

Estatística Espacial Aplicada aos Estudos de Incidência de Câncer.

Spatial Statistic Applied to Incidence Studies of Cancer.

Estadística espacial aplicada a los estudios de incidencia de cáncer.

Jane Kelly Oliveira Friestino¹
Denisa Mendonça²
Pedro Oliveira³
Carla M. Oliveira⁴
Rosemeire de Olanda Ferraz⁵
Djalma de Carvalho Moreira Filho⁶

RESUMO: O Sistema de Informação Geográfica (SIG) como ferramenta em estudos epidemiológicos tem se tornado algo frequente na área da Saúde Coletiva. Em estudos sobre incidência de câncer, o uso da análise espacial ainda é incipiente no país, entretanto possui grande potencial para auxílio nos modelos de planejamento em saúde. O objetivo deste trabalho é apresentar um método empírico de análise de padrões espaciais para os casos de incidência de cânceres considerados raros que acometem a população com idades entre 0 e 19 anos, discutindo a aplicabilidade da estatística espacial e as possíveis utilizações da interpretação da disposição espacial dos eventos. Utilizou-se o SIG para georreferenciar as taxas de incidências de casos de cânceres de alguns grupos da Classificação Internacional de Câncer Infantil (CICI), ajustadas por idade e sexo, segundo os Centros de Saúde de suas residências. Foram estimadas as razões padronizadas de incidência (*Standardized Morbidity Ratio-SMR*). Para controlar a instabilidade das taxas devido ao pequeno número de casos, foi feita uma suavização pelo método *Empirical Bayes*. Comparando as taxas anuais, suavizadas pelo referido método Bayesiano, constatou-se diferenças entre elas quanto à distribuição espacial, com concentração destas nas regiões Sudoeste e Noroeste do município de Campinas. Conclui-se que o uso de estatística espacial como ferramenta de apoio

1 Faculdade de Ciências Médicas. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Chapecó. Brasil. E-mail: jane.friestino@uffs.edu.br

2 ISPUPI-EPI Unit – Instituto de Saúde Pública; ICBAS - Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar. Universidade do Porto, Porto, Portugal. E-mail: dvmendon@icbas.up.pt

3 ISPUPI-EPIUnit – Instituto de Saúde Pública; ICBAS - Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar. Universidade do Porto, Porto, Portugal. E-mail: pnoliveira@icbas.up.pt

4 ESTSP – Escola Superior Tecnológica da Saúde do Porto, IPP - Rua Valente Perfeito, 322 - 4400-330, Vila Nova de Gaia - Portugal. E-mail: carlaoliveir@gmail.com

5 Faculdade de Ciências Médicas. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Brasil. E-mail: rose01@fcm.unicamp.br

6 Faculdade de Ciências Médicas. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Brasil. E-mail: djalmore@unicamp.br

à decisão, permite identificar a distribuição de casos de cânceres do grupo da CICI, contribuindo para o planejamento em saúde.

Palavras-chave: Análise Espacial, Incidência, Neoplasias, Mapeamento Geográfico.

ABSTRACT: The Geographic Information System (GIS) as a tool in epidemiological studies has become something common in the area of Public Health. In studies on cancer incidence, analysis spatial is still in its infancy in the country, however possess great potential to aid in health planning models. The aim of this paper is to present an empirical method of spatial patterns analysis in cases of incidence of rare considered cancers that affect the population aged 0 to 19 years, discussing the applicability of spatial statistics and the possible uses of interpretation of the spatial arrangement of events. We used the GIS to georeference the incidence rates of cases of cancers of some groups of the International Classification of Childhood Cancer (ICCC), adjusted for age and gender, per health centers from their homes. Standardized Morbidity Ratios - SMR were estimated. To control the instability of rates due to the small number of cases, a smoothing the Empirical Bayes method was applied. Comparing the annual rates softened by Empirical Bayes it was found differences between them as the spatial distribution, with concentration of these regions in Southwest and Northwest of the city of Campinas, SP. In conclusion, the use of spatial statistics as a decision support tool can be identify the distribution of cases of ICCC group of cancers, contributing to the health planning.

Keywords: Spatial Analysis, Incidence, Neoplasms, Geographic Mapping

RESUMEN: El uso del Sistema de Información Geográfica (SIG), como herramienta en estudios epidemiológicos, se ha convertido en algo usual en Salud Pública. Aunque en estudios sobre el cáncer el análisis espacial es poco utilizado en el país, posee un gran potencial para ayudar en modelos de planificación de salud. El objetivo de este trabajo es presentar un método empírico de análisis de patrones espaciales en casos de incidencia de cánceres considerados raros que afectan a la población de 0 a 19 años, discutiendo la aplicabilidad de la estadística espacial y los posibles usos de la interpretación de la disposición espacial de los eventos. Se utilizó el GIS para georreferenciar las tasas de incidencia de casos de cánceres de algunos grupos de la Clasificación Internacional de Cáncer Infantil (CICI), según edad y sexo, y por centros de salud de sus hogares. Se estimaron la morbilidad estandarizada (SMR). Para controlar la inestabilidad, debido al pequeño número de casos, se realizó un suavizado a través del método Bayesiano Empírico. En la comparación de las tasas anuales suavizadas se encontraron diferencias entre ellas, como la distribución espacial, la concentración de estas regiones en el suroeste y noroeste de la ciudad de Campinas, SP. Se concluyó que el uso de la estadística espacial como herramienta de apoyo a la decisión permite identificar la distribución de casos de cánceres del grupo de cánceres del CICI, lo que contribuye a la planificación de la salud.

