



## Sistema de Información Geográfica Aplicada al Estudio de los Datos de Los Profesionales de Enfermería del Brasil

Recepción: 2012-08-01 | Aceptación: 2012-09-07

Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo Persegona, M.F.M, Albuquerque, G. L, Freire, N.P, Cruz, M.M, Valentim, G.H (2012). Sistema de información geográfica aplicada al estudio de los datos de los profesionales de enfermería del Brasil. *Ingenio Magno*. Vol.3, pp. 84-91. Universidad Santo Tomás Tunja - CIIAM.

Persegona, Marcelo Felipe M., - Albuquerque, Gelson Luiz de., - Freire, Neyson P., -Cruz, Matheus M., - Valentim, Gedalias H. de O.

**Resumen**— El uso de Sistemas de Información Geográfica auxilia a los tomadores de decisión de organismos públicos o empresas en la elaboración, implantación y acompañamiento de proyectos y/o programas gubernamentales por la creación de mapas temáticos que auxilian en la toma de decisiones. Estos sistemas tienen capacidad de utilizar diversas fuentes de información y agruparlas para la obtención de un resultado esperado. Para esta finalidad, el georreferenciamiento viene mostrándose extremadamente útil para realizar evaluación espacial del territorio, en el estudio de fenómenos en diversas áreas, principalmente para inteligencia competitiva y apoyo a toma de decisión. El sistema propuesto es totalmente hecho en plataforma libre, siguiendo la tendencia actual del gobierno brasileño. El uso de Sistemas de Información Geográfica ayudó en la realización de la investigación sobre los datos de la enfermería del Brasil. La enfermería es la mayor clase de profesionales del Brasil y está dividida en tres categorías: enfermeros, técnicos de enfermería y auxiliares de enfermería. La investigación realizada evidenció la disparidad de la distribución de los profesionales de enfermería por el territorio brasileño. Esta investigación debe contribuir para apoyar la elaboración de políticas públicas de salud del Brasil.

**Palabras clave**— Sistemas de Información Geográfica, Business Intelligence, Enfermería, Políticas Públicas de Salud, Apoyo a toma de decisión.

**Abstract**— The use of geographical information systems helps decision-makers of public bodies or companies in the development, implementation and/accompaniment of projects and/or government programs for creation of thematic maps that assist in the decision-making process. These systems have the ability to use various sources of information and integrate them to obtain an expected result. For this purpose, the geographical information systems (GIS) is extremely useful for spatial evaluation of the territory, in the study of phenomena in several areas, primarily for competitive intelligence and support decision making. The proposed system is completely done in free platform, following the current Brazilian Government's trend. The use of GIS assisted in the conduct of research on the Brazilian nursing data. The nursing is the largest Brazil's professionals class and it is divided into three categories: nurses, technicians and auxiliary. The research showed the disparity in the nursing's distribution by the Brazilian territory. This research should help to support the development of Brazil's public health policies.

**Keywords**— Geographic Information System, Business Intelligence, Nursing, Public health policies, Decision Support System

## I. INTRODUCCIÓN

La investigación realizada presenta como las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) están al servicio del desarrollo, ayudando al Consejo Federal de Enfermería del Brasil (COFEN) a crear una metodología de análisis de datos para apoyar el proceso de toma de decisiones para auxiliar en la confección de políticas públicas de salud. Para eso, fueron utilizadas las bases de datos de los sistemas de gestión de profesionales de enfermería de los Consejos Regionales de Enfermería (COREN) y diversos sistemas computacionales para análisis de datos, confección de tablas, gráficos y mapas temáticos.

Esta investigación utilizó técnicas de Business Intelligence (BI) y prospección, cuyo enfoque permitió la creación de escenarios, segmentación de datos y análisis para cruzar entre bases de datos de diferentes tipos y fuentes. Como resultado se obtuvo la estructuración de una infraestructura tecnológica necesaria para la ejecución de la investigación y el análisis de los datos sobre los profesionales de enfermería de todo el Brasil.

