PKS PUBLIC KNOWLEDGE PROJECT

REVISTA DE GEOGRAFIA (UFPE)
www.ufpe.br/revistageografia

OJS OPEN JOURNAL SYSTEMS

ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO COMO FERRAMENTA NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Clécio Barbosa Souza Júnior[1]; Ana Lúcia Bezerra Candeias[2]; José Almir Cirilo[3]; João Rodrigues Tavares Junior[4]

[1] Divisão de Manutenção Civil da Geração-CHESF, Recife, PE, cleciob @gmail.com
[2, 3,4]–Universidade Federal de Pernambuco Centro de Tecnologia e Geociências – CTG Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife – PE Departamento de Engenharia Civil, Recife – PE analucia@ufpe.br, almir.cirilo@gmail.com; joaoufpe@gmail.com

Artigo recebido em 13/07/2013 e aceito em 18/12/2013

RESUMO
Este artigo propõe a construção de um Atlas Eletrônico Analítico que permita ao usuário consultar e gerar mapas interativamente, dando suporte à gestão dos recursos hídricos. Um ponto importante na implementação do atlas é a possibilidade de geração de novas informações a partir dos dados originais, o que pode ser feito através da combinação de diferentes feições cartográficas, e também da importação de novas informações para os bancos de dados alfa-numérico e gráficos, gerando mapas temáticos atualizados.
Palavras-chave: atlas eletrônico analítico, gestão de recursos hídricos, banco de dados, cartografia.

ANALYTICAL ELECTRONIC ATLAS AS A TOOL IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

ABSTRACT
This article proposes the construction of an Electronic Atlas Analytical that allows the user to consult and generate maps interactively, supporting the management of water resources. An important point in implementing the atlas is the possibility of generating new information from the original data, which can be done through a combination of different cartographic features, and also the import of new information to the alpha-numeric and graphics databases, creating thematic maps updated.
Keywords: electronic atlas analytical, management of water resources, database, cartography.

INTRODUÇÃO

O Brasil reúne em torno de 12% da água doce superficial do planeta. Essa água, no entanto, encontra-se distribuída de forma irregular em nosso território. Com a grande concentração da população urbana brasileira na região litorânea, e grandes reservatórios (concebidos para geração de energia elétrica) localizados na distante região do Semi-Árido (caso do Estado de Pernambuco), o acesso a estas águas pelos grandes centros urbanos (Campanili, 2004), e regiões agrícolas é um problema.

A agricultura irrigada em torno de grandes reservatórios tem contribuído para eutrofização dos mesmos, além da salinização dos solos. Todos estes problemas socioambientais envolvem a falta de planejamento e pouca utilização de ferramentas cartográficas. Os mapas digitais fornecem a localização e extensão atual destas áreas-problema, e permitem facilitar análise e elaborar as propostas em como mitigar e solucionar estes problemas.

Os métodos computacionais aplicados a mapas digitais permitem que o usuário final possa interagir com rapidez e intuitividade com os mapas, visualizando, atualizando e integrando de distintas bases de dados espaciais. A interatividade dos mapas possibilita visualizar informações e trocar escalas cartográficas, sistemas de projeções, sistemas de coordenadas com diferentes graus de detalhamentos da paisagem geográfica; edição do layout e legenda dos mapas. Em um Atlas Eletrônico (conjunto de mapas) as possibilidades de consulta espacial são sobremodo ampliadas: a proposta é organizar série de mapas e dados estatísticos (tabelas, gráficos), além de facilitar o acesso aos dados e mapas de diferentes épocas e regiões.

Na elaboração do Atlas Eletrônico Analítico são projetados os dispositivos de consulta (botões, telas, menus, links), aumentando a interatividade e a visualização de dados e mapas, e também permitindo gerar novas informações a partir das bases de dados armazenadas. Estas consultas ao banco de dados e às operações espaciais são adequadamente pré-programadas de diferentes planos de informação (hidrografia, solos, uso do solo, recorte da bacia e dos municípios, nível do reservatório, adutoras, rede viária, rede fluviométrica e pluviométrica, entre outros), de modo a tornar intuitivo o uso do Atlas e facilitar o acesso as informações.

Neste artigo são apresentados importantes trabalhos sobre Atlas Eletrônicos, comparações dos graus de interatividade com SIG (Sistemas de Informações Geográficas)

e AIS (*Atlas Information System*), e a realização do Atlas Eletrônico Analítico, utilizado na área de estudo do Semi-Árido de Pernambuco na bacia do Rio São Francisco.

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segundo Lanna et al. (1990), uma forma eficiente de evitar e de administrar os conflitos entre usuários é a gestão integrada do uso e o controle e conservação dos recursos hídricos. Isso envolve a consideração de uma grande diversidade de objetivos (econômicos, sociais, ambientais, entre outros), de usos e ocupação do solo (irrigação, geração de energia, abastecimento, saneamento) e estudos sobre alternativas para uso sustentável da água.

A gestão dos recursos hídricos envolve a formulação de princípios e diretrizes, dentre outros, o preparo de documentos orientadores e normativos; a estruturação de sistemas gerenciais, e as tomadas de decisões (Tucci, 2002), visando o inventário, usos da água, controle e a sua proteção.

Lanna et al. (1990) recomendam que a política e o sistema de gerenciamento da água façam parte de um sistema de gestão estruturado. O Art. 5º do Capítulo IV da Lei Federal nº 9.433 de 1997, regulamenta os Planos de Recursos Hídricos como instrumentos da Política Nacional dos Recursos Hídricos. Nesse contexto e visando uma gestão eficiente das águas, foi elaborado o Plano Nacional dos Recursos Hídricos – PNRH, aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos em 30 de Janeiro de 2006.

