

Infra-estrutura nacional para gestão espacial de dados de saúde

National infrastructure for spatial management of health data

Tatiana Plantier¹, Hugo Carrão², Francisco George¹

¹ Direcção-Geral da Saúde, Al. D. Afonso Henriques, 45, 1049-005, Lisboa, Portugal.

² Universidade Nova de Lisboa Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, Campus de Campolide, 1070-312 Lisboa, Portugal.

Resumo

Os riscos de propagação de doenças com expressão epidémica ou pandémica, são, hoje, fenómenos que determinam insegurança na população e que autoridades de saúde procuram analisar, reduzir e comunicar. De forma a monitorizar e gerir os mecanismos de controlo, têm vindo a ser desenvolvidas a nível regional, nacional e continental infra-estruturas de gestão da Saúde Pública. Tais infra-estruturas recorrem normalmente a pesquisas e análises de dados alfanuméricos, compilados e armazenados em arquivos locais e centrais por hospitais e outros serviços de saúde, sendo a sua disponibilização e tratamento muito limitados à área geográfica onde são registados. Com o crescimento dos serviços disponíveis na *Internet* aumentou também a capacidade de partilha de conhecimentos e de informação, possibilitando uma apreciação mais frequente e abrangente de situações anómalas de Saúde Pública. Paralelamente, a análise e gestão desses dados numa perspectiva espacial, através de Sistemas de Informação Geográfica, tem vindo a ganhar consistência em inúmeras situações como, por exemplo, a contenção da propagação de epidemias. Este trabalho apresenta esses novos dispositivos já ensaiados em Portugal.

Palavras chave: Sistema de Informação Geográfica, Análise espacial, Saúde Pública, *Internet*.

Abstract

The risks of disease propagation at epidemic or pandemic levels are phenomena that nowadays establish insecurity in the population and that health authorities attempt to analyze, reduce and communicate. In order to monitor and manage control mechanisms, certain infrastructures for Public Health management have been developed at a regional, national and continental level. Such infrastructures are usually based on the exploration and analysis of alphanumeric data, which is compiled and stored in local and central archives by hospitals and other health services. The availability and processing of this information is, however, extremely limited to the geographical area where it was registered.

With the growth of services available on the Internet, there was also an increase in the capacity to share knowledge and information, allowing for a more frequent and widespread appraisal of anomalous situations in Public Health. Parallely, the analysis and management of these data in a spatial perspective through Geographic Information Systems, have increasingly gain consistence in innumerable situations, such as the propagation contention of epidemics. This paper presents those new mechanisms which have already been tested in Portugal.

Key words: Geographic Information System, Spatial Analysis, Public Health, Internet.

Recebido em 19/10/2006

Aceite em 10/11/2006

Rev. Lusófona de Ciências e Tecnologias da Saúde, 2006; (3) 2: 139-144

Versão electrónica: <http://revistasaude.ulusofona.pt>

Introdução

As doenças infecto-contagiosas são, actualmente, consideradas como uma das maiores ameaças para a segurança da população mundial, nos próximos 20 anos, devido às transformações biológicas dos próprios agentes, à capacidade adaptativa dos seus vectores e às alterações ambientais (e.g. mudanças climáticas e de ocupação do solo)^[1]. Neste sentido, a recolha, análise e interpretação sistemática de dados de saúde são essenciais para o desenvolvimento e manutenção de sistemas de vigilância, prevenção e controlo de doenças infecto-contagiosas. No entanto, na maioria das situações, o estudo da ocorrência e propagação de doenças infecto-contagiosas requer não só uma análise de dados de saúde alfanuméricos, mas também uma análise espaço-temporal da sua relação com inúmeras variáveis ambientais. Actualmente, este tipo de análise é facilitado com recurso a novas tecnologias de informação, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), a Detecção Remota (DR) e a *Internet*. Os SIG são, por excelência, recursos potenciais para a gestão da Saúde Pública, devido à sua capacidade de integrar e analisar dados provenientes de diferentes fontes (alfanuméricos e espaciais), estabelecer relações entre eles e gerar informação. Os conjuntos de dados, quando geograficamente referenciados, distinguem-se pelo facto de estarem associados a um determinado local do espaço, permitindo uma fácil e rápida compreensão dos padrões de distribuição dos fenómenos de saúde. Os SIG, aliados à DR e *Internet*, possibilitam uma correcta monitorização da saúde, permitindo o planeamento e alocação espaço-temporal de recursos (e.g. humanos, financeiros, equipamento) em tempo útil e de acordo com as necessidades das populações.