Por lo general, se aplican técnicas de BI en fuentes primarias de información que ya se encuentran dentro de las empresas. También son utilizadas fuentes secundarias de información, las cuales incluyen las necesidades del proceso de toma de decisiones, las presiones competitivas externas del ambiente de negocios de la empresa, aspectos tecnológicos y económicos, tendencias culturales, datos gubernamentales, entre otros.

Además, la investigación realizada permitirá al COFEN establecer políticas públicas para la enfermería brasileña con el objetivo de mejorar la salud nacional y contribuir para el desarrollo económico, social y ambiental del Brasil.

Para tener éxito con el uso del BI se debe determinar un objetivo a alcanzar, basado en el objetivo de la organización o la visión de la empresa, sea de largo o corto plazo. Por tanto, los objetivos de esta investigación fueron:

Objetivo General: Contribuir para la mejora de la toma de decisiones del Consejo Federal de Enfermería y de los 27 Consejos Regionales de Enfermería del Brasil.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Crear una base de datos nacional de profesionales de enfermería para análisis de datos que permita utilizar BI y técnicas de prospección.

2. Crear un estándar de campos que constituyen el Data Warehouse (almacén de datos) del COFEN.
3. Crear un estándar para el relleno de los campos de las bases de datos de los COREN.
4. Realizar análisis de datos de profesionales de la enfermería del Brasil por lo menos una vez al año.

Todos los objetivos propuestos fueron alcanzados dentro del proyecto de investigación propuesto.

Los resultados de la investigación están en el reporte denominado "Análise de dados dos profissionais de enfermagem existentes nos Conselhos Regionais". El reporte completo de la investigación está accesible en la dirección de Internet:

<http://site.portalcofen.gov.br/sites/default/files/pesquisaprofissionais.pdf>

## II. METODOLOGÍA

El Sistema Cofen/Consejos Regionales de Enfermería se compone de un Consejo Federal de Enfermería (Cofen) localizado en la ciudad de Brasilia, Distrito Federal, y 27 Consejos Regionales de Enfermería (Coren) localizados en las capitales de cada Estado (provincia) (BRASIL, 1973), como se muestra en la figura 1. Los puntos rojos representan de los consejos regionales y los puntos azules representan las subsecciones de los Coren y la estrella amarilla representa el Cofen.

Los sistemas de gestión y bases de datos de la enfermería tienen mucha importancia en los procesos decisorios del Sistema Cofen/Consejos Regionales y para la emisión de las tarjetas profesionales definitivas de enfermería. Los sistemas de información y los canales de comunicación utilizados son indispensables para la prestación del servicio registro, emisión y control de tarjetas profesionales definitivos de enfermería en el Brasil. Esta infraestructura tecnológica se torna esencial para mejorar la prestación de los servicios a toda la comunidad de enfermeras(os), además de dar velocidad al proceso de emisión de las tarjetas profesionales, mejorar la calidad del servicio prestado y contribuir para el aumento de la satisfacción de los profesionales con los servicios que son ofrecidos por el Sistema Cofen/Consejos Regionales de Enfermería.

Para esta investigación se utilizaron los datos de la enfermería del Brasil del año de 2010. Como los datos vinieron de los 27 Coren,