Palabras clave: análisis espacial, incidencia, neoplasias, mapeo geográfico.

INTRODUÇÃO

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) representam um problema de saúde pública, em especial nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, pois estes apresentaram um rápido crescimento nos últimos anos, com presença de 30% de mortes prematuras registradas¹. No Brasil, as DCNT representam cerca de 77,2% da carga total de doenças, com destaque para as cardiovasculares, as quais são apontadas para os próximos anos como sendo as principais causas de mortalidade e incapacidade nos países em desenvolvimento^{2,3}.

As desigualdades em saúde são apontadas como um dos determinantes para a pior condição de saúde da população, visto que, as camadas mais pobres da sociedade passam a ser as mais atingidas pela falta de acesso a um sistema de saúde efetivo, com diagnósticos mais tardios e com demora no início do tratamento da doença^{4,5}. Em países em desenvolvimento, como o Brasil, as diferenças regionais, devido à existência de regiões mais desenvolvidas que outras, também implicam em diferenças nos perfis epidemiológicos com doenças típicas de cada região¹.

Nessa perspectiva, o aumento da ocorrência de DCNT no Brasil tem despertado a necessidade de planejamentos em saúde no país que contemplem essa problemática, colocando em pauta a necessidade de estabelecer ações para seu enfrentamento nos próximos dez anos⁴.

Com o objetivo de promover o desenvolvimento e a implementação de políticas públicas efetivas para prevenção e controle das DCNT, elencou-se o fortalecimento de atuação direta nos quatro principais grupos de doenças que correspondem a aproximadamente 80% de todas as DCNT – aparelho circulatório, câncer, doenças respiratórias crônicas e diabetes, bem como seus fatores de risco: tabagismo, ingestão de álcool, inatividade física, alimentação não saudável e obesidade^{1,4}.

No quadro atual das DCNT, o câncer merece uma abordagem diferenciada por sua alta prevalência, por onerosos tratamentos e, principalmente, pelas altas taxas de mortalidade que ainda se apresentam com resultados expressivos em crianças e adolescentes. No Brasil, no período de 1996 a 2005, as neoplasias eram a terceira causa de óbito, ficando atrás apenas das “Doenças do Aparelho Circulatório e dos Sintomas e Sinais achados anormais em exames clínicos e laboratoriais”; e, para os menores de 19 anos, as neoplasias foram a segunda causa de óbito, seguida de “Algumas doenças infecciosas e parasitárias”⁶.

Apesar dos óbitos por neoplasias representarem em média 2,5% em menores de 19 anos, a alta letalidade requer atenção e cuidado por parte dos órgãos de saúde para ações adequadas e eficazes no mapeamento e na identificação dos fatores de riscos associados, bem como o monitoramento das condições socioeconômicas e do contexto geográfico presentes no cotidiano dos indivíduos acometidos por esses agravos^{6,7}.

Nessa vertente, muitos autores⁸⁻¹¹ têm incorporado a utilização do espaço geográfico como categoria de análise, em conjuntura com o contexto social e ambiental junto aos determinantes que

atuam sobre a saúde humana. Desta forma, é possível identificar características de morbidade e mortalidade, agregando conhecimento a respeito de eventos como as DCNT, que podem apresentar variações no padrão das ocorrências, de acordo com a realidade local vivenciada pela população nos diferentes territórios¹¹.

Atualmente, vive-se um momento de intenso acesso aos dados provenientes de diferentes sistemas de informação, entre eles: IBGE, DATASUS, SIG etc. Em particular, o Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma tecnologia que gera informações físico- espaciais as quais permitem o geoprocessamento: análises de informações georreferenciadas⁷, que na área da saúde, constituem-se como importantes ferramentas de apoio à decisão^{8, 12-13}.

Embora existam essas ferramentas de grande potencial para o campo da saúde, as ações planejadas em conjunto, que impactam a saúde, ainda são prejudicadas por uma utilização limitada do SIG, por vezes pela ausência de integração e interface com outras linguagens computacionais, qualidade e apresentação dos diferentes sistemas de informações presentes no país^{9,14}.

Na literatura, alguns trabalhos têm enfatizado o uso e aprimoramento do SIG em estudos de risco, principalmente para os casos de controle de doenças transmissíveis^{10,15}, porém as possibilidades do uso da chamada Epidemiologia Espacial avançam, para além disso, possibilitando o conhecimento e monitoramento de demais agravos. A Epidemiologia Espacial utiliza-se de alguns dos principais métodos de análise espacial em epidemiologia, tais como: mapeamento de doenças, estudos ecológicos, exposição ambiental e análise de aglomerados espaciais⁷.

Em recentes estudos de DCNT, a análise com o uso de geoprocessamento apresenta-se como uma útil forma de detecção de padrões espaciais e temporais de incidência e de mortalidade de câncer e de outras doenças¹⁶⁻¹⁸.

Em relação aos estudos de câncer, a incidência no país é identificada pelos Registros de Câncer de Base Populacional (RCBP), considerados como fundamentais na vigilância epidemiológica da incidência do câncer, e também como fontes indispensáveis para o desenvolvimento de pesquisas epidemiológicas e clínicas, bem como para o planejamento e a avaliação das ações de controle do câncer¹⁹.