Este trabalho tem como objectivo a divulgação de um sistema que visa a aquisição, tratamento e disponibilização de informação auxiliar às autoridades competentes, para monitorização e apoio à decisão no que respeita à Saúde Pública. Neste sentido, realça-se a importância e utilidade das novas tecnologias aplicadas à saúde e apresenta-se uma breve descrição do estado de desenvolvimento da infra-estrutura que está a ser concebida para o território nacional.

Novas tecnologias para a vigilância da Saúde Pública

Em 2003, a Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos da América adicionou o termo “Sistemas de Informação Geográfica” ao seu controlado vocabulário e dicionário de sinónimos, reflectindo a importância e desenvolvimento que os SIG têm na investigação e técnicas de saúde e cuidados de saúde^[2]. A tecnologia SIG permite caracterizar e

Introduction

Infecto-contagious diseases are currently considered as one of the biggest threats to the security of the world population for the next 20 years, due to the biological transformations of agents, the adaptableness capacity of vectors and environmental changes (e.g. climatic changes and land cover)^[1]. In this sense, the gathering, analysis and systematic interpretation of health data are essential for the development and maintenance of systems that survey, prevent and control infecto-contagious diseases. Nevertheless, in the majority of cases, the study of the occurrence and propagation of infecto-contagious diseases requires not only an analysis of alphanumeric health data, but also a spatial temporal analysis of its relationship with innumerable environmental variables. Currently, this type of analysis is facilitated by using new information technologies, such as Geographic Information Systems (GIS), Remote Sensing (RS) and the Internet. GIS are, by excellence, potential resources for the management of Public Health, due to their ability to integrate and analyze data from different sources (alphanumeric and spatial), establish relationships and produce new information.

The data sets geographically referenced are distinguished by the fact that they are linked to a specific local in space, thus allowing for an easy and quick understanding of the distribution patterns of health phenomena. GIS, associated with RS and Internet, permit a correct health control, as well as the management and near real time spatial temporal allocation of resources (e.g. human, financial, equipment) in accordance with the needs of the population.

The aim of this paper is to present a system for the acquisition, management and delivery of auxiliary information that could be used by health authorities in the monitorization and decision support regarding Public Health. In this sense, we highlight the importance and utility of the new technologies applied to health and present a brief description of the infrastructure that is being conceived for the national territory.

New technologies for the surveillance of Public Health

In 2003, the National Library of Medicine in the United States of America added the term “Geographic Information Systems” to its controlled vocabulary and dictionary of synonyms. This reflected the importance and expansion that GIS have in health research, health techniques and health care^[2]. GIS technology lets us characterize and produce maps of occurrence patterns, propagation routes and epidemic risks through the