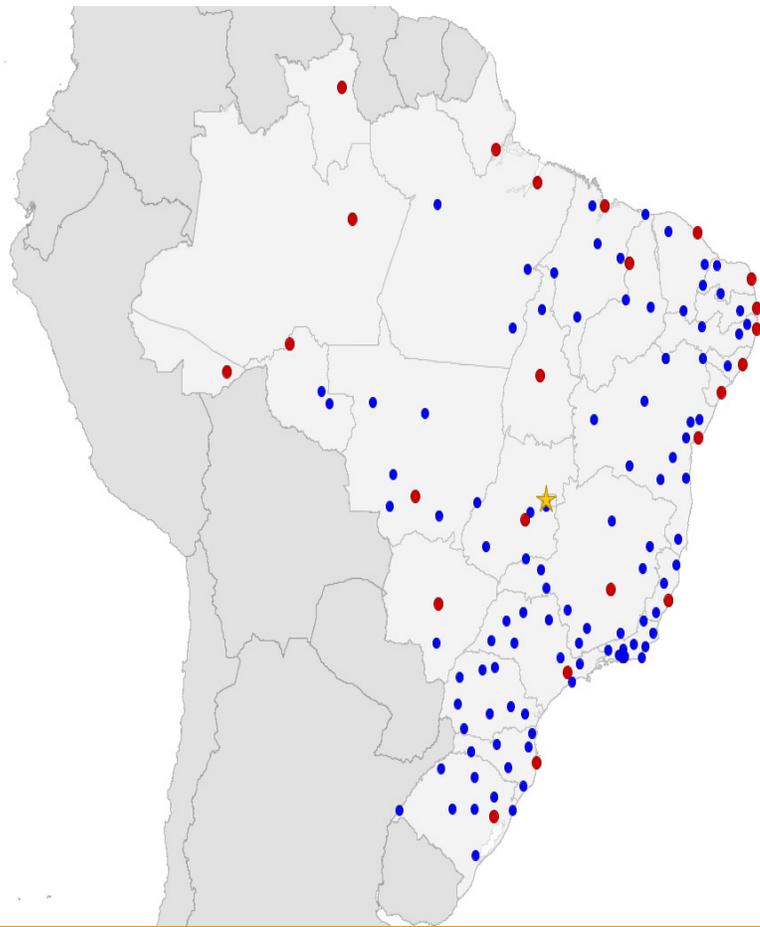


Figura 1 – Sistema Cofen/  
Consejos Regionales de  
Enfermería.

Fuente: Elaboración de los  
autores a partir de los datos  
de la investigación.

fue necesario realizar otros trabajos dentro de esta investigación, como por ejemplo la normalización y la integración de los datos de todos los Coren en una única base de datos. Para ello, fue utilizada la base de datos PostgreSQL con extensión PostGIS por ser una solución en Software Libre y con capacidad de tratar grande cantidad de datos. Además, tiene capacidad de generar mapas temáticos a partir de los datos insertados en la base de datos y ser combinados con el software Mapserver, el cual es un lector de datos geográficos que transforma en mapas temáticos los datos de la base de datos, conforme se especifica en el script de tratamiento de la información, denominado mapfile.

La infraestructura tecnológica utilizada fue de un sistema creado con diferentes herramientas de software libre y técnicas de georreferenciación para la representación de la información contenida en las bases de datos. La infraestructura propuesta fue concebida teniendo cuatro premisas, son ellas: los usuarios pueden crear mapas temáticos sin conocimiento técnico en georreferenciación; el sistema debe funcionar en tecnología Web;

la base de datos debe ser libre con capacidad de geoprocesamiento; y la infraestructura de tecnología de la información (TI) debe ser en software libre para dar apoyo a todo el ambiente tecnológico. La infraestructura utilizó:

- sistema operativo Linux (distribución Ubuntu);
- servidor de páginas de Web Apache;
- base de datos PostgreSQL 9.1 con PostGIS;
- lenguaje de programación PHP versión 5.0;
- framework I3Geo;
- PHPMapScript;
- Javascript; y
- Mapserver version 5.0.

El proceso del desarrollo del sistema fue basado en el estándar Unified Process (UP). Este es un proceso de ingeniería de software, el cual puede ser configurado para adaptarse a las necesidades específicas de un determinado proyecto y hace posible el uso de las mejores técnicas del desarrollo de software: desarrollo interactivo, gerencia de requisitos, arquitecturas basadas en componentes, modelaje de representación visual (utilizando la notación Unified Modeling Language (UML)), verificación continuada de la calidad y control de alteraciones.

