10 a 19 anos no município de Angra dos Reis foi de cerca de 20% durante o período de análise, o que corresponde à média nacional. As mães com idade entre 10 a 14 anos respondem por aproximadamente 0,7% dos nascimentos no município de Angra dos Reis, isto é, 0,3% a menos que a média do país.

Observou-se coeficiente de correlação com resultados estatisticamente significantes no período de 1999 a 2001 e no período de 2008 a 2009 no sexo masculino e no total de anomalias congênicas. As correlações encontradas no estudo não podem ser consideradas como indicativo de causalidade. Primeiro por conta da fraca correlação encontrada entre a relação distância da CNAAA e prevalência de anomalias congênicas; segundo porque o método empregado não tem, em sua origem, capacidade de identificar um nexos de causalidade, dado que diversos fatores de confusão são agregados nas unidades de análise e não são mensurados e/ou considerados dentro do desenho do estudo.

A tabela 3 apresenta o percentual de mortalidade por anomalias congênicas, que segundo Guerra et. al (2006), deveria situar-se entre 15 a 20%. Nas unidades de análise deste estudo observa-se que nos estratos por períodos, de maneira geral, ocorreu diminuição no percentual de óbitos relacionados a anomalias congênicas. Contudo, os óbitos observados são muito superiores ao que se esperaria de acordo com o que sugere a literatura. Esse comportamento pode ser derivado da qualidade de informação encontrada no sistema de informação de mortalidade (SIM), que tem mais tempo de implantação e consolidação, já que, em comparação com o SIM, o SINASC é um sistema de informação reativamente novo. Essa qualidade e/ou diferença na informação encontra justificativa no maior número de óbitos e menor número prevalente de casos de anomalias congênicas na AI e em Cabo Frio.

Na tabela 4 observa-se que a prevalência de anomalias congênicas em todas as unidades de análise apresenta valor inferior ao esperado pela OMS, que seria de 2% de anomalias congênicas em cada grupo de nascidos vivos. Desse modo, os dados do SINASC não representam uma base de dados confiável para a avaliação da prevalência de anomalias congênicas, já que alguns estudos indicam subnotificação de até 40% desses casos.

A fragilidade dos dados do SINASC, com relação ao preenchimento do campo 34, pode ser um fator de confusão neste estudo, quando tomados como único meio de avaliar a possível exposição da população frente ao eventual efeito da radiação ionizante proveniente das instalações nucleares ou de quaisquer outros agentes. A qualidade da informação do SINASC está sendo aperfeiçoada, e estatísticas provenientes desse banco têm sido utilizadas em análises epidemiológicas sobre a saúde materno-infantil e em estudos de parâmetros demográficos, como na avaliação da cobertura dos serviços de saúde com relação à atenção pré-natal. Dentro dessas linhas de pesquisa, a fidedignidade do dado poderá ser considerada maior e o parâmetro adotado para análise poderá ser mais condizente com a realidade do dado.

Em razão de as instalações nucleares estarem situadas em Angra dos Reis, pode-se considerar que o preenchimento das informações relativas à ocorrência de

anomalias congênicas apresenta um menor número de subnotificações nesse município, já que o sistema de saúde local tem estreita relação com a administração da CNAAA. No ano de 1999, a Divisão de Saúde de Angra dos Reis da CNAAA foi extinta, e as suas atividades integralmente transferidas para a Fundação Eletronuclear de Assistência Médica (FEAM), com administração e personalidade jurídica próprias, tendo como instituidora e mantenedora a Eletronuclear. Outro ponto relevante é a admissão da FEAM nas bases de informações do ECLAMC (Estudo Colaborativo Latino Americano de Malformações Congênicas), em 2007, e em 2008, como observadora no *Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network* (REMPAN) – estrutura coordenada diretamente pela OMS. Assim sendo, a FEAM passou formalmente a fazer parte das instituições que são referência na resposta a acidentes e nos aspectos de saúde envolvendo radiações ionizantes. Uma das consequências desse novo papel da FEAM foi a consolidação de informações referentes à ocorrência de anomalias congênicas e neoplasias na área da CNAAA.