cartografar padrões de ocorrência, propagação e risco de epidemias através da modelação espacial de conjuntos de dados referenciados geograficamente. Paradoxalmente, a primeira aplicação prática dos SIG em Saúde Pública surgiu em 1855 no trabalho publicado por John Snow, muito antes da existência de computadores. Este médico Inglês suspeitava que o agente que provocava a epidemia de cólera que se propagava em Londres, por essa altura, era transportado pela água da rede de abastecimento da cidade. Assim, de forma a suportar a hipótese por ele concebida, sobrepôs um mapa com a localização espacial da residência das vítimas ao mapa da rede pública de abastecimento de água de Londres, tendo concluído desta forma, não só que a sua hipótese estava correcta, mas também qual era a fonte responsável pela epidemia na população Londrina^[3]. No entanto, mais de um século passado, Scotch *et al.*^[4] referem que existe ainda uma desvalorização das funções SIG por parte da comunidade de saúde e prestadora de cuidados de saúde. Estas ferramentas são maioritariamente utilizadas em tarefas de visualização espacial da informação, ao passo que a análise e resolução rotineira de problemas de saúde são efectuadas em programas informáticos estatísticos. Este fenómeno deve-se, essencialmente, ao facto da formação dos profissionais de saúde ser maioritariamente direccionada para a utilização de programas informáticos estatísticos, havendo, ainda, uma fraca adesão à formação nestas novas tecnologias^[5]. Contudo, existem já a nível internacional e disponíveis na *Internet*, diversos SIG aplicados à saúde, tais como: *HealthMap*, um Programa SIG desenvolvido em conjunto pela WHO/UNICEF em 1993, para suportar a gestão e monitorização do Programa de Erradicação do Verme da Guiné; *MARA/ARMA*, um atlas SIG para a monitorização do risco de malária em África, que permite integrar dados espaciais, ambientais e de ocorrência da doença, para produzir mapas com a distribuição geográfica dos vários tipos de malária e do o seu risco de transmissão, em diferentes regiões do continente.

A utilização prática da tecnologia SIG só tem sentido quando os utilizadores dispõem de informação georreferenciada actualizada para construção e aplicação dos seus modelos teóricos. No que respeita aos estudos epidemiológicos, a informação ambiental necessária corresponde maioritariamente à estrutura da paisagem, à vegetação e aos corpos de água, os quais podem ser adquiridos em tempo real ou quase real a partir de sistemas de Detecção Remota existentes em órbita^[6]. Os dados de Detecção Remota permitem categorizar e cartografar *habitats* de vectores e hospedeiros, observar alterações nesses *habitats* e criar mapas de risco úteis para programas de controlo de epidemias^[1]. Diversos trabalhos epidemiológicos

spatial modeling of geographically referenced data. Paradoxically, the first practical application of GIS in Public Health appeared in 1855 in the work published by John Snow, a long time before the existence of computers. This English doctor suspected that the agent responsible for cholera epidemic's, which was propagating through London at that time, was transported through the water network that supplied the city. Thus, in order to support his hypothesis he placed a map with the spatial location of the victims' residence over a map of London's public network of water supply, thus concluding that his hypothesis was correct. Moreover, he was able to find which source was responsible for the epidemic affecting the London population^[3]. Recently, more than a century later, Scotch *et al.*^[4] refer that there is still an underestimation of the GIS functions by both the health community and health care providers. These tools are mainly used for visualization of spatial information, whereas the analysis and routine solutions to health problems take place in statistical information programs.

This phenomenon is essentially due to the fact that the training of health professionals is mainly directed towards the usage of statistical information programs, where there is still a weak adherence to these new technologies^[5]. However, at an international level and on the Internet, there are already several GIS programs suited for health, such as: *HealthMap*, a GIS program developed in conjunction with the WHO/UNICEF in 1993, to support the management and control of the Guinea Worm Eradication Program; *MARA/ARMA*, a GIS atlas that monitors the malaria risk in Africa, which allows for the integration of spatial, environmental and disease occurrence data, in order to produce maps with the geographic distribution of the various types of malaria and its transmission risk in different regions of the continent.