#### Cuadro 1

- PostgreSQL es un servidor de base de datos objeto-relacional libre, liberado bajo licencia BSD. Es una alternativa a otros sistemas de bases de datos de código abierto, como MySQL, Firebird y MaxDB. Concorre en el mercado de sistemas gestores de bases de datos (SGBD) con sistemas propietarios, tales como Oracle, MS SQL y DB2.
- PostGIS es una extensión al sistema de la base de datos objeto-relacional PostgreSQL, permite el uso de objetos GIS (Sistemas de Informaciones Geográfica) para que sean almacenados en la base de datos.
- Quantum GIS es un sistema de información geográfico de fuente abierta que funciona en Linux, Unix, Mac OSX y en Windows. El QGIS soporta datos vectoriales, base de datos geográfica y muchos otros formatos de datos espaciales comunes.
- OpenJump fue un proyecto desarrollado para la empresa Vivido Solutions Inc. para el British Columbia Ministry of Sustainable Resource Management, la cual creó un programa para cambiar automáticamente las rutas y los ríos en mapas digitales diferentes. El equipo de desarrollo del software hizo el programa bastante flexible para poder ser utilizado no sólo para rutas y ríos, sino para cualquier tipo de datos espaciales, tales como fronteras políticas, imágenes de satélites, etc.
- I3Geo es un programa desarrollado para acceso y análisis a datos geográficos, basado en software libre, principalmente el Mapserver. Utiliza como plataforma del funcionamiento navegadores de Internet, como el Internet Explorer y el Firefox. Está licenciado en GPL. Este software fue concebido con el objetivo de difundir el uso del geoprocetamiento como instrumento técnico-científico y crear una interfaz genérica para acceso a datos geográficos existentes en las instituciones públicas, privadas o no gubernamentales. El I3Geo adopta estándares internacionales de interoperabilidad e incorpora las funcionalidades que facilitan el acceso remoto a datos, permitiendo el establecimiento de redes cooperativas.

La infraestructura propuesta permite, todavía, la integración de sistemas existentes con el sistema de georreferenciamiento. Esta integración sigue las recomendaciones del gobierno federal brasileño contenidas en el documento de referencia E-ping.

Además, la infraestructura utiliza una gran variedad de software libre de georreferenciamiento para el tratamiento de los datos, por ejemplo: OpenJump; Quantum GIS; e I3Geo. En el cuadro 1 se tiene una breve descripción de los programas.

Actualmente, la tarea de crear un ambiente para el funcionamiento de sistemas que hagan tratamiento de datos geográfico está bastante facilitada y viable con la disponibilidad de software libre. El I3Geo se destaca entre ese software por poseer la mayoría de las funcionalidades que el usuario irá a necesitar para tratar la información. También, es de fácil utilización por ser un software desarrollado en plataforma Web, en la cual la mayoría de los usuarios ya tienen conocimiento.

El núcleo del I3Geo es el programa MapServer el cual es programado por un archivo de texto, denominado mapfile, donde se guardan las instrucciones de localización de los datos geocodificados (banco de datos textuales,

imágenes raster<sup>1</sup> y temas shapfiles), posición geográfica en latitud y longitud o UTM, definiciones de consulta a bases de datos, nombres que van aparecer en las etiquetas. Los archivos templates proporcionan a la interface del programa la posición de las herramientas de zoom, consulta, colores, logomarcas, etc.

El MapServer apenas tiene la capacidad de presentar datos, no tiene la capacidad de altérarlos. Para eso, este necesita de los software de geoprocetamiento, como ArcGIS, OpenJump, QuantuMgis, Erdas Imagine o Geomidia para hacer las alteraciones e inclusiones necesarias (PERSEGONA, et al, 2006).

El programa funciona en tres etapas, descritas a continuación:

- Primera Etapa: procesamiento de los archivos shapfiles y raster utilizando los software de geoprocetamiento. Estos archivos son almacenados en una estructura de directorios que será interpretada en la etapa siguiente por los archivos mapfiles.

<sup>1</sup> Representación de elementos geográficos. Los datos son almacenados y representados como líneas horizontales y verticales de células uniformemente divididas – *pixels*. Esas imágenes describen *features* que todavía no tienen discernimiento de ellas como entidades independientes.

