

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
ESCOLA DE ENGENHARIA DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO**

CLÉCIO BARBOSA SOUZA JÚNIOR

**ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO PARA O
SUPORTE A GESTÃO DOS RECURSOS
HÍDRICOS.**

**Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Lúcia Bezerra Candeias.
Co-Orientador: Prof. Dr. José Almir Cirilo**

Dissertação de Mestrado

Recife, 2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
ESCOLA DE ENGENHARIA DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E
TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO

Clécio Barbosa Souza Júnior

**ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO PARA O SUPORTE A GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS.**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, área de concentração Cartografia e Sistemas de Geoinformação defendida e aprovada no dia 22/08/2008.

Orientador: Prof^a. Dra. Ana Lúcia Bezerra Candeias.

Co-Orientador: Prof. Dr. José Almir Cirilo

Recife

2008

S729a

Souza Júnior, Clécio Barbosa.

Atlas eletrônico analítico para o suporte a gestão dos recursos hídricos / Clécio Barbosa Souza Júnior. - Recife: O Autor, 2008. x, 102 folhas, il : figs., tabs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2008.

Inclui Bibliografia e Anexos.

1. Atlas Eletrônicos. 2. Atlas Analíticos. 3. Recursos Hídricos. 4. Geoinformação. I. Título.

UFPE

551

CDD (22. ed.)

BCTG/2008-218

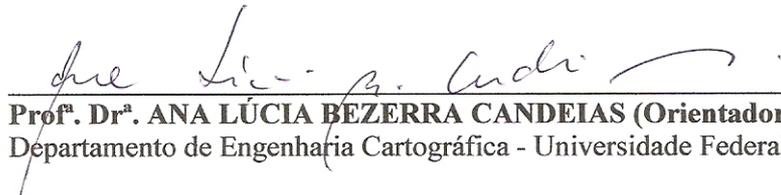
ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO PARA O SUPORTE A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

POR

CLÉCIO BARBOSA SOUZA JÚNIOR

Dissertação defendida e aprovada em 22.08.08.

Banca Examinadora:



Prof.ª Dr.ª ANA LÚCIA BEZERRA CANDEIAS (Orientadora)
Departamento de Engenharia Cartográfica - Universidade Federal de Pernambuco



Prof. Dr. JOSÉ LUIZ PORTUGAL
Departamento de Engenharia Cartográfica - Universidade Federal de Pernambuco



Prof.ª Dr.ª MARCIA MARIA GUEDES ALCOFORADO DE MORAES
Departamento de Economia - Universidade Federal de Pernambuco

DEDICATÓRIA

As pessoas maravilhosas que fazem parte da minha vida, minha mãe conselheira, meus irmãos, sobrinhos e a minha esposa.

AGRADECIMENTO

Agradeço aos Professores Ana Lúcia Candeias e Almir Cirilo por terem se disponibilizado a me orientar, compartilhando suas experiências nas áreas da Ciência da Geoinformação e da Engenharia de Recursos Hídricos, respectivamente.

Agradeço ao Departamento de Cartografia da Universidade Federal de Pernambuco – DEPART pela estrutura disponibilizada, bem como ao corpo docente do referido departamento por ter contribuído e agregado conhecimentos indispensáveis para o desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço especialmente a minha mãe pelos diversos incentivos ao longo de toda minha vida, peça fundamental no meu aprimoramento pessoal e profissional, conselheira e entusiasta que me passou com atitudes, a consciência do papel de um cidadão ciente de seu papel na sociedade; e a minha esposa pela presença constante na minha vida. Agradeço também a todos os meus familiares que sempre demonstraram entusiasmo com minha realização profissional.

E por fim, agradeço aos meus colegas Fabio Delgado, Ludimilla Callado, Othon Fialho e à Professora Maria da Paz, que a luz dos assuntos abordados no presente trabalho, me guiou a melhores resultados.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.1 Introdução	1
1.2 Objetivo	3
CAPÍTULO 2: TÓPICOS IMPORTANTES NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	5
2.1 Gestão das Águas	5
2.1.1 Política dos Recursos Hídricos	6
2.1.2 Plano de Recursos Hídricos	9
2.1.3 Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos	11
2.1.4 Instrumentos de Gestão	12
2.2 Unidade de Gestão	133
2.3. Monitoramento e Operacionalização na Gestão	16
2.3.1 Estações Pluviométricas	17
2.3.2 Estações Fluviométricas	19
2.3.3 Estruturas Hídricas	21
2.4 Geoprocessamento e os Recursos Hídricos	23
CAPÍTULO 3: ATLAS ELETRÔNICOS	255
3.1. Cartografia Digital	255
3.2. O Atlas e Sistema de Informação Geográfica	28
3.3 Atlas Eletrônico	31
3.4 Modelos de Atlas Eletrônicos	33
3.4.1 Atlas Eletrônicos Interativos Existentes no Brasil e no Mundo	33
3.4.2 Atlas Eletrônicos Interativos dos Recursos Hídricos.	38
CAPÍTULO 4: ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO PARA O SUPORTE A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.	46
4.1 Caracterização da Região de Estudo	46
4.2 Modelagem Funcional dos Dados.	48
4.2.1 Diagrama de Fluxo de Dados	50
4.3 Recursos Tecnológicos	55

4.4 Implementação do Atlas.	55
4.4.1 Escolha do Software para a Implementação.	56
4.4.2 Dados Geográficos e Alfa-numéricos.	57
4.4.3 Elaboração dos Módulos de Entrada de Dados.	59
4.4.4 Customização da Interface do Atlas	65
4.4.5 Armazenamento dos Dados	70
4.5 Resultados	72
CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES	78
CAPÍTULO 6: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
ANEXOS	85

RESUMO

Recursos hídricos em quantidade e qualidade satisfatórios são essenciais para o bem-estar de uma sociedade. A água é bem de consumo final ou intermediário para as atividades humanas, e com o aumento da intensidade e variedade de seu uso, ocorrem conflitos entre usuários. No sentido de se buscar tecnologias que possam auxiliar na minimização dos conflitos e da escassez hídrica, o uso da geoinformação é uma alternativa que possibilita uma visão macro do processo facilitando na construção de um modelo de gestão eficiente, permitindo uma economia de recursos financeiros e de tempo. Para tanto essa pesquisa propõe a construção de um Atlas Eletrônico Analítico que permita ao usuário consultar e gerar mapas interativamente, dando suporte ao planejamento dos recursos hídricos. A pesquisa apresenta a modelagem funcional do atlas, explicitando os fluxos de dados de entrada e saída e os processos desenvolvidos, define os recursos tecnológicos para a implementação do mesmo, apresenta os procedimentos para a aquisição, coleta e edição dos dados utilizados no atlas, concluindo com a análise e apresentação de alguns resultados alcançados. Um ponto importante no desenvolvimento do atlas é a possibilidade de gerar novas informações a partir dos dados originais, que pode ser feito através da combinação de diferentes feições cartográficas, e também da importação de novas informações para bancos de dados alfa-numérico e gráficos, gerando mapas temáticos atualizados. A validação do modelo foi feita na região da Bacia do Rio São Francisco que se encontra dentro do limite do Estado de Pernambuco, devido à representatividade dessa bacia hidrográfica para os recursos hídricos. Foram desenvolvidos com resultados, diversos mapas que ajudaram na caracterização hídrica e física da região estudada, como por exemplo o mapa dos principais sistemas adutores da região, mapa das barragens subterrânea e dessalinizadores por mesoregião, mapa das barragens por volume de acumulação, mapa da precipitação pluviométrica média anual, entre outros.

Palavras-Chaves: Atlas Eletrônicos, Atlas Analíticos, Recursos Hídricos.

ABSTRACT

Water resources in quantity and quality satisfactory are essential for the welfare of a society. Water is final or intermediate input to human activities, and with increasing intensity and variety of its use, conflicts occur between users. Seeking technologies to help minimize conflicts of water, the use of Geoinformation is an alternative that allows a macro view of the process facilitating the construction of a model of efficient management, allowing a saving of financial resources and time. This paper proposes the construction of an Electronic Atlas Analytical that allows the user to consult and generate maps interactively, supporting the management of water resources. The paper shows the functional modeling the atlas, explaining the flow of data input and output and processes developed, set the technological resources for the implementation of it, shows the procedures for the purchase, collection and editing of data, concluding with the analysis and presentation of some results. 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 alphanumeric and graphics databases, creating thematic maps updated. The validation of the model was made in the region of São Francisco Basin that is within the limit of the state of Pernambuco, due to the representativeness of the basin for water. Were developed several maps that helped in the water and physical characterization of the region studied, such as the map of the systems of the adductor region, map of underground dams and desalination by region, map of the dam by volume of accumulation, the precipitation map precipitation annual average, among others.

Keywords: Eletronic Atlas, Analytics Atlas, Waters Resources.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Divisão Hidrográfica Brasileira. Fonte: www.ana.gov.br (acessado em 03/03/2008).	15
Figura 2 - Divisão Hidrográfica de Pernambuco.....	16
Figura 3 - Pluviômetro, instrumento que mede a lâmina de água precipitada. Fonte: http://gegep.com/ (último acesso 23/04/2008).	18
Figura 4 - Lance de réguas linimétricas. Fonte: http://www.hidrosed.ufc.br	20
Figura 5 - Função que relaciona a cota do nível d'água da barragem e o volume represado pela Barragem de Chapéu, no rio Brígida sertão de Pernambuco.....	21
Figura 6 - Esquema representativo do modelo de comunicação cartográfica para o mapa interativo. (Adaptado de PETERSON, 1995).....	27
Figura 7 - Interface do Atlas Eletrônico do Arizona. Fonte: http://atlas.library.arizona.edu (acessado em 23/05/2008).	35
Figura 8 - Microsoft Encarta World Atlas 2000. Fonte: http:// kartoweb.itc.nl/webcartography/ (acessado em 12/05/2008).	36
Figura 9- Atlas Eletrônico do Estado de São Paulo – Geração de mapas. Fonte: http://www.seade.gov.br/projetos/eatlas/ (acessado em 16/06/2008).	38
Figura 10- Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos e Meteorológicos do Ceará – Consulta espacial das Bacias Hidrográficas. Fonte: http://atlas.secretel.com.br (acessado em 20/05/2008).	40
Figura 11- Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos e Meteorológicos do Ceará – Seleção de feições.....	41
Figura 12- Atlas Eletrônico do CPRM – Poços do Estado de Pernambuco. Fonte: http://www.cprm.gov.br (acessado em 21/05/2008).	42
Figura 13- Tela inicial do Atlas de Bacias Hidrográficas de Pernambuco. Fonte: Atlas de Bacias Hidrográficas de Pernambuco.....	43
Figura 14- Atlas Nordeste - Abastecimento Urbano de Água - Agencia Nacional de Águas – ANA. Fonte: www.ana.gov.br (acessado em 21/04/2008).....	44
Figura 15- Área de estudo. a) Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, b) Estado de Pernambuco. Fonte: ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO, 2008.	47

Figura 16– Esquema ilustrativo das fases da modelagem de dados espaciais. Adaptado de BARROS FILHOS, 2005.	48
Figura 17 - Esquema ilustrativo de aquisição de dados.....	51
Figura 18– Esquema ilustrativo de armazenamento de dados.....	52
Figura 19– Esquema ilustrativo de saída de dados.....	52
Figura 20– Esquema ilustrativo do Diagrama de Fluxo de Dados.....	54
Figura 21- Procedimentos para o desenvolvimento do projeto.	56
Figura 22- Tela Inicial do Hidroweb. Fonte: http://hidroweb.ana.gov.br (acessado em 01/07/2008).....	58
Figura 23- Atlas Eletrônico Analítico. Tela Inicial.	59
Figura 24- Atlas Eletrônico Analítico. Módulo Pluviometria.	60
Figura 25- Atlas Eletrônico Analítico. a) Tela inicial do módulo pluviometria, b)Cadastramento das estações pluviométricas.	61
Figura 26- Atlas Eletrônico Analítico. a) Tela inicial do módulo pluviometria, b) Importação das informações de precipitação.....	62
Figura 27- Atlas Eletrônico Analítico. Módulo Fluviometria.	63
Figura 28- Atlas Eletrônico Analítico. Módulo Reservatório.	64
Figura 29- Atlas Eletrônico Analítico. Cadastro das características técnicas das barragens. ..	65
Figura 30– Atlas Eletrônico Analítico. Botões de controle.....	68
Figura 31- Atlas Eletrônico Analítico. Caixas de diálogos.	69
Figura 32- Atlas Eletrônico Analítico. Conexão entre bancos de dados.	71
Figura 33- Atlas Eletrônico Analítico. Módulo Reservatório de Entrada de Dados.	72
Figura 34-Atlas Eletrônico Analítico. Estação Pluviométrica da Rede Hidrológica Nacional por Divisão Hidrográfica Estadual.	73
Figura 35- Atlas Eletrônico Analítico. Estação da Rede Hidrológica Nacional por Bacia Hidrográfica Estadual.....	74
Figura 36 - Atlas Eletrônico Analítico. Estações Pluviométricas fora de operação.....	75
Figura 37- Atlas Eletrônico Analítico. Estação da Rede Hidrológica Nacional por Bacia Hidrográfica Estadual desativada.	75

Figura 38– Atlas Eletrônico Analítico. Precipitação Pluviométrica Média Anual.....	76
Figura 39 - Atlas Eletrônico Analítico. a) Tela Inicial do Atlas, b) Disponibilização dos mapas pré-elaborados.	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação entre área de drenagem e o número mínimo recomendado de estações pluviométricas. Fonte: RIGHETTO,1998.	17
Tabela 2 - Estações operadas no Estado de Pernambuco. Fonte: SALGUEIRO, 2005 e PERNAMBUCO, 2006.	19
Tabela 3 - Principais diferenças entre um SIG e um AIS (adaptado de SCHENEIDER, 1999).	29
Tabela 4 - Avaliação dos atlas eletrônicos pesquisados. Análise baseada em DELAZARI, 2004.	45

LISTA DE ABREVIATURAS

ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos

AIS – Atlas Information System

AM/FM - Automated Mapping/Facility Management

ANA – Agência Nacional de Águas

CAD - Computer Aided Design

CAM - Computer Aided Mappeng

COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CNRH – Conselho Nacional dos Recursos Hídricos

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

DFD - Diagrama de Fluxo de Dados

ESRI – Environmental Systems Research Institute.

EWA - Microsoft Encarta Word Atlas

GL – Grupo de Bacias Litorâneas

GPS – Global Positioning System

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MDF – Modelo de Fluxo de Dados

PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos

PNMA – Programa Nacional de Meio Ambiente

SECTMA – Secretaria de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente.

SIAGAS - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

SNGRH – Sistema nacional de Gestão dos Recursos Hídricos

SNIRH - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

SRH – Secretaria de Recursos Hídricos

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 Introdução

O Brasil concentra em torno de 12% da água doce superficial do planeta. Essa água, no entanto, encontra-se distribuída de forma irregular em nosso território e as maiores reservas não coincidem geograficamente com as regiões onde se concentram grande parte da população brasileira (CAPANILI, 2004). Aliam-se a este fato as formas de utilização e má gestão da água, em especial nas regiões densamente urbanizadas, com conseqüências graves sobre a qualidade e que resulta em perda de disponibilidade deste recurso em condições adequadas para o abastecimento da população. Segundo MOTA (1995), o aumento populacional e suas conseqüências têm acelerado o acréscimo da demanda de água, conduzindo a um risco crescente das disponibilidades naturais não serem suficientes para o suprimento das necessidades dos vários usos potenciais, em diversas regiões. Nesse contexto, expressões como gerenciamento de recursos hídricos, gestão das águas e uso racional das águas passaram a fazer parte do dia-a-dia das pessoas e mais presentes nos meios de comunicações. Dentro desse processo, tem-se tornado cada vez mais freqüentes o uso da visualização cartográfica como um método gráfico para análise e apresentação de dados hidrológicos, e o mapa é o elemento principal da representação desses dados.

Os mapas são instrumentos de comunicação capazes de fornecer aos usuários informações sobre os fenômenos geográficos. Com o avanço da tecnologia computacional nas tarefas de disseminação e produção da cartografia surgiram algumas facilidades na utilização e produção dos mapas. As técnicas computacionais aplicadas a mapas digitais permitem que o usuário possa interagir com a representação do fenômeno. Com isso, o uso mais freqüente do geoprocessamento, associado ao planejamento dos recursos hídricos, vem possibilitando a concepção de um modelo mais fiel do meio ambiente, retratando de forma mais verídica a problemática dos recursos hídricos. Nesse processo entra o

conceito do mapa interativo, que possibilita ao usuário por exemplo: visualizar informações em diferentes escalas, com diferentes graus de detalhamentos, escolher simbologias para representações de feições, associar texto e fotos para caracterizar melhor o espaço geográfico entre outros. E o Atlas Eletrônico é um recurso em ambiente digital, associado a uma base de dados, que representa muito bem o conceito esse conceito.

Esta pesquisa fundamentou teoricamente, modelou e desenvolveu um Atlas Eletrônico Analítico que permite ao usuário consultar e gerar mapas interativamente, com o objetivo de dar suporte à gestão dos recursos hídricos. Um ponto importante na implementação do atlas é a possibilidade de gerar novas informações a partir dos dados originais, que pode ser feito através da combinação de diferentes feições cartográficas, e também da importação de novas informações para os bancos de dados alfa-numéricos e gráficos, gerando mapas temáticos atualizados.

A pesquisa faz uma abordagem do conhecimento teórico necessário para a modelagem e a implementação do atlas em três capítulos. No capítulo 2, a pesquisa mostra uma introdução da gestão das águas no Brasil, e considera a gestão como um conjunto de processos administrativos e legais, que definem planos, sistemas de gerenciamento e políticas no âmbito nacional e estadual. Ainda apresenta o uso do geoprocessamento no apoio a construção de um modelo de gestão eficiente, permitindo uma economia de recursos financeiros e tempo. Conceitos hidrológicos relevantes nesta pesquisa, também são explicitados nesse capítulo.

No capítulo 3 são apresentados conceitos, a classificação dos atlas e suas diferenças em relação ao sistema de informação geográfica – SIG tradicional. É feita uma revisão sobre atlas eletrônicos e são analisados diferentes tipos de atlas existentes no Brasil e no mundo. O último capítulo aborda a modelagem conceitual, a metodologia utilizada na implementação do Atlas Eletrônico Analítico e seus resultados.

O Atlas Eletrônico Analítico para o suporte a Gestão dos Recursos Hídricos apresenta-se sob forma de CD-ROM, nos anexo a presente pesquisa acompanhado de um manual de instalação do sistema.

1.2 Objetivo

O foco deste trabalho é a modelagem e o desenvolvimento de um Atlas Eletrônico Analítico que reúna dados relevantes para a visualização sistemática das informações hidrológicas numa determinada área. Com isso é possível conhecer as relações topológicas entre diferentes municípios de uma mesma bacia hidrológica, analisar diferentes mapas, juntamente com gráficos, textos, tabelas e fotos. Deste modo a pesquisa propõe a utilização da visualização cartográfica, através da reunião de informações espaciais em um Atlas Eletrônico, para avaliar os fenômenos espaciais hidrológicos abordados. Como objetivos específicos têm-se:

a) Apresentar o estado da arte sobre a pesquisa em Atlas Eletrônico, baseado em pesquisas realizadas na internet;

b) Implementar um Atlas Eletrônico Analítico, conforme classificação de KRAAK e ORMELING (1998). Para tanto as seguintes atividades serão realizadas:

I. Modelagem funcional do protótipo;

II. Preparação do atlas, para se criar uma interface amigável para o usuário e para permitir um link entre os diversos módulos construídos para o sistema;

III. Inclusão de informações na forma de gráficos, textos, tabelas, de modo a complementar as informações dos mapas;

IV. Geração de mapas, tabelas, relatórios e gráficos, que permitam a análise dos elementos hidrológicos presentes na porção da bacia hidrográfica do rio São Francisco no Estado de Pernambuco.

c) Testar o protótipo na Região da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco que se encontra dentro dos limites do Estado de Pernambuco, com dados da Rede Nacional de Hidrologia e dados de barragens do estado.

CAPÍTULO 2: TÓPICOS IMPORTANTES NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Esse capítulo apresenta alguns tópicos de Hidrologia, com interesse em embasar teoricamente a elaboração do Atlas proposto por essa pesquisa. Aborda-se a gestão das águas com um importante processo para minimizar os efeitos da escassez dos recursos hídricos, e o uso do geoprocessamento como uma tecnologia importante na geração de produtos que apoiem esta gestão. Apresentam-se os conceitos de ciclo hidrológico e da bacia hidrográfica, elementos importantes para o entendimento da interação dos elementos hidrológicos com o meio. Em seguida, faz-se uma abordagem conceitual das informações hidrológicas, dando ênfase à medição da chuva e da vazão em estações hidrológicas, e por fim explicita-se a importância das barragens como uma estrutura hídrica importante para minimizar os impactos causados pela variabilidade dos recursos hídricos.