O PNRH tem o objetivo geral de estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas voltadas para a melhoria da oferta de água, em qualidade e quantidade, propondo o gerenciamento das demandas e considerando a água um elemento estruturante para a implantação de políticas regionais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social.

O objetivo geral do PNRH contempla três dimensões, a saber:

- A melhoria das disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas, em qualidade e quantidade;
- A redução dos conflitos reais e potenciais de uso da água, bem como dos eventos hidrológicos críticos;
- A percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante.

Segundo Mendes e Cirilo (2001), o impacto decorrente da alteração do uso do solo se reflete em todos os componentes do ciclo hidrológico, como no escoamento superficial, na recarga dos aqüíferos, na qualidade da água e no transporte de sedimentos.

As bacias hidrográficas de Pernambuco possuem duas vertentes: o Rio São Francisco e o Oceano Atlântico. As bacias que escoam para o rio São Francisco formam os chamados rios interiores sendo as principais: Pontal, Garças, Brígida, Terra Nova, Pajeú, Moxotó, Ipanema, além de Grupos de Bacias de Pequenos Rios Interiores – GI. As bacias que escoam para o oceano têm os chamados rios litorâneos, a as principais são: Goiana, Capibaribe, Ipojuca, Sirinhaém, Una, Mundaú e os Grupos de Bacias de Pequenos Rios Litorâneos - GL. Ao total o Plano Estadual de Recursos Hídricos (Pernambuco, 1998) dividiu o estado em 29 unidades de planejamentos, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Divisão Hidrográfica de Pernambuco.

Segundo Salgueiro (2005), em 2003, o Estado de Pernambuco contou com uma cobertura pluviométrica de 375 estações operadas simultaneamente por diversas entidades federais e estaduais, cuja densidade decrescia no sentido do litoral ao sertão, segundo informações das próprias entidades. A tabela 1 apresenta as quantidades de estações operadas pelas entidades no Estado de Pernambuco.

Tabela 1 - Estações operadas pelo Estado de Pernambuco.

Órgão Operador	Nº de Pluviômetro
ANA / CPRM – SGB	39
INMET	11
LAMEPE	227
COMPESA	13
IPA / EBAPE	82
INFRAERO / AERONÁUTICA	02

EMBRAPA / CPATSA	04
CHESF	01
TOTAL	376

Fonte: Salgueiro, 2005 e Atlas de Bacias de Pernambuco, 2006.

A Rede Pluviométrica Nacional está atualmente sob a administração da Agência Nacional de Águas - ANA. As informações coletadas, após tratamento, são enviadas para compor o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos e, posteriormente, são disponibilizadas aos usuários através de seu site no banco de dados on-line, denotado por Hidroweb (www.hidroweb.ana.gov.br).

A rede fluviométrica no Brasil é operada com 128 postos fluviométricos (Inventário das Estações Fluviométricas – Ana, 2007). Em Pernambuco, existem estações operadas por diversas instituições, inclusive particulares. Dentre elas, 75 postos fluviométricos e 91 estações linimétricas em reservatórios são operados pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM (Pernambuco, 2006).

ATLAS VERSUS SIG

Segundo KRAAK (2001), os atlas estão dentre os mais importantes produtos cartográficos. Seu principal uso está na localização, dimensões e forma da área abrangida por bacias, municípios, regiões, cidades e regiões, além de contribuir para análise e extração de informações sobre ambiente físico e sócio-econômico. Kraak e Omerling (1998) definem Atlas como uma combinação estruturada e intencional de mapas, de modo a permitir orientar o usuário final na visualização e análise de problemas ambientais e a extensão geográfica dos mesmos.

Segundo Borchert (1999), os atlas se destacam sob alguns aspectos:

a) Formato e volume: quanto ao formato podem ser impressos ou eletrônicos (mídias eletrônicas, como o CD-ROM, DVD e mapas para visualização na internet), e em relação ao volume podem ser de bolso ou de mesa;

b) Cobertura espacial: podem caracterizar uma cobertura espacial, apresentando uma área espacialmente definida (cidade, região, bacia hidrográfica, pais, continente, oceano, floresta, deserto, entre outros)

c) Produto: pode ser um atlas comercial (empresas privadas) ou oficial (entidades públicas);

d) Qualidade técnica e preço: a produção pode ser impressa ou na forma eletrônica. Esta última é produzida, normalmente, aplicando-se as técnicas multimídias, este tipo de produto é conhecido como Atlas multimídia.

Alguns autores, como Schneider (1999) e Koop (1998), definem os chamados *Atlas Information System (*AIS), como um tipo de um sistema de informação em forma de Atlas. A diferença básica entre um Sistema de Informações Geográficas (SIG) e um AIS é que enquanto um SIG possui módulos que permitem coletar, modelar, manipular, recuperar, analisar e apresentar a informação geográfica, a ênfase do AIS está especialmente na apresentação destes dados. Isto significa que as análises realizadas em um Atlas Eletrônico são baseadas no conhecimento do usuário sobre o assunto apresentado, enquanto que em um SIG as análises são resultados de processamentos computacionais.

Scheneider (1999) analisa as seguintes categorias para explicitar as principais diferenças entre o SIG e o AIS: uso de interface, usuário, tempo computacional, controle, objetivo principal, dados e meio de saída (Tabela 2). Acrescentando à análise os componentes do SIG: entrada, armazenamento, saída e edição de dados, citados por Câmara (1996), tem-se uma avaliação mais ampla das categorias e uma percepção da estreita semelhança entre ambos.

