

## Utilização de SIG-WEB usando software livre para disponibilização de dados georreferenciados na internet: Caso do Sistema Ceará em Mapas Interativos

Cleyber Nascimento de Medeiros<sup>1</sup>  
Mário Cesar Alves Aragão<sup>2</sup>  
Daniel Dantas Moreira Gomes<sup>3</sup>  
Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque<sup>4</sup>

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE  
Gerência de Estatística, Geografia e Informação – GEGIN

<sup>1</sup> Mestre em Geociências pela UFRN. Analista de Políticas Públicas do IPECE.  
Coordenador da Gerência de Estatística, Geografia e Informação - GEGIN.  
Caixa Postal 60.830-120 - Fortaleza - CE, Brasil  
{ cleyber.medeiros, mario.aragao, daniel.dantas, emanuel.silva }@ipece.ce.gov.br

<sup>2</sup> Analista de Políticas Públicas e Gestor de Tecnologia da Informação do IPECE.

<sup>3</sup> Mestrando em Geologia pela UFC. Analista em Geoprocessamento do IPECE.

<sup>4</sup> Aluno do Curso de Especialização em Geoprocessamento da UECE. Técnico em Geoprocessamento do IPECE.

**Abstract.** The Institute for Research and Economic Strategy of Ceará (IPECE) has the mission of to formulate guidelines and strategies to subsidize the government's actions in the framework of public policies and social and economic development, and is among its goals the production, analyse and distribution of Socioeconomic data and cartographic state of Ceara. In this context, the IPECE in 2009 developed a Geographic Information System on the Internet using free software. This system consists of Ceara in Interactive Maps (<http://mapas.ipece.ce.gov.br>), with the objective of providing information to society and support the public managers in public policy planning and decision making. Specifically, the system has information related to Satellite images, Orthophotos, Limits and regionalization, Environment, Water Resources, transport system, public amenities and private Altimetry and socioeconomic indicators. Besides providing the system allows the analysis of georeferenced data aimed at decision-making. As of Ceara in the Interactive Maps User can add and subtract maps in the form of layers to be displayed, locate objects and perform spatial filters through the attributes contained in the geographic database, perform zooming operations and scaling, thus performing operations query and analysis through interactive menus system. Thus, the analysis of indicators is very useful to guide projects, assisting the development, monitoring and evaluation of public policies and contributing to the formulation of development strategies. Through the elaboration of thematic maps interactive part of the location factor in the analysis of indicators, since the knowledge and information about the place increase the number of hits in the making.

**Palavras-chave:** GIS, Internet, Ceara.

## 1. Introdução

O Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) tem como missão formular diretrizes e estratégias destinadas a subsidiar as ações de governo no âmbito das políticas públicas e do desenvolvimento social e econômico, constituindo entre seus objetivos fundamentais a produção, análise e disponibilização de informações socioeconômicas e cartográficas georreferenciadas do Estado do Ceará.

Segundo Hubner e Oliveira (2008) a geração, utilização e publicação de informações georreferenciadas (geoinformação) tem sido importante para diversas atividades humanas, pois a análise espacial de fenômenos geográficos é uma forte aliada nas ações de planejamento, gestão e superação de problemas. No entanto, para que gestores possam tomar decisões seguras a partir de uma geoinformação, é necessário que eles tenham qualidade e facilidade de acesso a dados georreferenciados confiáveis.

Com o avanço da tecnologia da informação nos últimos anos tem-se o advento da passagem da cartografia clássica para a digital através da utilização dos Sistemas de Informações Georreferenciadas (SIG's), permitindo uma disponibilização mais eficaz da geoinformação. Conforme Burrough (1987), SIG's são constituídos por um conjunto de ferramentas especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais (mapas) através da análise de dados georreferenciados. De acordo com Xavier-da-Silva (2001), um SIG consiste em um sistema capaz de operar sobre seus dados, reestruturando-os para ganhar conhecimento sobre posições, extensões e relacionamentos taxonômicos, espaciais e temporais contidos em suas bases de dados.