No Brasil existem mais de 20 RCBP (no Distrito Federal e nas capitais brasileiras, exceto em seis: Boa Vista, Rio Branco, Porto Velho, Macapá, São Luís e Florianópolis) que implementam informações sistematizadas e unificadas em uma base de dados, própria do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA) a qual permite gerar relatórios anuais do perfil dos cânceres no país. Esses registros fornecem informações de forma contínua a respeito do número de casos novos de uma determinada localidade, o que possibilita detectar os seguimentos populacionais

7 O geoprocessamento representa um conjunto de tecnologias capazes de coletar e tratar informações georreferenciadas, com a finalidade de desenvolver análises espaciais e modelagens da superfície. Disponível em: < www.dsr.inpe.br/#sthash.5V1aGK3M.dpuf>. Acessado em março de 2016.

mais afetados por câncer. Os registros são avaliados quanto à cobertura e qualidade de seus dados por indicadores como Percentual de Diagnóstico Histopatológico (%VH) e Percentual Somente por Declaração de Óbito (%SDO). O RCBP permite avaliar o impacto do câncer em uma determinada população¹⁹.

Como o acompanhamento da incidência dos casos de câncer é feito pelos RCBP, e somente existem registros em algumas cidades no país, não há o conhecimento da real-incidência e conseqüentemente a magnitude das neoplasias em todas as localidades. Com isto, as estimativas utilizadas são aquelas realizadas pelo INCA, órgão responsável por unificar todas as informações sistematizadas produzidas pelos distintos RCBP²⁰.

Além do pouco conhecimento que se tem a respeito da incidência do câncer em âmbito nacional, quando se trata da oncologia pediátrica (população com idades entre 0 e 19 anos), essa informação torna-se mais difícil. Isso porque os cânceres que acometem crianças e adolescentes são considerados raros quando comparados aos tumores em adultos, pois cerca de 2 a 3% de todos os tumores malignos ocorrem em menores de 19 anos²⁰. Essa baixa incidência dificulta ainda mais o monitoramento das informações e acompanhamento da magnitude da doença na população²⁰. Além disso, estudos epidemiológicos sobre crianças e adolescentes diagnosticados com câncer são poucos referidos na literatura brasileira, embora sejam estudos importantes para: monitorar as doenças, avaliar a disponibilidade de rede de atendimento e auxiliar o planejamento dos serviços, para atender as reais necessidades dos usuários^{20,21}.

O objetivo deste trabalho é apresentar um método empírico de análise de padrões espaciais para os casos de incidência de cânceres considerados raros, que acometem a população com idades entre 0 e 19 anos, discutindo a aplicabilidade da estatística espacial e as possíveis utilizações da interpretação da disposição espacial dos eventos.

ÁREA DE ESTUDO

O município de Campinas, que está localizado na região centro-oeste do estado de São Paulo, ocupa uma área de 795,70 km² e está situado no noroeste da capital, distando desta cerca de 96 km. De acordo com o Censo Populacional de 2010, a população de Campinas era de 1.080.113 habitantes com uma densidade demográfica de 1.372,31 habitantes/ km².

A população de Campinas possui uma expectativa de vida de 72,2 anos, com um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da longevidade de 0,87, estando acima da média nacional que é de 0,6. Durante o período de estudo, houve um aumento de 8,34% na população com menos de 19 anos²². A renda *per capita* foi de R\$ 1.390,83, com percentual de pobres de 3,16% e índice de Gini igual a 0,56²³.

Em 2000, Campinas foi dividida pela Secretaria Municipal de Saúde em 47 áreas de abrangência de Centros de Saúde (C.S.), as quais são as unidades geográficas utilizadas na análise espacial.

O principal cuidado da saúde para crianças e adolescentes com doenças como o câncer ocorre em uma unidade de Alta Complexidade (UNACON) exclusiva de Oncologia Pediátrica. O serviço está localizado ao norte do município, em uma área de 100 mil metros quadrados, sendo composto pelas seguintes unidades: Hospital; Radioterapia; Medicina Nuclear e Imagem; Centro de Reabilitação; Instituto de Pediatria; Central de Captação de Recursos; Casa da Criança e da Família e Instituto de Pesquisa, e embora constituam-se como unidades filantrópicas, possuem convênio e cooperação técnica com uma universidade pública do interior paulista. O atendimento feito pela UNACON representa em torno de 85% dos casos de incidentes de câncer em crianças e adolescentes do município de Campinas e abrange tanto pacientes que utilizam exclusivamente o Sistema Único de Saúde (SUS), como aqueles que possuem planos de saúde particulares ou conveniados²⁴.