2.1 Gestão das Águas

Os recursos hídricos são bens de relevante valor para promoção do bem-estar de uma sociedade. A água é bem de consumo final ou intermediário na quase totalidade das atividades humanas, e com o aumento da intensidade e variedade de seu uso, ocorrem conflitos entre usuários. Segundo LANNA et al (2004), uma forma eficiente de evitar e administrar estes conflitos 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, etc.), usos (irrigação, geração de energia, abastecimento, etc.) e alternativas.

A gestão dos recursos hídricos é uma atividade analítica e criativa voltada à formulação de princípios e diretrizes, ao preparo de documentos orientadores e normativos, à estruturação de sistemas gerenciais e às tomadas de decisões

(TUCCI, 2002). Esta atividade tem por objetivos finais promover o inventário, os usos, o controle e a proteção desses recursos.

Segundo LANNA et al (1990) a política, o plano e o sistema de gerenciamento fazem parte de um sistema de gestão, cujas atividades serão destacadas a seguir.

2.1.1. Política dos Recursos Hídricos

A Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH (1986) conceitua a política dos recursos hídricos como um conjunto consistente de princípios, que conformam as aspirações sociais e/ou governamentais no que concerne à regulação ou modificação nos usos, controle e proteção dos recursos hídricos.

Atendendo aos compromissos assumidos pelos países com o Plano de Implementação da Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável de Johannesburg, que previa entre suas metas a elaboração até 2005, de planos de gestão integrada dos recursos hídricos e aproveitamento eficiente da água, em janeiro de 1997 foi sancionada a Lei 9.433 que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil. A Lei que incorpora princípios, normas e padrões de gestão de água universalmente.

O ordenamento jurídico brasileiro relacionado à água é um processo que data desde o Império, com a Constituição do Império de 25/03/1824, que foi omissa sobre o tema, mas de forma implícita as águas subterrâneas foram reguladas no tocante à propriedade dos solos (BRAGA, 2002). O artigo 179 da referida Constituição assegurava “o direito de propriedade em toda sua plenitude”. Porém, a sociedade brasileira deu mais claramente os seus primeiros passos para a conformação de um aparato legal e institucional destinado ao controle sobre o uso dos seus recursos naturais somente com o advento da República (BRASIL, 2006a).

Percebendo a necessidade de buscar a imposição de normas reguladoras, uma vez que a Constituição não especificava a dominialidade das águas, a Administração Federal, após mais de 20 anos de discussões, em 1934 sancionou o Código das Águas, considerado inovador e mundialmente respeitado como uma das mais completas normas sobre águas já concebidas. Dividiu a água em públicas, comuns e particulares.

“O Código de Águas de 1934 cobriu interstícios deixados pelo Código Civil, de sorte que os dois diplomas, embora se repitam em certo tanto, noutro se completam”. A diferença fundamental entre a normatividade estabelecida pelo Código Civil e pelo Código de Águas está, exatamente, no fato de que, enquanto este enfoca as águas como recursos dotados de valor econômico para a coletividade e, por isto, merecedores de atenção especial do Estado, aquele se limitava a uma regulamentação sobre o fundamento básico do direito de vizinhança e da utilização das águas como bem essencialmente privado (ANTUNES, 2002).

Até a década de 70, a política de recursos hídricos era específica de combate aos efeitos das secas e das inundações e pautada em perspectivas de setores de usuários das águas. As preocupações relacionadas às necessidades de conservação e preservação, ainda estavam muito aquém do necessário. Esse fato é devido à ainda relativa abundância de água no país e da visão da água como um recurso natural infinito.

Os anos 80 começaram com um grande avanço no campo ambiental, com a promulgação da Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispunha sobre a Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA. Posteriormente alterada pela Lei 7.804 de 18/07/1989, foi considerada uma das regulamentações ambientais brasileiras mais importantes. Seus princípios, inscritos no artigo 2º, têm profundas implicações na proteção jurídica das águas. A PNMA resgatou do Código de Águas os princípios "usuário-pagador" e "poluidor-pagador". Especificamente em relação ao setor hídrico, delegou ao Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA "estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do

meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos", de acordo com o artigo 8º.

A promulgação da Constituição Federal de 1988 representou marcos referenciais importantes da atual gestão integrada dos recursos hídricos no país. A constituição vigente determinou ser de competência da União instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recurso Hídricos - SINGREH, bem como definir critérios de outorga de direito de uso dos recursos hídricos. O texto constitucional aboliu a figura da propriedade privada da água, que era prevista no Código de Águas, dividindo o domínio entre a União e os estados.

Finalmente, em 1997, foi sancionada a Lei 9.433, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos. Seus objetivos são apresentados no Art. 2º da referida lei:

I – assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II – a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

III – a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequados dos recursos naturais.

A Constituição Federal de 1988 outorgou aos estados, no seu art. 23, a competência para a proteção do meio ambiente, ao passo que, também nos parágrafos terceiro e quarto do art. 24 da CF, passou a competência suplementar, na qual os estados estão autorizados a complementar a legislação federal, ou mesmo a disciplinar toda a matéria, no caso da lei federal sobre o assunto ainda não existir.

Nos últimos anos, os estados nordestinos editaram leis sobre recursos hídricos, alguns se adiantando à edição da lei das águas. Alguns estão bastante ativos, tendo uma grande produção legislativa sobre a matéria, como os Estados de Pernambuco e do Ceará, enquanto outros se apresentam ainda bastante tímidos, como o Maranhão (YANKO e BEZERRA, 2005).

Segundo YANKO e BEZERRA (2005), A Política Estadual de Recursos Hídricos procura refletir os mesmos ideais já instituídos na Lei de Águas (Lei 9.433/97), quais sejam, seu domínio público, valoração econômica, o uso prioritário para consumo humano e dessedentação de animais, uso múltiplo, gestão descentralizada e enfoque na bacia hidrográfica como unidade territorial de aplicação da referida política.

Apesar dos graves problemas encontrados, no tocante a qualidade, nas bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco, pode-se afirmar, relativamente à legislação atinente aos recursos hídricos deste Estado, que esta é ampla e bem elaborada. Em alguns casos o Estado, encontra-se como verdadeiro pioneiro na proteção jurídica do meio ambiente (YANKO e BEZERRA, 2005).

A Lei nº 12.984, de 30 de Dezembro de 2005, dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Pernambuco.

2.1.2 Plano de Recursos Hídricos

Define-se como Plano de Recursos Hídricos o estudo prospectivo que busca, na sua essência, adequar o uso, controle e o grau de proteção dos recursos hídricos às aspirações sociais e/ou governamentais expressas formal ou informalmente em uma política de recursos hídricos (ABRH, 1986).

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 aliado à responsabilidade e desafios de 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 (BRASIL, 2006c)

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, gerenciando as demandas e considerando a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social.

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

I.A melhoria das disponibilidades hídricas, superficiais e subterrâneas, em qualidade e quantidade;

II.A redução dos conflitos reais e potenciais de uso da água, bem como dos eventos hidrológicos críticos;

III.A percepção da conservação da água como valor sócio-ambiental relevante.

O Plano Estadual dos Recursos Hídricos – PERH, devidamente compatibilizado com os planos de desenvolvimento econômico, social e ambiental da União, do Estado de Pernambuco e dos Municípios, estabelece diretrizes e critérios gerais para o gerenciamento dos recursos hídricos no Estado (PERNAMBUCO, 2006b). O último PERH de Pernambuco foi elaborado no ano de 1998.

2.1.3. Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

Segundo a ABRH (1986), o Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos é um conjunto de organismos, agências e instalações governamentais e privadas, estabelecidos com o objetivo de executar a política dos recursos hídricos através do modelo de gerenciamento adotado e tendo por instrumentos o plano de recursos hídricos.

No Brasil, o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SNGRH, também foi instituído pela Lei Federal nº 9.433 de 1997. Os objetivos do sistema instituídos no Art. 32 da referida Lei, são:

- I – Coordenar a gestão integrada das águas;
- II – Arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;
- III – Implementar a Política Nacional dos Recursos Hídricos;
- IV – Planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;
- V – Promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

As instituições que integram o SNGRH são instituídas no Art. 33:

- I – O Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- II - Os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
- III – Os Comitês de Bacia Hidrográfica;
- IV – Os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de Recursos Hídricos;
- V – As Agências de Águas.

Em resumo, a gestão dos recursos hídricos eficiente deve ser constituída por uma política dos recursos hídricos, que estabelece as diretrizes gerais, um modelo de gerenciamento, que estabelece a organização legal e institucional e um sistema de gerenciamento, que reúne os instrumentos para o preparo e execução do planejamento de recursos hídricos (TUCCI, 2005). Nesse sentido se busca novas tecnologias que possam auxiliar no cumprimento dessas diretrizes, sendo uma tendência atualmente o uso da geoinformação como uma alternativa que possibilite uma visão macro do processo.

2.1.4 Instrumentos de Gestão

a) Outorga e cobrança pelo uso dos recursos hídricos

A outorga tem o objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água, superficiais ou subterrânea, e o efetivo exercício dos direitos de acesso a água. É ato administrativo pelo qual o poder outorgante concede ao outorgado o direito de uso do recurso hídrico por prazo determinado e conforme os termos e as condições expressas no ato (BRASIL, 2006c).

A cobrança serve para reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu valor, medido pela quantidade e pela qualidade, bem como pelo uso a que se destina. Ademais, cabe registrar que o ordenamento jurídico brasileiro não prever a possibilidade de comercialização e mercantilização da água por particulares, por se tratar de bem público inalienável, de domínio da União ou dos estados (BRASIL, 2006c)

Os instrumentos da outorga do direito de uso das águas e a cobrança pelo seu uso, no Estado de Pernambuco, estão inseridos no instrumento jurídico com a finalidade de concretizar os objetivos da Lei 12.984/2005. Segundo YANKO e

XAVIER (2005), a definição do que é o ato administrativo da outorga, no plano estadual, pode ser encontrada no Decreto 20.269/97, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Plano Estadual de Recursos Hídricos, no seu art. 6º. Conforme o próprio artigo, o regime da outorga não confere ao outorgado o direito de dispor livremente do bem posto à sua disposição; pelo contrário, por tratar-se de um ato administrativo, encontra-se sujeito às formas de extinção próprias deles, tais como a revogação, anulação, cassação ou caducidade.

b) Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos.

O Sistema de Informação visa principalmente à produção, à sistematização e a disponibilização de dados e informações sobre as condições hídricas da bacia em termos de quantidade e qualidade da água para os diversos usos e em termos das condições do ecossistema, traduzidos pelas pressões antrópicas nela existentes (BRASIL, 2006c).

Cabe às entidades outorgantes e entidades estaduais – organizar, implantar e gerenciar o Sistema de Informações, no âmbito nacional e estadual, respectivamente. No âmbito da bacia hidrográfica, caberá a agência de água gerir o respectivo sistema (BRASIL, 2006c).

2.2 Unidade de Gestão

O ciclo hidrológico é estudado normalmente com maior interesse na fase terrestre, onde o elemento fundamental de análise é a bacia hidrográfica. Segundo MENDES e CIRILO (2001), no âmbito dos recursos hídricos o impacto decorrente da alteração do uso do solo reflete-se em todos os componentes do ciclo hidrológico, como no escoamento superficial, na recarga dos aquíferos, na qualidade da água e no transporte de sedimentos.

Uma bacia hidrográfica é uma unidade fisiográfica, limitada por divisores topográficos, dentro da qual toda água precipitada, quando não é evaporada, infiltrada ou retida, escoar para uma seção fluvial única, denominada exutório. Os divisores topográficos ou divisores de água são as cristas das elevações do terreno que separam a drenagem da precipitação entre duas bacias adjacentes. As bacias são caracterizadas por suas condições fisiográficas: clima, tipo de solo, geologia, geomorfologia, cobertura vegetal, tipo de ocupação, regime pluviométrico e pluviométrico e disponibilidade hídrica.

A relevância da bacia hidrográfica no planejamento dos Recursos Hídricos foi instituída pela Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. O art. 1º, § V institui a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A divisão hidrográfica brasileira foi definida em 2003 pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH e abrange 12 regiões: Amazônica, Tocantins-Araguaia, Atlântico Nordeste Ocidental, Parnaíba, Atlântico Nordeste Oriental, São Francisco, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Atlântico Sul, Uruguai, Paraná e Paraguai. A figura 1 apresenta todas as regiões hidrográficas, bem como as 277 unidades hidrográficas que foram divisões criadas para a agregação das diferentes informações consideradas no contexto e na abrangência do Plano Nacional de Recursos Hídricos.

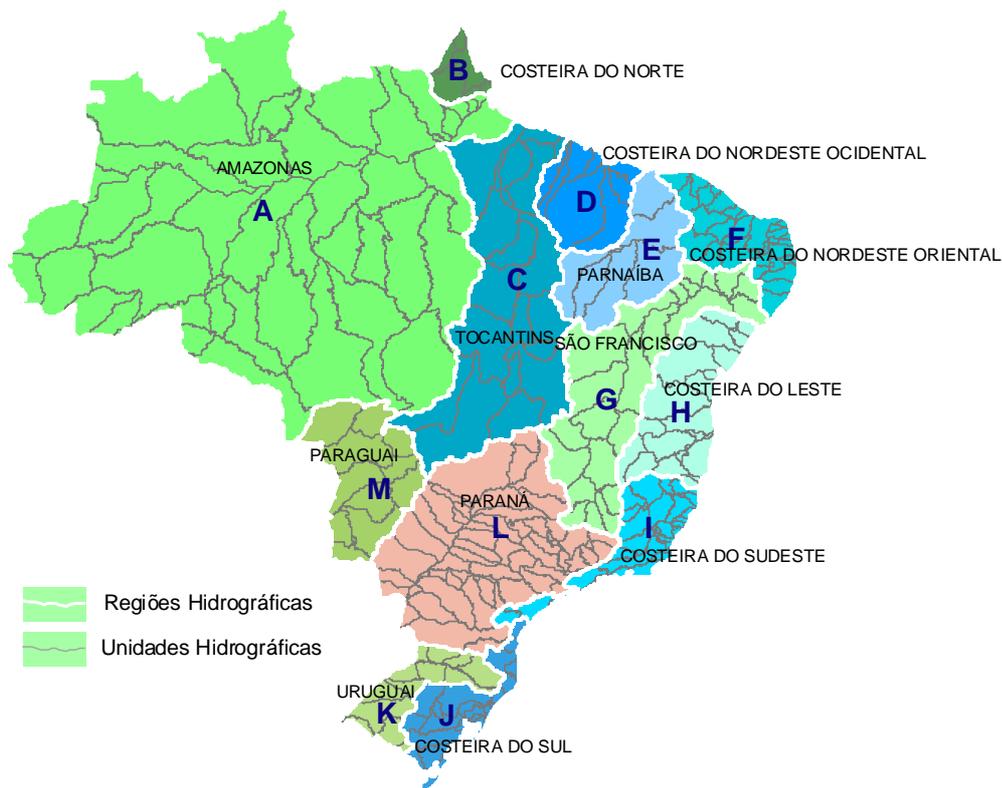


Figura 1 - Divisão Hidrográfica Brasileira. Fonte: www.ana.gov.br (acessado em 03/03/2008).

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's. As bacias que escoam para o oceano constituem os chamados rios litorâneos, a as principais são: Goiana, Capibaribe, Ipojuca, Sirinhaém, Una, Mundaú e os Grupos de Bacias de Pequenos Rios Litorâneos - GL's. Ao total o Plano Estadual de Recursos Hídricos dividiu o estado em 29 unidades de planejamentos, conforme a figura 2.

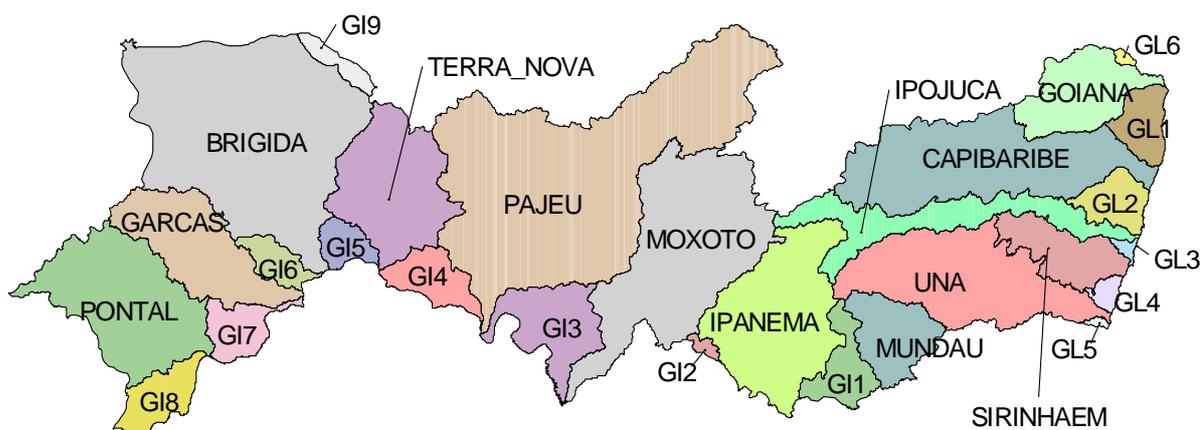


Figura 2 - Divisão Hidrográfica de Pernambuco.

2.3 Monitoramento e Operacionalização na Gestão

As informações hidrológicas são, cada vez mais, consideradas estratégicas para o gerenciamento dos recursos hídricos e para o desenvolvimento de projetos em vários segmentos da economia, como agricultura, transporte, energia e meio ambiente. Essas informações são coletadas através de medições sistemáticas dos vários componentes do ciclo hidrológico que atuam nos sistemas de interesses à engenharia de recursos hídricos.

Os levantamentos de informações hidrológicas no Brasil tiveram início há mais de cem anos, quando foram instaladas as primeiras estações pluviométricas com medições regulares, e também iniciadas as primeiras operações de estações com controle de níveis e medições de vazões. O objetivo era fazer face, já naquela época, às necessidades de aproveitamento dos potenciais hidráulicos dos rios. A partir do início do século, a hidrometria, técnica que trata da medição de variáveis hidrológicas, passou a ser realizada de maneira mais organizada, evoluindo gradativamente tanto em metodologia operacional quanto em locais monitorados (ANA, 2008). Como exemplo de estações hidrológicas existentes no Brasil pode-se citar: as estações pluviométricas, estações fluviométricas e estações evaporimétricas. Os itens a seguir apresentam as estações e instrumentos mais

importantes para a coleta dos dados de chuva, vazão e as cotas dos níveis das barragens.

2.3.1 Estações Pluviométricas

Nas estações pluviométricas são realizadas as medições de precipitações diárias através de pluviômetros (figura 3) e, existindo pluviógrafo, é medida a intensidade de chuva, por meio de registradores mecânicos ou sistemas eletrônicos digitais.

As estações pluviométricas devem ser locadas de modo a evitar interferências provocadas por algum objeto, como vegetação, edificações, etc. A densidade das estações é avaliada segundo a Tabela 1, elaborada por RIGHETTO (1998), e que leva em consideração o número mínimo recomendado de estações pluviométricas em função da área de drenagem, para se melhor avaliar os volumes precipitados sobre uma bacia hidrográfica.

Tabela 1 - Relação entre área de drenagem e o número mínimo recomendado de estações pluviométricas.
Fonte: RIGHETTO,1998.

<i>Área de drenagem (ha)</i>	<i>Número mínimo de estações pluviométricas</i>
0-12	1
12-40	2
40-80	3
80-200	1 a cada 40 ha
200-1000	1 a cada 100 ha
1000-2000	1 a cada 250 ha
>2000	1 a cada 750 ha

As leituras do pluviômetro, feitas pelo observador, são realizadas normalmente em intervalos de 24 horas, em provetas graduadas. Os instrumentos têm seções com área de 500cm² e 200cm², são locados em pontos da bacia hidrográfica que caracterizem bem a região, a 1,50m do solo e a 2 metros de raio livre de qualquer interferência. Já os pluviógrafos fornecem os pluviogramas, gráficos que apresentam o total precipitado acumulado no decorrer do tempo, indispensáveis para o estudo de chuvas de curta duração (BRASIL, 2006b).



Figura 3 - Pluviômetro, instrumento que mede a lâmina de água precipitada. Fonte: <http://gegep.com/> (último acesso 23/04/2008).

Segundo SALGUEIRO (2005), em 2003, o Estado de Pernambuco contou com uma cobertura pluviométrica de um total 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 2 apresenta as quantidades de estações operadas pelas entidades no Estado de Pernambuco.

Tabela 2 - Estações operadas no Estado de Pernambuco. Fonte: SALGUEIRO, 2005 e PERNAMBUCO, 2006a.