Tabela 2 - Principais diferenças entre um SIG e um AIS

Produtos / **Categorias**	**SIG**	**AIS**
Uso de Interface	Complexo	Fácil
Usuário	Especialista	Não Especialista
Tempo Computacional	Longo	Curto
Entrada de Dados	Possível	Possível
Edição dos Dados	Possível	Impossível
Analise dos dados	Possível	Possível
Armazenamento dos Dados	Possível	Possível
Objetivo Principal	Manuseio dos dados	Visualização dos Tópicos
Dados	Brutos	Editado
Meio de Saída	Papel	Tela do Computador

Fonte: Adaptado de SCHNEIDER, 1999.

O desenvolvimento dos Atlas Eletrônicos foi iniciado no final dos anos 1980. O Atlas de Arkansas (Estados Unidos) é considerado o primeiro deles (Smith, 1989), e possui apenas um conjunto de mapas estáticos que podem ser acessados por meio de um menu.

Existe atualmente a possibilidade de inclusão de diferentes recursos de interatividade na geração dos produtos cartográficos com o aparecimento do Atlas Eletrônico, o que acarreta em mudanças tanto quantitativas como qualitativas. Quantitativamente, é possível gerar uma variedade de visualizações em menor tempo. Qualitativamente, a interação com as visualizações em tempo real é possível (Taylor, 1994). Isto transforma o mapa de um produto basicamente estático para uma ferramenta dinâmica, e introduz novas necessidades para o projeto de interfaces.

A vantagem principal do Atlas Eletrônico é permitir ao usuário manipular os mapas e a base de dados estatístios e base cartográfica de uma forma que não é possível nos atlas tradicionais impressos. De acordo com Kraak e Ormeling (1998), os Atlas Eletrônicos Interativos permitem ao usuário alterar conjuntos de dados espaciais e estatísticos. A interatividade é a mudança tecnológica mais importante na produção destes tipos de Atlas. Essa mudança se relaciona com a melhor administração do fluxo das informações entre o usuário e o programa. Por meio dos recursos de interatividade é possível selecionar informações (gráficas e não-gráficas), mudar a escala dos mapas, utilizar diferentes símbolos e terminologias para a representação de um elemento espacial, alterar tipo, estilo e tamanho da fonte, utilizar as cores como uma importante variável visual, e importar novas informações, permitindo a atualização e gerando novos mapas sem alterar os dados originais.

Kraak e Ormeling (1998) definiram três tipos de Atlas Eletrônicos:

a) Atlas Eletrônicos "só-para-ver" (view-only): São versões eletrônicas dos atlas em papel, sem funcionalidade extra, mas com a possibilidade de acessar os mapas aleatoriamente. Possui a vantagem que é o custo de produção e distribuição. São mais baratos para produzir (CD-ROM ou DVD) e mais fáceis de distribuir. Como exemplo, o Atlas de Bacias Hidrográficas de Pernambuco (2006), que se apresenta na forma de CD-ROM, e todas as informações existentes são apenas para consultas;

b) Atlas Eletrônicos Interativos: permitem ao usuário manipular conjuntos de dados. Em um ambiente interativo o usuário pode mudar o esquema de cores, ajustar o método de classificação ou modificar o número de classes, gerando novos mapas, mas sem alterar os originais. São dirigidos para um público com mais experiência computacional. O Atlas Brasil - Abastecimento Urbano de Água (Ana, 2012) é um exemplo desse tipo de Atlas. Apresenta informações que podem ser manipuladas, porém restritamente, gerando mapas temáticos pré-determinados;

c) Atlas Eletrônicos Analíticos: o potencial completo do ambiente digital pode ser utilizado. Neste tipo de atlas, conjuntos de dados podem ser combinados, e o usuário não fica restrito somente aos temas selecionados pelo projetista do atlas. Podem ser efetuados cálculos sobre áreas e temas, e cruzamentos de alguns dados. Esse tipo de atlas comumente é confundido com um SIG, porém se diferenciam por algumas particularidades já abordadas anteriormente. A ênfase maior desta ferramenta está no acesso à informação espacial e na visualização do resultado.

Um resumo de atlas eletrônicos para recursos hídricos foi elaborado na Tabela 3, baseado na avaliação feita por Delazari (2004). A pesquisa realizada mostra que os atlas digitais da Tabela 3 possuem os mesmos recursos de interatividade. Grande parte deles não permite ao usuário fazer o cruzamento de dados, logo não permite a geração de diferentes mapas temáticos. E ainda não permite a entrada de dados ao sistema, logo não permite a atualização dos dados por meio do usuário, não permite mudança na representação dos símbolos e cores das feições, não é possível incluir novas feições cartográficas. Nenhum dos atlas da Tabela 3 é, segundo a classificação de Kraak e Omerling (1998), um Atlas Eletrônico Analítico, deve permitir a visualização das informações, mas também (embora de modo mais restrito que um SIG), trabalhar as relações topológicas entre as feições, o que aumento o poder de analisar a fidelidade de conectividade entre feições e seus atributos.

A maioria dos atlas disponíveis foi projetada para publicação na internet, o que restringe as possibilidades da inserção de novas funções ou recursos de interatividade, devido às limitações de permissão e velocidade real de tráfego na internet.

Tabela 3 - Avaliação dos atlas eletrônicos pesquisados.

Atlas	**Classificação (Kraak e Ormeling, 1998)**	**Interface**	**Recursos de Interatividade**	**Outras Opções**
Atlas Eletrônico - Ceará	Interativo	Menus, Botões	Mudança de escala, seleção de itens visualizados.	Fotos, Textos
Atlas Eletrônico - CPRM	Interativo	Menus, Botões	Mudança de escala, seleção de itens visualizados.	Textos
Atlas de Bacias Hidrográficas, Pernambuco (2006).	Simples Vista	Menus	Nenhum	Textos, Fotos.

Atlas – ANA (2012)	Interativo	Menus, Botões	Mudança de escala, seleção de itens visualizados.	Textos, Fotos.