Definição dos casos estudados

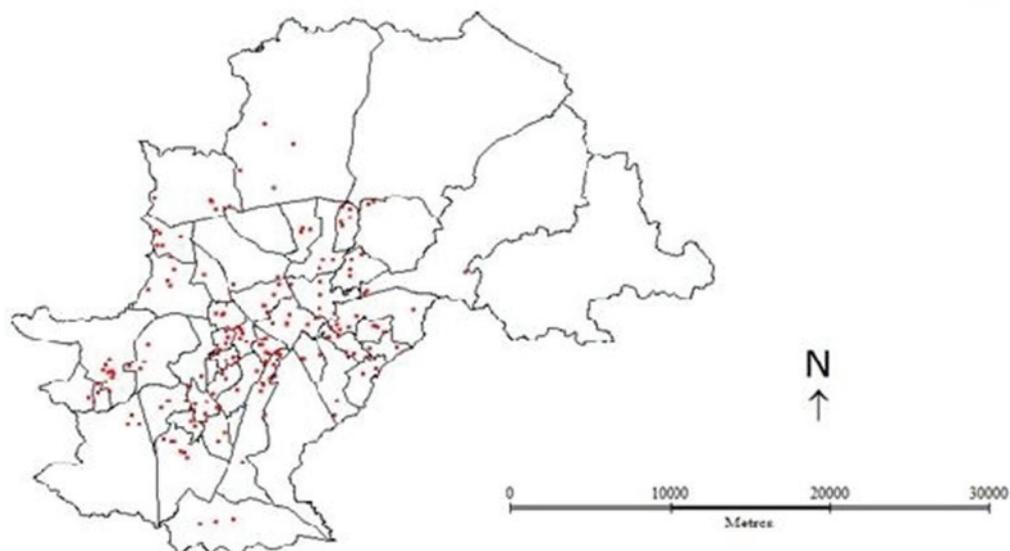
Os casos referem-se a crianças e adolescentes residentes em Campinas-SP, com idades entre 0 e 19 anos, diagnosticados com câncer entre 01 de janeiro de 1996 a 31 de dezembro de 2005. Para definir um caso, utilizou-se a data do diagnóstico, a partir de registros de prontuários, e a Classificação Internacional de Doenças para Oncologia, CID-O terceira revisão²⁵.

Para evitar a inclusão de casos que não pertencessem à população de risco, foi feita uma verificação manual da localização dos endereços, de acordo com a área de abrangência geográfica da residência dos indivíduos no momento do diagnóstico. Os registros de crianças com tumores benignos foram excluídos. Somente foram considerados os quatro grupos mais incidentes no município: Grupo I - Leucemias, doenças mieloproliferativas e doenças mielodisplásicas, Grupo II - Linfomas e neoplasias reticuloendoteliais, Grupo III – Tumores do Sistema Nervoso Central -SNC e miscelânea de neoplasias intracranianas e intraespinhais e Grupo IX - Sarcomas de partes moles e extra ósseos.

Foram georreferenciados todos os endereços de residências dos casos registrados, com o auxílio do *software Google Earth*, e em seguida identificado a qual C.S. pertencia cada um dos indivíduos. Levando-se em consideração o georreferenciamento das residências dos casos, pôde-se observar, através da espacialização dos mesmos, a sua localização geográfica no município de Campinas, de acordo com a abrangência dos Centros de Saúde (**Figura 1**).

Figura 1. Localização geográfica da residência dos casos de câncer em menores de 19 anos dos Grupos I, II, III e IX identificados, segundo a abrangência dos Centros de Saúde no Município de Campinas SP, 1996 a 2005.

Localização das residências de casos identificados de acordo com Centros de Saúde em Campinas, SP



Incidência de Câncer em crianças e adolescentes

As taxas de incidência bruta, por 1.000.000 habitantes, para o município de Campinas-SP, e as específicas por idade, para as faixas etárias dos 0-14 anos e dos 15-19 anos, foram estimadas e estratificadas por grupo de diagnóstico. Os denominadores populacionais utilizados para o cálculo das taxas foram baseados no censo da população em 2000 e para os demais anos foram utilizadas estimativas de projeção populacional intercensitária do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas- IBGE²².

Foi utilizada a Taxa de Incidência Ajustada (TIA) por idade e sexo, por 1.000.000 de habitantes, a fim de controlar para as diferenças que possam existir na estrutura etária e sexo entre as regiões. Considerando que $y_{ij}y_{ijk}$ representa o número de casos de câncer na área de abrangência dos Centros de Saúde ii ($i = 1, \dots, I$), no sexo jj ($J = 1, J = 1, J$) e na faixa etária kk ($k = 1, \dots, K$) e $N_{ijk}N_{ijk}$ o número de indivíduos em risco da área ii , do sexo jj e da faixa etária kk . A TIA foi estimada através do método direto de padronização:

$$TIA_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K NP_{jk}} \times e_i TIA_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K NP_{jk}} \times e_i, \quad i = 1, \dots, I$$

em que $NP_{jk}NP_{jk}$ representa o número da população padrão no sexo jj e na faixa etária kk , $e_i = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K (N_{jk} \times TIB_{ijk})e_i = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K (N_{jk} \times TIB_{ijk})$ representa o número de casos esperados em cada região, $N_{jk}N_{jk}$ representa o número de indivíduos na população do sexo jj e na faixa etária kk para o município e $TIB_{ijk}TIB_{ijk}$ representa a taxa de incidência bruta na área ii , no

sexo jj e na faixa etária kk , ou seja, $TIB_{ijk} = y_{ijk}/N_{ijk}$ $TIB_{ijk} = y_{ijk}/N_{ijk}$ ²⁶.