<i>Órgão Operador</i>	<i>Nº de Pluviômetro</i>
ANA / CPRM - SGB	39
INMET	11
LAMEPE	227
COMPESA	13
IPA / EBAPE	82
INFRAERO / AERONÁUTICA	02
EMBRAPA / CPATSA	04
CHESF	01
TOTAL	376

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

2.3.2 Estações Fluviométricas

Nessas estações são observados os níveis d' água através de régua limimétrica ou linígrafos. A primeira, construída em madeira ou metal, é instalada em uma seção geomorfologicamente estável do curso d' água, se possível, isenta de perturbações hidrodinâmicas e efeito de remanso provocado por barramento parcial ou total do curso d' água em alguma seção a jusante (RIGHETTO, 1998). Quando existem grandes variações de níveis, são instaladas diversas régua de modo que cada uma cubra um determinado lance, em geral de 2m (figura 4). Os linígrafos registram continuamente os níveis d' água, podendo ser de bóia ou de registradores mecânicos. Os de bóias possuem um flutuador preso a um cabo, que transmitem

uma determinada variação do nível d'água para o registrador. O linígrafo que funciona por registrador mecânico é munido de um estilete com uma pena, que traça um gráfico sobre um papel graduado. RIGHETTO (1998) descreve o linígrafo como um registrador mecânico como um tambor, onde o papel graduado é enrolado, com eixo horizontal ou vertical, e com rotação constante mantida através de um mecanismo de relojoaria.



Figura 4 - Lance de réguas linimétricas. Fonte: <http://www.hidrosed.ufc.br>

A relação entre o nível de água e a vazão na seção do curso do rio onde a régua está instalada é obtida, experimentalmente, através da curva-chave ou curva de descarga. A curva chave, portanto, é uma função que relaciona a vazão com a lâmina d'água na seção de escoamento. Por outro lado, as curvas cota-área e cota-volume, obtidas por levantamento topográfico ou modelo numérico do terreno, relacionam essas variáveis entre si (cota-área e cota-volume) e são essenciais para o dimensionamento de barragens. A figura 5 apresenta a curva cota-volume da Barragem de Chapéu, no rio Brígida.

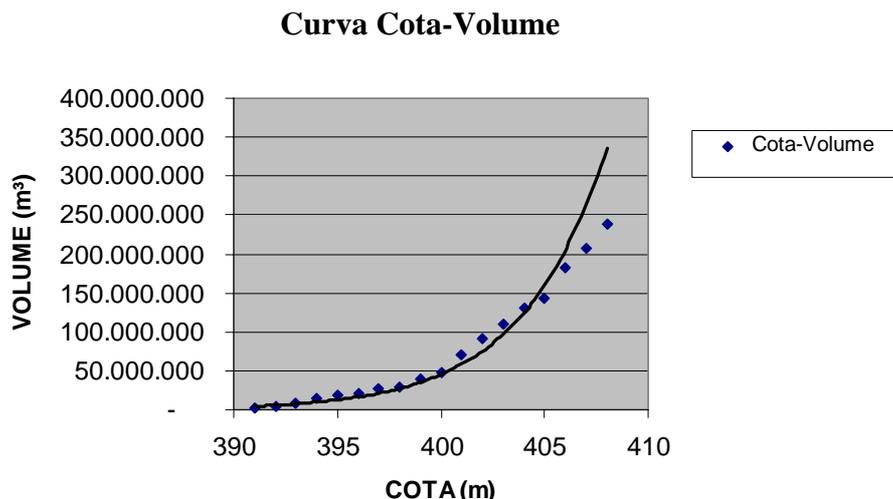


Figura 5 - Função que relaciona a cota do nível d'água da barragem e o volume represado pela Barragem de Chapéu, no rio Brígida sertão de Pernambuco.

As medições de vazões podem ser realizadas também com um instrumento de medição de velocidade, denominado molinete hidrométrico. Consiste numa hélice calibrada ligada a um eixo de rotação, o que aciona um comando elétrico que permite medir o número de rotações. A velocidade da água é calculada através de uma relação entre a velocidade de rotação da hélice (RIGHETTO, 1998). Com isso, a medição da vazão é feita através da multiplicação entre a velocidade da água numa determinada seção e área dessa seção, a partir da medição em diversos pontos.

Em Pernambuco existem estações operadas por diversas instituições, inclusive particulares. Dentre elas, 75 postos fluviométricos e 91 estações limimétricas em reservatórios são operados pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM (PERNAMBUCO, 2006a).

2.3.3 Estruturas Hídricas

A construção de barragens, a perfuração de poços; a implantação de dessalinizadores, instrumento para tirar a elevada concentração de sais existentes na água; a construção de barragens subterrâneas, estrutura com objetivo de impedir

o fluxo subterrâneo de um aquífero; a transferência de águas entre bacias hidrográficas, através da construção de adutoras ou canais são artifícios utilizados para minimizar os efeitos da escassez de água e do desequilíbrio entre o balanço de oferta e demanda entre as regiões.

O Estado de Pernambuco construiu aproximadamente 500 barragens subterrâneas no agreste e no sertão, assim aproximadamente distribuídas: 01 na Região Mata Sul, 116 na Região do Agreste Central, 63 no Agreste Meridional, 09 no Agreste Setentrional, 34 no Sertão Central, 13 no Sertão de Itaparica, 63 no Sertão Araripina, 120 no Sertão Pajeú/Moxotó e 79 no Sertão de São Francisco (PERNAMBUCO, 2006a).

Em relação aos dessalinizadores, O Atlas identificou 204 equipamentos distribuídos em 71 municípios, atendendo a uma população de aproximadamente 27.000 pessoas. Entre os principais sistemas adutores existentes no estado, 11 merecem destaques: Adutora do Oeste, Afrânio/Dormentes, Afogados da Ingazeira, Arcoverde, Bituri, do Prata, Jucazinho, Gurjaú, Tapacurá e Botafogo (ver mapa em anexo). Todos os sistemas são para abastecimento humano de dezenas cidades e localidades no Estado, as duas primeiras a partir do rio São Francisco. As adutoras do Agreste e do Pajeú, a serem construídas, assim como a do Pirapama, em obras, deverão pôr fim ao racionamento de água nas cidades pernambucanas.

A construção de barragens para o represamento das águas em determinadas seções dos cursos do rio de uma bacia hidrográfica tem como principal objetivo a regularização das vazões naturais e, conseqüentemente, a melhor utilização dos recursos hídricos superficiais. No Estado de Pernambuco, aproximadamente 1.000 barragens possuem águas de domínio do Estado, conforme informações das Secretárias de Recursos Hídricos e de Meio Ambiente.

A melhor forma de se operacionalizar um reservatório, otimizando a utilização de água disponível no momento, pode ser obtida através de algoritmos apropriados

para a análise de diversos tipos de funções e restrições de problemas. Todo esse processo pode ser melhor gerido usando-se o recurso da geoinformação, através da visualização sistemática das informações.

Com o artifício da visualização cartográfica, pode-se ter uma idéia de como estão distribuídas as variáveis que influencia o volume disponível em uma bacia hidráulica e na demanda por água numa determinada região hidrográfica. Como por exemplo, como estão distribuídas as estações pluviométricas na bacia hidrográfica, a disponibilidade das séries históricas de chuvas nessa estação para a caracterização da chuva média na região, ou como estão distribuída espacialmente os núcleos urbanos que demandam por água, como está caracterizada a rede de réguas linimétricas, entre outros.

2.4 Geoprocessamento e os Recursos Hídricos

Para a gestão dos recursos hídricos, a interação dos processos de análises habituais com as técnicas do geoprocessamento representa um avanço indiscutível na geração de informações mais precisas e com uma enorme redução do trabalho de aquisição, organização e processamento de dados.

Segundo MENDES e CIRILO (2001), o planejamento integrado dos recursos hídricos é entendido como o processo de formulação, implantação e controle da utilização destes recursos. Tal processo visa atender às seguintes diretrizes principais:

- I. Estabelecer uma distribuição espacial e temporal das disponibilidades hídricas face às necessidades quantitativas e qualitativas das águas, para diversas perspectivas de utilização;
- II. Tornar a água, em seus múltiplos usos, um fator impulsionador de mudanças sócio-econômicas na consecução dos objetivos da política regional;

III. Definir ações que permitam, além do desenvolvimento econômico, a preservação e regeneração do ambiente natural (desenvolvimento sustentado na base dos recursos regionais).

Para o atendimento dessas diretrizes, MENDES e CIRILO (2001) citam a combinação de técnicas de sensoriamento remoto, visualização cartográfica e sistemas de informações geográficas como eficientes ferramentas de análise dos diferentes componentes do ciclo hidrológico. O monitoramento intensivo e a modelagem dos processos de precipitação, evaporação, vazão e qualidade da água dos rios, o nível de água nos reservatórios e outras variáveis são atividades vitais para que o planejamento e a administração dos diversos usos da água possam ser efetivados com a eficiência necessária e desejável. É nesse contexto que o geoprocessamento nos recursos hídricos pode ser uma ferramenta essencial para possibilitar este planejamento integrado.

CAPÍTULO 3: ATLAS ELETRÔNICOS

Esse capítulo tem como foco o Atlas Eletrônico, conceitua na secção 3.1 a influência da informática na elaboração dos mapas, dando início à era da cartografia digital, bem como o conceito da interatividade na elaboração de mapas e os tipos de mapas interativos existentes. A secção 3.2 traz uma breve explanação sobre Atlas e SIG, apresentando os tipos dos Atlas existentes e definindo as diferenças entre esses dois elementos da cartografia. As características dos tipos dos Atlas eletrônicos existentes são apresentadas na secção 3.3. O capítulo se encerra com uma análise dos Atlas Eletrônicos existentes no Brasil e no mundo, e os atlas que abordam elementos da Hidrologia.

3.1 Cartografia Digital

Segundo BURROUGH (1991), os primeiros levantamentos cartográficos consistiram basicamente na observação, classificação e mapeamento temático qualitativo. Descrições quantitativas foram restritas devido à falta desse tipo de observação, ausência de ferramentas matemáticas que tratassem espacialmente os dados e decorrente da falta de um recurso apropriado que permitisse a representação de grandes volumes de dados quantitativos.

Com o desenvolvimento da informática, surgiu uma nova modalidade de mapeamento, através da utilização de computadores, o que, de certa forma, viria a revolucionar a cartografia tradicional. Segundo o IBGE (BRASIL, 2008c), após à década de 60 e principalmente na década de 70, surgiram novos conceitos, como os termos CAD (Computer Aided Design), CAM (Computer Aided Mapping), AM/FM (Automated Mapping/Facility Management), que nada mais são do que sistemas voltados para a transformação do mapa analógico para o meio digital. Outro processo existente para a geração de produtos cartográficos digitais, é a digitalização.

O processo evolutivo da cartografia digital saltou para um patamar superior na medida em que foram desenvolvidos os sistemas de gerenciamentos de dados, tornando possível a ligação da base cartográfica digital ao banco de dados descritivos, surgindo assim elementos como os Atlas Digitais e os Sistemas de Informações Geográficas - SIG. Nesse contexto entra o conceito da interatividade associado aos mapas. A interatividade, neste contexto, é um artifício utilizado pelos cartógrafos para fazer com que os fenômenos e características do mundo real sejam melhor entendidos. Neste processo, o cartógrafo observa a realidade segundo a sua ótica e a traduz em uma representação (o mapa). O usuário, por sua vez, extrai do mapa uma mensagem. Entretanto, esta concepção está sendo modificada na medida em que o usuário pode alterar o mapa para adequá-lo à sua visão da realidade. Com isso, o mapa não é mais um elemento estático no processo de comunicação, transformando-se em uma apresentação interativa e controlada pelo usuário. Se o produto cartográfico permite ao usuário a possibilidade de escolher a visualização das informações em diferentes escalas, escolher a simbologia para representação das feições, efetuar movimentos, por exemplo, este produto é um mapa interativo (PETERSON ,1995).

Autores como KRAAK (2001) e PETERSON (2001), exploram as potencialidades da interatividade na World Wide Web (WWW) para geovisualização.

A figura 6, adaptada de PETERSON (1995), apresenta um modelo de comunicação cartográfica para o mapa interativo, onde o controle do processo de comunicação tem a participação do usuário, e não apenas do cartógrafo. Neste modelo há um ambiente para a utilização dos mapas, mas o usuário decide como e quais informações serão apresentadas.

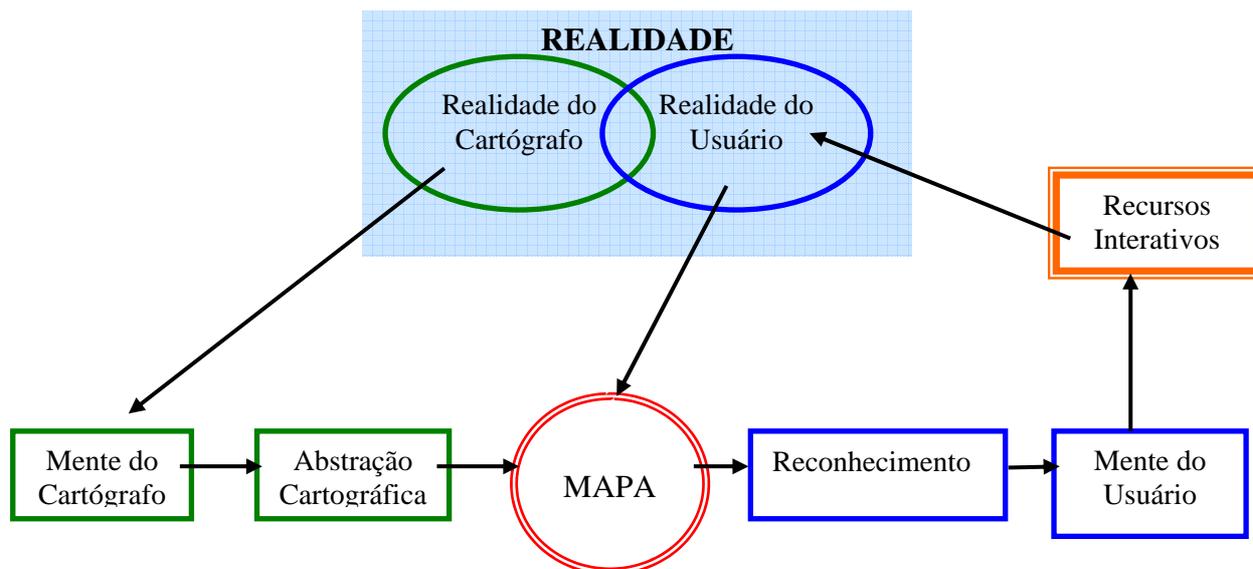


Figura 6 - Esquema representativo do modelo de comunicação cartográfica para o mapa interativo. (Adaptado de PETERSON, 1995).

PETERSON (1995) ainda dividiu os mapas interativos em três:

a) **Atlas Eletrônico**: combinam recursos de multimídia com a visualização dos mapas. São apresentados na forma digital e disponibilizado na web, CD-ROM e DVD-ROM.

b) **Mapas para navegação pessoal**: tem como objetivo substituir os guias rodoviários, permitindo ao usuário obter informações sobre percursos. Apresenta recursos de ampliação e redução de escala (zoom-in e zoom-out). Caso sejam integrados a receptores GPS são chamados de sistemas de navegação automática;

c) **Mapas para análise de dados**: são sistemas para mapeamento interativo que permitem aos usuários a geração de mapas com diferentes classificações, observação dos valores máximos e mínimos de cada fenômeno, entre outras funções. Podem também incorporar recursos de animação cartográfica.

3.2 O Atlas e os Sistemas de Informações Geográficas

Segundo KRAAK (2001), os atlas são vistos provavelmente como os mais conhecidos dentre os produtos cartográficos. Seu principal uso está na localização de fenômenos geográficos tais como rios, cidades e regiões, ou para se entender padrões espaciais relacionados ao ambiente físico e sócio-econômico. KRAAK e OMERLING (1998) definem um Atlas como uma combinação estruturada e intencional de mapas.

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

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

- b) **Cobertura espacial:** caracterizando uma cobertura espacial, apresentando uma área espacial ou tematicamente definida (cidade, região, bacia hidrográfica, país, continente); conteúdo temático: científico ou escolar;

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

- d) **Qualidade técnica e preço:** dependendo do tipo de produção escolhida, impressa ou na forma eletrônica, o preço e a qualidade do produto será diferente. A representação na forma eletrônica é produzida normalmente aplicando as técnicas multimídias e 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 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. Isso significa que as análises realizadas em um Atlas Eletrônico estão baseadas no conhecimento disponibilizado para o usuário sobre o assunto apresentado, enquanto que em um SIG as análises são resultados de processamentos computacionais demandadas pelo usuário.

SCHNEIDER (1999) analisa as seguintes categorias para explicitar as principais diferenças entre o SIG e o AIS: uso de interface, usuário, tempo computacional, objetivo principal, dados e meio de saída. Acrescentando à análise os componentes do SIG: entrada, armazenamento, saída e edição de dados, citados por CÂMARA (1996), temos uma avaliação mais ampla das categorias e uma percepção da estreita semelhança entre ambos, conforme apresenta a tabela 3.

Tabela 3 - Principais diferenças entre um SIG e um AIS (adaptado de SCHNEIDER, 1999).

Categorias	Produtos	
	SIG	AIS
Uso de Interface	Complexo	Fácil
Usuário	Especialista	Não Especialista
Tempo Computacional	Longo	Curto
Entrada de Dados	Possível	Possível
Edição dos Dados	Possível	Possível
Análise dos dados	Possível	Possível
Armazenamento dos Dados	Possível	Possível
Objetivo Principal	Manuseio de dados	Visualização de Tópicos
Dados	Brutos	Editados
Meio de Saída	Papel e Tela de Computador	Papel e Tela de Computador

As diferenças entre os elementos SIG e AIS ficam mais visíveis quando se parte para a conceituação de ambos. A definição mais clássica do SIG é dada por BURROUGH (1987), segundo o qual um SIG constitui um poderoso conjunto de instrumentos para coleta, armazenamento, recuperação e posterior transformação e exibição dos dados espaciais a partir do mundo real para um conjunto particular de objetivos.

As fases do SIG são apresentadas por CÂMARA (1996), em que ele descreve que o SIG pode ser visto como um ciclo de três fases distintas e interligadas quais sejam: a modelagem do mundo real, a criação do banco de dados geográficos e a operação propriamente dita.

a) **Modelagem do Mundo Real:** consiste na modelagem dos processos e dos dados, consistindo em selecionar fenômenos e entidade de interesse, abstraíndo-os e generalizando-os;

b) **Banco de Dados Geográficos:** repositório da informação coletada empiricamente sobre os fenômenos do mundo real, sendo a sua criação dividida nas fases de:

I. Coleta de dados;

II. Correção dos dados coletados;

III. Georreferenciamento dos dados (associação da informação geográfica).

c) **Operação:** refere-se ao uso do SIG e ao desenvolvimento de aplicações específicas do usuário.

3.3 Atlas Eletrônico

Segundo KELLER (1995), na definição do Atlas Eletrônico é importante considerar o Atlas Analógico, ou seja, o atlas que se apresenta impresso em papel. Esse tipo de conjunto de mapas pode ser tratado como uma coleção de mapas vinculados, mas não só mapas, como também fotografias, textos e gráficos, com o objetivo de caracterizar um determinado local. Como por exemplo, pode-se citar o Atlas de Bacias Hidrográficas de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2006a). O Atlas de Bacias, além de apresentar mapas temáticos em meio analógicos de temas relacionados aos recursos hídricos, apresenta textos, tabelas, fotografias, gráficos e esquemas, que em conjunto caracterizam determinadas particularidades do Estado. Uma importante característica do Atlas Analógico é que ele apresenta um número limitado de mapas, devido à limitação física do formato em papel. Além disso, descreve PETERSON (1995) que o atlas em papel apresenta apenas a realidade de forma estática e imutável, e as representações que são geradas a partir dele são limitadas interações do usuário com a realidade. Hoje o maior representante do Atlas em papel é o monumental “Times World Atlas” publicado em 1999. É discutido que este pode ser um dos últimos em papel desta magnitude, especialmente quando os eletrônicos, tais como o Microsoft Encarta (publicado no ano 2000), oferecem acesso a oito vezes mais informação.