Fonte: Adaptado de DELAZARI, 2004.**ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO PARA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

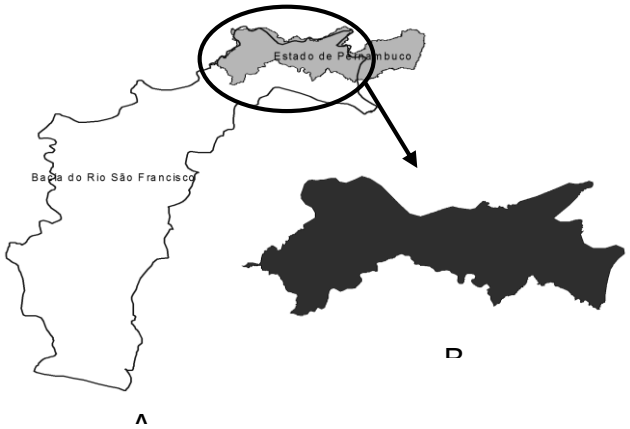
Delimitação da Área de Estudo

A Bacia do Rio São Francisco é importante no transporte de água em regiões semi-árida. Segundo a ANA (2007) quase treze milhões de pessoas (equivalente a 8% da população do país), habitam o semi-árido, sendo que as maiores concentrações estão situadas no Alto (50%) e no Médio São Francisco (20%). A população urbana representa 74% da população total e a densidade demográfica é de vinte habitantes por quilômetro quadrado. A região hidrográfica desta bacia abrange 521 municípios e sete Estados: Bahia (48,2% da área da bacia), Minas Gerais (36,8%), Pernambuco (10,9%), Alagoas (2,3%), Sergipe (1,1%), Goiás (0,5%), e Distrito Federal (0,2%).

O Rio São Francisco tem 2700 km de extensão e nasce na Serra da Canastra, em Minas Gerais, escoando no sentido sul-norte pela Bahia e Pernambuco, quando altera seu curso para sudeste, chegando ao Oceano Atlântico entre Alagoas e Sergipe.

Todos os temas abordados no Atlas Eletrônico Analítico para o suporte a Gestão dos Recursos Hídricos, propostos por essa pesquisa, referem-se a essa região. A Figura 2 apresenta os limites que pertencem concomitantemente ao Estado de Pernambuco e à Bacia do Rio São Francisco.

Figura 2 – Área estudada. (A) Bacia do São Francisco. (B) Recorte da Bacia em Pernambuco.



Modelagem de Dados

A modelagem de dados espaciais pode ser dividida em três fases, abstração do mundo real; definição do modelo conceitual e elaboração do modelo físico. A Figura 3 apresenta a modelagem para o caso estudado de forma geral.

Os itens a seguir representam respectivamente os diagramas de fluxo da entrada, armazenamento e saída de dados do Atlas, como proposto na pesquisa.

a) Entrada de Dados

A aquisição das informações hidrológicas é feita a partir de diferentes bases de dados, de diferentes entidades externas. As entidades externas são a Agência Nacional de Águas – ANA; Secretaria de Recursos Hídricos – SRH; Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA. É necessário observar com atenção a consistência dos dados, principalmente a relação entre os dados das tabelas e sua correspondência com os mapas.

As etapas realizadas para a alimentação do sistema são: cadastrar postos hidrológicos, importar dados hidrológicos, adicionar dados vetoriais *Shapfiles* (arquivos SHP), e importar dados técnico-operacionais das barragens (Figura 4).

