

Departamento de Información en Salud.
Fundación Oswaldo Cruz, Brasil

UNIDADES Y ESCALAS EN LOS ANÁLISIS ESPACIALES EN SALUD*

Christovam Barcellos¹

RESUMEN: El espacio geográfico es una categoría de síntesis y convergencia, a través del que se expresan diversos procesos involucrados en las condiciones de vida, ambiente y salud de las poblaciones. Una de las más importantes tareas para la evaluación de situaciones de salud, es el desarrollo de indicadores que sean capaces de encontrar y reflejar condiciones de riesgo para la salud que tengan origen en condiciones ambientales y sociales adversas. Sin embargo, los resultados que se pueden obtener del análisis espacial de indicadores son sensibles a diversas elecciones realizadas a lo largo de estos procesos: desde la selección de indicadores de las fuentes de información, de la escala de análisis, de unidades espaciales de referencia, y de los métodos de análisis espacial, o de la concepción de espacio geográfico. En este trabajo se discute el efecto de la selección de unidades de agregación de datos y de escalas en el análisis espacial para la evaluación de situaciones de salud, usando como ejemplo la distribución de la mortalidad por cáncer de esófago en el sur de Brasil.

DeCS: MAPAS; GEOGRAFIA; TOPOGRAFIA MEDICA; ESCALAS; NEOPLASMAS DE ESOFAGO/epidemiología; NEOPLASMAS DE ESOFAGO/mortalidad.

INTRODUCCIÓN

Los estudios epidemiológicos sobre el cáncer han contribuido, desde la década de los años sesenta al desarrollo del conocimiento acerca de la enfermedad, principalmente por la identificación de factores de riesgo. En la primera etapa fue posible delinear la magnitud de la enfermedad, su distribución, y algunas estrategias de combate contra estos factores de riesgo. Actualmente por el desarrollo científico y tecnológico, varias técnicas de nivel molecular, por ejemplo, permiten aproximarse mejor a la elucidación de la etiología del cáncer. La epidemiología, en su orientación "ecológica", puede ser útil para la identificación, no de causas, sino de contextos en los cuales la enfermedad es producida, diagnosticada y tratada en el ámbito

social.¹ Una misma enfermedad puede evolucionar según condiciones sociales y ambientales del lugar. El SIDA, por ejemplo, se transmite de igual forma en todas las partes del mundo; sin embargo, la epidemia es completamente distinta en África Subsahariana de cómo se manifiesta en Europa.

Entre los factores de riesgo apuntados en el origen del cáncer se encuentran variables de naturaleza tan diferentes como ambientales, culturales, sociales y genéticas. Investigaciones epidemiológicas tipo caso-control han evidenciado que el cáncer de esófago tiene como principales factores de riesgo el consumo de alcohol, pimientos, bebidas calientes, y cigarrillos.²⁻⁴ Estas variables se relacionan también con el ambiente y con los estilos de vida, fuertemente asociados al lugar donde las personas viven, trabajan, o procuran habitación y comida. Esto significa que las

* Ponencia presentada en el II Seminario Nacional "Espacio y salud: lugar, salud y enfermedad". Universidad de La Habana; 17-18 de abril del 2003.

¹ Geógrafo.

variables consideradas como factores de riesgo pueden estar correlacionadas cuando se consideran los agregados espaciales. Los estilos de vida y el comportamiento de un grupo social pueden determinar una serie de patrones de exposición, concentrando o excluyendo un gran número de factores de riesgo. Esta conjunción de factores puede ser aún más fuerte en otros agregados espaciales, como las regiones. Estas, con frecuencia, reúnen patrones casi hegemónicos de etnia, hábitos alimentarios, tipos de suelo, actividades agrícolas, clima, organización social, etc. Una región, según el concepto de Vidal de la Blache corresponde a una relación entre su población y el ambiente, lo que le confiere singularidad.⁵ Este abordaje, cultural y humanístico, fue intensamente criticado por corrientes geográficas posteriores; pero parece retornar a través de los geógrafos llamados posmodernos.⁶