Para Câmara e Queiroz (2001), é possível indicar entre as principais características dos SIG's a capacidade de inserir e integrar, em uma única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, censitário e cadastro urbano e rural, imagens de satélites, redes e modelos numéricos do terreno, oferecendo mecanismos para combinar as várias informações através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar conteúdo da base de dados georreferenciada.

O georreferenciamento consiste no processo de tornar conhecidas as coordenadas geográficas de um determinado local na superfície terrestre associado a uma projeção cartográfica (Silva, 1999). Desta forma, os dados georreferenciados descrevem objetos do mundo real em termos de posicionamento (coordenadas geográficas) e seus atributos não aparentes (taxa de escolaridade, população, etc.).

Neste contexto, o IPECE desenvolveu no ano de 2009 um SIG integrando dados socioeconômicos e cartográficos georreferenciados na internet. O referido sistema consiste no Ceará em Mapas Interativos, tendo por objetivo disponibilizar informações para a sociedade e subsidiar os gestores públicos no planejamento de políticas públicas e na tomada de decisão.

## 2. Materiais e Métodos

Duas tecnologias alcançaram forte impulso na era da computação digital nos últimos anos: SIG's e Internet. SIG's podem ser utilizados em várias áreas de aplicação, tais como: análise social e econômica, análise ambiental, planejamento de uso do solo, avaliação de impostos, análise de bens imóveis, planejamento de infra-estrutura, análise arqueológica, etc.

A Internet, que no início da década de 1990 ainda era de uso restrito, hoje está presente na vida da maioria das pessoas, alterando radicalmente hábitos de comunicação, entretenimento, negócios e pesquisa, prometendo ainda mudanças significativas e imprevisíveis para a humanidade.

Com a crescente utilização das geotecnologias muitas instituições vêm produzindo grandes quantidades de dados georreferenciados. Contudo, a disponibilização destes dados para a população ocorre ainda de maneira pouco eficiente gerando uma demanda pela busca de informações que não podiam devido à falta de recursos e domínio tecnológico, serem publicadas ou disponibilizadas eficientemente. No entanto, com o constante desenvolvimento da internet esta se proveu de recursos gráficos, tornando-se um meio atraente e eficiente para a disseminação de dados georreferenciados na forma de mapas.

Conforme Casanova *et. al.* (2005), a internet rapidamente se tornou o meio preferencial para disseminação de dados. Sua (quase) universalidade, associada a custos de acesso cada vez mais baixos, motivou o desenvolvimento de toda uma nova classe de sistemas de informação, com uma arquitetura diferenciada em relação a seus predecessores.

Existem basicamente dois métodos (estáticos e interativos) para disponibilizar mapas na internet, que diferem entre si em relação à forma de execução. Os mapas estáticos são disponibilizados na forma de imagem, não permitindo alteração de escala e de mapas visualizados, sendo úteis para usuários que desejam ter um mapa pronto. Exemplo deste tipo de informação pode ser encontrado no Ceará em Mapas, lançado pelo IPECE no ano de 2007 (<http://www2.ipece.ce.gov.br/cearamapas>).

Já os mapas interativos integram informações de um banco de dados a elementos georreferenciados possibilitando a obtenção posterior desta informação a partir de um clique do mouse sobre este elemento, permitindo: adicionar e subtrair mapas na forma de camadas para serem visualizadas; localizar objetos geográficos e realizar filtros através de seus atributos; executar operações de zoom e alteração de escala; realizando assim operações de consulta e análise através de menus interativos do mapa.

Segundo Silva (2007), levar a informação espacial para internet é uma das tendências alcançadas no contexto da democratização cartográfica, neste sentido, a disponibilização de dados espaciais na internet, possibilita uma nova realidade através de aplicações SIG, representando uma evolução dos SIG's desktop para os SIG's distribuídos na rede mundial de computadores.