Figura 3 - Fases da modelagem de dados espaciais

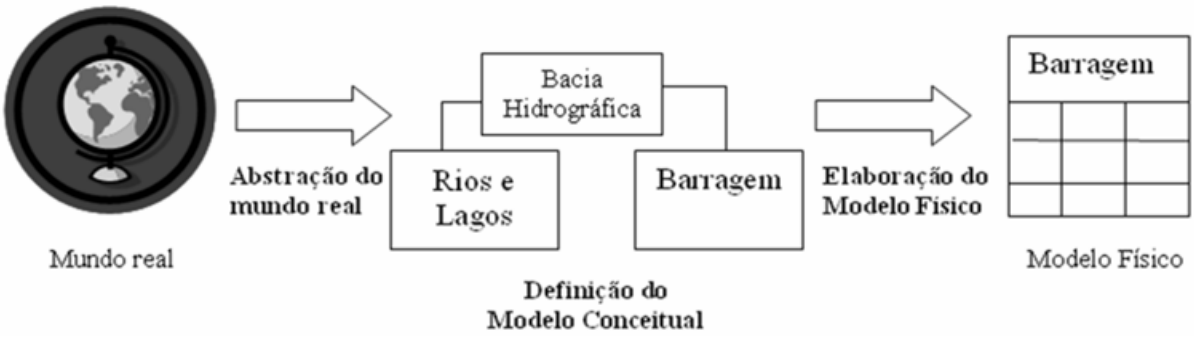


Figura 4 - Aquisição de Dados

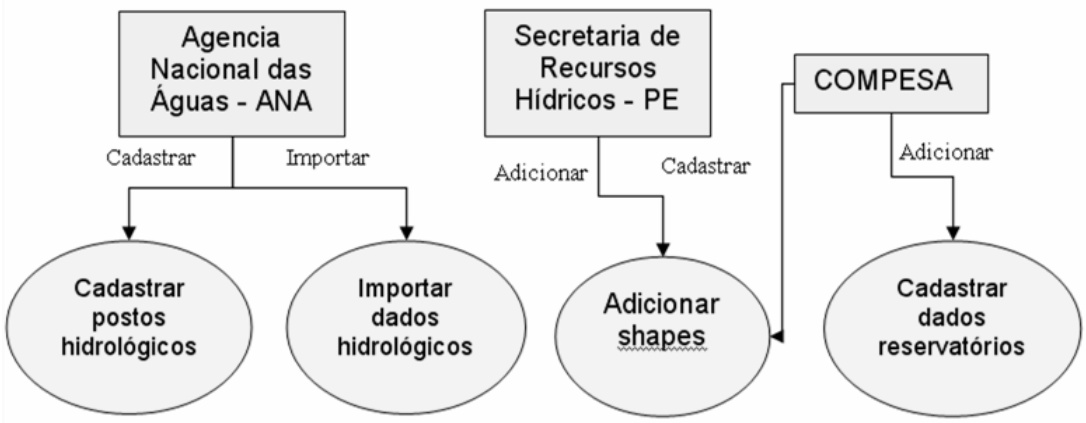
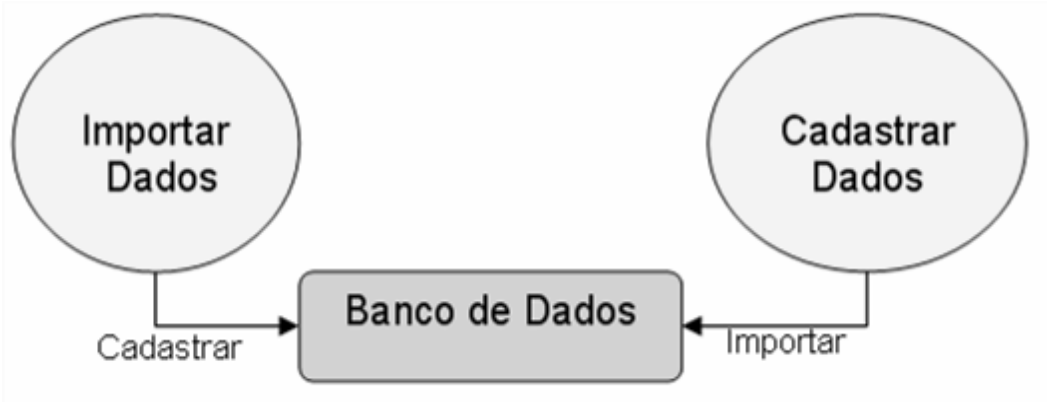


Figura 5 - Armazenamento de dados



b) Armazenamento de Dados

Os dados de vazões, chuvas, evaporação e das características técnicas das barragens são armazenados no banco de ACCESS, conforme apresenta a Figura 5.

c) Saída de dados

A Figura 6 apresenta a saída dos dados no sistema. Os passos realizados para a recepção dos dados processados pelo usuário são: gerar gráficos, gerar tabelas, relatórios e mapas.

O diagrama de fluxo de dados apresentado na Figura 7 permite visualizar o sistema como uma rede de processos funcionais e dar uma visão orientada das funções

.Implantação do Atlas

O Atlas Eletrônico Analítico para o Suporte a Gestão dos Recursos Hídricos integra informações operacionais das barragens, dados sobre a rede hidrológica nacional, e informações sobre a caracterização do meio físico da área de interesse. A Figura 8 sintetiza o desenvolvimento deste projeto. A implantação do Atlas foi desenvolvida no ambiente ARCVIEW/AVENUE (ESRI).