A melhor qualidade da informação coletada em Angra dos Reis, aliada à subnotificação recorrente observada em vários municípios do Brasil, pode ser um fator determinante para que os resultados sugiram maior prevalência de anomalias congênicas no município de Angra dos Reis. Entretanto, o poder de análise de um estudo ecológico pode apenas identificar problemas que necessitam de uma verificação mais detalhada, já que a metodologia do estudo não tem um caráter conclusivo, com evidenciação de nexo de causalidade. Com isso, o CIRA pretende trabalhar num estudo de recuperação de informação para complementar a presente avaliação.

9. RECOMENDAÇÕES

- O presente estudo identificou excessos na prevalência de anomalias congênicas, em alguns períodos analisados, na área de influência direta da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, comparativamente com as áreas de influência indireta e áreas de controle 1 e 2.
- Consideramos que o CIRA deverá manter o monitoramento da prevalência de anomalias congênicas nas áreas de influência da CNAAA, visando identificar eventuais modificações no seu perfil e que possam eventualmente relacionar-se com a exposição à radiação ionizante.
- Este monitoramento, no entanto, deve ser metodologicamente aprimorado, devendo ser capaz de correlacionar, de forma mais adequada, o grau de exposição à radiação ionizante e a prevalência de anomalias congênicas. Isto exige a utilização de uma medida efetiva de exposição à radiação em complementação ao critério atualmente empregado, isto é, a distância em relação à CNAAA.
- Os estudos realizados pelo Instituto de Saúde Carlos III, em cooperação com Conselho de Segurança Nuclear na Espanha e pelo *Department of Human Genetics and Teratology*, *National Institute of Hygiene Hungary* da Hungria valeram-se de um modelo de monitoramento bastante interessante e factível, ao utilizar a dose efetiva de radiação como indicador de exposição, sendo recomendável a sua incorporação pelo CIRA, em especial no contexto da instalação de mais uma unidade de produção de energia nuclear (Angra III).
- Deve-se ainda investir em qualificação e no envolvimento dos profissionais de saúde do município de Angra dos Reis no que se refere ao preenchimento do campo 34 da DNV, a fim de melhorar a base de dados municipais, o respectivo monitoramento e, com isso, aprimorar a base de dados sobre a ocorrência de anomalias congênicas.

- As análises devem ser aperfeiçoadas, utilizando-se técnicas de geoprocessamento, observando do ponto de vista espacial áreas e populações dentro da região do município de Angra dos Reis, ampliando-se a capacidade de compreensão dos efeitos da radiação ionizante sobre a saúde da população.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo encontrou limitações devido à qualidade da informação no banco de dados do SINASC. Os dados do SINASC em Angra dos Reis apresentaram maior representatividade, provavelmente devido aos esforços das instituições de saúde locais para a totalização das informações. No entanto, mesmo desta forma, Angra dos Reis não apresenta um número de ocorrências de anomalias congênicas próximo do esperado pela OMS. Em todo o país vem aumentando o número de casos prevalentes de anomalias congênicas. Isso não pode ser considerado, em hipótese alguma, uma mudança no padrão de ocorrência do agravo, e sim, a estruturação gradual do sistema na aquisição da informação que diz respeito a anomalias congênicas.

O desenho do estudo nos permite criar hipóteses, e entre elas, a mais plausível é a de que Angra dos Reis tem estruturado um sistema, devido ao contexto em que se encontra, onde se busca mais quantificar o agravo e por isso a prevalência de anomalias congênicas em Angra dos Reis apresenta-se pouco maior que nas demais áreas de estudo. Em outras palavras, a melhora no SINASC observada em todo o território nacional ao longo do tempo pode ser considerada mais acelerada em Angra dos Reis, o que pode refletir o comportamento dos dados.