The practical usage of GIS technology only makes sense when the users have available and updated georeferenced information for the construction and application of their theoretical models. Regarding the epidemiological studies, the environmental information that is needed corresponds mainly to the landscape, vegetation and water bodies, which can be acquired in real time or nearly real time with the existing Remote Sensing systems in orbit^[6]. The data from Remote Sensing allow for the categorization and mapping of habitats for hosts and disease vectors, change detection in those habitats and production of risk maps useful for epidemic control programs^[1]. Much epidemiological research has already used data acquired by Remote Sensors, such as those that identified villages in high risk of malaria transmission^[7] and where invertebrate intermediate hosts and vectors for disease were controlled^[6]. The geographic data that can be compiled and treated in GIS normally come th

tiveram já como base dados recolhidos por Detecção Remota, como aqueles em que se identificaram aldeias em elevado risco de transmissão de malária^[7] e onde se controlaram hospedeiros invertebrados intermediários e vectores^[6].

Os dados geográficos que podem ser compilados e tratados num SIG provêm normalmente de diversos Institutos Públicos e Agências Nacionais, Universidades e empresas privadas. A sua disponibilização, importação e tratamento, em tempo útil, para gestão de situações de emergência num SIG para a Saúde Pública só terá viabilidade através de uma interface concebida para a *Internet*^[8]. Este tipo de ferramentas permite o acesso imediato às bases de dados partilhadas para o efeito, bem como a disponibilização imediata aos utilizadores dos resultados das análises efectuadas em SIG num sistema central. Estes sistemas são actualmente bastante comuns em diversas áreas de actividade, disponibilizando dados através de portais de acesso livre ou condicionado a utilizadores credenciados. Em Portugal, existem já diversos institutos públicos que utilizam a *Internet* como veículo de transmissão em tempo real ou quase real de dados para gestão e mitigação de situações de emergência. Exemplos de sucesso são os casos da Protecção Civil e da Direcção-Geral dos Recursos Florestais, aquando do combate aos fogos florestais.

Infra-estrutura nacional de geo-informação para a saúde

Com o objectivo de munir as autoridades de saúde portuguesas com os meios necessários para uma correcta gestão de recursos e tomada de decisão, está a ser desenvolvido um projecto denominado “Sistema de Informação para a Vigilância Epidemiológica de uma Pandemia de Gripe”¹. Este projecto pretende tirar partido das novas tecnologias para desenvolver um sistema que permita reportar, detectar e prever, de forma eficiente, problemas de Saúde Pública, como é o caso de uma eventual pandemia de gripe.

A Direcção-Geral da Saúde (DGS) possui desde 2003 um sistema de bases de dados em Oracle®, sobre as urgências hospitalares e de Centros de Saúde de todo o país. Esta base de dados, com um carácter de actualização diário, contém, nas suas tabelas, um elevado número de atributos (e.g. idade, sexo, distrito e estabelecimento de saúde). Em função destes atributos, extrai-se informação em formato de gráficos e mapas que são disponibilizados através da *Internet* numa área de acesso restrito, no *website* da DGS. A georreferenciação da informação é feita com recurso

from diverse Public Institutions and National Agencies, Universities and private companies. Its availability, integration and analysis in real time for the management of emergency situations in a Public Health GIS will only be feasible through an interface conceived for the *Internet*^[8]. These tools allow for a direct access to open data bases, as well as the immediate access to data analyses results stored in a central GIS. These systems are currently quite common in several activity areas and make data available through free or limited access portals to authorized users. In Portugal, there are already several public institutions that use the *Internet* as a vehicle for data transmission in real time or nearly real time in order to manage and mitigate emergency situations. Two examples of success are those of the Civil Protection and the General-Directorate of Forest Resources developed for forest fire prevention and mitigation.

National geo-information Infrastructure for health

The “Information System for Epidemiologic Surveillance of a Flu Pandemic”¹ project, which is still under development, has the objective of supplying the Portuguese health authorities with the necessary means for correct resources management and decision making. This project intends to make use of new technologies in order to develop a system that allows for an efficient description, detection and prevention of Public Health problems, e.g. flu pandemic.