De acordo com Silva (2007), o cliente HTTP acessa uma página com conteúdo cartográfico, hospedada em um servidor de mapas remoto, este por sua vez, é o componente responsável por realizar a leitura dos dados geográficos e efetuar uma operação específica requisitada pelo cliente (aumentar a escala, movimentar o mapa para uma área específica, etc.) e converter o resultado desta operação em uma imagem mostrada no cliente.

Neste contexto, surgiu a necessidade no IPECE da elaboração de um SIG que fosse capaz de gerar mapas interativos na internet. O projeto foi iniciado em 2008 através de pesquisa bibliográfica, visando à definição da plataforma de software e a metodologia a ser utilizada. Foi definida a utilização de software livre, em consonância com o decreto estadual nº 29.255 de 2008, promovendo o uso de tecnologias de padrões abertos, à interoperabilidade e a independência tecnológica das aplicações, além de racionalizar gastos.

O projeto foi inteiramente executado por colaboradores do IPECE e possui as seguintes características técnicas: Software i3geo como sistema base fazendo a interação entre usuário e máquina; sistema operacional Linux Ubuntu e Servidor Apache como hospedeiros; linguagens PHP, javascript, ajax e jquery mantém a comunicação entre os mesmos.

Na geração dos mapas interativos: Mapserver, PHP Mapscript, R(gráficos) + biblioteca spatstat; Para elaboração do banco de dados geográfico foi utilizado o sistema de gerenciamento de banco de dados PostgreSQL com a extensão espacial Postgis.

A base de dados socioeconômica e cartográfica utilizada para alimentar o banco de dados geográfico tem como fonte o IPECE e outras secretarias do Estado do Ceará, estando devidamente referenciada a fonte da informação. Quanto ao material cartográfico o mesmo foi georreferenciado utilizando a projeção Geográfica, datum SAD-69.

### 3. Resultados e Discussões


A informação e o conhecimento são hoje os principais insumos para o desenvolvimento das sociedades e devem ser disponibilizados visando atender às necessidades do governo e da sociedade em tempo hábil, com conteúdo e forma impecáveis.

Torna-se uma questão estratégica e de interesse de qualquer governante ter o conhecimento sobre o seu território, adotando políticas para o uso das informações georreferenciadas no intuito de se obter uma melhor gestão pública. Por outro lado, existe a necessidade da criação de uma infra-estrutura para disponibilização de dados espaciais, refletindo o reconhecimento de que a informação é um bem da sociedade e deve estar disponível com qualidade, de forma livre, promovendo iniciativas públicas, privadas e individuais.

Neste sentido é que o Ceará em Mapas Interativos visa atender a sociedade e os gestores públicos disponibilizando informações georreferenciadas e cartográficas sobre as áreas social, econômica, ambiental e territorial do Estado do Ceará, pretendendo-se manter constantemente atualizado e acessível, o referido sistema.

O Sistema Ceará em Mapas Interativos permite a visualização, consulta e análise dos temas mapeados, otimizando o acesso a informação no intuito da tomada correta de decisão para uma gestão pública mais eficaz.

A seguir são mostrados exemplos de utilização do sistema para consulta e análise dos dados georreferenciados disponíveis no mesmo.

Inicialmente apresenta-se na figura 01 um mapa socioeconômico do PIB per capita dos municípios cearenses para o ano de 2007, visualizando-se a distribuição espacial do indicador, assim como os municípios com maiores e menores indicadores. Clicando-se com a ferramenta de Identificação  sobre um determinado município consultam-se as informações do banco de dados. Na opção Filtro da aba Temas (que indica os temas ativos no momento), o usuário pode selecionar as faixas de dados desejada. Na figura 02 são exibidos somente os municípios com PIB per capita maior que R\$ 4.000,00 em 2007. Desta forma o sistema re-exibe o mapa temático de acordo com o objetivo da pesquisa do usuário, sendo assim um sistema interativo.