El uso del espacio como categoría de análisis ha sido subyugado en estudios referidos a las áreas de epidemiología y al análisis ambiental.⁷⁻⁹ Patrones espaciales de enfermedades permiten la identificación de fuentes comunes de contaminación,¹⁰ trayectorias influenciadas por variables ambientales;¹¹ así como por el planeamiento y evaluación de intervenciones y factores socioeconómicos espacializados que afectan perfiles de salud.¹²

La espacialidad social se expresa a través de su territorialidad y periodicidad. La territorialidad es la expresión de la espacialidad en contextos históricos y territoriales concretos.¹³ Solo a través de la periodización se puede captar y estudiar un determinado fenómeno social que se proyecta sobre el espacio.¹⁴ Esto impone la selección de escalas de observación y análisis del objeto.

Factores culturales, económicos, demográficos y ambientales se encuentran presentes en todas las escalas en las cuales se represente el espacio. La forma o estrategia con que se divide el territorio no le confiere homogeneidad. Las llamadas "regiones geográficas" poseen diferenciales internos importantes de renta, etnia, hábitos alimentarios, etc. Estos contrastes están también presentes en la escala nacional, regional, y local con menor intensidad, o se muestran "borrados" con respecto a otros factores de diferenciación de la población. La variable renta, por ejemplo, posee fuertes diferenciales en todas las posibles escalas de análisis. Sirve para distinguir conjuntos de países, barrios o manzanas. No existen lo que se suele denominar "regiones homogéneas", ya que el espacio es infinitamente divisible y diferenciado.¹⁵ El diseño de unidades geográficas parece ser intencionadamente artificial, basado en criterios políticos, ambientales y culturales, y sobre todo operacionales. De este modo, la concepción de la región como área homogénea "está basada en la delimitación de un territorio a partir de la uniformidad de ciertas características" donde los criterios y objetivos de trabajo indican las variables que se utilizarán para la regionalización.¹⁶

En el caso del geoprocusamiento, la selección de la escala de trabajo corresponde al establecimiento a priori de unidades de agregación de datos y de la extensión del

territorio de trabajo.¹⁵ La selección de escala implica fijar una resolución espacial del estudio, o sea, la capacidad de distinguir objetos próximos en la superficie de la tierra.

Desde el punto de vista estadístico, el cambio de escala acarrea problemas para el trabajo con indicadores de pequeñas áreas. A menor la escala, la población es mayor y el área de la unidad, más pequeña la resolución y, por eso, más reducida la homogeneidad interna y la capacidad de distinguir diferencias entre indicadores. Aumentar la escala y la resolución trae otros problemas: disminuye el área y la población, y también la probabilidad de ocurrencia del evento estudiado. Así, la contrapartida del aumento de la homogeneidad es la inestabilidad de los indicadores en grupos socio-espaciales.¹⁷

Además de restringir su extensión, la escala de análisis condiciona los estudios en salud ambiental otorgándole más o menos peso a factores sociales, ambientales y económicos. Según Dollfus,¹⁸ un cambio de escala "implica una alteración de fenómenos, no apenas en las proporciones de esos fenómenos como también en su naturaleza". Eso se verifica exactamente porque de una escala a otra cambian las unidades geográficas y sus formas de presentación.

En este trabajo se analizan resultados de distribución espacial de cáncer de esófago en la región Sur de Brasil, utilizando diferentes escalas de análisis. Este estudio es facilitado por la agregación en diversas unidades espaciales a través del uso de sistemas de información geográficos (SIG). Se discuten los efectos del cambio de escala de análisis sobre la estabilidad de indicadores, la resolución y el surgimiento de variables contextuales, en los diferentes niveles de agregación.