11. BIBLIOGRAFIA

- Barcellos, C. & Bastos, F. I. **Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível?** Cad. Saúde Pública . [online]. 1996, vol. 12, no. 3
- Biral AR. **Radiações ionizantes para médicos, físicos e leigos**. 1ª ed. Florianópolis: Insular, 2002; 232.
- Busby C, Lengfelder E, Pflugbeil S, Schmitz-Feuerhake I. The **evidence of radiation effects in embryos and fetuses exposed to Chernobyl fallout and the question of dose response**. Med Confl Surviv. 2009 Jan-Mar;25(1):20-40.
- Carvalho DM. **Grandes sistemas nacionais de informação em saúde: revisão e discussão atual**. Inf Epidemiol SUS 1997; 4:7-46. 5.
- Castro MLS, Cunha CJ, Moreira PB, Fernández RR, Garcias GL, Martino-Röth MG. **Frequência das malformações múltiplas em recém-nascidos na Cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, e fatores sócio demográficos associados**. Cad. saúde pública;22(5):1009-1015, maio 2006. tab, graf.
- CIRA - Centro de Informações Radio Epidemiológicas - Leite TCSB; Da Silva IPM; Januzzi DMS; Higino TN; Dos Santos TR; Xavier DR; Da Silva, RM. **Padrão de mortalidade da população circunvizinha à Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto / 1986 a 2007**. Relatório Final, 2011.
- Czeizel AE and Intödy J Z. **What proportion of congenital abnormalitie s can be prevented ?** Br. Med. J., 306, 499-503. 1993.
- Czeizel AE and Sankaranarayanan K. **The load of genetic and partially genetic disorders in man. I. Congenital anomalies: estimates of detriment in terms of years of life los t and year s of impaired life**. Mutat. Res., 128, 73-103. 1984.
- DataSUS. <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sinasc/nvdescr.htm#origem> acesso: 14/02/2012.
- De Santis M, Cesari E, Nobili E, Straface G, Cavaliere AF, Caruso A. **Radiation effects on development**. Birth Defects Research (Part C) 81:177–182 (2007)
- Driscoll SG, Hicks SP, Copenhaver EH, Easterday CL. **Acute radiation injury to two human fetuses**. Arch. Pathol. 76:113-119, 1963.
- Genetics and teratology** , National Institute of Hygiene, WHO Collaborating Centre for the Community Control of Hereditary Diseases, Budapest , Hungary. Mutagenesis vol.11 no.3 pp.299-303, 1996.
- Goldstein L, Murphy DP. **Microcephalici diocy following radium therapy for uterine cancer during pregnancy**. Am J Obstet Gynecol 18:189–195, 289–303, 1929.
- Guerra FAR, Llerena Jr. JC, Gama SGN, Cunha CB, Theme Filha MM. **Confiabilidade das informações das declarações de nascido vivo com registro de defeitos congênitos no**

município do Rio de Janeiro, Brasil, 2004. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, Feb. 2008 .

Guerra, Fernando Antônio Ramos – **Avaliação das informações sobre defeitos congênitos no município do Rio de Janeiro.** – Tese para obtenção do Título de Doutor em Ciências pelo Instituto Fernandes Figueira da Fundação Oswaldo Cruz. - Rio de Janeiro. [IFF], 2006. X, 126 p.

Horovitz DDG, Llerena Jr JC, Matto RA. **Atenção aos defeitos congênitos no Brasil: panorama atual.** Cad . Saúde Pública, Rio de Janeiro, 21 (4) : 1055 - 1064, jul - ago, 2005.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. **Indicadores sociodemográficos e de saúde no Brasil;** 2009.