O desenvolvimento dos Atlas Eletrônicos iniciou-se no final dos anos 80. O Atlas de Arkansas (Estados Unidos) é considerado o primeiro deles (SMITH, 1989). Este possui apenas um conjunto de mapas estáticos que podem ser acessados através 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 de uma forma que não é possível nos atlas tradicionais. De acordo com KRAAK e ORMELING (1998), os Atlas Eletrônicos Interativos permitem ao usuário manipular conjuntos de dados. Essa é a mudança tecnológica mais importante na produção deles, a interatividade. Essa mudança se relaciona com o fluxo da informação entre o usuário e o programa. Por meio dos recursos de interatividade é possível selecionar informações (gráficas e não-gráficas), possibilidade de mudança de escala, utilização de diferentes símbolos e terminologias para a representação de um elemento espacial, mudança do tipo, estilo e tamanho da fonte, permite a utilização das cores como uma importante variável visual, possibilita a importação de novas informações, permitindo a atualização do mesmo, 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 uma vantagem sobre este que é o custo de produção e distribuição. São mais baratos para produzir (disquetes ou CD-ROM) e mais fáceis de distribuir. Como exemplo, o Atlas de Bacias Hidrográficas de Pernambuco, que se apresenta também sob forma de CD-ROM, onde 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 Nordeste - Abastecimento Urbano de Água (BRASIL, 2008b) 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, sobre temas e cruzamentos de alguns dados. Esse tipo de atlas comumente é confundido com um Sistema de Informação Geográfica – SIG, porém são diferenciados com algumas particularidades já abordadas anteriormente. A ênfase maior está no acesso à informação espacial e na visualização do resultado.

3.4 Modelos de Atlas Eletrônicos

A análise dos diferentes atlas eletrônicos disponibilizados atualmente, os recursos de interatividade, e sua classificação segundo KRAAK e ORMELING (1998) são apresentados nesse item. Essa análise tem o objetivo de ajudar a definir funções que estarão presentes no protótipo desenvolvido nesta tese.

3.4.1 Atlas Eletrônicos Interativos Existentes no Brasil e no Mundo

a) Atlas Eletrônico do Arizona.

O Atlas Eletrônico do Arizona (figura 7) utiliza recursos de interatividade para manipular e fazer download de mapas precisos. Nele o usuário pode criar mapas usando os seguintes temas:

I. Recursos Naturais: mapas da temperatura média anual, da precipitação média, das bacias hidrográficas, importantes rios, vegetação, anfíbios, aves, mamíferos e répteis;

II. Pessoas e Sociedade: percentagens de hispânicos;

III. Negócios e Economia: percentual de desempregados do sexo masculino e feminino de algumas localidades e renda familiar;

IV. Meio Ambiente e População: percentagem de fumantes, agências de proteção ambiental, entre outros.

O Atlas Eletrônico do Arizona possui diversos recursos de interatividade, permite a mudança da escala através do recurso de zoom, a pesquisa de informações nos layers e apresentá-los no mapa, medir distâncias, cada tema possui várias camadas de layers que podem ser acionadas e visualizadas no mapa e ainda apresenta a possibilidade de fazer cruzamentos de diferentes layers para a criação de novos mapas. O atlas ainda exporta layers em formato shapefile e mapas pré-elaborados em pdf, e ainda permite a impressão dos mesmos.

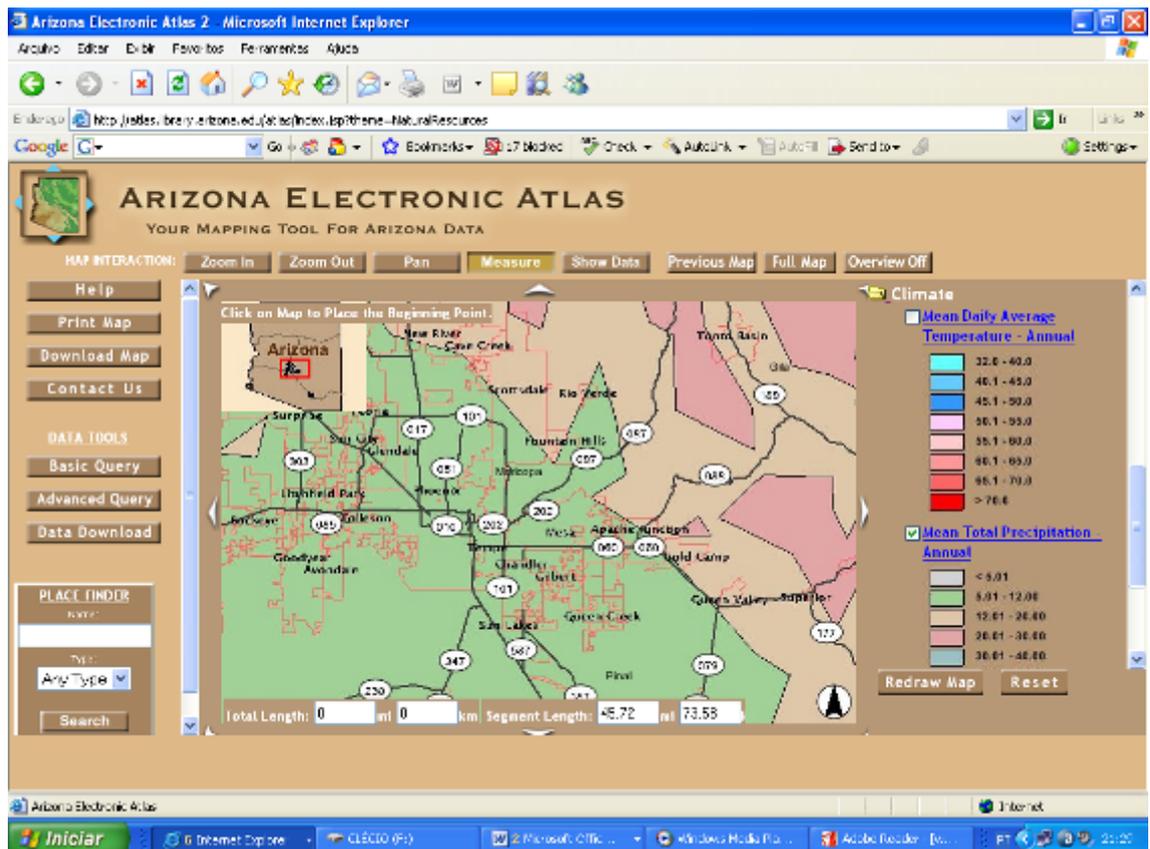


Figura 7 - Interface do Atlas Eletrônico do Arizona. Fonte: <http://atlas.library.arizona.edu> (acessado em 23/05/2008).

b) Microsoft Encarta World Atlas - EWA

O Microsoft Encarta Word Atlas - EWA consiste de um atlas mundial que possui informações com escalas variando de 1:250.000 a 1:1.000.000. É uma referência no mundo dos atlas em CD-ROM para o usuário doméstico. Segundo KOOP (1998) a qualidade do mapa é regular e a acuracidade do conteúdo temático é considerada adequada. Com o mouse é possível selecionar a posição do globo, que movimenta em qualquer direção. É possível ampliar a área selecionada para a ampliação. A figura 8 apresenta um exemplo de uma tela de apresentação do Microsoft Encarta World Atlas.

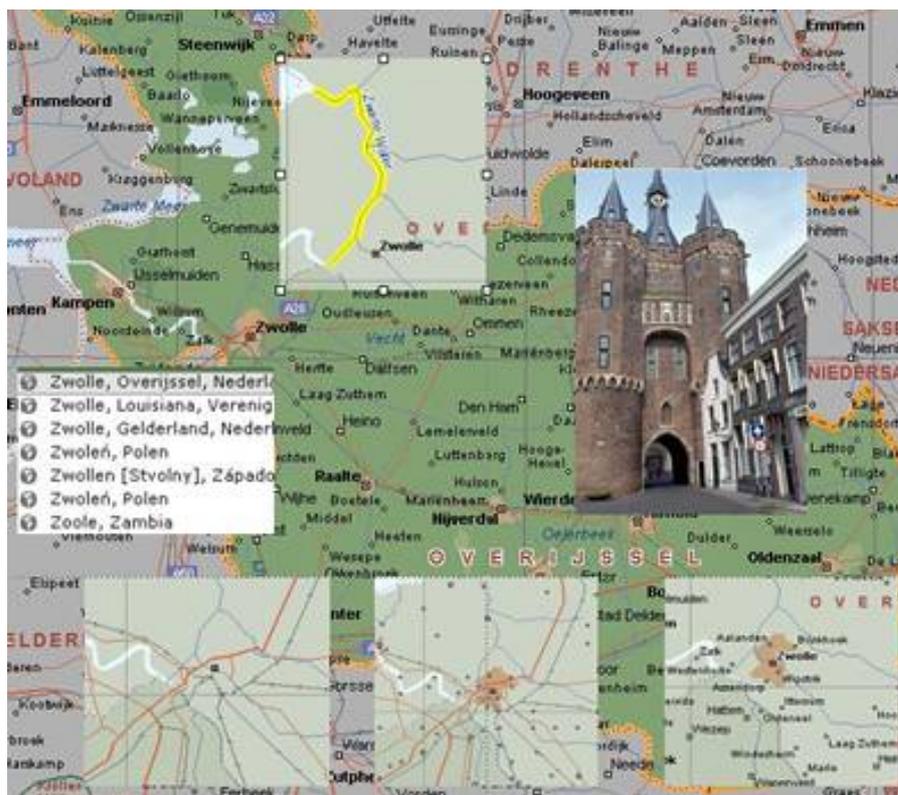


Figura 8 - Microsoft Encarta World Atlas 2000. Fonte: <http://kartoweb.itc.nl/webcartography/> (acessado em 12/05/2008).

O EWA possui temas geográficos relacionados a países, imagens de sensores remotos, vídeos, fotografias, animais, sons, músicas, vôos virtuais, dados estatísticos, entre outros. As informações temáticas podem ser atualizadas pela internet.

As informações relacionadas com a toponímia apresentam alguns erros, devido à grande quantidade de informações oriundas de diversas fontes. A base de dados possui informações incorretas a respeito dos nomes de diversos lugares.

c) Atlas Eletrônico do Estado de São Paulo.

O Atlas Eletrônico do Estado de São Paulo - e-Atlas - tem como objetivo fornecer à sociedade uma ferramenta que permite visualizar, em mapas, informações distribuídas por diversas abrangências geográficas. Trata-se, portanto, de um recurso analítico que serve para entender melhor o território paulista.

O usuário do e-Atlas conta com mapas prontos, definidos e preparados por diversos órgãos da administração pública estadual, devidamente identificados, e que são responsáveis por sua permanente atualização e autenticidade. Conta ainda com um extenso banco de dados socioeconômicos, composto por variáveis que podem ser distribuídas por municípios, regiões de governo e regiões administrativas, regiões metropolitanas e distritos da capital. O sistema conta com o recurso para geração de mapas sobrepostos com informações diferenciadas em camadas (layers). Os mapas são elaborados escolhendo-se:

I. **Localidade:** regiões administrativas, regiões do governo, regiões metropolitanas, municípios, distritos da capital;

II. **Variáveis:** abastecimento de água, agricultura, alfabetização, bancos, bibliotecas, favelas, tarifas de transportes, pecuária, plano diretor, entre outros;

III. **Período:** os anos de 1985, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2003.

Após a escolha das informações descritas acima, o sistema disponibiliza as opções: geração de mapa (figura 9), visualização das informações apenas por meio de tabelas e download das informações em texto.

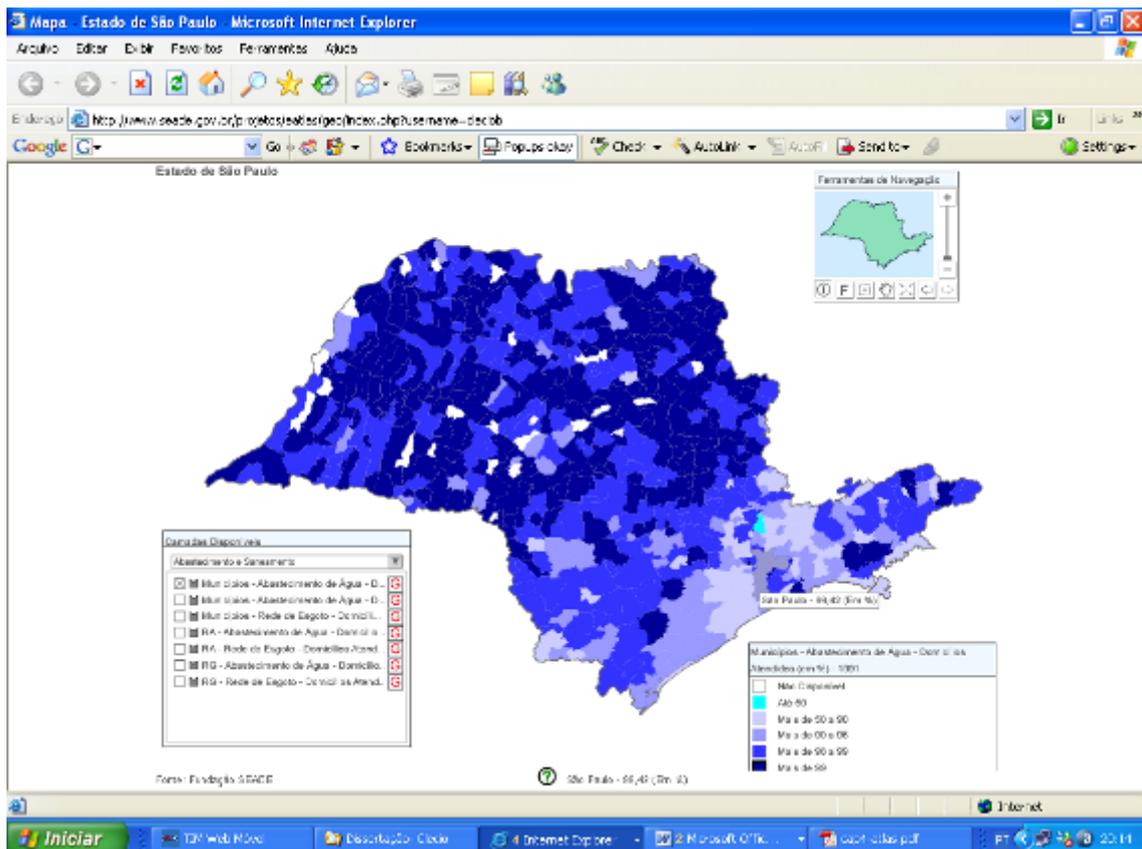


Figura 9- Atlas Eletrônico do Estado de São Paulo – Geração de mapas. Fonte: <http://www.seade.gov.br/projetos/eatlas/> (acessado em 16/06/2008).

O Atlas Eletrônico de São Paulo possui as seguintes funcionalidades: ampliação e redução da escala de visualização, seleção dos níveis de informação, que são realizadas anteriormente à visualização dos mapas, ou seja, uma vez o mapa pronto só permite o acréscimo de outro tema se for elaborado outro novo mapa. O sistema apresenta-se desatualizado, contendo informações até o ano de 2003, o que inviabiliza a consulta de algumas variáveis.

3.4.2 Atlas Eletrônicos Interativos dos Recursos Hídricos.

a) Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos e Meteorológicos do Ceará.

Trata-se da versão eletrônica do Atlas do Plano Estadual dos Recursos Hídricos, elaborado de 1989 a 1991 e publicado em 1992 pela Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Traz três possibilidades de consultas: a

consulta tabular, a espacial e a consulta de documentos. Como funcionalidades, possuem opções para ampliação e redução da escala de visualização, além da seleção dos níveis de informação.

Na consulta tabular, é possível a visualização de registros fotográficos, projetos executivos de barragens, informações meteorológicas, curva cota-área-volume, dados hidrológicos, informações sobre a demanda e oferta de água sobre determinada região, dados de vazão outorgada, o uso da água na região, histórico da bacia hidrográfica, caracterização do município, informações dos poços, dentre outros. A consulta é feita levando-se em consideração quatro níveis de informação: Estado, Município, Região Administrativa e Região Hidrográfica.

A consulta espacial também é feita com base nos quatros níveis já mencionados:

- I. **Estado** - mapa exibido sem qualquer subdivisão (recorte);
- II. **Município** - mapa do Ceará com os limites dos municípios;
- III. **Região Administrativa** - mapa recortado por região administrativa;
- IV. **Região Hidrográfica** - mapa com os limites das bacias hidrográficas.

Cada nível apresenta na tela o mapa com os temas ora escolhidos. Cada tema permite carregar diferentes feições, como açudes, adutoras, rios, poços, postos pluviométricos e fluviométricos, sedes municipais, malha de coordenadas, entre outros (figuras 10 e 11). Ao selecionar a feição, são mostrados elementos da consulta tabular.

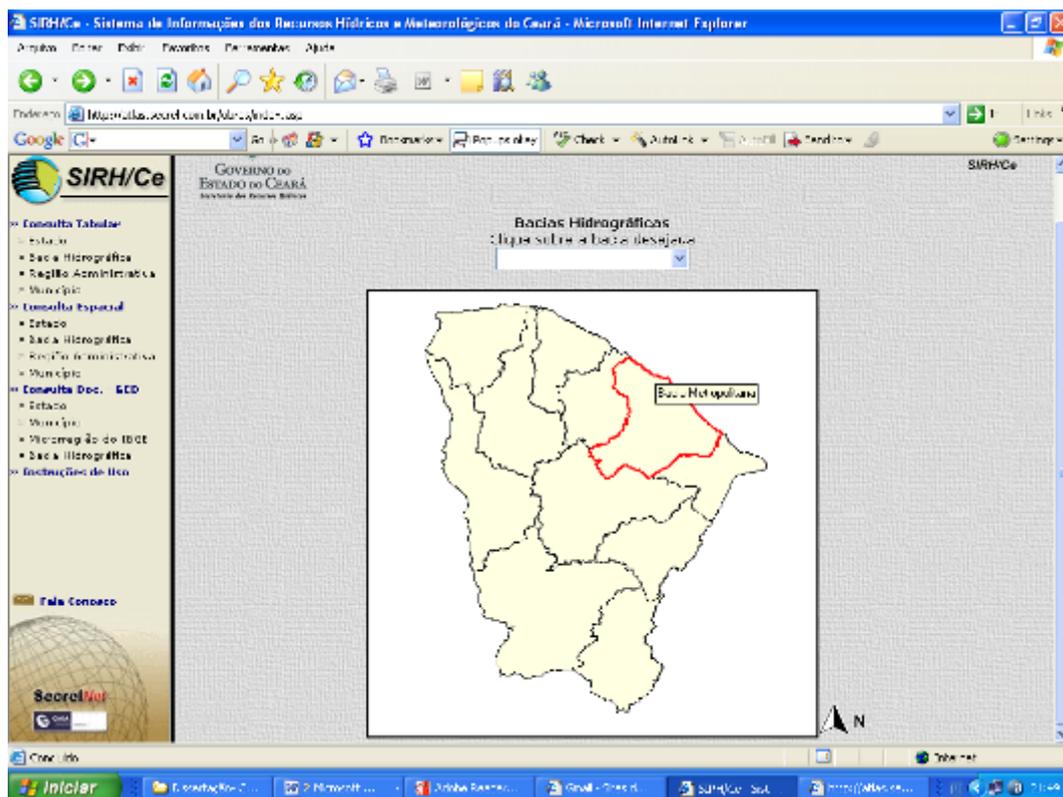


Figura 10- Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos e Meteorológicos do Ceará – Consulta espacial das Bacias Hidrográficas. Fonte: <http://atlas.secrel.com.br> (acessado em 20/05/2008).

A modalidade de consulta “Consulta Doc. – GED” apresenta um banco de documentos da Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará, chamada de “Base Documental de Reconhecimento de Recursos Hídricos”. A consulta pode ser feita por Estado, Município, Microrregião do IBGE e Bacia Hidrográfica. A pesquisa é realizada também por tipo de documento (manual de operação, laudo, levantamento cadastral, proposta de preço, plano diretor, diagnóstico, etc.), programa (Pró-Água, PROCERA, PRONI, SRH, etc.) e tipo de empreendimento (Barragem, Adutora, Irrigação, Açude, etc.). Esse tipo de consulta permite uma maior transparência e publicidade nas ações de planejamento e gerenciamento dos Recursos Hídricos.