Como medida de risco foi estimada a razão padronizada de morbidade (*Standardized Morbidity Ratio, SMR*) em cada área ii , sendo que y_i representa o número de casos observados e e'_i representa o número de casos esperados estimados pelo método indireto, ou seja, $e'_i = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K e'_{ijk}$ em que $e'_{ijk} = TBI_{jk} \times N_{ijk}$ e TBI_{jk} representa a taxa de incidência bruta no sexo jj e na faixa etária kk para o município e N_{ijk} o número de indivíduos na população da área ii , no sexo jj e na faixa etária kk ²⁷.

Utilização do Método Bayesiano Empírico

De forma a controlar a instabilidade das taxas devido ao pequeno número de casos em cada região, foi aplicada uma metodologia bayesiana empírica para suavizar as taxas. Esta metodologia leva em consideração uma ponderação da taxa média das áreas vizinhas e depende do tamanho da população e da variabilidade dessas taxas. Desse modo, o estimador Bayesiano Empírico para a taxa ajustada da i -ésima área é dado por:

$$EB_i = \theta_i TIA_i + (1 - \theta_i) TIA_i^{viz}$$

$$\theta_i = \frac{v_i}{v_i + \frac{TIA_i^{viz}}{N_i}}$$

$$v_i = \frac{\sum_{h \in A_i} N_h (TIA_h - TIA_h^{viz})^2}{N_i^{viz}} - \frac{TIA_i^{viz}}{N_i^{viz}}$$

Sendo que θ_i representa o fator de ponderação, v_i representa a variância da taxa observada em torno da média, e N_i representa o número de indivíduos na população em cada região ii . A_i representa o conjunto de vizinhos da região ii (excluindo a região ii). $N_i^{viz} = \sum_{h \in A_i} N_h$ é o número de indivíduos na população dos vizinhos e $N_i^{viz} = \frac{N_i^{viz}}{n_j^{viz}} N_i^{viz} = \frac{N_i^{viz}}{n_j^{viz}}$ representa a média da população da região ii , em que $n_i^{viz} = A_i n_i^{viz} = A_i$ representa o número de vizinhos da região ii (excluindo a região i). TIA_i representa a taxa ajustada para a idade na região ii e TIA_i^{viz} representa a taxa ajustada para a idade dos vizinhos da região ii . De modo similar, foi feita a suavização para o SMR ²⁷⁻²⁹. Por convenção, se $v_i < 0$ então $v_i = 0$, o que significa que $\theta_i = 0$ e $EB_i = TIA_i^{viz}$. O θ_i varia entre 0 e 1, e depende do tamanho da população e da variância v_i , ou seja, θ_i aproxima-se de 1 em áreas com uma grande população e 0 em áreas com pouca população ²⁶.

As análises foram realizadas com base nos resultados obtidos por meio dos *softwares*: SPSS 22 e R versão 2.14.1 ³⁰. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Centro Infantil de Investigações Hematológicas Dr. Domingos A. Boldrini, processo nº 006-11.

Descrição dos achados no território

Um total de 180 casos foram diagnosticados, sendo 154 (86%) de crianças com idades entre 0 e 14 anos e 26 (14%) crianças entre 15 e 19 anos. Observa-se maior predominância do sexo masculino em todos os grupos de cânceres (exceto o Grupo III), sendo que essa diferença entre os sexos é mais acentuada no Grupo II (Linfomas e neoplasias reticuloendoteliais). Em menores de 15 anos de idade, o grupo mais frequente corresponde ao das Leucemias, representando cerca de 52% dos casos nessa faixa etária. Para os maiores de 15 anos, o Grupo II foi o mais frequente com 42,2% dos casos. A taxa de incidência bruta (por milhão) foi de 54,2, distribuídas nas faixas etárias de 0-14: 64,2 e 15-19: 28,2 por milhão (**Tabela 1**).

Tabela 1. Incidência de Câncer em Crianças e Adolescentes no município de Campinas, São Paulo, segundo faixa etária e sexo e Grupo CICI, no período de 1996 a 2005.

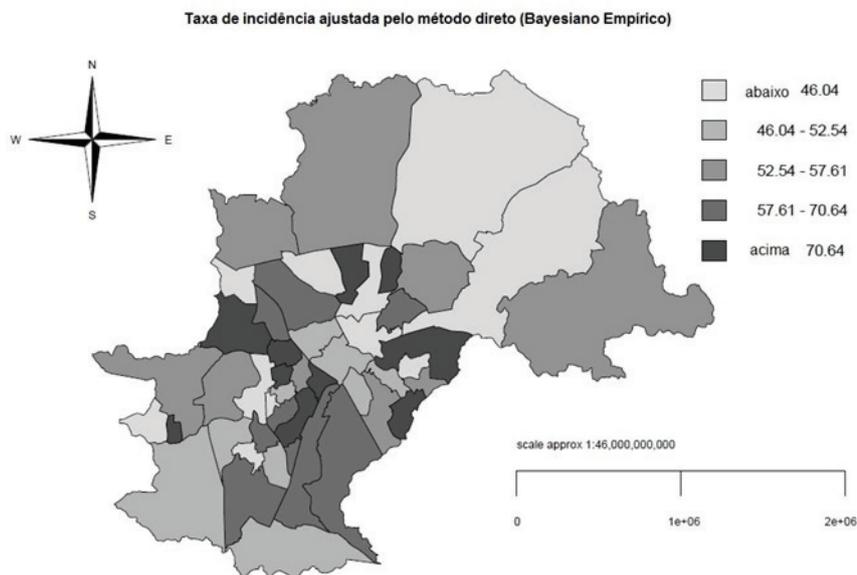
Grupo Diagnóstico	M/F* razão	Faixa Etária			Incidência Bruta		
		0 - 14 n(%)	15 - 19 n(%)	Total n(%)	0 - 14 (10 ⁶)	15 - 19 (10 ⁶)	Total (10 ⁶)
I. Leucemias, doenças mieloproliferativas e doenças mielodisplásicas.	1,3	80(52,0)	10(38,5)	90(49,9)	33,3	10,8	27,1
II. Linfomas e neoplasias do sistema reticuloendotelial.	2,9	28(18,1)	11(42,2)	39(21,7)	11,7	11,9	11,7
III. SNC e miscelânea de neoplasias intracranianas e intraespinhais	0,7	35(22,6)	3(11,5)	38(21,1)	14,6	3,3	11,4
IX. Sarcomas de partes moles e extra ósseos	2,3	11(7,1)	2(0,7)	13(7,2)	4,6	2,2	3,9
Incidência Geral	1,4	154(100)	26(100)	180(100)	64,2	28,2	54,2