- Segunda Etapa: codificación de los archivos mapfiles, usando una lenguaje de definición del mapfile. Estos archivos son creados por medio de programación. A continuación, son creados los archivos templates en lenguaje HTML que permitirán la presentación de los datos en el programa.
- Tercera Etapa: interpretación del MapServer. El software MapServer irá a interpretar y ejecutar el archivo mapfile, montar los templates que darán origen al programa que será utilizado y presentado en el navegador de Internet.

La figura 2 ilustra las tres etapas de creación de un mapa en un sistema que utiliza MapServer.

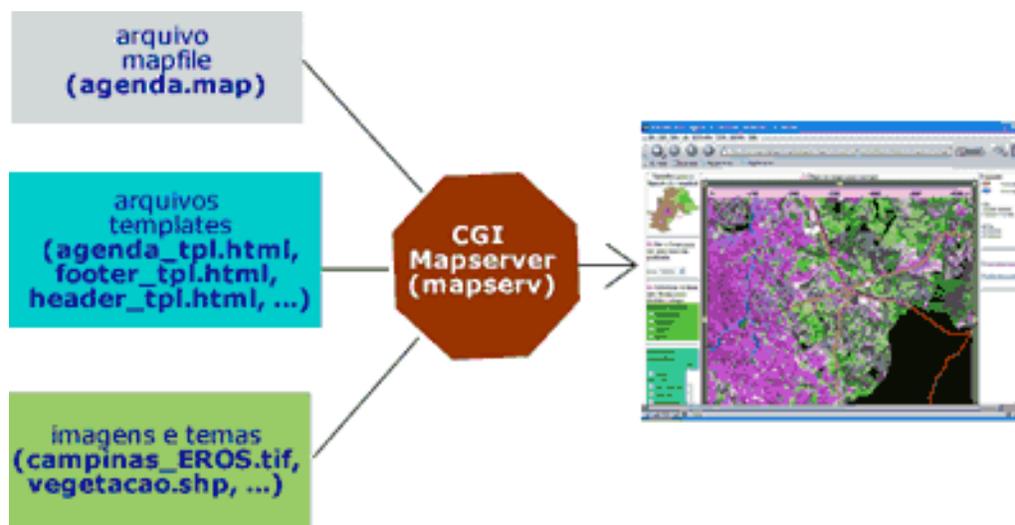


Figura 2 – Etapas de la creación de mapas temáticos con Mapserver. Fuente: CARVALHO, 2004

A continuación serán descrito los pasos para el tratamiento de datos contenido en archivos shapfile y su exportación para la base de datos PostgreSQL.

### III. Resultados

El proceso de modelar los datos para la base de datos geográfica comienza por la identificación de la información necesaria para la creación del sistema que irá a trabajar el problema o la necesidad exigida. Los sistemas de georreferenciamiento para ser más eficientes en el proceso de toma de decisión también necesitan que sean identificados los equipos del territorio. Para esto, se hace necesario un levantamiento de la información geográfica que compone este territorio, por ejemplo: rutas, ríos, presencia de ciudades, división política del país, ferrocarriles, aeropuertos etc. (PERSEGONA, 2010).

Este levantamiento es importante porque el sistema permite que se hagan tablas cruzadas de información geográfica con las tablas de información textual, lo que posibilita representar geográficamente una tabla textual de datos que no poseen atributos espaciales. Este proceso es muy simple, basta crear un SQL de unión de estas dos tablas para obtener su

representación geográfica, usando el archivo mapfile del programa Mapserver.

La mayoría de la información de los equipos del territorio serán encontrados en el formato de archivos shapfiles. La exportación de estos archivos para la base de datos PostgreSQL se hace por medio del comando shp2pgsql, que transforma el archivo shapfile en los comandos SQL que serán interpretados por el PostgreSQL. La figura 3 ejemplifica la exportación de un shapfile para SQL. Este procedimiento se ejecuta solamente una vez para cada archivo shapfile porque a partir del momento que están incorporados en la base de datos estarán allí de forma permanente.