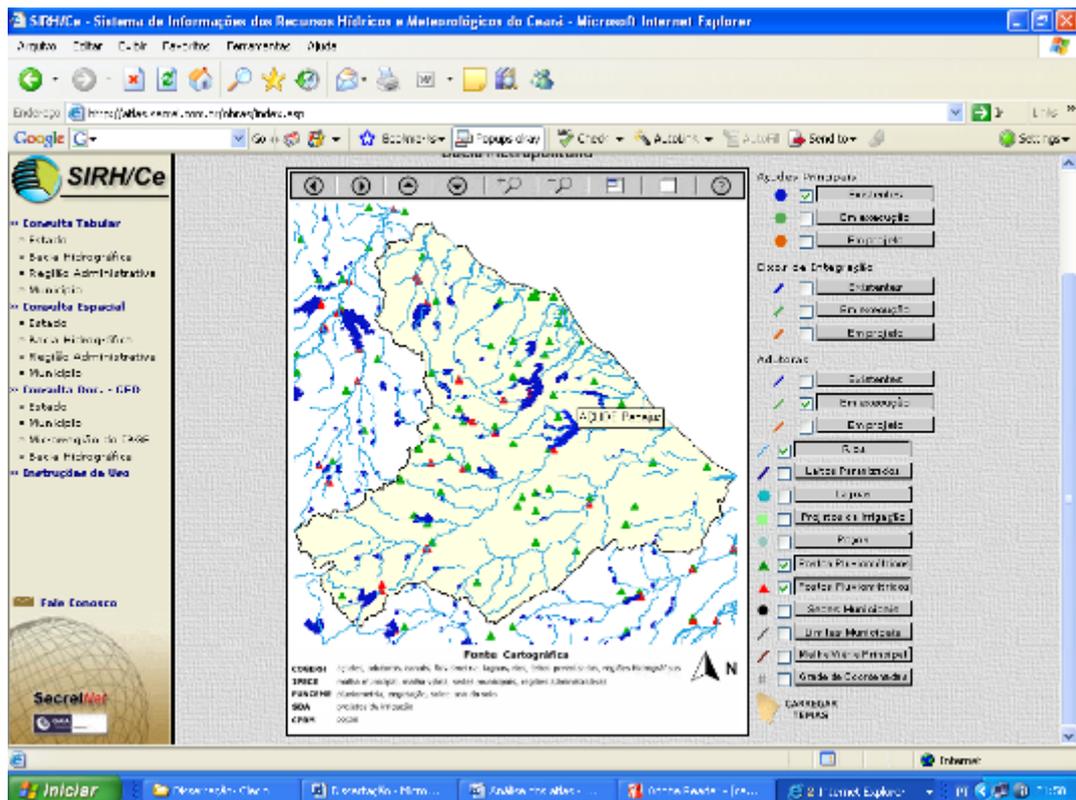


Figura 11- Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos e Meteorológicos do Ceará – Seleção de feições.

b) Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) – CPRM.

O Serviço Geológico do Brasil dispõe, desde 1997, do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), criado com o objetivo de armazenar, sistematizar e disponibilizar dados e informações georreferenciadas, inicialmente para dar suporte à elaboração de mapas hidrogeológicos inseridos no Programa Levantamentos Geológicos Básicos e, posteriormente, para atender às demandas dos usuários no sentido de instituir o Cadastro Nacional de Poços, suprimindo as necessidades da área de Recursos Hídricos e correlatas.

O SIAGAS é um atlas eletrônico disponibilizado em ambiente web que apresenta recursos de ampliação e redução de escala, disponibiliza informação ao nível de bacias hidrográficas brasileiras e de municípios, além de layers de poços, rios, rodovias, conforme a figura 12 a seguir.

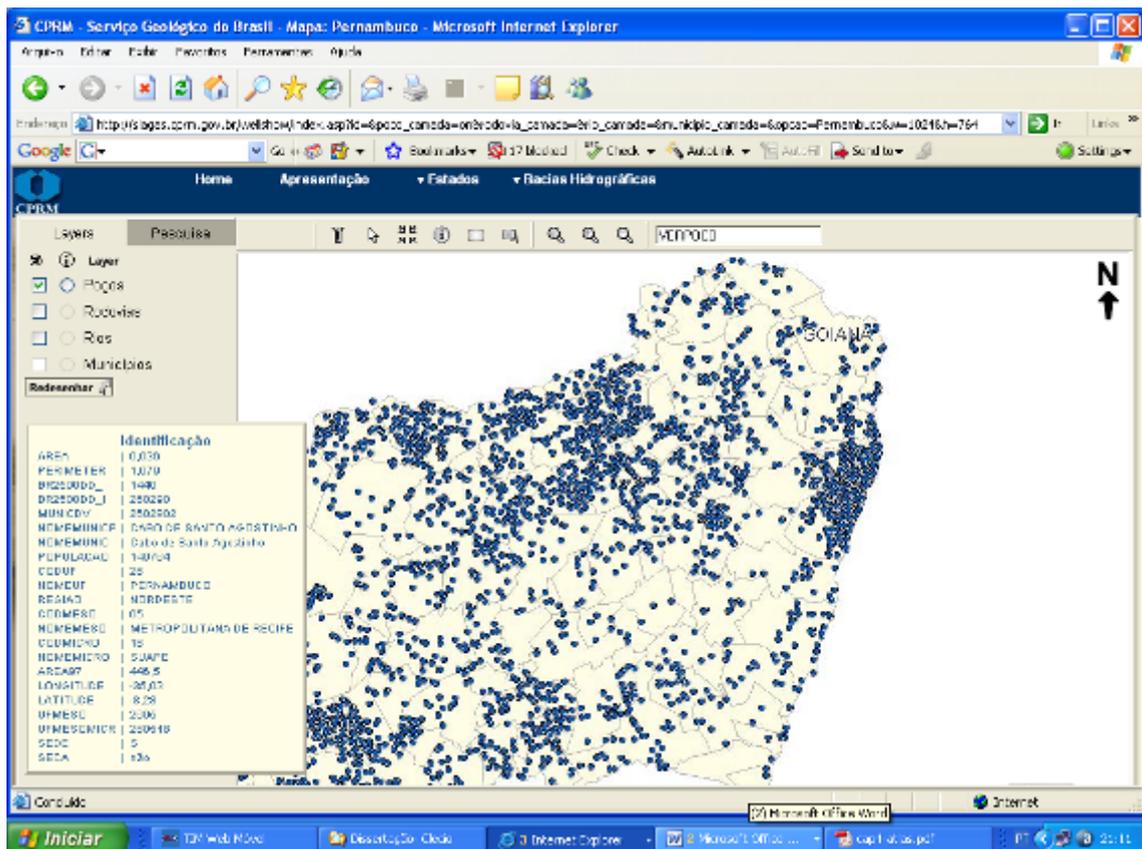


Figura 12- Atlas Eletrônico do CPRM – Poços do Estado de Pernambuco. Fonte: <http://www.cprm.gov.br> (acessado em 21/05/2008).

c) Atlas Eletrônico de Bacias Hidrográficas de Pernambuco

O Atlas de Bacias hidrográficas foi elaborado em 2006 pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – SECTMA. O atlas possui uma versão em papel e outra em CD. A versão em mídia de CD reproduz exatamente o que o mapa impresso apresenta, não permite o cruzamento de layers e nem a criação de novos mapas, não há possibilidade da mudança de escala e nem de cores. Apresenta mapas temáticos do estado (clima, pluviometria, solos, temperatura, entre outros), mapas de estruturas hidráulicas e redes de monitoramento dos recursos hídricos (adutoras, barragens, postos pluviométricos e fluviométricos, entre outros) e mapas caracterizando as bacias hidrográficas de Pernambuco. Além de mapas apresenta fotos, tabelas e textos que ajudam a caracterização da região.

A seguir, a figura 13, apresenta a tela inicial do Atlas de Bacias Hidrográficas de Pernambuco.

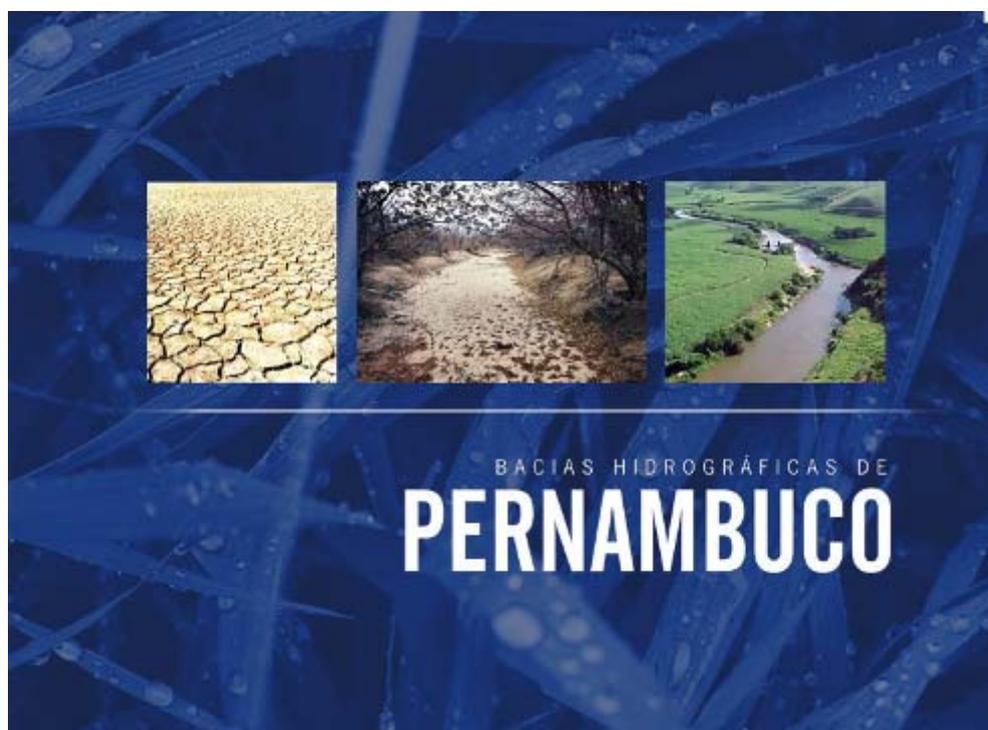


Figura 13- Tela inicial do Atlas de Bacias Hidrográficas de Pernambuco. Fonte: Atlas de Bacias Hidrográficas de Pernambuco.

d) Atlas Nordeste - Abastecimento Urbano de Água

O Atlas Nordeste - Abastecimento Urbano de Água foi elaborado com o objetivo de identificar e propor alternativas técnicas com garantia hídrica para atender as atuais e futuras demandas por água da população urbana da área de abrangência. Compreende todos os 09 Estados da Região Nordeste e as bacias dos rios São Francisco, Pardo, Mucuri e Jequitinhonha, situadas em Minas Gerais.

O atlas é composto de diversos estudos (estimativa de demandas, análise de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, avaliação de sistemas de produção de água, arranjo institucional, etc.) que culminaram na definição de alternativas técnicas.

O atlas é disponibilizado via web e possui um item chamado navegação avançada que permite acessá-lo de forma dinâmica, podendo habilitar e desabilitar temas e fazer consultas usando ferramentas avançadas. O sistema faz uma caracterização geral dos estados, apresenta os pólos econômicos, demografia, demandas pela água, municípios do semi-árido, potencialidade hídrica, oferta de água subterrânea e superficial e apresenta diagnósticos e prognósticos dos sistemas de abastecimento de água existentes.

A navegação nos mapas permite o recurso de zoom, criação de diferentes mapas temáticos, a ferramenta de medição, legenda, impressão e importação do mapa para formato pdf. A figura 14 ilustra o Atlas citado.

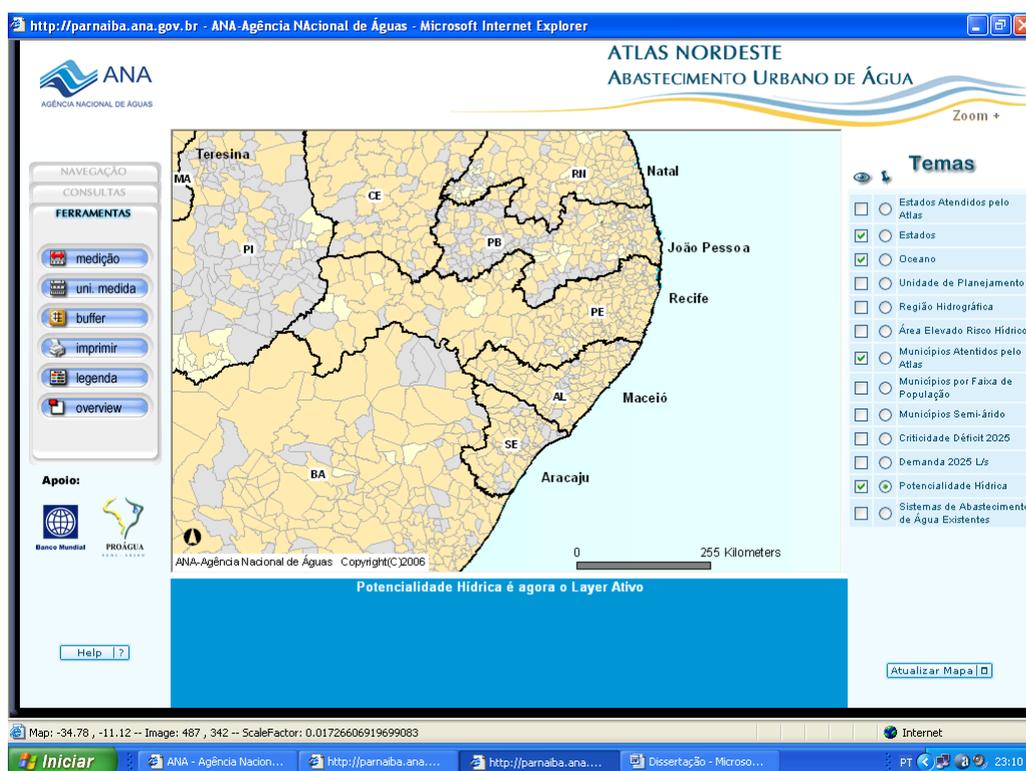


Figura 14- Atlas Nordeste - Abastecimento Urbano de Água - Agencia Nacional de Águas – ANA. Fonte: www.ana.gov.br (acessado em 21/04/2008).

Fazendo um resumo de todos os atlas eletrônicos de recursos hídricos pesquisados, foi elaborada uma tabela baseado na avaliação feita por DELAZARI (2004) a seguir.

Tabela 4 - Avaliação dos atlas eletrônicos pesquisados. Análise baseada em DELAZARI, 2004.

Atlas	Classificação (Kraah e Ormeling)	Interface	Recursos de Interatividade	Outras Opções.
Atlas Eletrônico - Ceará	Interativo	Menus, Botões	Mudança de escala, seleção de itens visualizados.	textos, fotos.
Atlas Eletrônico - CPRM	Interativo	Menus, Botões	Mudança de escala, seleção de itens visualizados.	textos
Atlas de Bacias Hidrográficas de Pernambuco.	Simples Vista	Menus	Nenhum	textos, fotos.
Atlas Nordeste - ANA	Interativo	Menus, Botões	Mudança de escala, seleção de itens visualizados.	textos, fotos.

A pesquisa realizada mostra que a maioria dos atlas digitais possuem os mesmos recursos de interatividade. Grande parte deles não permite ao usuário fazer o cruzamento de dados, logo não permitem a geração de diferentes mapas. Também não permitem a entrada de dados ao sistema, o que impossibilita 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. Ou seja, nenhum deles é segundo a classificação de KRAAK e OMERLING (1998), um Atlas Eletrônico Analítico, que, além da visualização das informações, permite também, de forma mais restrita que um SIG, trabalhar as relações topológicas entre as feições.

A maioria dos atlas encontrados são para representação na internet, o que limita as possibilidades da implementação de funções, da operação e dos recursos de interatividade, devido às limitações de velocidade de tráfego na rede.

CAPÍTULO 4: ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO PARA O SUPORTE À GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.

O presente capítulo apresenta todas as etapas necessárias para o desenvolvimento e para a implementação do Atlas Eletrônico Analítico para o suporte à Gestão dos Recursos Hídricos desenvolvido nesta dissertação. Caracteriza a área escolhida para validação do modelo, apresenta a modelagem funcional do atlas, os fluxos de dados de entrada e saída e os processos desenvolvidos, definindo os recursos tecnológicos para a implementação do mesmo, bem como os procedimentos para a aquisição, coleta e edição dos dados. Concluindo com a análise e apresentação dos resultados alcançados.

4.1 Caracterização da região de estudo

A Bacia Hidrografia do Rio São Francisco é muito importante para o país, devido à sua importância no transporte de água em regiões semi-áridas. Segundo o sítio da Agência Nacional de Águas, quase 13 milhões de pessoas, o equivalente a 8% da população do país, habitam a região, 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 20 hab./km².

A Região Hidrográfica do Rio São Francisco abrange 521 municípios e sete unidades da Federação: 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%) (BRASIL, 2008a).

O Rio São Francisco tem 2.700 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. Tem, entre veredas, córregos, ribeirões, riachos e rios, 168 afluentes, sendo 90 pela margem esquerda e 78 pela margem direita. Quanto ao regime 99 rios são perenes e 69 intermitentes. Os mais importantes formadores, de regime perene são os rios: Paracatu, Urucuia, Carinhanha, Corrente e Grande, pela margem esquerda, e das Velhas, Jequitáí e Verde Grande, pela margem direita (BRASIL, 2008a).

Devido à representatividade dessa região para os recursos hídricos, elegeu-se a porção do Estado de Pernambuco dentro dessa divisão hidrográfica como a região de estudo. Todos os temas abordados no Atlas Eletrônico Analítico para o suporte a Gestão dos Recursos Hídricos, proposto por essa pesquisa, se referem a essa região. A figura 15 apresenta os limites que pertencem concomitantemente ao estado de Pernambuco e à Bacia do Rio São Francisco.

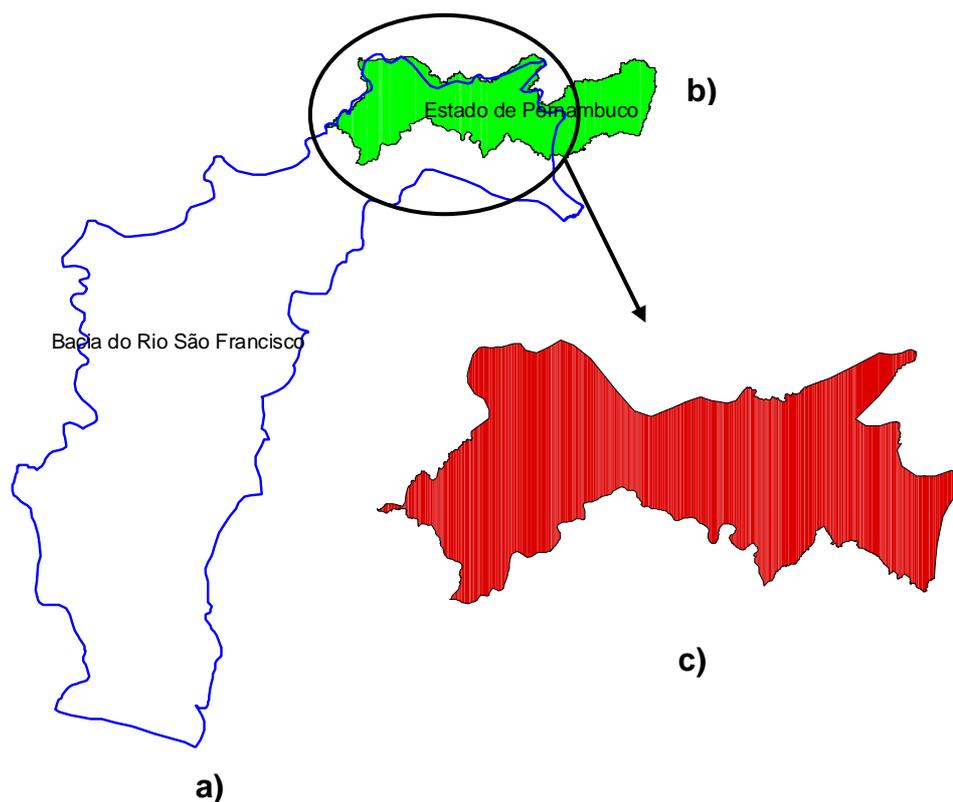


Figura 15- Área de estudo. a) Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, b) Estado de Pernambuco. Fonte: ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO, 2008.

4.2 Modelagem Funcional dos Dados.

O desenvolvimento de sistemas de bancos de dados espaciais em recursos hídricos tem se tornado cada vez mais viável, com o recente desenvolvimento e popularização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Tornou-se tecnicamente possível e economicamente viável conceber e implementar bancos de dados dotados de inteligência espacial, capazes de, além de gerenciar as informações alfanuméricas convencionais, integrá-las segundo um poderoso denominador comum: a geografia. Naturalmente esta tarefa é bastante grande e extensivamente multidisciplinar. Seu ponto de partida, no entanto, é a realização de um estudo de modelagem de dados geográficos, em que se busca não apenas identificar e organizar as entidades envolvidas e seus relacionamentos, mas também obter uma visão de como as entidades interagem espacialmente.

Este item apresenta uma modelagem de dados geográficos para a implementação do atlas eletrônico que a pesquisa propõe, visando explorar as possibilidades de uso desta tecnologia em estudos hidrológicos.

A construção de um modelo de dados é constituído de três fases, a saber, segundo SÁ (2002), abstração do mundo real, definição do modelo conceitual e elaboração do modelo físico, Conforme o esquema ilustrado na figura 16.