Instituto de Salud Carlos III - **Estudio epidemiológico del posible efecto de las radiaciones ionizantes derivadas del funcionamiento de las instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo de combustible nuclear españolas sobre la salud de la población que reside en su proximidad.** Informe final (diciembre 2009)

Jacobson BS, 1984. **The role of air pollution and other factors in local variations in general mortality and cancer mortality.** Archives of Environmental Health, 39:306-313.

Kato H. **Mortality in children exposed to the A-bombs while in utero, 1945-1969.** Am J Epidemiol 1971;93:435–442.

Lassance A, Fonseca ASA, Pinto LF, Soranz D. **Estudo comparativo da mortalidade por câncer dos municípios de Angra dos Reis e Cabo Frio no período de 2001 a 2005.** Relatório Final. Rio de Janeiro: ENSP/Fiocruz, 2008.

Luquetti DV, Koifman RJ. **Qualidade da notificação de anomalias congênicas pelo Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC): estudo comparativo nos anos 2004 e 2007.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 26(9):1756-1765, set, 2010.

Luquetti DV, Koifman RJ. **Qualidade da notificação de defeitos congênitos nas declarações de nascido vivo: estudo de caso em hospital de referência no Brasil.** Cad Saude Publica. 2009 Aug;25(8):1721-31.

Miller RW. **Delayed effects occurring within the first decade after exposure of young individuals to the Hiroshima atomic bomb.** Pediatrics 18:1-18, 1956.

Mole RH. **Irradiation of the embryo and fetus.** Br. J. Radiol. 60:17-31, 1987.

Nakamura N. **Genetic effects of radiation in atomic-bomb survivors and their children: past, present and future.** J Radiat Res. 2006;47 Suppl B:B67-73.

Neel JV and Schull WJ. **The effect of exposure to the atomic bombs on pregnancy termination in Hiroshima and Nagasaki.** National Academy of Science, N.R. Council Publication 461, Washington, 1956.

NucNet. ***The nuclear communications network. CHERNOBYL FACT FILE. A Guide for Nuclear Industry Professionals.*** Updated April, 2011.

OMS - ***The global burden of disease: 2004*** update. Genebra, Organização Mundial de la Salud, 2008.

OPAS - Grupo de consulta da: ***Prevenção e controle das enfermidades genéticas e dos defeitos congênitos.*** Publicação científica Nº 460, 1984

Otake M, and Schull WJ. ***In utero exposure to A-bomb radiation and mental retardation: A reassessment.*** Br. J. Radiol. 57:409-414, 1984.

Pinto CO , Nascimento LFC. ***Estudo de prevalência de defeitos congênitos no Vale do Paraíba Paulista.*** Rev Paul Pediatr 2007;25(3):233-9.

Plummer G. ***Anomalies occurring in children exposed In utero to the atomic bomb.*** In Hiroshima, Pediatrics Vol. 10 No. 6 December 1, 1952 pp. 687 -693.

Russell LB, Russell WL. 1954. ***An analysis of the changing radiation response of the developing mouse embryo.*** J Cell Physiol 43(Suppl 1):103–149.

Santos C. ***Estatística descritiva - manual de auto-aprendizagem.*** Lisboa, Edições Sílabo. 2007.

Santos M, 1988. ***Espaço e Método.*** São Paulo: Nobel.

Schubert, Ada de Souza. - ***Estudo comparativo da mortalidade por câncer dos municípios de Angra dos Reis e Cabo Frio, nos períodos de 1979 a 1984 e 1985 a 2000.*** Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia - Departamento de Biofísica e Biometria. 2004.

Schwartz S. ***The fallacy of the ecological fallacy: the potential misuse of a concept and the consequences.*** Am J Public Health. 1994 May;84(5):819-24.

Shleien B, Ruttenber AJ, Sage M. ***Epidemiologic studies of cancer in populations near nuclear.*** Facilities Health Physics. 61(6):699-713, December 1991.