LA UNIDAD ESPACIAL DE ANÁLISIS Y SU CONTENIDO

El establecimiento de escalas de trabajo, como las empleadas en la cartografía, se reconoce como artificial. El espacio geográfico está constituido por un sistema de objetos y acciones que se articulan vertical y horizontalmente.¹⁹ En este espacio se manifiestan variables globales de acción local, y otros procesos de pequeña amplitud, con resultantes también locales. La organización de redes y la aceleración de flujos de materiales, de personas, información y capital en el espacio, permiten cada vez más, que estos procesos sean simultáneos y amplios.

La necesidad de restringir la extensión del estudio es lo que impone una escala de trabajo, definida a partir de la selección de unidades espaciales de referencia. Para que sean dispuestos en mapas, los datos disponibles en los diversos sistemas de información de salud, deben "ser referenciado" a una unidad de análisis geográfica. Se están adoptando como unidades básicas de referencia geográfica los diversos niveles de la administración pública (municipio o provincia), principalmente por imposición de estos sistemas.

Los procesos ambientales y sociales que promueven o restringen situaciones de riesgo para la salud, no están limitados a estas fronteras administrativas. Se deben buscar otras formas de estratificación y visualización de indicadores en mapas. Entre las posibles unidades espaciales de agregación de datos ambientales y sanitarios se encuentran el sector censal, zonas postales, el barrio, la cuenca hidrográfica, el distrito sanitario y el distrito administrativo.

Los eventos se pueden colocar como puntos en un mapa de escala local, por el mejoramiento de los sistemas de información de salud, la introducción de direcciones en los registros de salud y el uso creciente del sistema de posicionamiento global (GPS, siglas en inglés)²⁰ en las acciones de vigilancia en salud. La principal ventaja de esta estrategia de geocodificación de datos es que permite producir diferentes formas de agregación de estos y se construyen indicadores en diferentes unidades espaciales, según intereses. El mismo punto (evento de salud) puede estar dentro de diferentes tipos de unidades espaciales (un barrio, una cuenca hidrográfica, un distrito sanitario, etc.), definidos por polígonos, en capas apartadas. Esta propiedad implica la adopción de un rigor geométrico que debe estar presente en la fase de planeamiento y de construcción de la base cartográfica. Para que haya una relación unívoca entre punto y polígono, las unidades espaciales deben cubrir toda el área de trabajo y una área no puede estar cubierta por más de un polígono, o sea, no puede haber vacíos o superposición de unidades.

Otros criterios pueden ser utilizados para la selección de una de estas unidades espaciales, lo cual influirá sobre la forma y estructura que tendrán la base de datos y la base cartográfica. Entre estos criterios, se destacan como más relevantes:²¹

- La presencia y calidad del registro de estas unidades en los bancos de datos.
- El reconocimiento de la unidad espacial por parte de la población.
- La disponibilidad de datos sobre salud y ambiente, en esta unidad.
- La existencia de grupos de poblacionales organizados y de instancias administrativas del Estado en la unidad.
- La máxima homogeneidad interna y heterogeneidad externa de las unidades.

Estas exigencias técnicas en la manipulación de datos tabulares y cartográficos, dificultan la adopción de criterios menos rígidos para los estudios espaciales, se reduce el concepto de espacio a un conjunto de unidades concretas, un espacio-región. La utilización de técnicas de análisis de red, y de interpolación y suavización de datos espaciales, pueden disolver los límites previamente establecidos entre unidades espaciales. En este caso, el concepto de espacio se acerca al de espacio-geometría. La adopción de límites difusos (fuzzy) para unidades espaciales -ideal para el estudio del lugar- es afectada por normas operacionales de sistemas de información.²²

La escala cartográfica es la escala de representación, mientras que la escala geográfica sería la del recorte del evento estudiado. Diversos estudios de geografía han establecido postulados acerca del efecto de la escala.²³

- La escala condiciona la naturaleza de las observaciones y la imagen que se obtiene de estas.
- Cada atributo se manifiesta en una escala espacial específica, lo cual requiere una teoría compatible, y una adecuación del tipo y grado de generalización de datos.
- La selección de la escala es un proceso de "olvido coherente", un recorte en el conjunto de los elementos reales, de acuerdo con los objetivos propuestos.
- La selección de una escala envuelve intención y acción, ya que la identificación de un problema conduce a reconocer, o a ignorar la existencia de un territorio.