*M/F: Masculino/Feminino

Em relação à distribuição espacial das taxas de incidência encontradas com a utilização da abordagem Bayesiano Empírico, observa-se uma identificação menos fragmentada de possíveis agregados espaciais para a ocorrência de câncer na infância. Foram identificadas as áreas onde se concentram os C.S. com taxas de detecção mais elevadas: região Sul e Oeste do município. Contudo, as taxas estimadas pelo método Bayesiano Empírico, apontam uma concentração maior na região central do município (**Figura 2**).

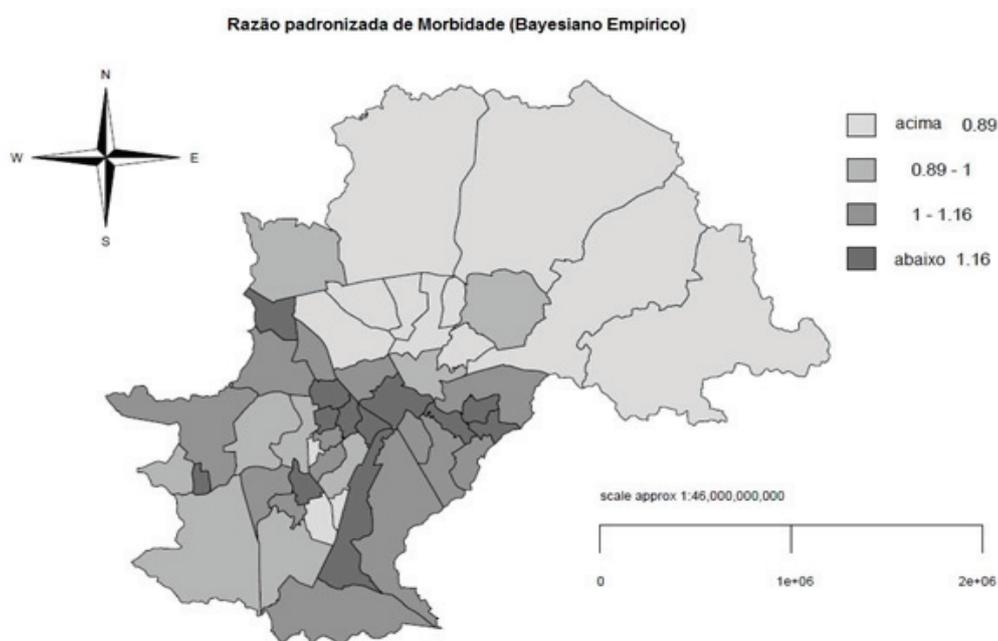
Os modelos Bayesianos são atualmente o método de análise mais utilizado para a correção ou para suavização das estimativas, e apresentam um papel cada vez mais relevante em estudos epidemiológicos^{12,26}. A abordagem segundo o método Bayesiano Empírico foi usada, em detrimento aos métodos puramente bayesianos, por se tratar de um método relativamente simples, de fácil integração em ambientes de geoprocessamento e de apresentar, em muitos casos, resultados muito semelhantes aos puramente bayesianos. Este método tem ainda a vantagem de poder ser facilmente usado pelos profissionais de saúde e de necessitar de um baixo recurso computacional quer ao nível da capacidade de instalação quer ao nível do tempo computacional³¹.

Figura 2. Estimativas por método Bayesiano Empírico das taxas médias anuais de incidência de câncer entre crianças e adolescentes padronizadas segundo a idade, em cada Centro de Saúde (Campinas-SP) no período de 1996-2005.



C. referente das taxas médias anuais observadas em relação à das taxas estimadas pelo método Bayesiano Empírico. A partir da análise do SMR, pode-se verificar que os maiores valores de SMR estão concentrados nos C.S. equivalentes às regiões Sudoeste e Noroeste do município (**Figura 3**).

Figura 3. Razão de incidência de câncer padronizada (SMR) por sexo e idade de crianças e adolescentes, de acordo com a área Centro de Saúde (Campinas-SP), para período 1996-2005.