Figura 6 – Saída dos dados

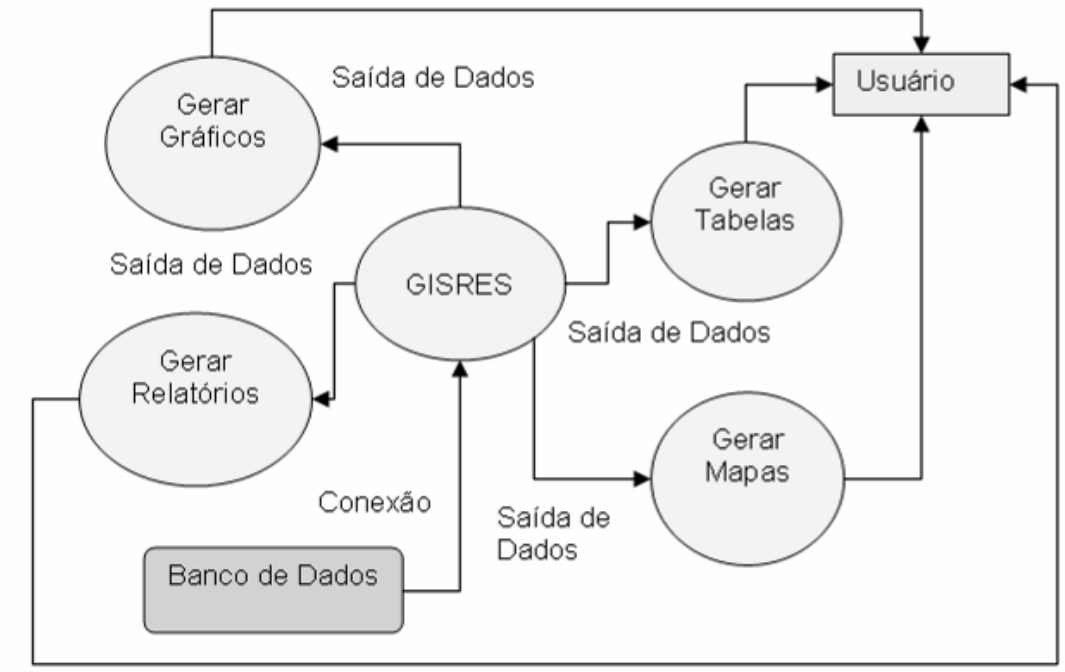


Figura 7 - Diagrama de fluxo de dados geral

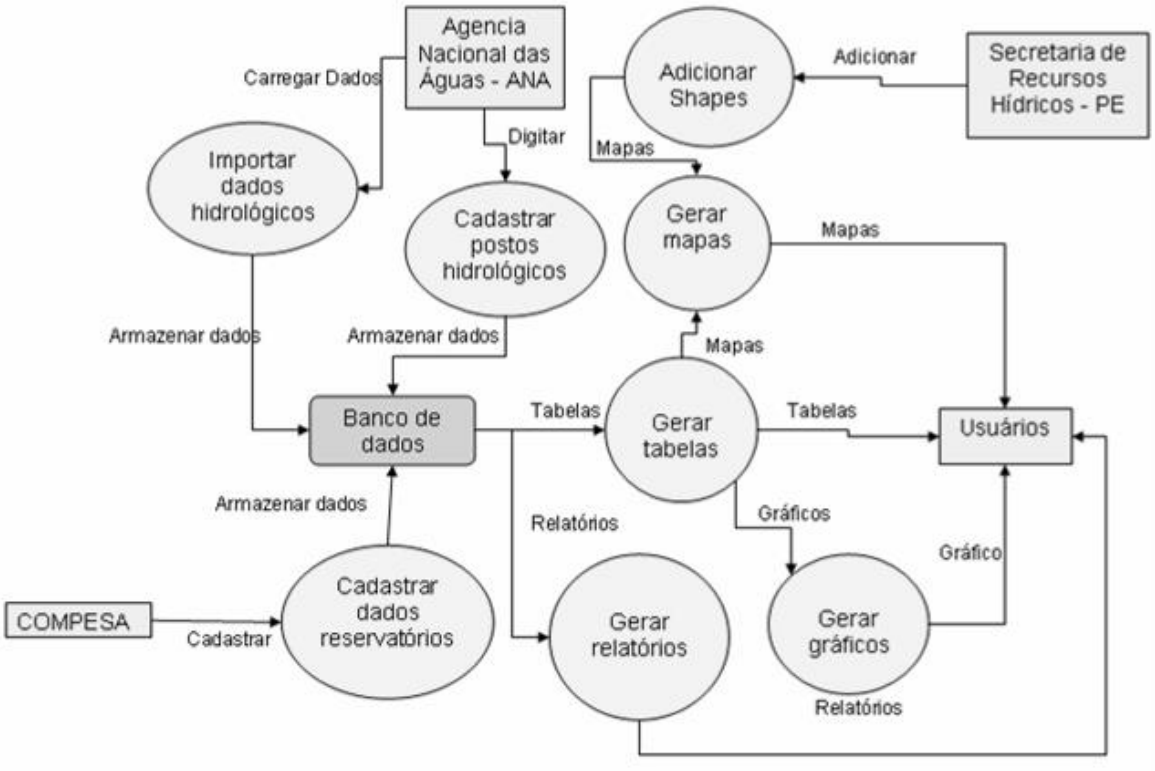
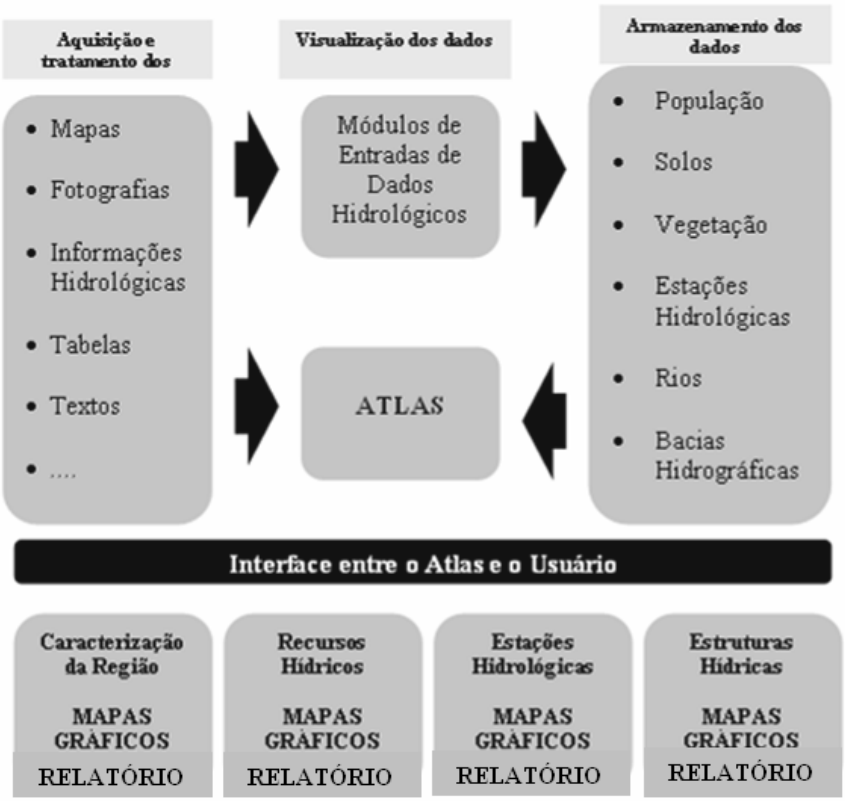


Figura 8 – Desenvolvimento do projeto.



Este programa computacional apresenta certa interoperabilidade de arquivos vetoriais com outros programas devido à opção de importação e a exportação de dados, operando com arquivos CAD e tabelas de dados em formato DBF. Outra operação disponível no Atlas é a programação de vínculos entre feições geográficas e fotografias terrestres de locais visitados em campo, coordenadas destes locais, mapas, cartas-imagens; além de consultas a relatórios técnicos, entrevistas, legislação, vídeos, gráficos estatísticos, entre outras opções.

Outros módulos foram desenvolvidos e vinculados ao ARCVIEW. Esses módulos foram programados em VISUALBASIC e posteriormente, por meio de *scripts* do AVENUE, agregados ao sistema no ARCVIEW.