The General Directorate of Health (DGS) has, since 2003, an Oracle® database about hospital and Health Centre emergencies from the entire country. This database, which is updated on a daily basis, comprises an high number of features, such as age, sex, district, and health establishment. With these features, it is possible to extract information in graph and map formats, which are available on the *Internet* in a restricted access area of DGS's website. The information is georeferenced in ArcGIS 9.1® software (Geographic Information System), while the availability of these products on the *Internet* is carried out with ArcIMS® software. The geographic representation is done in intensity intervals with a 5 colors scale that represent the health care search frequency in emergency services by district within the Portuguese Official Administrative Map (CAOP). These intensities are represented per 100,000 inhabitants and are a function of the number of emergency records by district and of the estimation of resident population, given by National Statistical

¹Equipa liderada por Mário Carreira, da qual fazem parte Tatiana Plantier na implementação do SIG, André Oliveira na automatização dos processos e Carla Cardoso na análise estatística dos dados.

¹The team is led by Mário Carreira, with Tatiana Plantier working on the GIS implementation, André Oliveira on the automatization of the processes and Carla Cardoso on the statistical analysis of data.

ao Sistema de Informação Geográfica ArcGIS 9.1® e a disponibilização destes produtos na *Internet* é feita com recurso ao software ArcIMS®. A representação geográfica é feita por intervalos de intensidade da procura de cuidados de saúde em serviços de urgência por distrito e segundo uma escala de 5 cores graduadas, tendo como base cartográfica a Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP). Estas intensidades são calculadas com base no número de ocorrências de idas às urgências, por distrito, tendo como denominador as estimativas da população residente, em 30 de Junho de 2003, provenientes do Instituto Nacional de Estatística e sendo apresentadas por 100 000 mil habitantes. O projecto em curso visa ainda que as autoridades competentes tenham acesso remoto a uma base de dados geográfica de ortofotomapas e cartografia topográfica à escala 1: 25 000, cobrindo todo o território nacional, com a qual poderão estabelecer uma relação interactiva com o órgão central, através do intercâmbio imediato de informação auxiliar diversa recolhida *in situ*.

Conclusões e perspectivas futuras

Apesar de existirem ainda diversos factores de ordem técnica, cultural e organizacional, que limitam a utilização de Sistemas de Informação Geográfica e tecnologias afins no sector da Saúde Pública, pode-se afirmar que o seu processo de integração efectiva nesta área está em rápida mudança. As ferramentas SIG são cada vez mais intuitivas, fáceis de utilizar, eficazes e acessíveis economicamente, pelo que as organizações internacionais de saúde têm vindo a promover a sua utilização e formação de colaboradores de modo a tirarem o melhor partido destas. Por outro lado, a disponibilização dos mapas através da *Internet* possibilita a partilha da informação, em formato geográfico, a um maior número de pessoas, não obrigando a qualquer tipo de conhecimento em ferramentas SIG.

A representação combinada em mapas e gráficos de resultados práticos da análise de dados de saúde em Sistemas de Informação Geográfica favorece a objectivação de conjecturas acerca da origem e itinerário da propagação de doenças infecto-contagiosas. Consequentemente, proporcionam novas oportunidades às autoridades da Saúde Pública para aperfeiçoarem as capacidades de planeamento, gestão e monitorização das suas organizações.

Nomeadamente, a espacialização da informação de saúde pode ser muito útil, por permitir revelar tendências e padrões, que normalmente se apresentam ocultos numa simples representação gráfica.

Relativamente à iniciativa nacional para o desenvolvimento de uma infra-estrutura para a monitorização e gestão territorial da Saúde Pública,

Institute, on the 30th of June 2003.

The current project also aims at giving to the state authorities the remote access to geographic databases of orthophotomaps and topographic cartography at 1: 25 000 scale. These data would cover the entire national territory, allowing the regional health authorities to establish the immediate exchange of auxiliary information gathered *in situ* with the central repository.

Conclusions and future perspectives

Even there are still several technical, cultural and organizational factors that limit the usage of Geographic Information Systems and other technologies in Public Health sector, one can affirm that its effective integration in this area is rapidly changing.