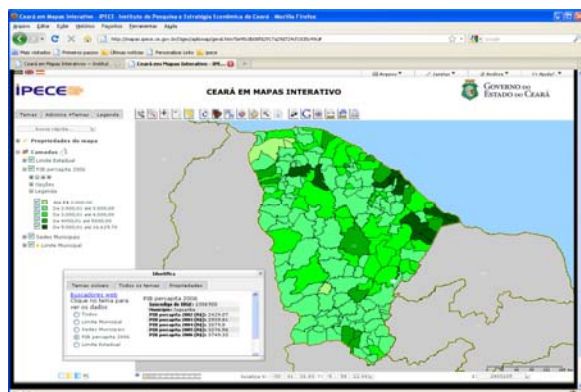


Fig. 01 – Mapa do PIB per capita dos municípios cearenses para o ano de 2007, com consulta do indicador para o município de Jaguaribe.

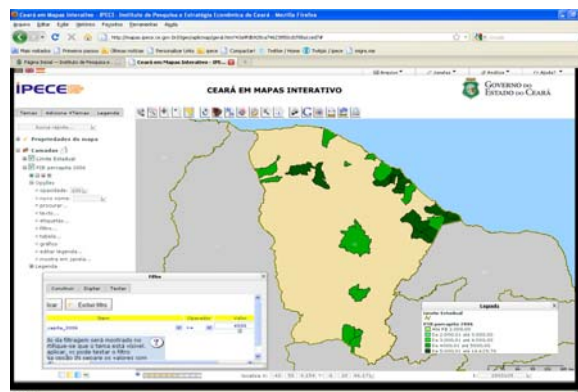


Fig. 02 – Utilização da ferramenta Filtro se selecionando municípios com PIB per capita maior que R\$ 4.000,00.

O Ceará em Mapas Interativos também permite o acesso ao banco de dados de cada tema, bem como a geração de gráficos, vinculando o mapa socioeconômico criado a gráficos dinâmicos.

Nas figuras 03 e 04 são apresentados um mapa com as Macrorregiões de Planejamento (e seus banco de dados) e um mapa do PIB Municipal com a geração de gráficos por setores (Agricultura, Indústria, Serviços) do PIB.

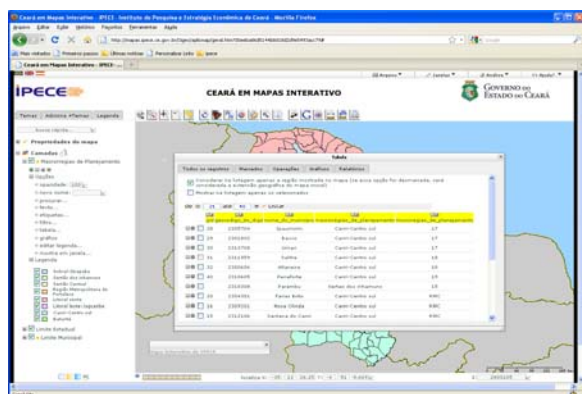


Fig. 03 – Exemplo de consulta ao banco de dados do tema Macrorregiões de planejamento.

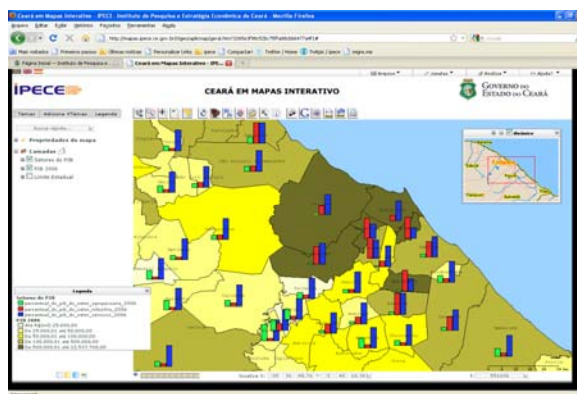


Fig. 04 – Mapa socioeconômico e gráficos dinâmicos gerados no Ceará em Mapas Interativos.