A sistemática de aquisição e tratamento dos dados obedeceu às seguintes etapas:

a) **Aquisição dos dados**: obtenção de arquivos em banco de dados ACCESS e dados vetoriais suportado pelo ARCVIEW, no site da ANA (http://hidroweb.ana.gov.br), aquisição das informações relativas a barragens na Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA e dos mapas na Secretaria de Recursos Hídricos de Pernambuco- SRH;

b) **Conversão de arquivos**: todos os arquivos em formato CAD, MXD foram convertidos para o formato SHP, por meio de aplicativos específicos;

c) **Posicionamento Geográfico dos Dados**: o Sistema Geodésico de Referência adotado foi o SAD 69 (*South American Datum* – 1969), e as coordenadas são elipsoidais em graus decimais. Todos os arquivos foram convertidos para este sistema geodésico, utilizando-se os aplicativos PROJECTION UTILITY do ARCVIEW 3.2, e ARCTOOLBOX do ARCGIS.

d) **Seleção de dados da região de estudo**: apenas as informações que se encontravam dentro do limite da região de estudo foram utilizadas. Para isso, utilizou-se o utilitário GEOPROCESSING do ARCVIEW 3.2 e, através de cruzamento de planos de informação e limites, foram selecionadas apenas as informações necessárias.

e) **Edição das tabelas**: Todas as tabelas foram editadas de forma a preservar as informações pertinentes ao uso da água;

f) **Módulo de acesso inicial ao Atlas Eletrônico Analítico**: foi elaborado no ambiente VISUALBASIC, conforme apresenta a Figura 9-(a). Nele aparecem as opções de acessar o Atlas no ARCVIEW para a visualização e elaboração de novos mapas, gráficos e tabelas, e a opção de acesso a um formulário que disponibiliza diversos mapas temáticos previamente elaborados. A Figura 10-(b) mostra a interface do Atlas, que permite combinar solos suscetíveis a salinização, proximidade do reservatório de Itaparica, tipos de culturas agrícolas e gerar zonamentos mais ou menos críticos para uso agrícola, ou indicar as regiões onde a rede pluvimométrica é deficiente, com recomendações para densificação da rede.

Customização da Interface do Atlas

Por meio de um conjunto de informações espaciais o Atlas fornece relatórios, tabelas e gráficos, e outros subsídios ao processo de interpretação e de consultas, através das funcionalidades adicionadas ao sistema. As perguntas explicitadas a seguir podem ser

formuladas por gestores e analistas como suporte a tomada de decisões em uma determinada bacia hidrográfica, por exemplo:

(a) Onde estão localizados os postos pluviométricos?
(b) Onde estão localizados os postos fluviométricos?
(c) Como estão distribuídas as réguas linimétricas?
(d) Onde estão as barragens? São para abastecimento humano?
(e) A rede de monitoramento hidrológico existente caracteriza bem uma determinada área?
(f) Quais são as estruturas hídricas existentes na região, como por exemplo, adutoras, poços, barragens subterrâneas, dessalinizadores?
(g) Quais os postos hidrológicos existentes em uma determinada bacia hidrográfica e em um determinado município?
(h) Quais as barragens existentes em uma determinada bacia?
(i) Para uma dada bacia hidrográfica identificar os postos hidrológicos desativados, emitir relatório.
(j) Existem em um dado município outras fontes para abastecimento humano?

A Figura 10 apresenta um exemplo do funcionamento do Atlas, mostrando os menus, botões e planos de informação.

Figura 9 – Atlas desenvolvido

(a) Tela Inicial do Atlas Eletrônico Analítico

(b) Alguns dos módulos desenvolvidos

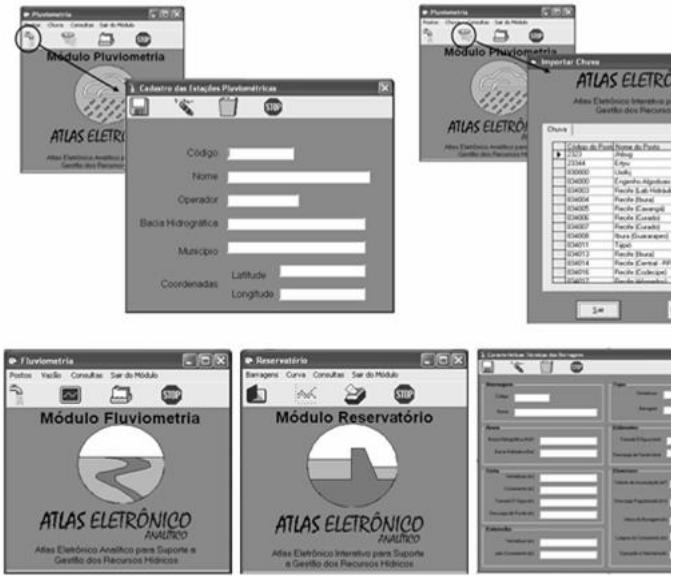
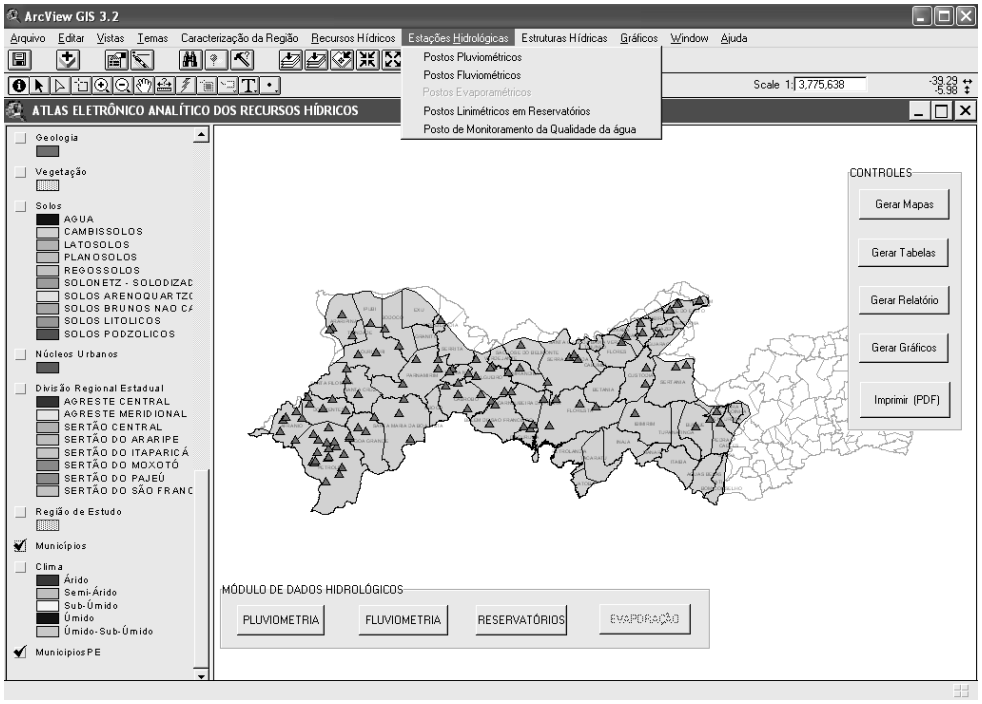