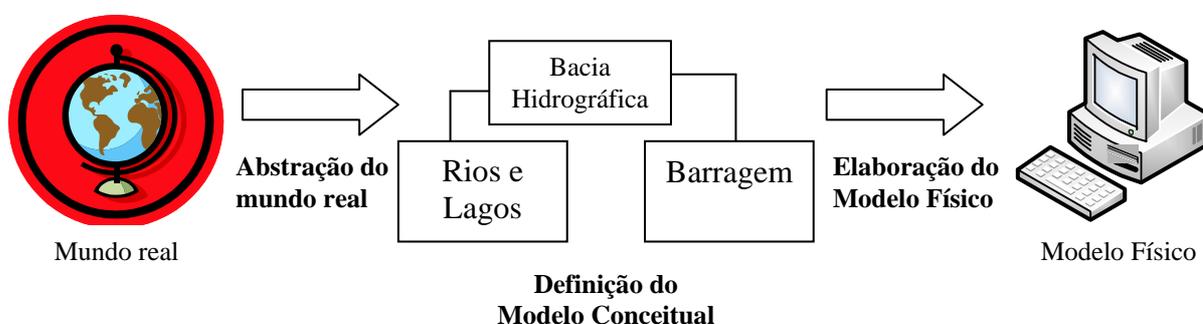


Figura 16– Esquema ilustrativo das fases da modelagem de dados espaciais. Adaptado de BARROS FILHOS, 2005.

Abstração do mundo real é o exame seletivo de determinados aspectos de um problema. O objetivo da abstração é isolar os aspectos que sejam importantes para algum propósito e suprimir os que não o forem, de forma a selecionar grupos comuns, encontrar generalidades, para melhor compreender o problema e construir modelos. A abstração deve estar associada a um propósito. Desta forma, pode-se ter várias abstrações de um mesmo problema para propósitos diferentes. Segundo RUMBAUGHT et al (1991), a construção de modelos pela abstração possui o caráter de simplificação da realidade a ser modelada, por isso não deve procurar a verdade absoluta, mas sim a adequação ao propósito.

BARROS FILHO (2005) descreve que na fase da definição do modelo conceitual é feita uma descrição do conteúdo dos dados em que cada uma das entidades capturadas na etapa de abstração pode ser visualizada em diferentes níveis de complexidades através de diagramas, de acordo com a necessidade de compreensão e representação dos elementos de interesse do SIG ou mesmo de Atlas Eletrônico. É composto por sub-modelos que expressam visões diferentes da mesma realidade. Essas visões estão divididas em três componentes (RUMBAUGHT et al, 1991):

a) Modelo de objetos: descreve estaticamente os objetos que compõem o sistema e seus relacionamentos através de diagramas de objetos. Esse modelo é representado graficamente por diagramas contendo classes de objetos;

b) Modelo dinâmico: descreve os aspectos do sistema que se modificam com o passar do tempo, especificando o controle do sistema. Os diagramas de estado são usados como ferramenta de descrição. É representado graficamente por diagramas de estados;

c) Modelo funcional: especifica os resultados de um processamento sem especificar como ou quando eles são apresentados. Os diagramas de fluxo de

dados são usados como ferramenta de trabalho. Esses diagramas mostram as dependências e o processamento dos valores de saída a partir dos valores de entrada e das funções, independente de quando ou se as funções são executadas.

Em relação ao modelo físico, segundo PAIXÃO (2000), é a transcrição do modelo conceitual para uma linguagem que o computador compreenda.

De acordo com BORGES (1996), na fase da modelagem conceitual, o paradigma de Orientação a Objetos oferece um ambiente mais propício para um SIG, devido principalmente à possibilidade de representar as entidades do mundo real diretamente no modelo conceitual, fornecendo mecanismos de abstração capazes de modelar situações complexas como os objetos geométricos, os quais podem ser alterados num período de tempo.

Segundo RUMBAUGHT et al (1994), os bancos de dados muitas vezes possuem um modelo funcional, visto que o propósito deles é armazenar e organizar dados e não transformá-los. No caso, o Atlas Eletrônico proposto, cujo maior objetivo é a visualização das informações, sem focar diretamente em relacionamentos e cruzamentos de tabelas e dados, foi modelado apenas sob a visão funcional, ou seja, apenas o modelo funcional foi elaborado.

4.2.1 Diagrama de Fluxo de Dados

O modelo funcional é composto por múltiplos diagramas de fluxos de dados. Um Diagrama de Fluxo de Dados – DFD é um gráfico que mostra o fluxo de dados desde suas origens nos objetos, através dos processos que os transformam, até seus destinos em outros objetos. Sem explicitar informações de controle, como o momento em que os processos são executados, ou decisões entre vias alternativas de dados.

O DFD contém processos que transformam dados, fluxos que os movimentam, entidades externas que produzem e processam informações e depósitos que armazenam informações passivamente.

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

a) Entrada de Dados

A aquisição das informações hidrológicas é feita em diferentes bancos de dados, de diferentes entidades externas. As Instituições que disponibilizaram as informações foram: a Agência Nacional de Águas – ANA; Secretaria de Recursos Hídricos – SRH; Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA.

Os processos realizados para a alimentação do sistema são: cadastrar postos hidrológicos, importar dados hidrológicos, adicionar shapes e importar dados técnico-operacionais das barragens (conforme o esquema ilustrativo da figura 17).

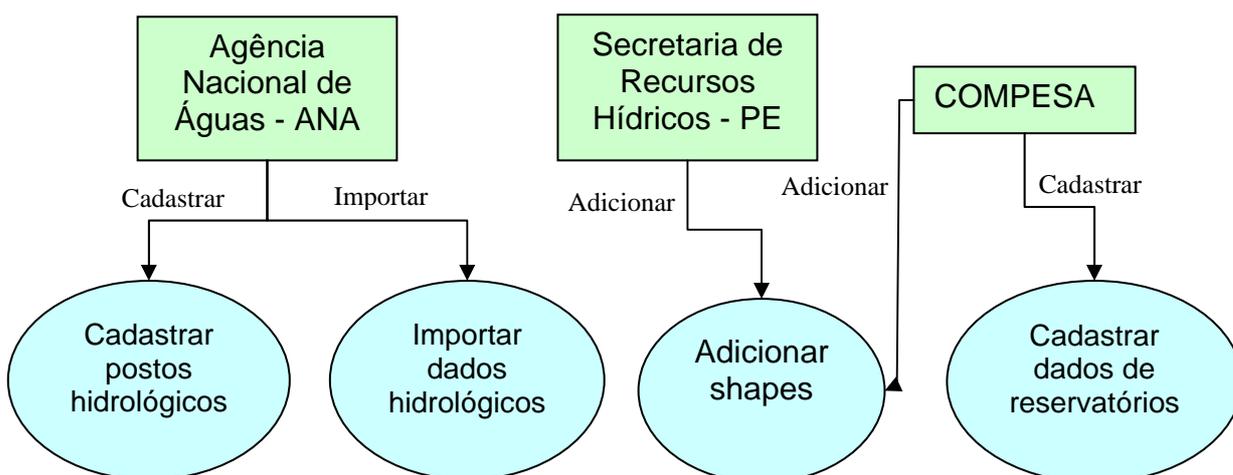


Figura 17 - Esquema ilustrativo de aquisição de dados.

b) Armazenamento de Dados

Os dados de vazão, precipitação e das características técnicas das barragens são alimentados pelos processos explicitados no item a) e são armazenados no banco de dados do Microsoft Access, conforme apresenta a figura 18.

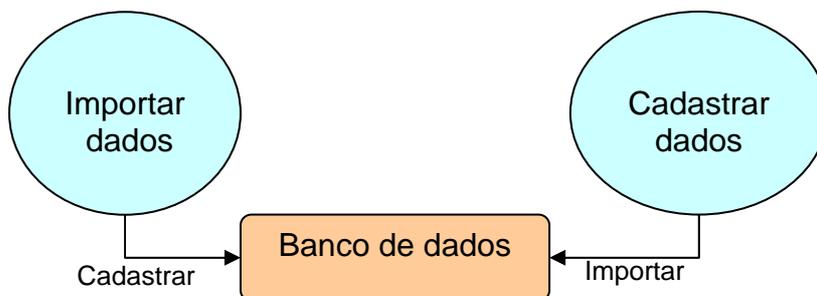


Figura 18– Esquema ilustrativo de armazenamento de dados.

c) Saída de dados

O esquema indicado na figura 19 a seguir explicita a saída dos dados do sistema. Os processos realizados para a recepção dos dados processados pelo usuário são: gerar gráficos, gerar tabelas, gerar relatórios e gerar mapas.

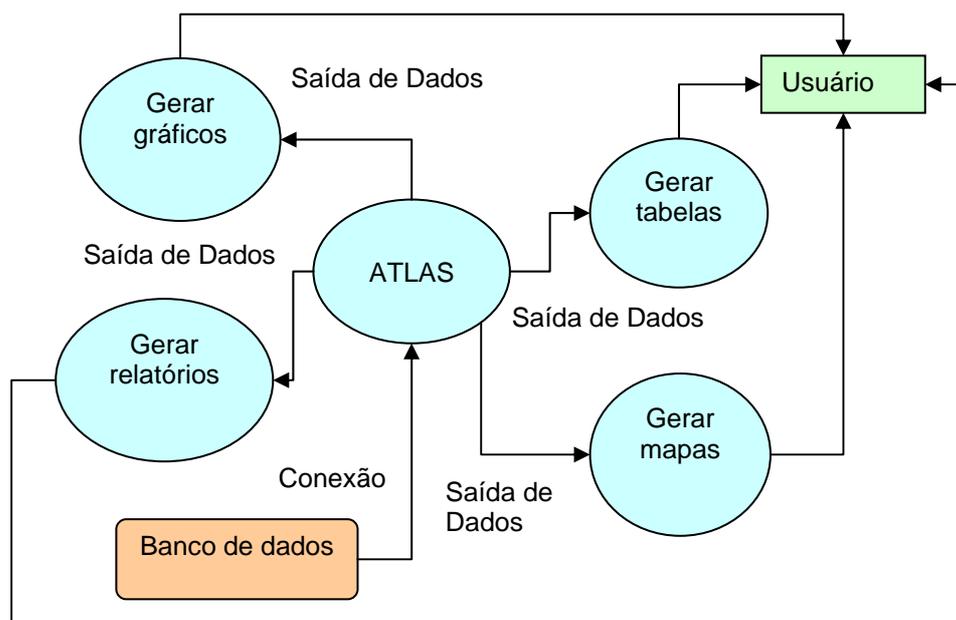


Figura 19– Esquema ilustrativo de saída de dados.

diagrama de fluxo de dados apresentado na figura 20 permite visualizar o sistema como uma rede de processos funcionais e dar uma visão orientada das funções.

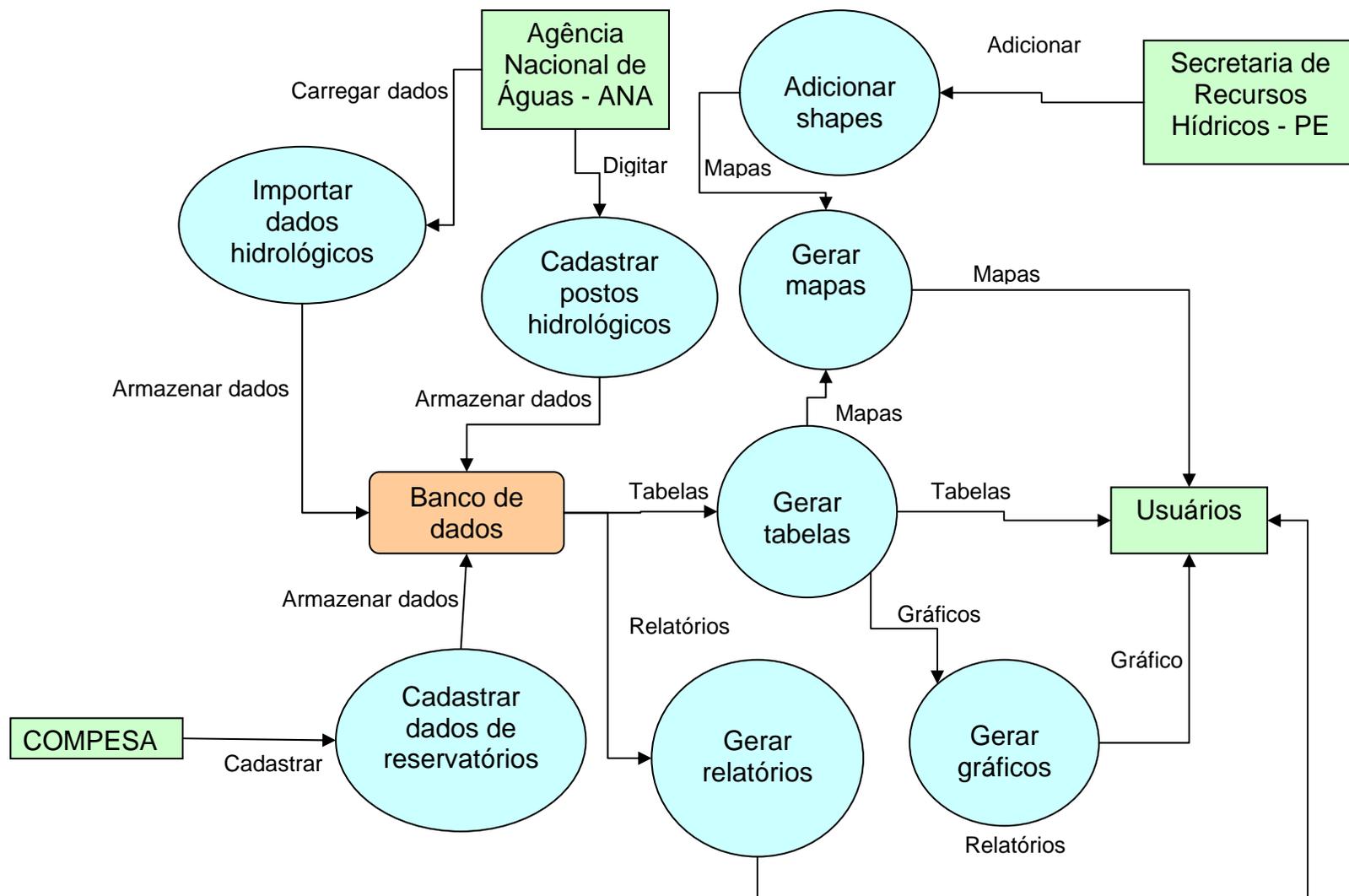


Figura 20– Esquema ilustrativo do Diagrama de Fluxo de Dados.

4.3 Recursos Tecnológicos

Os equipamentos e softwares utilizados durante a implementação do Atlas Eletrônico Analítico foram: computador, impressora, máquina fotográfica, scanner. E programas computacionais como:

- AutoCAD Map: para manipulação e edição dos arquivos CAD;
- ArcView: Aplicativo SIG composto pelo Projection Utility, Shape DFX converter;
- ArcGIS: Aplicativo ArcToolbox;
- Microsoft Access: Sistema gerenciador do banco de dados.

4.4 Implementação do Atlas

O Atlas Eletrônico Analítico para o Suporte a Gestão dos Recursos Hídricos se apresenta como uma alternativa de reunir em um único sistema, informações operacionais das barragens, informações da rede hidrológica nacional e informações que caracterizem a região em estudo.

A seguir, a figura 21 apresenta o desenvolvimento do projeto esquematicamente.



Figura 21- Procedimentos para o desenvolvimento do projeto.

Para a implementação do Atlas Eletrônico Analítico algumas etapas foram desenvolvidas, a saber:

4.4.1 Escolha do Software para a Implementação

Optou-se em implementar o Atlas no ambiente Arcview/Avenue (ESRI). O software possui uma boa portabilidade com outros sistemas de geoprocessamento, facilitando a importação e exportação de dados, como por exemplo, arquivos em CAD, tabelas de dados em formato dbf. O software também apresenta facilidades em vincular feições geográficas a fotos, a textos, a relatórios, sons, gráficos, etc. A interface com o sistema pode ser facilmente customizada, tornando a comunicação

entre o sistema e o usuário mais amigável; além disso, se “comunica” com outros tipos de programas, tornando o sistema bastante abrangente. Em suma, o Arcview/Avenue (ESRI) é um programa propício para se trabalhar a visualização de dados geográficos, pois permite uma boa representação de dados, através da elaboração de mapas interativos.

Outros módulos, além dos já disponibilizados pelos software, foram desenvolvidos e vinculados ao ArcView. Esses módulos foram programados em Visual Basic e posteriormente, através de scripts, agregados ao sistema.

4.4.2 Dados Geográficos e Alfa-numéricos.

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

a) **Aquisição dos dados:** download de arquivos do banco de dados Microsoft Access e arquivos shapefiles no site da ANA (BRASIL, 2008a), aquisição das informações relativas a barragens na Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA, mapas na Secretaria de Recursos Hídricos de Pernambuco- SRH. A figura 22 apresenta a tela inicial do site da Hidroweb, Sistema de Informações Hidrológicas da ANA;

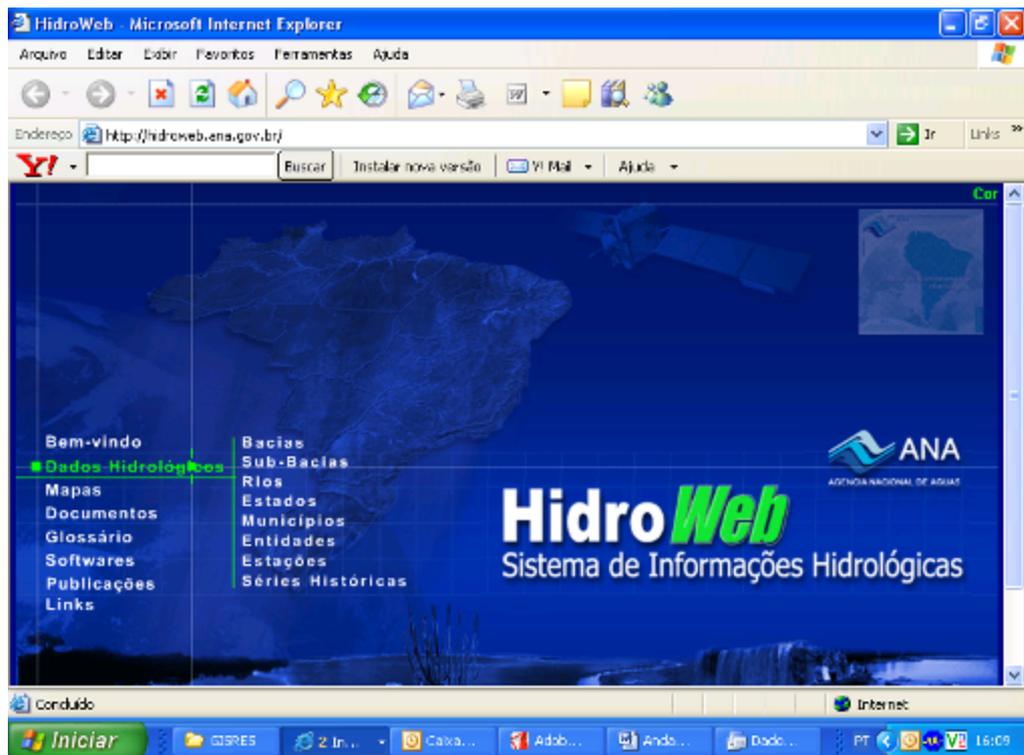


Figura 22- Tela Inicial do Hidroweb. Fonte: <http://hidroweb.ana.gov.br> (acessado em 01/07/2008).

b) **Conversão de arquivos:** todos os arquivos em formato dwg, dxf (arquivo dos softwares da família CAD), mxd (arquivo do ArcGis) foram convertido para o formato shp , arquivos suportado pelo ArcView, através de aplicativos disponibilizados pelos software ArcGis;

c) **Posicionamento geográfico dos dados:** o Datum adotado foi o SAD 69 e a notação das coordenadas em graus decimais, que é a exigida pela versão do ArcView 3.2. Logo, todos os arquivos foram reposicionados para o sistema acima descrito pelos 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) **Edição das tabelas:** todas as tabelas foram editadas de forma a selecionar as informações interessantes ao escopo do trabalho. Além disso, essas tabelas foram modificadas para as devidas atualizações dos dados. Outras foram criadas, através da interseção e da união de duas ou mais, para a criação de novos temas e para a elaboração de novos gráficos.

4.4.3 Elaboração dos Módulos de Entrada de Dados

a) Módulo Tela Inicial

O módulo de acesso inicial ao Atlas Eletrônico Analítico, conforme a figura 23, foi elaborado no ambiente Visual Basic. Nele existem as opções de acessar o Atlas no ambiente ArcView para a visualização e elaboração de mapas, gráficos e tabelas, e a opção de acesso a diversos mapas temáticos previamente elaborados.



Figura 23- Atlas Eletrônico Analítico. Tela Inicial.

b) Módulo Pluviometria

Também construído no Visual Basic, o módulo Pluviometria é responsável em importar os dados das estações pluviométricas da rede hidrológica nacional e armazená-los em um banco de dados, no Microsoft Access, para posterior migração para o banco de dados geográficos. Ver figura 24.



Figura 24- Atlas Eletrônico Analítico. Módulo Pluviometria.