Na figura 05, exibe-se a localização georreferenciada das escolas municipais e estaduais do Estado do Ceará, estando, conforme legenda do mapa, na cor vermelha as escolas municipais e na cor azul as escolas estaduais.

A partir do desenvolvimento do trabalho de georreferenciamento das escolas pretende-se obter um resultado satisfatório com a melhor distribuição de recursos, redução das disparidades de atendimento, quantificação e localização das novas escolas necessárias para o cumprimento das metas estabelecidas, bem como a viabilização de ações que melhore a cobertura educacional em relação à demanda. Desta forma, o mapeamento escolar consiste em uma ferramenta do planejamento da rede física que possibilita identificar, num espaço geográfico, a não existência de cobertura educacional e o delineamento de ações que possibilitem a expansão da matrícula no sentido de equalizar as taxas de escolarização, sendo um instrumento eficaz para correção das desigualdades ou os vazios de atendimento escolar.

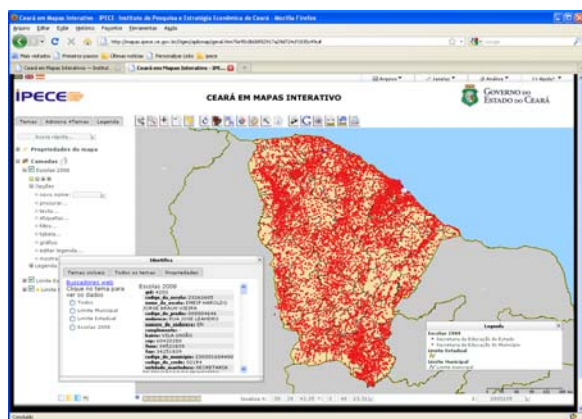


Fig. 05 – Escolas municipais e estaduais do Ceará, com informação do banco de dados.

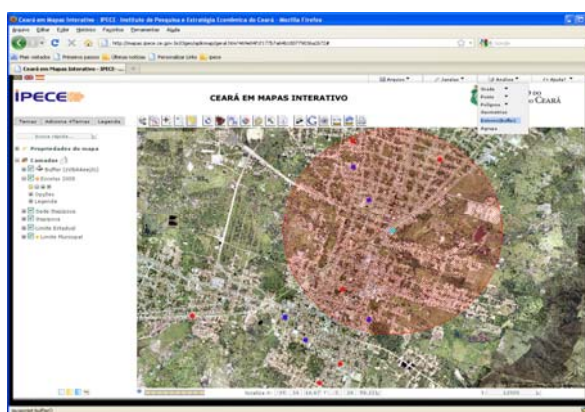


Fig. 06 – Seleção de uma escola estadual e geração de um Buffer de 1 km visando à identificação de escolas próximas.

A figura 06 exibe uma aplicação de análise espacial, onde se pretende localizar escolas estaduais que estão à no máximo 1 km de distância da escola estadual Monsenhor Tabosa, localizada na sede do município de Itapipoca. O objetivo é estudar o reordenamento das escolas estaduais deste município, onde se pode avaliar a distribuição espacial deste equipamento possibilitando detectar problemas quanto à localização e antecipar as necessidades da sociedade em busca da equilibrada distribuição deste serviço urbano, reduzindo desigualdades e promovendo o desenvolvimento educacional em todas as áreas do município.



Para tanto, foi realizado um Buffer (Entorno) de 1 km, utilizando a ferramenta Análise disponível no Menu Superior, localizando-se três escolas estaduais (pontos na cor azul) no raio de abrangência.

Apresenta-se na figura 07 o mapa temático interativo com os rios e bacias hidrográficas do Estado do Ceará, fundamental para o planejamento de projetos de gestão dos recursos hídricos do Estado. Na figura 08 exibe-se a ferramenta de medir distância, medindo-se, a título de exemplo, a distância linear entre os açudes Gavião e Riachão, que alcançou o valor de 6,5 km.