La delimitación del objeto, de los objetivos e hipótesis de estudio imponen una homogeneización de la unidad de análisis, en cuyo interior no es posible observar diferencias. A pesar del geoprocesamiento permitir la construcción y operación de bases cartográficas en diversas escalas, la estructura y funcionamiento de los bancos de datos, fija un modelo de agregación de datos por unidad espacial.

El trabajo con esas bases exige que los datos estén asociados a unidades espaciales. Entre las posibles unidades espaciales de agregación de datos ambientales y de salud, se encuentran el sector censal, la zona del código postal, el barrio, la cuenca hidrográfica, el distrito de salud, el distrito administrativo y el municipio. Esta selección ha de influir sobre la forma y estructura que tendrán la base de datos y la base cartográfica.

De cada una de estas unidades emergen factores propios, específicos de la escala de trabajo. Por ejemplo, una cuadra está formada por un conjunto de residencias; pero un conjunto mayor de residencias puede formar un barrio, y este barrio puede organizarse políticamente. Esa organización política no existe en escalas más grandes (las cuadras) ni en las más pequeñas (distritos o municipios). Los indicadores socio-ambientales referentes a una determinada unidad espacial no necesariamente son formados por agregación de datos de un nivel jerárquico más bajo. Nuevos datos pueden emerger de la unidad espacial de análisis considerada, pero no como una suma de los atributos de las unidades contenidas.²⁴

UN EJEMPLO: LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL CÁNCER DE ESÓFAGO EN EL SUR DE BRASIL

Para que sean dispuestos en forma de mapas, cada uno de los datos deben ser referenciados a una unidad geográfica de análisis. Los sistemas de información de salud tienen campos de identificación del municipio, lo que permite referir todos los datos de morbilidad y mortalidad a esta unidad mínima de agregación. Por otro lado, las bases

cartográficas deben contener campos que permitan la vinculación con estas bases de datos. A partir de esta vinculación, entre base de datos y base cartográfica, se pueden realizar diversas operaciones comunes en el geoprocésamiento —análisis geostadístico, gestión de información gráfica y no-gráfica, superposición de capas y representación gráfica de resultados.

Como ejemplo del uso de diferentes escalas en los análisis de situación, se elaboraron mapas de tasas de mortalidad por cáncer de esófago, utilizando diferentes niveles de agregación de datos epidemiológicos disponibles en Brasil. Se seleccionaron las defunciones por cáncer de esófago (CID-9: 150.0 a 150.9) entre los años 1990 y 1993

para edades entre 20 y 60 años, mediante el Sistema de Información sobre Mortalidad.²⁵ Estos registros fueron georeferenciados a partir de la lista de municipios divulgada por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), para el año de 1998 y actualizada por el autor. Este procedimiento permitió la localización de 6 298 entre 6 316 (99,6 %) de los registros de cáncer de esófago. La población de adultos (edad entre 20 y 60 años) fue obtenida a partir de datos del censo demográfico de 1991 para cada municipio. Los datos de defunciones y de población fueron agregados en cuatro posibles divisiones territoriales de Brasil: municipios, microrregiones, mesorregiones y estados (fig.).