A partir del momento que la base de datos geográfica está creada con toda la información geográfica, es necesario elegir un software para tratar la información geográfica. En esta investigación, se utilizó el I3Geo por tratarse de un software de fácil obtención y configuración.

El proyecto de infraestructura consideró el hecho de que los programas serian ejecutados en la Internet y utilizados por usuarios de todo el Brasil, sin perjudicar los aspectos operacionales de la solución propuesta que exigió disponibilidad, facilidad de uso y agilidad.

```
C:\Archivos de programas\PostgreSQL\8.1\bin>shp2pgsql.exe -s 4291 -c -I -g cg_estados c:\ms4w\apache\htdocs\webgis\datos\BR_Estados tb_estados > c:\br_estados.sql
```

Figura 3 – Comando de exportación de un shapefile para el formato SQL.  
Fuente: Elaboración de los autores a partir de los datos de la investigación.

La infraestructura de TI, creada para dar apoyo al sistema del georreferenciamiento, proporciona una excelente gestión de la información y gestión del conocimiento, porque auxilia el uso de la información en diversas áreas. Permite que los usuarios puedan realizar varias acciones sobre la información almacenada, como por ejemplo localizar los Consejos Regionales de Enfermería en un mapa, como se muestra en la figura 1.

El proceso de selección de los datos consistió en un proceso de tratamiento que consiste en la contextualización, categorización, análisis, corrección y condensación de los datos a ser utilizados para la confección de los mapas temáticos. Este proceso permitió que la información fuera almacenada de una manera más eficiente (PERSEGONA et al, 2007).

La interactividad es otro punto fuerte del sistema de georreferenciamiento, una vez que permite al usuario seleccionar diversas capas temáticas, cruzarlas y aplicar en ellas diversas funciones disponibles en el programa.

El mapa temático de la figura 4 presenta un ejemplo de análisis realizados a nivel nacional de la enfermería en el Brasil, presentando la cantidad de profesionales por Estado (provincia). Fueron creados mapas para presentar la enfermería por categoría profesional, edad, sexo y nacionalidad. Además, los datos también fueron presentados en forma de textos descriptivos, tablas y gráficos.

El sistema presentado en la figura 5 es el resultado de la integración tecnológica descrita.