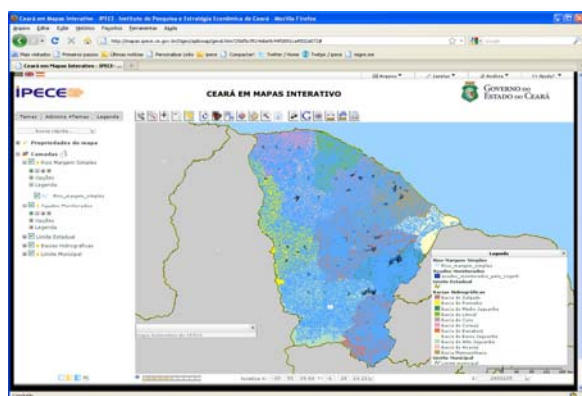


Fig. 07 – Rios e Bacias Hidrográficas do Estado.

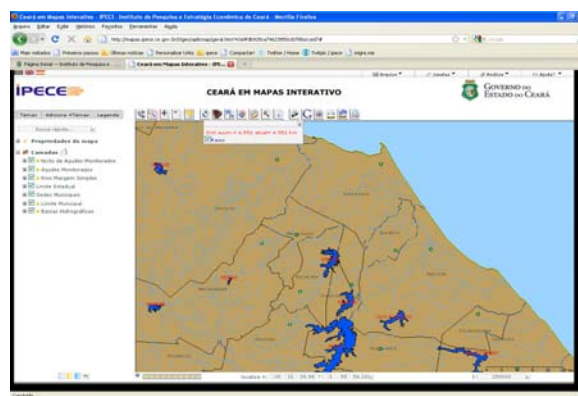


Fig. 08 – Zoom para os rios da área da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), medindo-se a distância linear entre os açudes Gavião e Riachão.

O sistema Ceará em Mapas Interativos possibilita a visualização de dados raster (imagem), notadamente imagens de satélite e fotografias aéreas (ortofotos). Nas figuras 09 e 10, apresentam-se exemplos deste tipo de informação georreferenciada, as quais são fundamentais para o planejamento regional e o conhecimento dos diversos aspectos existentes no terreno possibilitando a organização do espaço através da geração de mapas temáticos servindo de insumo para a elaboração de zoneamentos.

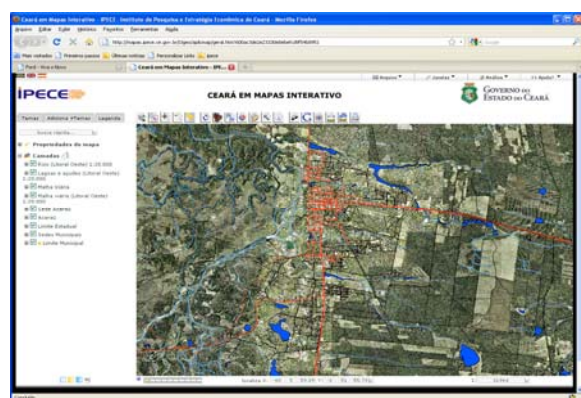


Fig. 09 – Ortofotos na escala 1:20.000, vias de Acesso, Rios, etc. Possibilidade de consulta às informações e visualização de detalhes do terreno.

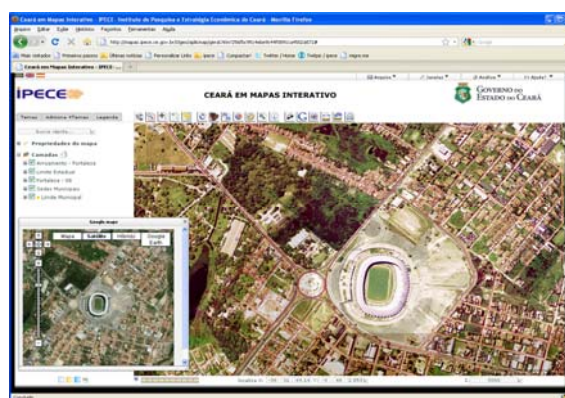


Fig. 10 – Ortofoto da cidade de Fortaleza integrada com imagem do Google maps e tema do sistema viário de Fortaleza.