Figura 10 – Exemplo de visualização



CONCLUSÕES

O artigo mostrou uma síntese da organização e funcionamento de um Atlas Eletrônico Analítico associado a um banco de dados. Este Atlas pode ser reproduzido por outros pesquisadores e técnicos, e ser aplicado a outras regiões semi-áridas.

Outra possibilidade do Atlas é de poder ser rapidamente adaptado a outras situações específicas e demandas em outros estudos de caso, onde novas bases de dados climatológicos, meteorológicos, redes de adutoras, possam subsidiar análises socioambientais mais específicas.

Foram apresentados alguns tipos de Atlas e suas diferenças com relação a um SIG e AIS, situando o Atlas como uma ferramenta complementar aos SIG, e de mais fácil elaboração e operação.

O Atlas foi elaborado no ARCVIEW e VISUALBASIC, enquanto os programas executáveis, para uso do usuário, foram desenvolvidos no VISUALBASIC, sendo então

introduzidos ao ARCVIEW por meio dos scripts do AVENUE. Esta técnica de gerar um editor de Atlas usando VISUALBASIC e programar as conexões com o ARCVIEW, e suas análises espaciais, é um importante aspecto metodológico a ser destacado, porque permite o manuseio de grande quantidade de mapas temáticos sobre o uso da água, e a flexibilidade de modificar a interface do Atlas e atender adequadamente novas demandas dos gestores usuários finais.

Como recomendação pode-se adaptar esta metodologia desenvolvida para o Model Builder no ARCGIS.

BIBLIOGRAFIA

ANA – Agência Nacional de Águas. Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água. Brasília, DF. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/ConsultaDados.aspx> Acesso em: 13/07/2012.

BORCHERT, A. Multimedia Atlas Concepts. In: CARTWRIGHT, W.; PETERSON, M. P.; GARTNER, G. Multimedia Cartography. 1a ed. Berlin: Springer-Verlag, 1999, 343 p., p.75-86.

CÂMARA, G. Anatomia de sistemas de informação geográfica. Campinas: UNICAMP, 1996.

CAMPANILI, M. Almanaque Brasil Socioambiental. Instituto Socioambiental, 2004.

DELAZARI, L. S. Modelagem e Implementação de um Atlas Eletrônico Interativo utilizando métodos de visualização cartográfica. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transporte, 2004.

KOOP, O. Developing Eletronic Atlases: an Update! Disponível em: <http://cartography.geog.uu.nl/l> Acesso em: 25/05/2008.

KRAAK, M. J.; ORMELING, F. J. Cartography: Visualization of Spatial Data. 3.ed. England: Addison Wesley Longman, 1998, 222 p.

KRAAK, M.; J. B. A. Web cartography – developments and prospects. 2001.

LANNA, A. E., CÁNEPA, E. M., GRASSI, L. M., DOBROVOLKI, R. Gerenciamento dos Recursos Hídricos: conceitos, críticas e recomendações. Boletim Informativo da Associação Brasileira de Hidrologia e Recursos Hídricos, n. 43. 1990.

MENDES, C. A. B., CIRILO, J. A. Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, integração e aplicação. Porto Alegre: ABRH, 2001.

PERNAMBUCO, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Plano Estadual de Recursos Hídricos, 8 vol,1998.

PERNAMBUCO, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Bacias Hidrográficas de Pernambuco, 103 p.2006.

SALGUEIRO, J. H. P. B. Avaliação de rede pluviométrica e análise de variabilidade espacial da precipitação: estudo de caso na Bacia do Rio Ipojuca em Pernambuco. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Pernambuco, 2005.

SCHNEIDER, B. Integration of Analytical GIS-Functions in Multimedia Atlas Information System. In: International Cartographic Conference , 19TH, 1999, Ottawar. Anais. Ottawar: ICA, 1999. Sessão 3, p 10-17.

SMITH, R. M. Atlas of Arkansas. Fayetteville: University of Arkansas Press. 1989.

TAYLOR, F. Modern Cartography: visualization in modern Cartography. Vol.2, 1a ed. Oxford: Pergamon Press, 1994.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: Ciência e Aplicação. 3ª Ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS / ABRH, 2002.