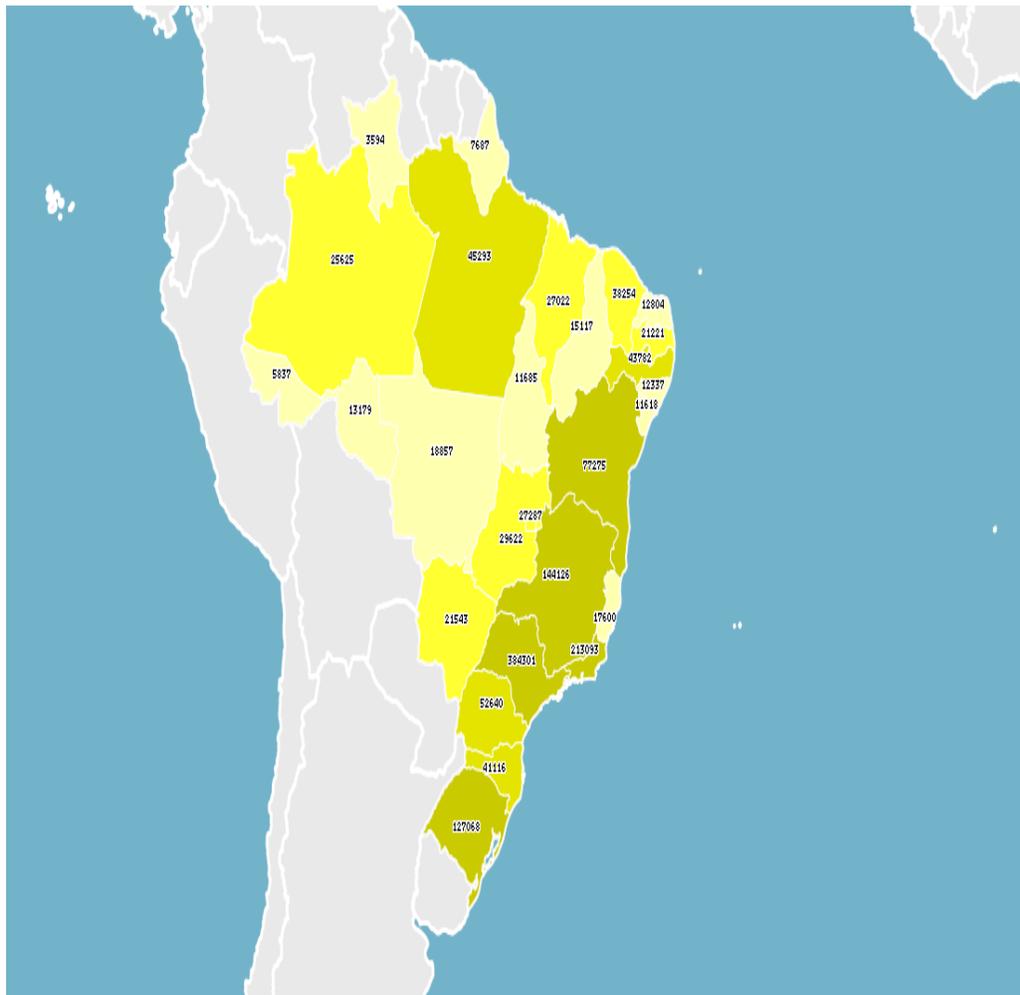


Figura 4 – Total de profesionales de enfermería por estados brasileños en el año de 2010.

Fuente: Elaboración de los autores a partir de los datos de la investigación.

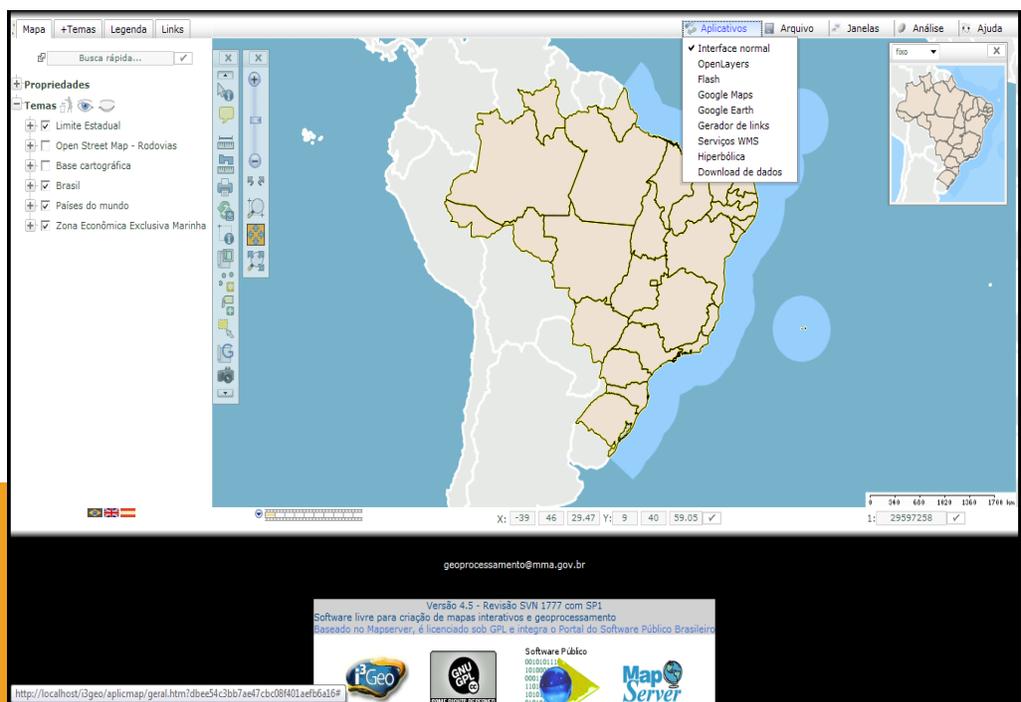


Figura 5 – Sistema I3Geo para análisis de los datos de la enfermería del Brasil.