O estudo teve por base uma abordagem que considera o espaço e o tempo, sendo encontrado que o padrão espacial dos casos de câncer apresentava concentração nas regiões correspondentes

aos Distritos de Saúde Sudoeste e Noroeste do município.

Os processos dinâmicos presentes no território nos ajudam a pensar que os conhecimentos produzidos por meio do método cartográfico estão em constante movimento, sujeito às transformações contínuas que devem ser exploradas no cuidado à saúde³². Para as DCNT, em especial o câncer em crianças e adolescentes, a utilização de dados agregados por áreas, visando a suavização da flutuação aleatória inerente a pequenos casos, permite apontar parâmetros de regressão ecológica pouco utilizados nesse tipo de doença^{9,12}.

Os modelos de estudo do tipo ecológico apresentam potencial de responder a necessidade existente no país de dimensionar a magnitude das neoplasias pediátricas, bem como podem identificar diferenciais de risco. Essas informações são úteis ao planejamento de medidas preventivas ou ainda para o dimensionamento da oferta de profissionais e serviços para atender as diferentes demandas existentes¹².

No atual cenário dos avanços estatísticos e com a própria evolução da epidemiologia espacial é possível realizar combinações de informações tanto no nível individual como no coletivo. No entanto, depara-se com as limitações das estimativas de dados agregados próprias dos estudos ecológicos, comumente descritas como falácia ecológica, na qual são inferidas aos indivíduos informações obtidas com base em observações coletivas. Porém alguns autores utilizam essa recente metodologia visando a incorporar, aos efeitos individuais, informações complementares sobre suas correspondentes áreas, mesmo que estas sejam obtidas a partir de amostras pequenas^{26,33}. A combinação de ambas as fontes de informação, espacial e individual, permitirá atenuar o viés ecológico no efeito estimado, e assim dar um contributo para a implementação de estratégias de prevenção e controle de doenças oncológicas³³.

No presente estudo foram utilizados somente métodos envolvendo uma componente espacial, porém a evolução ao longo do tempo pode ser uma característica importante a ser considerada, e com isso, para os próximos passos, poderiam ser utilizados modelos espaços-temporais, para a continuação da investigação aqui iniciada³⁴.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o uso da estatística espacial foi possível identificar a distribuição dos casos de câncer diagnosticados segundo os Grupos da CICI, permitindo, assim, que as unidades básicas e até mesmo o próprio hospital de referência tivesse um conhecimento mais adequado dessa realidade.

Nesta proposta, o estudo trouxe a aplicação de técnicas de estatística espacial a alguns resultados locais, que poderão ser utilizadas em informações de outras localidades. Assim, aspectos característicos de outros locais e que retratem outras comunidades podem ser mapeados. Com isto, com um maior número de pessoas envolvidas com o tema, haverá uma ampla difusão do conhecimento da aplicabilidade dessas técnicas, favorecendo inclusive a abordagem das neoplasias

fora do nível de alta complexidade da assistência em saúde.

Em conclusão, as incidências dos principais grupos de diagnóstico de cânceres em crianças e adolescentes em Campinas-SP foram semelhantes às de relatórios anteriores de outros registros de câncer^{16,20,35}. Estudos das taxas de incidências de câncer e dos padrões espaciais servirão como menção à elaboração de indicadores de referência para orientar a formulação da rede de atenção à saúde, bem como contribuir para melhorias futuras e planejamento em saúde e apoio à decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. Report on Noncommunicable Diseases 2010. WHO Press: Geneva, Switzerland;2011.
2. Flor LS, Campos MR, Oliveira AF, Schramm JMA. Carga de diabetes no Brasil: fração atribuível ao sobrepeso, obesidade e excesso de peso. Rev Saúde Pública. 2015; 49(29):1-10.
3. Murray CJL, Lopez AD. Estimating causes of death: new methods and global and regional applications for 1990, pp. 117-200. In CJL Murray, AD Lopez (ed). The Global Burden of Disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020. Harvard School of Public Health, Harvard, 1996.
4. Malta DC, Morais-Neto OL, Silva-Júnior JB. Apresentação do plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não-transmissíveis no Brasil, 2011 a 2022. Epidemiol Serv Saúde, Brasília. 2011; 20(4):425-38.
5. Politi R. Desigualdade na utilização de serviços de saúde entre adultos: uma análise dos fatores de concentração da demanda. Economia Aplicada. 2014; 18(1):117-37
6. DATASUS. Ministério da Saúde/Secretaria de Atenção à Saúde (SAS): Sistema de Informações de Mortalidade (SIM/SUS). DATASUS; 2015. Disponível em <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=060701> [Acessado em fevereiro de 2016].
7. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Abordagens espaciais na saúde pública / Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz; Santos SM, Barcellos C, org. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 136 p.
8. Lopes VBDB, Silva E, Volc SM, Seffrin SRG, Peruchi JAM. Utilização do Sistema de Informação Geográfica para Análise do Câncer em Santa Catarina. Hygeia. 2015;11(21):153-73.
9. Barcellos C, Santos SM. Colocando dados no mapa: a escolha da unidade espacial de agregação e integração de bases de dados em saúde e ambiente através do geoprocessamento. Inf Epidemiol Sus. 1997;6(1):21-9.