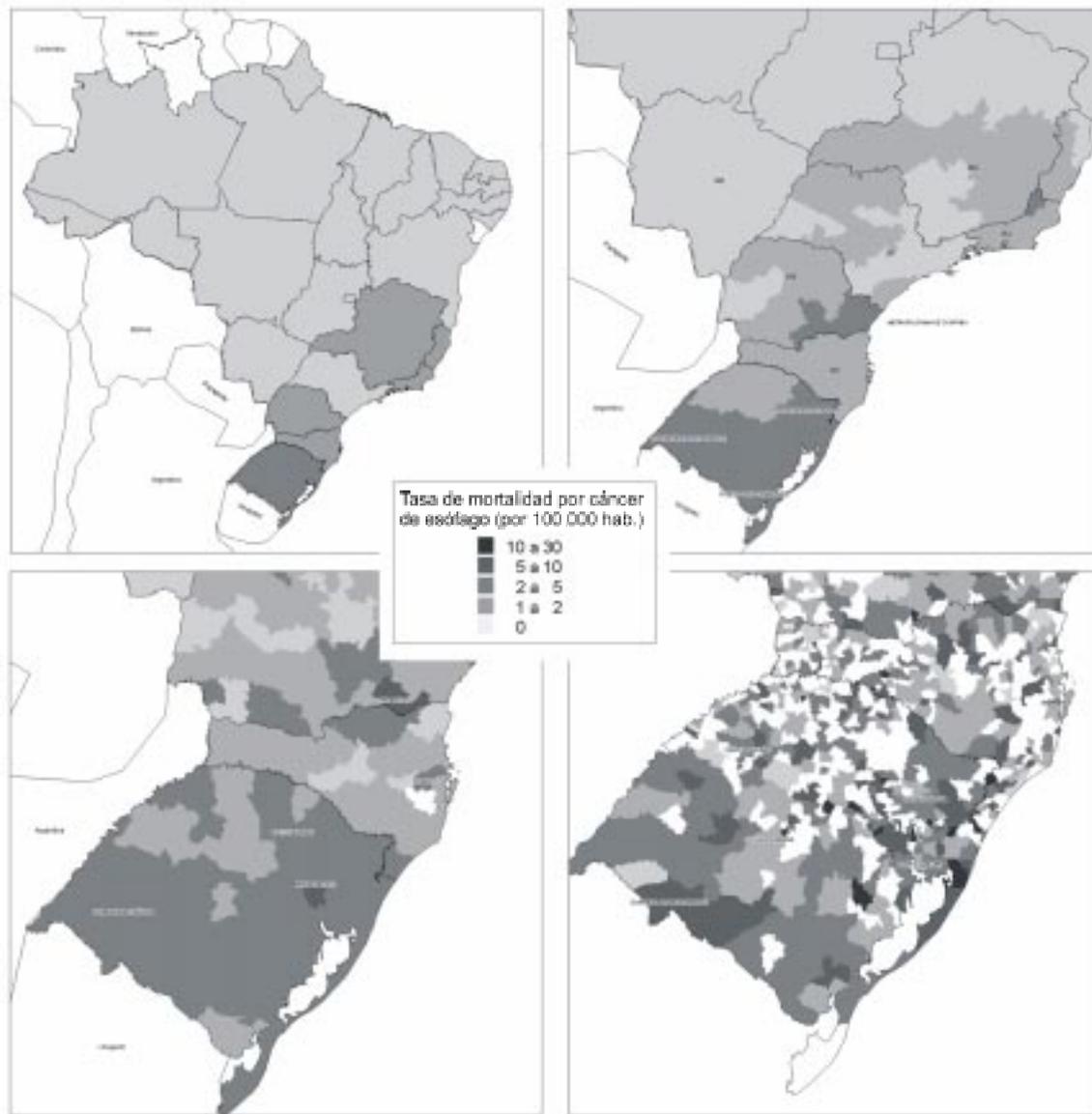


FIG. Tasas de mortalidad por cáncer de esófago en Brasil (1990-1993), según diferentes niveles de agregación de datos (estados, mesorregiones, microrregiones y municipios).

Son notables las altas tasas de mortalidad por esta causa en el sur del país. Los estados del sur, principalmente el de Río Grande do Sul, presenta tasas 3 veces superiores al valor promedio nacional. Sin embargo, estos estados no tienen internamente tasas uniformes. Las más altas se verifican en las mesorregiones localizadas en el oeste y sur del estado del Río Grande do Sul y en el centro del Paraná. Las microrregiones que presentan más altas tasas se encuentran concentradas en un pequeño sector central de estos estados. Diversas microrregiones, a su vez, presentan bajas tasas, comparables con el valor promedio nacional de 1 a 2 defunciones por grupo de 100 000 habitantes. En una escala aún más aproximada, se verifican municipios en Río Grande do Sul con tasas extremadamente altas, próximas a municipios que poseen tasas bajas; surge un patrón de menor continuidad espacial y de gran variabilidad de valores. La tabla muestra los valores máximo, mínimo, promedio y desviación estándar de población, defunciones por cáncer de esófago, y tasa de mortalidad en cada nivel de agregación de datos.