Além dos dados georreferenciados existentes no sistema o usuário também pode inserir dados externos através de arquivos DBF e arquivos shapefile. A figura 11 mostra como inserir um arquivo shapefile ou coordenadas geográficas no sistema. O usuário do Ceará em Mapas Interativos também pode acessar o banco de dados georreferenciado (imagens e vetores) em sistemas SIG Desktop, tais como o GVSIG®, Quantum GIS® ou o Arcgis®. Para tanto é necessário se realizar uma conexão WMS (Web Map Service), conforme pode ser visto na Figura 12.

Uma conexão WMS consiste em um padrão da OGC (Open Geospatial Consortium), o qual especifica o comportamento de um serviço que permite visualizar e consultar mapas georreferenciados. O serviço WMS possibilita visualizar informação geoespacial em geral e consultar as entidades mostradas num mapa vetorial; permite superpor dados vetoriais a dados matriciais em diferentes formatos, sistemas de referência de coordenadas e projeções, situados em diferentes servidores. As petições WMS podem ser feitas por um navegador padrão em forma de URLs (Concar, 2010).

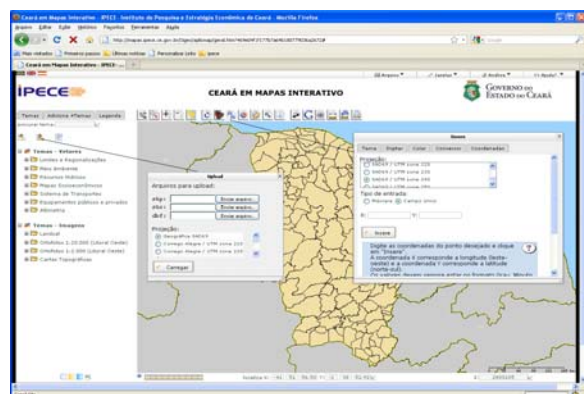


Fig. 11 – Possibilidade de inserir dados externos no sistema Ceará em Mapas Interativos.



Fig. 12 – Exemplo de conexão WMS realizada, gerando-se uma URL para acesso das informações via SIG's Desktop.

Outra informação fundamental no sistema Ceará em Mapas Interativos refere-se aos metadados. Segundo Concar (2010), os metadados constituem o conjunto de informações descritivas sobre os dados, incluindo as características do seu levantamento, produção, qualidade e estrutura de armazenamento, essenciais para promover a sua documentação, integração e disponibilização. Este tipo de informação está presente para todos os temas disponíveis no Ceará em Mapas Interativos, tendo-se um exemplo na figura 13.

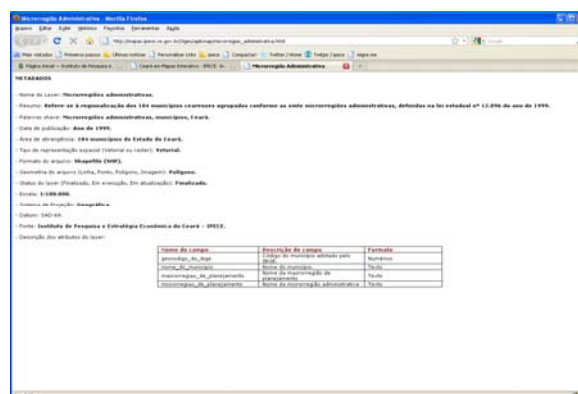


Fig. 13 – Exemplo de metadados disponível no Ceará em Mapas Interativos.