10. Costa AIP, Natal D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil. *Rev Saúde Pública*. 1998;32:232-6.
11. Mendonça F, Araújo WM, Fogaça TK. A geografia da saúde no Brasil: Estado da arte e alguns desafios. *Investig Geogr Chile*. 2014;48:41-52.
12. Carvalho MS, Souza-Santos R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. *Cad Saúde Pública*. 2005 Apr;21(2):361-78.
13. Barcellos C, Ramalho W. Situação atual do geoprocessamento e da análise de dados espaciais em saúde no Brasil. *Inf Públ*. 2002;4(2):221-30.
14. Santos CJB, Gouveia AL, Nagem VO, Fernandes LRRMV. The national spatial data infrastructure of Brazil (INDE) making visible some invisible: the case of the brazilian geographical indications. *Brazilian Journal of Cartography*. 2015;67(5):1025-33.
15. Donalísio MR, et al. Microspatial Distributional Patterns of Vectors of Cutaneous Leishmaniasis in Pernambuco, Northeastern Brazil. *Journal of Tropical Medicine* 2012; 2012:1-8.
16. Bailony MR, Hararah MK, Salhab AR, Ghannam I, Abdeen Z, Ghannam J. Cancer registration and healthcare access in West Bank, Palestine: a GIS analysis of childhood cancer, 1998-2007. *International Journal of Cancer*. 2011;129(5):1180-9.
17. Jarup L, Best N, Toledano MB, Wakefield J, Elliot P. Geographical epidemiology of prostate cancer in Great Britain. *Int J Cancer*. 2002 Feb 10;97(5):695-9.
18. Castro MSM, Vieira VA, Assunção RM. Padrões espaço-temporais da mortalidade por câncer de pulmão no Sul do Brasil. *Rev Bras Epidemiol*. 2004;7(2):131-43.
19. BRASIL, Ministério da Saúde, INCA. Instituto Nacional do Câncer. Registro de Câncer de Base Populacional. 2016. Disponível em: <http://www2.inca.gov.br/> [Acessado em fevereiro de 2016].
20. BRASIL, Ministério da Saúde, INCA, Instituto Nacional do Câncer. Câncer na criança e no adolescente no Brasil: dados dos registros de base populacional e de mortalidade [Internet]. Rio de Janeiro: INCA; 2008. Disponível em: http://www.inca.gov.br/tumores_infantis/pdf/livro_tumores_infantis_0904.pdf [Acessado em janeiro de 2016].
21. Silva JKO, Moreira-Filho DC, Mahayri N, Ferraz RO, Friestino FS. Câncer Infantil: monitoramento da informação através dos Registros de Câncer de Base Populacional RCBP. *Revista Brasileira de Cancerologia*. 2012;58:681-86.
22. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades@ Campinas – SP*; 2010

Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=350950&search=sao-paulo|campinas> [Acessado em janeiro de 2016].

23. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e Fundação João Pinheiro (FJP). Atlas Brasil, 2010. Disponível em <http://www.pnud.org.br/> [Acessado em 29 março de 2016].
24. Centro Infantil Boldrini. Relatório Anual de Atividades. Campinas. 2010.
25. Fritz APC, Jack A, Shanmugarathan S, Sobin L, Parkin DM, Whelan S. International Classification of Diseases for Oncology - ICD-O-3. World Health Organization ed. 3rd, editor. Geneva 2000.
26. Dias JG, Matos E, Bento MJ, Queirós L, Correia AM, Mendonça D. Epidemiologia espacial - aplicações em Saúde Pública. Boletim SPE.2010: 71-77; Disponível em: <http://www.spestatistica.pt/images/boletim/boletim-spe-outono-10.pdf> [Acessado em fevereiro de 2016].
27. Bailey T, Gatrell A. Interactive Spatial Data Analysis. Harlow:Longman; 1995.
28. Marshall RM. Mapping disease and mortality rates using Empirical Bayes Estimators, Applied Statistics. 1991;40:283–294;
29. Oliveira CM, Economou T, Bailey T, Mendonca D, Pina MF. The interactions between municipal socioeconomic status and age on hip fracture risk. Osteoporosis international. 2015;26(2):489-98.
30. Team RC R: a language and environment for statistical computing. In: Computing RFFs editor, Viena, Áustria 2012.
31. Sabrina LC, Silva SLC, Fachel JMG, Kato SK, Bassanesi SL. Visualização dos padrões de variação da taxa de mortalidade infantil no Rio Grande do Sul, Brasil: comparação entre as abordagens Bayesiana Empírica e Totalmente Bayesiana. Cad. Saúde Pública. 2011; 27(7):1423-1432.
32. Martines WRV, Machado AL. Colvero LA. A cartografia como inovação metodológica na pesquisa em saúde. Rev Tempus Actas Saúde Col 2013;7(2):203-211.
33. Jackson C, Best N, Richardson S. Improving ecological inference using individual-level data. Stat Med 2006;25(12):2136-59.
34. Latorre M, Cardoso M. Time series analysis in epidemiology: an introduction to the methodological aspects. Rev Bras Epidemiol 2001;(3):145-52.

35. Gatta G, Botta L, Rossi S, Aareleid T, Bielska-Lasota M, Clavel J, et al. Childhood cancer survival in Europe 1999–2007: results of EUROCORE-5 - a population-based study. *The Lancet Oncology* 2014;15(1):35-47.

Artigo apresentado em 26/02/16

Artigo aprovado em 28/03/16

Artigo publicado no sistema em 31/03/16