Es posible observar que la desviación estándar de tasas calculadas es más grande para unidades geográficas pequeñas, como el municipio. Este patrón puede reflejar la intensa variabilidad de indicadores en niveles de agregación más bajos, en los cuales hay una disminución de la población (denominador) y del número esperado de casos (numerador) en cada unidad espacial. Según Cleek,²⁶ las más grandes variabilidades de tasas sugieren la existencia de una dependencia espacial y la actuación de factores de riesgo ambientales; a los estudios ecológicos les corresponde la búsqueda de niveles de agregación de datos en los

cuales estas variabilidades sean máximas. Por otra parte, no se puede olvidar que gran parte de esta variabilidad es puramente aleatoria desde el punto de vista estadístico.¹⁷

Cada uno de los mapas presentados sugiere diferentes determinantes de la enfermedad, y actúa sobre cada escala de análisis. En la escala nacional, parte de la variabilidad de tasas puede ser explicada por la calidad de los propios sistemas de información de salud, administrados en este período por los estados. Los estados del sur y del sudeste tienen sistemas reconocidos más rápidos y de mejor calidad de datos que los estados del norte y del nordeste. En las escalas regionales, factores ambientales y culturales (relacionados con los estilos de vida) se pueden volver relevantes, por la gran diferenciación entre climas, usos del suelo, y hábitos alimentarios. Con un enfoque local y tomando al municipio como unidad de agregación de datos, se observa una gran variación de las tasas, en parte debido a la fluctuación estadística natural de los "pequeños números". Otro factor puede emerger de este nivel de agregación, representado por la oferta de servicios especializados en el diagnóstico y tratamiento de la enfermedad. La distribución de esos servicios sigue una lógica de redes jerárquicas. La oferta es más grande en ciudades medianas y grandes, y menor en pequeños núcleos urbanos. Todos estos factores pueden explicar la tasa más alta o más baja de mortalidad por cáncer de esófago; se establecen como complementarios y actúan diferencialmente en cada nivel de la organización espacial. Estos factores, llamados "ecológicos", no necesariamente reflejan los factores de riesgo de la enfermedad, observados en el nivel individual.

TABLA. Variación en el número de habitantes, defunciones y tasa de mortalidad por cáncer de esófago según tres niveles de agregación

Niveles de agregación	Población	Defunciones	Tasas de mortalidad
Estados (n = 27)			
Mínimo	103 430	0	0,00
Máximo	16 500 062	1 500	5,68
Media	2 5961 80	231	1,73
Desviación estándar	3 360 716	386	1,37
Mesorregiones (n= 137)			
Mínimo	9 352	0	0,00
Máximo	8 848 509	770	7,47
Media	510 660	45,6	1,73
Desviación estándar	917700	96,9	1,75
Microrregiones (n= 559)			
Mínimo	5975	0	0,00
Máximo	11 854 900	525	13,3
Media	262 935	11,2	1,73
Desviación estándar	713 837	37,8	2,12
Municipios (n= 4491)			
Mínimo	751	0	0,00
Máximo	9 646 185	434	68,97
Media	33 198	1,2	1,73
Desviación estándar	189 910	8,8	4,09

Fuente: RIPS/Ministerio de la Salud, Brasil. 1990-1993.

Las diversas formas en que se recorta el espacio pueden producir diferentes estructuras espaciales y grupos poblacionales. Las unidades formadas constituirían un sistema, o apenas grupos, según sea la "fuerza de las interacciones" entre ellas.²⁷ Un conjunto de ciudades, por ejemplo, siempre favorece la formación de un sistema de cambios intensos, y de relaciones de orden y jerarquía.