O módulo foi elaborado para importar os dados hidrológicos diretamente dos arquivos do Sistema de Informação Hidrológica – ANA, o Hidroweb.

O Módulo Pluviometria permite cadastrar informações referentes às estações pluviométricas. Essa funcionalidade tem o objetivo de caracterizar as estações, descrevendo o código e o nome da estação instituído pela ANA, a bacia hidrográfica que se encontra, o município a que pertence e suas coordenadas. A figura 25 representa essas funcionalidades.

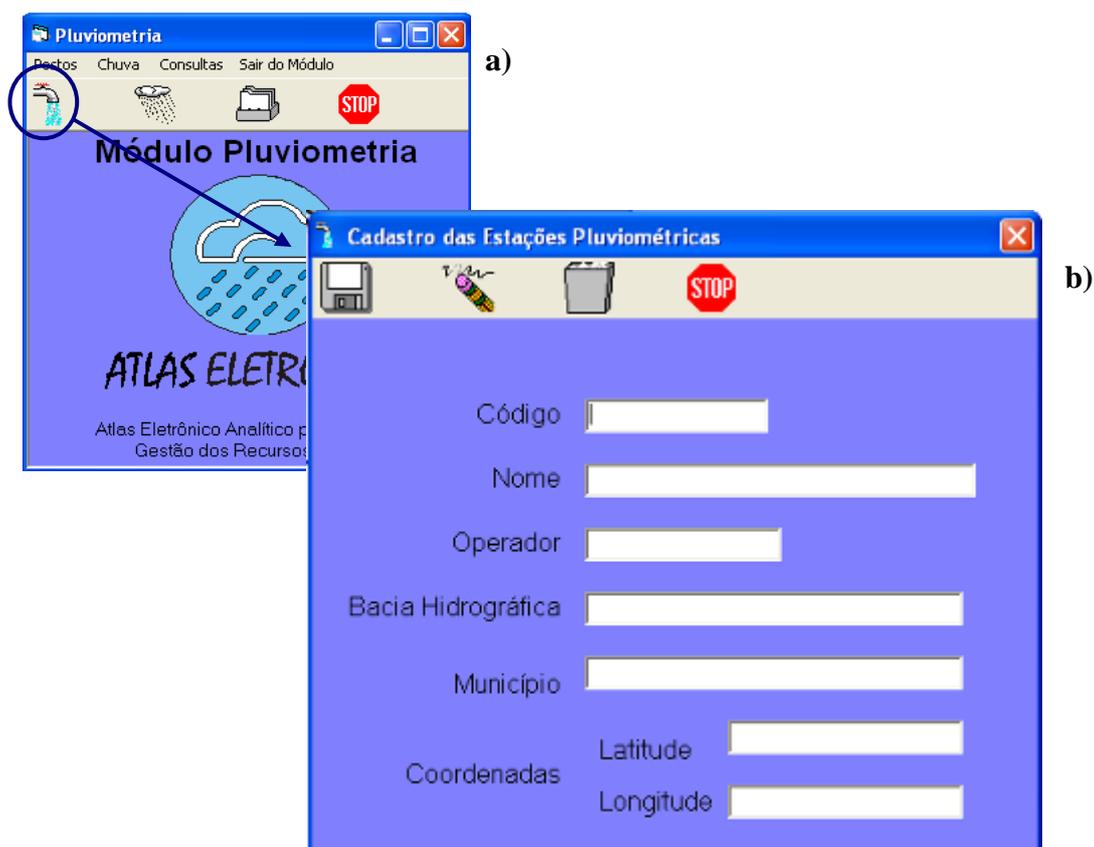


Figura 25- Atlas Eletrônico Analítico. a) Tela inicial do módulo pluviometria, b)Cadastramento das estações pluviométricas.

Após o cadastro de todas as estações pluviométricas, a importação dos dados é realizada fazendo referência ao código da estação cadastrada, segundo a figura 26. Ou seja, o módulo só aceita a importação das informações de chuva de uma determinada estação se o arquivo for referente a esta estação. Para isso, no momento da importação, o sistema faz uma comparação entre o código da estação cadastrada e das informações importadas.

Ainda é possível fazer uma consulta de todas as informações cadastradas e importadas para o banco de dados alfa-numérico. As estações pluviométricas e as séries históricas diárias e mensais podem ser visualizadas na tela e em forma de relatórios.

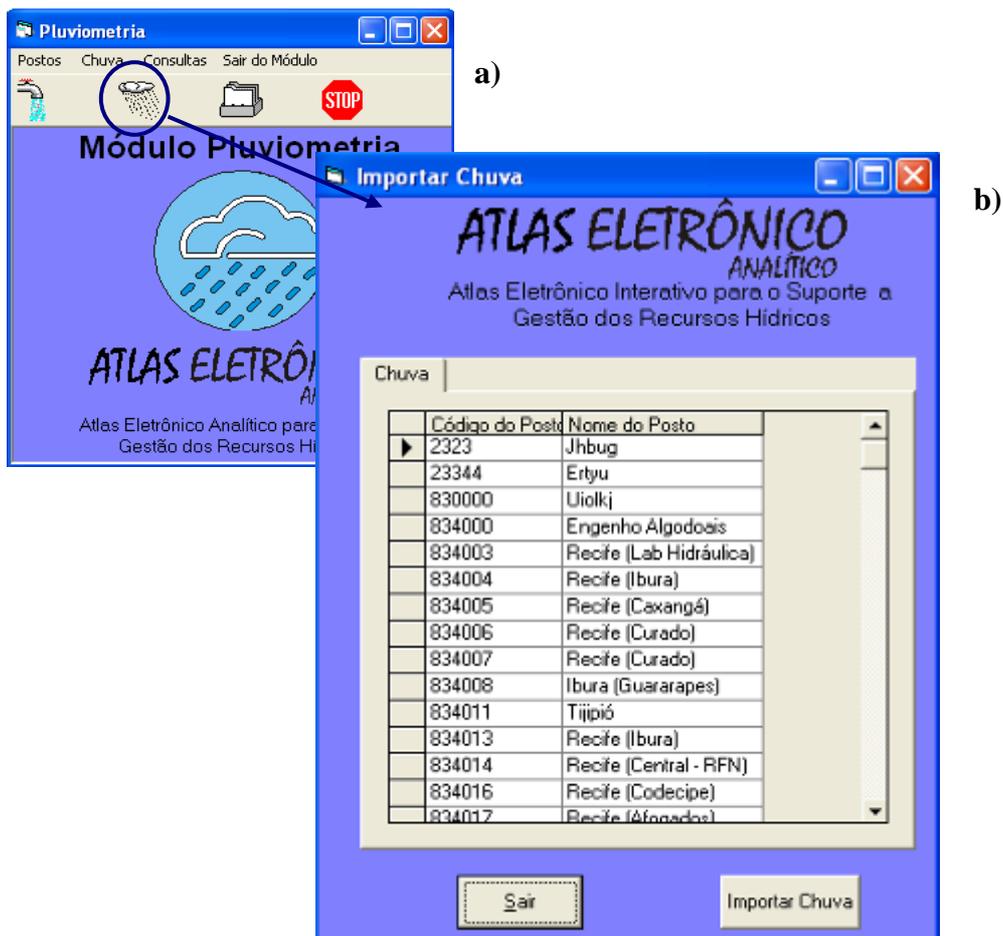


Figura 26- Atlas Eletrônico Analítico. a) Tela inicial do módulo pluviometria, b) Importação das informações de precipitação.

c) Módulo Fluviometria

O Módulo Fluviometria possui as mesmas funcionalidades que o Módulo Pluviometria, conforme a figura 25. As estações fluviométricas são cadastradas, os dados de vazões são importados do Hidroweb para o banco de dados alfa-numérico. Também há possibilidade da consulta na tela e da geração de relatórios. A figura 27 mostra a tela inicial desse módulo.



Figura 27- Atlas Eletrônico Analítico. Módulo Fluviometria.

No cadastro das características das estações fluviométricas, além do código, nome da instituição responsável pela operação da estação, da bacia hidrográfica, do município e coordenadas, tem-se a informação do rio em que está instalada a estação. Além disso, também é possível fazer uma consulta em tela e através de relatórios das informações referentes as estações e dos dados de vazões.

Esse módulo importa apenas dados de séries históricas de vazão, ficando os outros tipos de informações disponibilizadas nesses tipos de estações, como cotas altimétricas, qualidade de água, entre outros, para uma futura implementação no sistema.

d) Módulo Reservatório

O Módulo Reservatório é de grande valia no contexto do planejamento dos recursos hídricos, devendo permitir a caracterização das informações operacionais das barragens, para posterior diagnóstico das reservas de águas disponíveis por região. As informações referentes ao volume de água acumulável de cada barragem para o abastecimento humano, a finalidade de uso, por exemplo, são características

que podem ser comparadas com o volume de água ofertado por cada região. A tela inicial do módulo pode ser conferida na figura 28 a seguir.



Figura 28- Atlas Eletrônico Analítico. Módulo Reservatório.

Esse módulo cadastra informações que identificam as barragens: nome, localidade, município, bacia hidrográfica, coordenadas, curso d'água, finalidade do uso e que instituição construiu a barragem.

As características técnicas também são cadastradas: cota do talvegue; volume morto; volume máximo acumulável; curva cota-área-volume; área da bacia hidrográfica e hidráulica; descarga regularizada; tipo de barragem, se de concreto, terra ou mista; diâmetro da descarga de fundo; cota e tipo do vertedouro, entre outras, conforme a figura 29. Além disso, também é possível fazer uma consulta das informações na tela e gerar relatórios.

Figura 29- Atlas Eletrônico Analítico. Cadastro das características técnicas das barragens.

4.4.4 Customização da Interface do Atlas

A idéia central do Atlas Eletrônico Analítico pressupõe que o usuário possa formular buscas, que serão atendidas mediante combinação de dados. O Atlas pretende, através de um conjunto de informações espaciais, relatórios, tabelas e gráficos, dar subsídio para interpretação e respostas, através das funcionalidades adicionadas ao sistema. As questões explicitadas a seguir, podem ser formuladas por gestores para o suporte a decisões numa determinada bacia hidrográfica, por exemplo:

1. Onde estão localizados os postos pluviométricos, possuem dados atuais?
2. Onde estão localizados os postos fluviométricos, possuem dados atuais?
3. Como estão distribuídas as régua linimétricas, possuem dados atuais?

4. Onde estão as barragens, são para abastecimento humano?
5. A rede hidrológica existente monitora bem uma determinada área?
6. Quais são as estruturas hídricas existentes na região? como por exemplo adutoras, poços, barragens subterrâneas, dessalinizadores?
7. Qual a ficha técnica para uma determinada barragem existentes?
8. Numa dada bacia hidrográfica, Quais os postos hidrométricos desativados?
9. Existem em um dado município outras fontes para abastecimento?

Tendo como diretriz as perguntas acima, a interface do Atlas foi elaborado lançando mão de várias funcionalidades que o Arcview/Avenue disponibiliza. As interfaces com os módulos de entradas em visual basic, os scripts desenvolvidos, as caixas de diálogo construídas, os links com fotos, o desenvolvimento dos gráficos, a importação dos dados hidrológicos do banco de dados alfa-numérico para o banco de dados geográficos, a implementação de ícones e botões, foram os recursos utilizados para a preparação do Atlas. São apresentados a seguir os recursos de interatividade utilizados para o sistema.

a) Elaboração do Menu

Na concepção do atlas, quatro modalidades foram trabalhadas. Cada modalidade apresenta um determinado conjunto de feições que caracterizam a região de estudo, conforme apresentado a seguir:

1. **Caracterização da região:** apresenta as características fisiográficas: região de estudo, municípios, divisão regional estadual, núcleos urbanos, malha viária, clima, solos, precipitação pluviométrica, vegetação, hipsometria e geologia;

2. **Recursos Hídricos:** informações dos principais rios, principais açudes, divisão hidrográfica estadual, limite da bacia do rio São Francisco;

3. **Estações hidrológicas:** são as informações dos postos pluviométricos, postos fluviométricos com informações de vazão;

4. **Estrutura hídrica:** apresenta as barragens com volume de acumulação acima de 1.000.000 m³, principais sistemas adutores, barragens subterrâneas, poços outorgados e dessalinizadores.

Cada grupo de informação, possui temas que podem ser habilitados pelo próprio menu, conforme apresenta a figura 30.

Os menus Arquivo, Editar, Vistas, Temas, entre outros já existentes no programa, foram traduzidos para o português, com a finalidade de tornar a interface mais acessível.

b) Implementação de funcionalidades

Alguns botões foram excluídos da interface original por tratar de funções que não eram objetivo do atlas, e outros foram acrescentados e mantidos, como por exemplo, os recursos de zoom, pesquisar, salvar, criar rótulos das feições, adicionar textos, acessar informações dos temas, cruzamentos de dados, entre outros.

c) Preparação da área de visualização das informações

A área de visualização das feições cartográficas foi preparada para ser manipulada de forma bem didática, aproveitando o espaço também para disponibilizar botões para algumas funcionalidades. No lado direito superior da tela foi implementado uma caixa de controle com um conjunto de ações responsáveis na geração dos produtos de saída das feições trabalhadas. A caixa agrega as seguintes

funções, conforme apresenta a figura 30: gerar mapas, gerar tabelas e imprimir o que está sendo visto na tela e exportar para arquivos em formato pdf ou wmf.

Na parte inferior da tela, o conjunto de ações responsáveis em executar os módulos de entrada de dados hidrológicos são disponibilizados. São os Módulos Pluviometria, Fluviometria e Reservatório, já apresentados no item 4.1.7 deste capítulo. (figura 30).

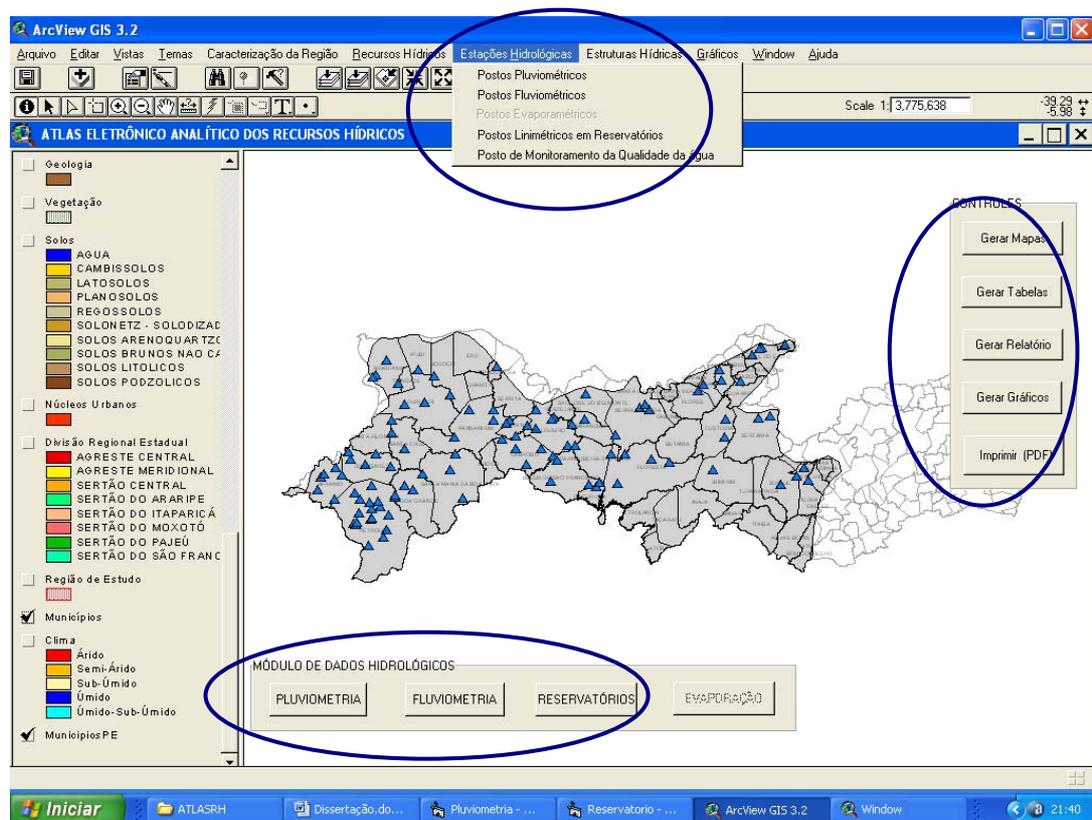


Figura 30– Atlas Eletrônico Analítico. Botões de controle.

A barra lateral esquerda de apresentação dos temas e da legenda foram também formatadas a fonte, o tipo e o tamanho da letra.

d) Elaboração dos diálogos

Outro importante recurso disponibilizados são as caixas de diálogos. Foram elaboradas janelas dinâmicas na qual apresentam-se informações sobre o tema em questão. Cada caixa de diálogo apresenta um pequeno histórico sobre a feição cartográfica e informações adicionais sobre a manipulação das informações disponibilizadas pelo Atlas. Além disso, a caixa de diálogo permite habilitar e desabilitar o tema, acessar a tabela, gerar mapas e acessar mapas temáticos. Consultar a figura 31.

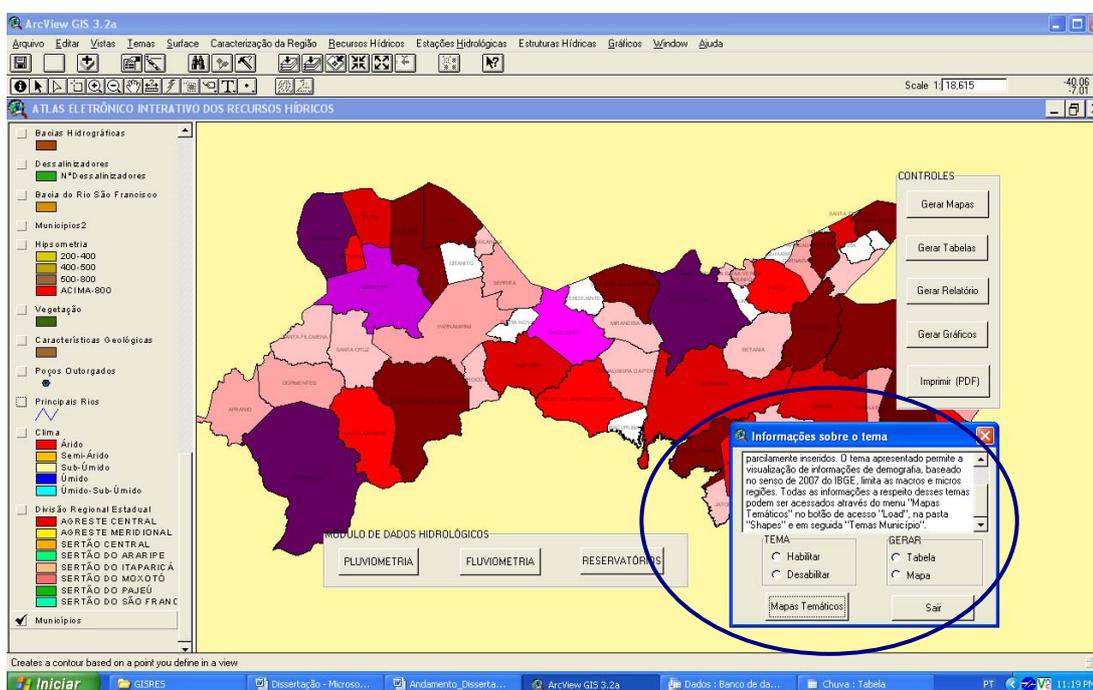


Figura 31- Atlas Eletrônico Analítico. Caixas de diálogos.

e) Elaboração dos scripts

O desenvolvimento da base para o funcionamento de cada nova funcionalidade implementada, como os diálogos, as caixas de controles, a habilitação de temas através dos menus, entre outros, foi possível devido à elaboração dos scripts. Os scripts são os códigos que gerenciam os comandos. A linguagem de programação utilizada para a elaboração dessas linhas de comando é

o Avenue, responsável pela customização e desenvolvimento do ArcView. Essa linguagem permite a implementação de novas ferramentas, integrar o ArcView com outros aplicativos e modificar a interface padrão, entre outros.

f) Visualização dos dados

Nessa etapa da implementação, foram escolhidos símbolos para representar feições geográficas, as cores de representação dessas feições, os tipos e espessuras de linhas, as fontes de texto, as texturas para a representação das entidades nos mapas temáticos.

Também foi elaborado um modelo de layout e carimbo para a produção de mapas, de forma a permitir a representação não só das feições cartográficas, mas de gráficos, fotos e tabelas, quando necessário. Além de um modelo de relatório, construído para os módulos programados no Visual Basic.

g) Outras funcionalidades

Além desses recursos descritos, as feições cartográficas foram associadas a links com fotografias e figuras, para melhor caracterizá-la. O Atlas permite também o cruzamento de dados, possibilita a elaboração de gráficos e a visualização e exportação de tabelas. Por esse motivo o Atlas desenvolvido é classificado como analítico, pois permite muito além da simples visualização das informações, permite a inserção de novos dados, a atualização do mesmos e a criação de novos mapas temáticos.