GIS tools are becoming more and more attractive, easy to use, effective and economically accessible. Therefore, international health organizations have come to promote its usage and the training of collaborators in order to take advantage of their potentialities. On the other hand, the availability of maps through the Internet allows the sharing of geographic information through a greater number of users, while not requiring any previous knowledge of GIS tools.

The combined representation of health data analysis in graphs and maps through Geographic Information Systems supports further accurate outcomes concerning infecto-contagious diseases origin and propagation.

Consequently, they offer to Public Health authorities new opportunities to improve the planning capabilities, management and control of their organizations. Specifically, the spatialization of health information can be very useful because it reveals trends and models that normally remain occult in a simple graphic representation.

In relation to the national infrastructure for the territorial control and management of Public Health, we stress that the automatization processes, the geographic representation and analysis, as well as the use of the Internet, are fundamental factors for its development and improvement. This infrastructure gives the opportunity to the intervenients in this domain to generate knowledge, thus amplifying the capacity of integrating and analyzing health data in a more efficient way and giving better usage to the available information.

Acknowledgments

The geographic data used in this project were gently provided by the National Statistical Institute (*INE*), the Portuguese Geographical Institute (*IGP*) and the Army Geographic Institute (*IGeoE*).

salienta-se que a automatização de processos, a representação e análise geográfica, bem como o recurso à *Internet*, são factores determinantes para o aperfeiçoamento do sistema actual. A possibilidade de todos os intervenientes neste domínio contribuírem para gerar conhecimento, amplia a capacidade de integrar e analisar dados de saúde de uma forma mais eficiente, fazendo-se assim um melhor uso da informação disponível.

Agradecimentos

Os dados geográficos utilizados no âmbito deste projecto foram gentilmente cedidos pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), Instituto Geográfico Português (IGP) e Instituto Geográfico do Exército (IGeoE).

Referências / References

- [1] Maynard NG. Satellites, Settlements and Human Health. In: Ridd MK, Hipple JD, editors. Remote Sensing of Human Settlements. Manual of Remote Sensing, 3rd ed. Vol. 5. New York: John Wiley & Sons, Ltd.; 2005. p. 379-399.
- [2] Boulos MNK. Towards evidence-based, GIS-driven national spatial health information infrastructure and surveillance services in the United Kingdom. *International Journal of Health Geographics* 2004; 3:1.
- [3] Snow J. On the Mode of Communication of Cholera. 2nd ed. London: Churchill; 1855. Publicação reimp. em Snow on Cholera. Nova Iorque: Commonwealth Fund; 1936. Reimp. de Nova Iorque: Hafner Publishing Company; 1965.
- [4] Scotch M, Parmanto B, Gadd CS, Sharma RK. Exploring the role of GIS during community health assessment problem solving: experiences of public health professionals. *International Journal of Health Geographics* 2006; 5:39.
- [5] Boulos MNK, Roudsari AV, Carson ER. Health Geomatics: An Enabling Suite of Technologies in Health and Healthcare. *Journal of Biomedical Informatics* 2001; 34.
- [6] Hay SI, Packer MJ, Rogers DJ. The impact of remote sensing on the study and control of invertebrate intermediate hosts and vectors for disease. *International Journal of Remote Sensing* 1997; 18:14.
- [7] Beck LR, Rodríguez MH, Dister SW, Rodríguez AD, Rejmánková E, Ulloa A, Meza RA, Roberts DR, Paris JF, Spanner MA, Washino RK, Hacker C, Legters LJ. Remote sensing as a landscape epidemiologic tool to identify villages at high risk for malaria transmission. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 1994; 51.
- [8] Boscoe FP, Ward MH, Reynolds P. Current practices in spatial analysis of cancer data: data characteristics and data sources for geographic studies of cancer. *International Journal of Health Geographics* 2004; 3:28.