CONCLUSIONES

El análisis espacial permite restablecer el contexto en el cual un evento de salud ocurre, y contribuye a la comprensión de los procesos socio-ambientales. El análisis espacial de condiciones de salud, puede ser un instrumento de gran valor en la evaluación de impacto de procesos y estructuras sociales, en la determinación de eventos de salud. La categoría espacio tiene valor intrínseco en el análisis de las relaciones entre salud, sociedad y ambiente. Conocer la estructura y dinámica espacial de la población permite la caracterización de situaciones de salud. Además, permite el planeamiento de acciones de control y locación de recursos.

Entre las variables ambientales, los fenómenos climáticos poseen más fuertes gradientes espaciales en escalas regionales o globales. El estudio de los efectos de la reducción de la capa de ozono sobre la salud se debe desarrollar en esta escala, pues los daños a la capa de ozono tienen dimensiones casi continentales. Por otro lado,

en el nivel local están presentes las más grandes variaciones de los factores relacionados con la contaminación de la atmósfera. La difusión atmosférica de contaminantes puede alcanzar pocos kilómetros. La selección de la escala depende, por eso, de la identificación previa de los principales fenómenos que se quieren estudiar, y de su extensión en el espacio. En el caso de los estudios de impacto de agentes ambientales sobre la salud, la unidad de análisis debe poseer extensión compatible con el fenómeno que se pretende enfocar.

Los factores epidemiológicos, ambientales, sociales y culturales que se desean estudiar para el análisis de situaciones de salud presentan diferenciales en todas las escalas con que se represente el espacio. Los indicadores de renta, por ejemplo, diferencian barrios, sectores urbanos, ciudades, regiones y países. Cada uno de esos niveles presenta fuertes diferenciales internos y externos. Por eso, ninguna escala puede ser tomada como definitiva, sino apenas como una aproximación de un proceso complejo, realizado en diferentes niveles. De esta forma, cada escala de análisis evidencia un contenido propio del territorio enfocado y puede incorporar un determinante de sanidad. La práctica del trabajo con análisis espacial en salud exige el reconocimiento de la interacción entre tres escalas simultáneas: la de captación de datos, la de ocurrencia de procesos sociales y ambientales, y la de intervención sobre los determinantes. Instrumentos como el SIG pueden ayudar a trasladar datos entre unidades espaciales.

SUMMARY: The geographic space is a category of synthesis and convergence through which several processes involved in the life, environment and health of the population are expressed. One of the most important tasks for the evaluation of health situations is the development of indicators capable of finding and reflecting risk conditions for health and originated from adverse environmental and social conditions. However, the results that may be obtained from the spatial analysis of indicators are subjected to different choices made throughout these processes, that is, the selection of indicators of the information sources, of the level of analysis, of spatial units of reference, of spatial analysis methods and even the conception of geographical space. This paper discusses the effect of selection of data and scale aggregating units on the spatial analysis for the evaluation of health situations, using the distribution of mortality rates from esophageal cancer in the south of Brazil as an example.

Subject headings: MAPS; GEOGRAPHY; TOPOGRAPHY; MEDICAL; SCALES; ESOPHAGEAL NEOPLAMS/epidemiology; ESOPHAGEAL NEOPLAMS/mortality.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Susser M. The Logic in ecological: The Logic of analysis. *Am J Public Health* 1994;84(5):825-9.
2. Ghadirian P. Thermal irritation and esophageal cancer in northern Iran 1909-1914. *Cancer* 1987;60(8).
3. Stefani E de, Munoz N, Esteve J, Vasallo A, Victora CG, Teuchmann S. Mate drinking, alcohol, tobacco, diet, and esophageal cancer in Uruguay. *Cancer Res* 1950;50(2):426-31.
4. Gimeno SG, Souza JM, Mirra AP, Correa P, Haenszel W. Factores de riesgo do câncer de esôfago: Estudo de caso-controle numa Região Metropolitana do sudeste do Brasil. *Rev Saúde Públ* 1995;29(3):159-65.
5. Corrêa RL. Região e organização espacial. São Paulo: Ed. Ática; 1986:93.
6. Soja EW. Geografias pós-modernas: a reafirmação do espaço na teoria social crítica. Rio de Janeiro: Ed. Jorge Zahar; 1993.
7. Bailey TC, Gratell AC. Interactive spatial data analysis. Essex, Inglaterra: Longman Scientific & Technical; 1995.
8. Kearns RA, Joseph AE. Space in its place: developing the link in the medical geography. *Soc Sci Med* 1993; 37(6):711-17.