Siffel C, Ótos M, Czeizel AE. ***Congenital abnormalities and indicators o f germinal mutations in the vicinity of the Paks nuclear plant , Hungary.*** Department of Human

Silva AAM, RibeiroVS, Borba Junior AF, Coimbra LC, Silva RA. ***Avaliação da qualidade dos dados do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos em 1997-1998.*** Rev Saúde Pública 2001; 35:508-14.

Spycher BD, Feller M, Zwahlen M, Rösli M, von der Weid NX, Hengartner H, Egger M, Kuehni CE; Swiss Paediatric Oncology Group; Swiss National Cohort Study Group. ***Childhood cancer and nuclear power plants in Switzerland: a census-based cohort study.*** Int J Epidemiol. 2011 Oct;40(5):1247-60. Epub 2011 Jul 12.

Theme Filha MM, Gama SGN, Cunha CB, Leal MC. **Confiabilidade do sistema de informações sobre nascidos vivos hospitalares no município do Rio de Janeiro, 1999-2001.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 20 Sup 1:S83-S91, 2004.

Valverde N, Leite TCSB, Maurmo A. **Manual de ações médicas em emergências radiológicas.** Rio de Janeiro, 2010.

UNESCAR. **Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2010.** Fifty-seventh session, includes Scientific Report: summary of low-dose radiation effects on health. New York, may 2011.

Wagner, MB & Callegari-Jaques, SM. **Medidas de associação em estudos epidemiológicos: risco relativo e odds ratio.** Jornal de Pediatria; 74:247-251, 1998.

Wertelecki W. **Malformations in a Chernobyl-impacted region.** Pediatrics. 2010 Apr;125(4):e836-43. Epub 2010 Mar 22.

Yamazaki JN and Schull WJ. **Perinatal loss and neurological abnormalities among children of the atomic bomb.** JAMA 264:605-609, 1990.

12. ANEXO

Tabela anexo 1 - Resumo de unidades e magnitudes dosimétricas.

Unidade ou magnitude	Definição	Unidade e Símbolo (SIU)	Unidade antiga	Relação
Atividade	Desintegração de um núcleo instável, com emissão radioativa	Becquerel (Bq)	Curie (Ci)	$1 \text{ Bq} = 1/3,7 \times 10^{10} \text{ Ci}$
Dose absorvida	Energia depositada por unidade de matéria	Gray (Gy)	"Radiation absorbed dose" (rad)	$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$
Taxa de dose ou de exposição	"Quantidade" de radiação emitida por unidade de tempo	Exemplo: Gy/h	Exemplo: rad/h	
Mela-vida física	Tempo necessário para que a atividade de uma amostra radioativa caia à metade	$T_{1/2f}$ Observação: a meia-vida efetiva ($T_{1/2ef}$) é o produto da meia-vida física pela meia-vida biológica ($T_{1/2b}$, quando o radioisótopo^{-1} ingressa no organismo e fatores biológicos atuam para eliminá-lo)		

Fonte: Manual De Ações Médicas Em Emergências Radiológicas, 2010.

Tabela anexo 2 – Resumo de unidades e magnitudes dosimétricas.

Unidade ou magnitude	Definição	Unidade e Símbolo (SIU)	Unidade antiga	Relação
Dose equivalente (1 Gy de partículas alfa não produz o mesmo efeito biológico no mesmo órgão ou tecido que 1 Gy de raios gama, por exemplo)	Produto da dose absorvida por um fator de ponderação típico de cada tipo de radiação ionizante (W_r)	Sievert (Sv)	"Roentgen Equivalent Man" (rem)	$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$
Dose efetiva (os órgãos e tecidos têm radiosensibilidades diferentes)	Somatório das doses equivalentes nos órgãos e tecidos, considerando-se a dose para cada um deles e as respectivas radiosensibilidades (W_t)	Sievert (Sv)	"Roentgen Equivalent Man" (rem)	$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$

Fonte: Manual De Ações Médicas Em Emergências Radiológicas, 2010.