Fuente: Elaboración de los autores a partir de los datos de la investigación.

El sistema I3Geo fue personalizado para realizar la creación de mapas temáticos basados en la información de la base de datos de la enfermería brasileña.

## Conclusiones

Es en el proceso de representación, comparación y producción de nuevo conocimiento en donde el georreferenciamiento tiene gran potencial de utilización, porque posibilita la representación de la información en la forma de mapas temáticos, tomando la interpretación y la asimilación de la información más agradable.

Los sistemas del georreferenciamiento también proporcionan la captación de una gran cantidad de información que de otra forma no sería posible. La representación de la información, en la forma de mapas temáticos, facilita el proceso de la captura de un nuevo conocimiento por estar compuesta por los conocimientos tácitos del usuario, los cuales son utilizados para realizar los procesos de análisis, de síntesis y de entendimiento de la nueva información que le es presentada.

El software libre posibilita el desarrollo y el uso de Sistemas de Información Geográfica, por no necesitar adquirir las licencias para el desarrollo y el uso de los sistemas. En caso de crearse

la infraestructura propuesta con programas propietarios, el alto costo de este tipo de sistema sería impracticable para la mayoría de las empresas y agencias de gobierno.

Además, la creación de la base de datos de los profesionales de enfermería evidenció la necesidad de una única base de datos a nivel nacional para la extracción de informes analíticos para evaluar los profesionales de enfermería en todo el Brasil. Para la creación de la base de datos de los profesionales de enfermería es necesario establecer los campos que se incluirán en las bases de datos de los Consejos Regionales y Federal. Todavía, debe establecerse los contenidos estándar que deben utilizarse para rellenar los campos de la base de datos. Actualmente, cada Consejo Regional estableció un estándar propio.

Se espera que esta investigación contribuya para corregir los problemas identificados por la OMS (2006) relacionados con la asistencia sanitaria, entre las cuales destacamos:



- Inadecuada o insuficiente formación de profesionales de enfermería;
- Poco acceso a los recursos de información y conocimientos;
- Distribución desigual de los profesionales de enfermería por el Brasil;
- Políticas y prácticas inadecuadas para el desarrollo de profesionales de enfermería;
- Bajo control y supervisión de los profesionales de enfermería; y
- Baja integración de los Consejos Regionales de Enfermería y el Consejo Federal de Enfermería con el sector privado para el recibimiento de las demandas.

## Referencias

1. BRASIL (1973). Lei nr. 5.905/73, de 12 de julho de 1973. Dispõe sobre a criação dos Conselhos Federal e Regionais de Enfermagem e dá outras providências. Disponible en: <<http://site.portalcofen.gov.br/node/4162>>. Acceso en: 10/08/2010.
2. CARVALHO, Carlos Alberto (2004). Desenvolvimento de Aplicações WebGIS em MapServer. Campinas: EMBRAPA.
3. OMS (2006). Relatório Mundial de Saúde 2006: Trabalhando juntos pela Saúde/Organização Mundial de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde. Disponible en: <<http://www.who.int/whr/2006/en>>. Acceso en: 21/03/2011.
4. PERSEGONA, Marcelo F. M. "et al". (2006). La utilización de informaciones georreferenciadas para Inteligencia Competitiva: Propuesta de una Herramienta. In: Congreso Internacional de Información 2006, Habana. Taller Internacional sobre Inteligencia Empresarial y Gestión del Conocimiento en la Empresa. Habana: IDICT.
5. PERSEGONA, M. F. M. (2010). Cadastro Nacional de Inadimplentes Ambientais: Fundamentos e Modo de Operação. Tese (Doutorado em Política e Gestão Ambiental) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.