9. Croner CM, Sperling J, Broome FR. Geographic information systems (GIS): New perspectives in understanding human health and environmental relationships. *Stat Med* 1996;15:1961-77.
10. Hills M, Alexander F. Statistical methods used in assessing the risk of disease near a source of possible environmental pollution: a review. *J Royal Stat Soc Assoc* 1989;152:353-63.
11. Bastos FI, Barcellos C. A Geografia social da AIDS no Brasil. *Rev Saúde Públ* 1995;29(1):52-62.
12. Kjellstrom T, Soplan JP, Rothenberg RB. Current and future determinants of adult III-health. En: R.G.A. Feachem: *The Health of Adults in the Developing World*. Nueva Iorque: Oxford University Press;1992. p. 209-60.
13. Randolph R. Configuração e organização territorial: análise de espacialidade e temporalidade. *Cad IPPUR* 1990;1:9-34.
14. Santos M. Espaço e método. São Paulo: Ed. Nobel; 1988.
15. Barcellos C, Bastos FI. Geoprocessamento ambiente e saúde: uma união possível? *Cad Saúde Públ* 1996;12(3):389-97.
16. Piquet R, Randolph R, Smolka M, Vetter D. Análise das articulações sócio-econômicas regionais: sugestões metodológicas. Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional. IPPUR/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro; 1986.
17. Carvalho MS, Cruz OG. Análise espacial por micro-areas: métodos e experiências. En: *Epidemiologia: Contextos e Pluralidade*. Rio de Janeiro: Ed. FIOCRUZ/ABRASCO; 1998. p. 79-89 (Serie Epidemiológica, No. 4).
18. Dollfus O. O espaço geográfico. São Paulo: Ed. Difel;1975.
19. Santos M. A natureza do espaço: Técnica e tempo, Razão e emoção. São Paulo: Ed. Hucitec; 1999:308.
20. Vine MF, Degnan D, Hanchette C. Geographic information systems: Their use in environmental epidemiologic research. *Environm Health Perspect* 1997;105(6):598-605.
21. 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.
22. Openshaw S. Fuzzy logic as a new scientific paradigm for doing geography. *Environm Plann* 1996;28(5):761-8.
23. Dorfman A. As escalas do território e sua articulação: uma revisão. En: Z. Mesquita & C.R. Brandão (org) *Territórios do cotidiano*. Porto Alegre: Ed. Universidade; 1995:99-108.
24. Diez-Roux AV. Bringing context back into epidemiology: variables and multilevel analysis. *Am J Publ Health* 1998;88:216-22.
25. Datasus. Sistema de Informação sobre Mortalidade. Datasus. CD-Rom. Rio de Janeiro, 2000.
26. Cleek RK. Cancer and the environment: the effect of scale. *Soc Sci Med* 1979;13D:241-7.
27. Castellanos PL. Epidemiología, Saúde Pública, situação de saúde e condições de vida. Considerações conceituais. En: R.B. Barradas (org.), *Condições de Vida e Situação de Saúde*. Rio de Janeiro: Ed. Abrasco; 1997. p. 31-76.

Recibido: 18 de abril de 2003. Aprobado: 18 de junio de 2003.
 Christovam Barcellos. Avenida Brasil 4365, Manguinhos, Rio de Janeiro, RJ. CEP 21045-900. E-mail: xris@fiocruz.br