#### 4. Conclusões

O Estado do Ceará vem apresentando um crescimento econômico e social acelerado nas últimas décadas, gerando com isso a necessidade de obtenção de informações voltadas para o planejamento e a elaboração de políticas públicas visando a melhora da qualidade de vida da população cearense. Desta forma, o geoprocessamento apresenta um enorme potencial, pois se sabe que mais de 80% das informações relevantes de uma região são referentes a propriedades, escoamento de bens e serviços, recursos naturais e humanos, entre outras, sendo estas informações relacionadas a uma localização geográfica. Assim, justifica-se a execução

de um projeto de elaboração de um SIG para coletar, padronizar, armazenar, analisar e disponibilizar informações georreferenciadas.

Neste contexto, o público beneficiado diretamente com o projeto de desenvolvimento do Ceará em Mapas Interativos consiste na população cearense, representada em vários segmentos da sociedade, tais como: Pesquisadores, Professores, Estudantes, Universidades, Empresas públicas e privadas, ONGs, etc., os quais terão acesso a informações socioeconômicas e cartográficas georreferenciadas e atualizadas, fazendo uso de um sistema capaz de auxiliar as suas pesquisas.

Os gestores públicos também são beneficiados, pois vão ter acesso a uma ferramenta que permite auxílio à tomada de decisão e o planejamento de políticas públicas através da melhor gestão do território cearense. Indiretamente serão beneficiados outros pesquisadores não residentes no Estado do Ceará, os quais vão ter a acesso às informações através da internet, assim como os demais órgãos públicos do Estado do Ceará que podem vir a absorver a metodologia de criação do sistema Ceará em Mapas Interativos e adaptar a mesma em suas instituições, disseminando assim o uso de software livre no Estado.

Como visão de futuro, o sistema Ceará em Mapas Interativos pode servir de piloto para a implantação de uma Infra-Estrutura de Dados Espaciais (IDE) no Estado do Ceará. Uma IDE tem por objetivo unificar as informações georreferenciadas produzidas pelos órgãos estaduais em um banco de dados geográfico, disponibilizando o acesso aos dados e metadados (fonte dos dados) na internet através de um sistema de informações georreferenciadas interativo, visando à tomada de decisão dos gestores, assim como permitindo o planejamento e o monitoramento das ações governamentais (CONCAR, 2010).

O Ceará em Mapas Interativos está disponível no site do IPECE ([www.ipece.ce.gov.br](http://www.ipece.ce.gov.br)) ou diretamente no link <http://mapas.ipece.ce.gov.br>.

## Referências Bibliográficas

- Burrough, P.A. *Principles of geographical information systems for land resources assessment*. Oxford, Clarendon Press, 1987, 193p.
- Câmara G., Casanova, M., Hemerly, A., Magalhães, G., Medeiros, C. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas, São Paulo. Instituto de Computação, UNICAMP, 1996, 197p.
- Câmara, G., Casanova, M.A., Davis Junior, C., Vinhas, L., Queiroz, G. **Bancos de Dados Geográficos**. Curitiba, Editora MundoGEO, 2005.
- CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia, 2010. **Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais**. Disponível em: <http://www.concar.ibge.gov.br>. Acesso em: 22/03/2010.
- Davis, C., Câmara, G. e Monteiro, A. M. **Introdução a Ciência da Geoinformação**. INPE, São José dos Campos: São Paulo, 2001. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>. Acesso em: 22/03/2010.
- Hubner, C.E; Oliveira, F.H. **Gestão da Geoinformação em Implementações Multiusuários**. COBRAC-2008, Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, UFSC, Florianópolis, 2008, 10p.
- Mitchell, T. *Web Mapping Illustrated: Using Open Source GIS*. Toolkits, O'Reilly Media, Inc, 2005.
- Silva, A.B. **Sistemas de Informações Geo-Referenciadas: Conceitos e Fundamentos**. Campinas-SP, Editora da UNICAMP, 1999, 236p.
- Silva, M.R. **Desenvolvimento de uma aplicação SIG-WEB voltada ao turismo**. Centro Federal de Educação Tecnológica - CEFET, João Pessoa, PB, 2007, 62p.
- Xavier-Da-Silva, J. **Geoprocessamento para Análise Ambiental**. Rio de Janeiro, 2001.