4.4.5 Armazenamento dos dados

O armazenamento das informações é feito em dois bancos de dados: um banco de dados temporário alfa-numérico e outro banco de dados geográficos.

O banco de dado alfa-numérico foi montado com o Microsoft Access, e armazena informações de séries históricas de chuva, vazão, e características das estações pluviométricas e fluviométricas. A importação desses dados hidrológicos foi do sitio da ANA. Esse banco é alimentado pelos módulos de entrada dos dados hidrológicos, conforme explicitado no item 4.4.3.

O banco de dados geográficos está disponibilizado no ArcView, são as informações geocodificadas dos temas trabalhados no Atlas. Essa informações são apresentadas em forma de tabelas e alimentadas pelo próprio sistema no ArcView, quer seja pela digitação das informações na própria tabela, quer seja pela importação dos dados de outras fontes, como do Microsoft Excel.

A comunicação entre os dois bancos de dados é realizada por um aplicativo do ArcView chamada de “SQL Connect”. Essa funcionalidade permite a conexão entre o banco de dados geográficos do ArcView e banco de dados do Microsoft Access, Microsoft Excel e arquivos dBase, conforme a figura 32 a seguir.

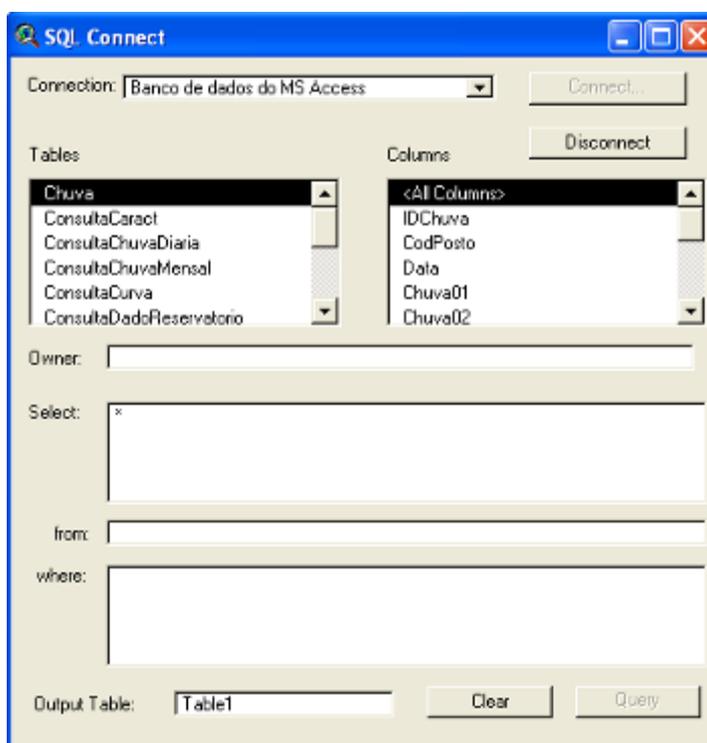


Figura 32- Atlas Eletrônico Analítico. Conexão entre bancos de dados.

Uma vez feita a conexão, as informações hidrológicas são disponibilizadas em forma de tabelas do ArcView e posteriormente esses dados são adicionados aos temas, ou seja, as informações são espacializadas.

4.5 Resultados

A interface do atlas, sua comunicação com os módulos hidrológicos e mapas elaborados são alguns dos resultados alcançados e apresentados nesse item.

A figura 33 a seguir apresenta o funcionamento do Atlas Eletrônico Analítico e seus componentes hidrológicos.

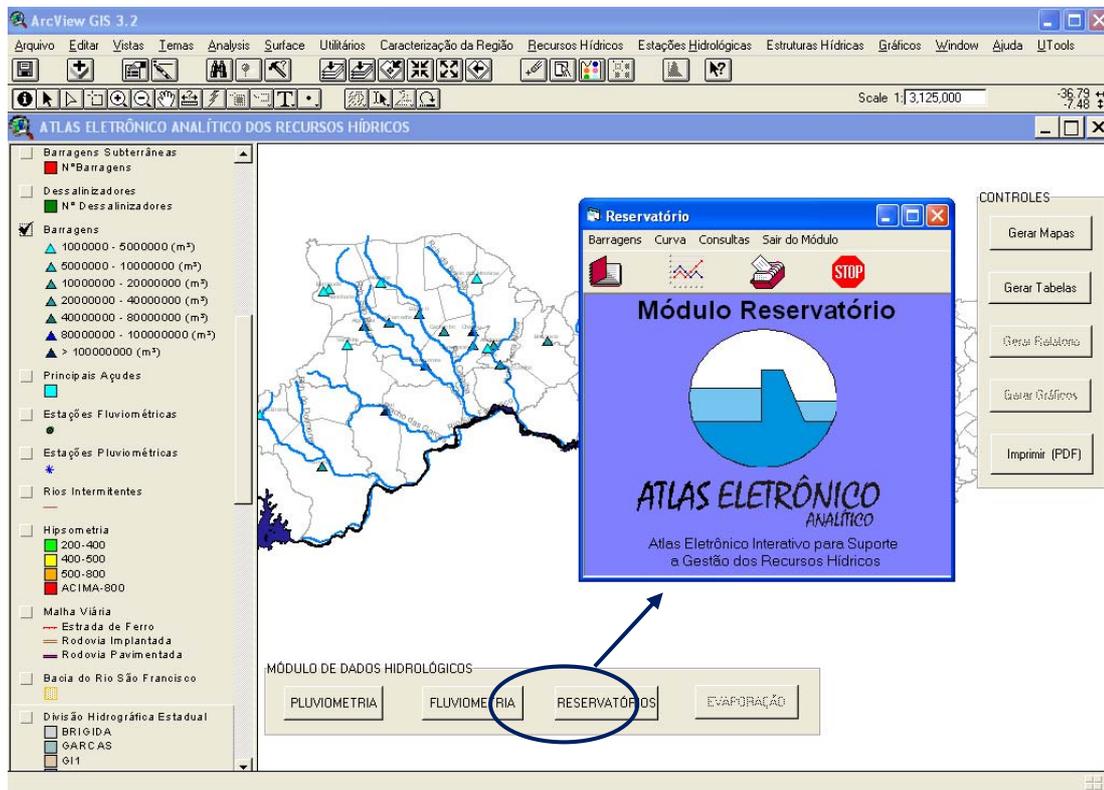


Figura 33- Atlas Eletrônico Analítico. Módulo Reservatório de Entrada de Dados.

Diversos mapas temáticos foram elaborados, de acordo com as quatro modalidades trabalhadas: caracterização da região, recursos hídricos, estações hidrológicas e estruturas hídricas.

A seguir são apresentados, como resultados, alguns mapas elaborados na compilação das informações das estações pluviométricas.

4.5.1 Estações Pluviométricas da Rede Hidrológica Nacional por Bacias Hidrográficas Estaduais.

Foi elaborado um mapa identificando espacialmente a distribuição das estações pluviométricas existentes na região de estudo. Conforme apresenta a figura 34 a seguir.

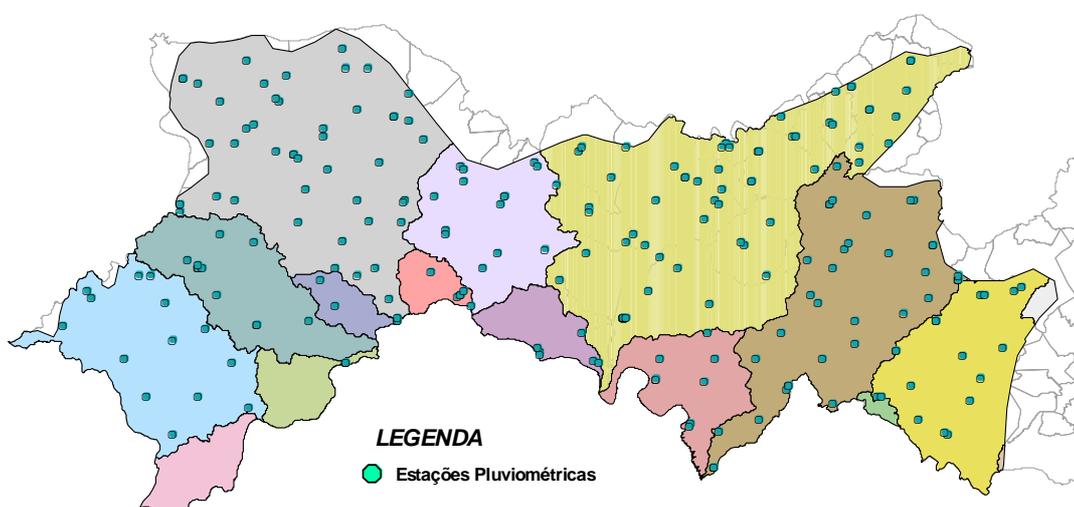


Figura 34-Atlas Eletrônico Analítico. Estação Pluviométrica da Rede Hidrológica Nacional por Divisão Hidrográfica Estadual.

Além disso, foi feita uma análise quantitativa através de um gráfico, da quantidade de estações existentes por divisão hidrográfica estadual. A Bacia do Rio Moxotó seguida da Bacia do Rio Pajeú, são as bacias que apresentam uma maior quantidade de estações pluviométricas da rede hidrológica nacional. Segundo a figura 35 a seguir.

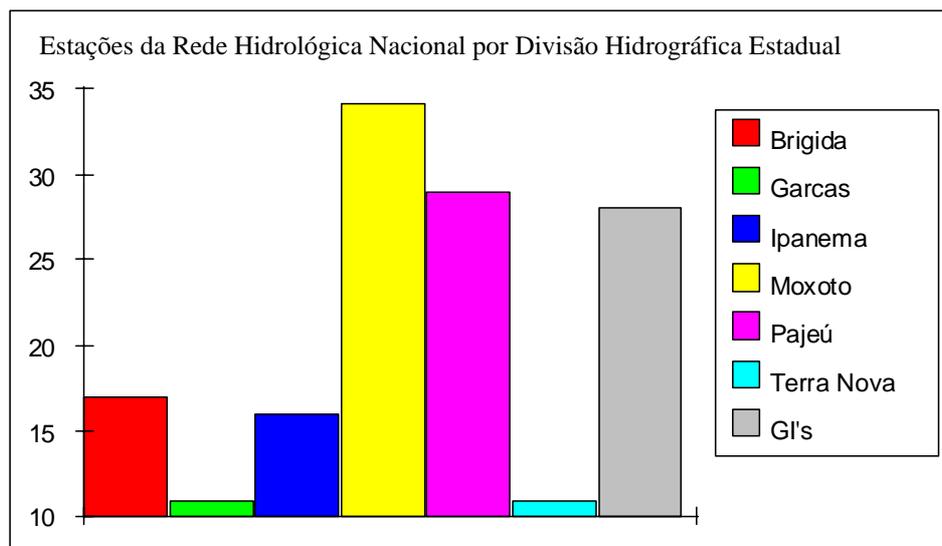


Figura 35- Atlas Eletrônico Analítico. Estação da Rede Hidrológica Nacional por Bacia Hidrográfica Estadual.

4.5.2 Estações Pluviométricas da Rede Hidrológica Nacional Desativadas.

A análise qualitativa dos dados existentes é apresentada no mapa das Estações Pluviométricas da Rede Hidrológica Nacional (figura 36). As Estações Pluviométricas da Rede Hidrológica Nacional desativadas são aquelas que não existem mais instituição que a opere, portanto possuem séries históricas desatualizadas.

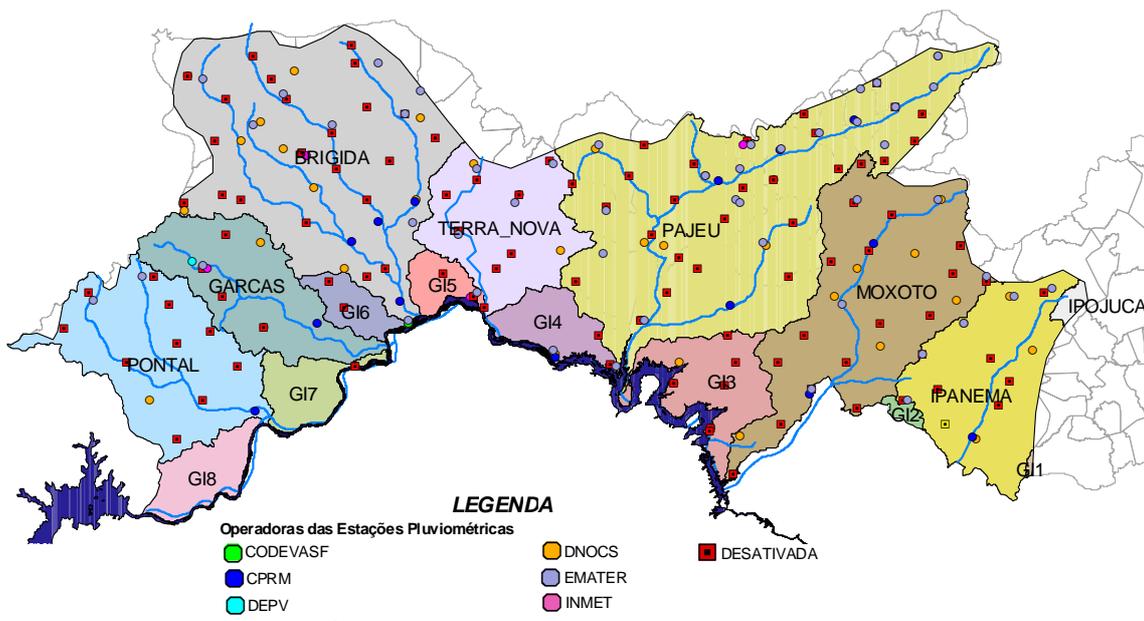


Figura 36 - Atlas Eletrônico Analítico. Estações Pluviométricas fora de operação.

Foi possível diagnosticar uma grande quantidade de Estações desativadas, as Bacias do Rio Moxotó, Pontal e Terra Nova possuem mais de 50% de estações não operantes, e todas as outras da região de estudo, apresentam pelo menos 40% de estações desativadas. Como mostra a figura 37.

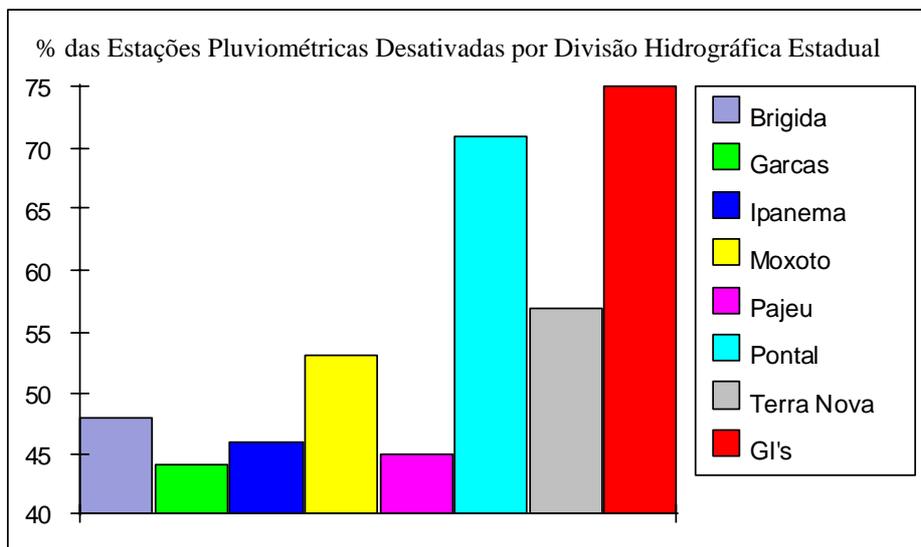


Figura 37- Atlas Eletrônico Analítico. Estação da Rede Hidrológica Nacional por Bacia Hidrográfica Estadual desativada.

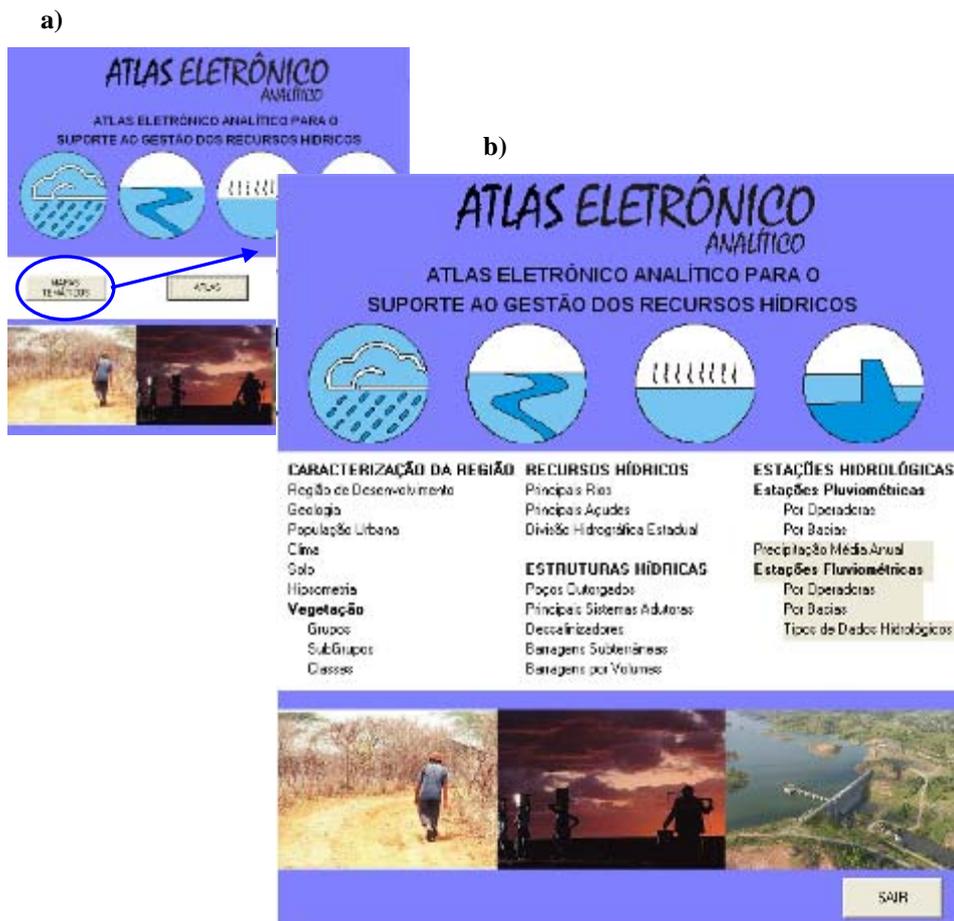


Figura 39 - Atlas Eletrônico Analítico. a) Tela Inicial do Atlas, b) Disponibilização dos mapas pré-elaborados.

Os mapas elaborados e disponíveis nos anexo são: Divisão Hidrográfica Estadual, Barragens Subterrâneas, Barragens por Volume de Acumulação, Dessalinizadores, Estação Pluviométrica por Bacia Hidrográfica, Estação Pluviométrica Desativada, Estação Fluviométrica e tipos de Dados Hidrológicos, Poços Outorgados, Precipitação Média Anual, Principais Açudes, Principais Rios e Sistemas Adutores.

CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A abordagem sobre o sistema de geoinformações nas últimas décadas, tem se concentrado bem mais nos seus aspectos gerenciais e de planejamento e seus impactos sobre os recursos naturais. Isso devido à capacidade que o sistema tem de apoiar decisões para a solução de problemas estratégicos, ou seja, traz benefícios como ganhos na produtividade, redução ou eliminação de custos ou riscos e qualidade na execução das tarefas.

Visando isso, a pesquisa modelou e desenvolveu um Atlas Eletrônico Analítico que reúne dados hidrológicos relevantes para uma visão quantitativa e qualitativa desses recursos naturais. Levando o gestor à uma percepção mais clara das relações entre municípios, divisões hidrográficas e regiões e os dados hidrológicos existentes. Além disso, o atlas mapeou as estruturas hídricas e os recursos naturais existentes na região de estudo, complementando a caracterização hídrica da região. Sem dúvida essa percepção geográfica das informações gera facilidades para a gestão, pois foi possível combinar planos de informações associados a dados de tabela, gerando novas feições geográficas, novas tabelas e gráficos, que serviram de base para avaliar as informações relevantes. A atualização de dados também é permitida, dando um caráter dinâmico ao sistema.

Fazendo-se uma avaliação do sistema como um todo, levando em consideração a forma proposta para a entrada de dados, o sistema é um instrumento para disponibilizar informações e, avaliar os instrumentos utilizados para a interpretação e visualização das informações. Concluí-se que a metodologia é considerada útil na medida em que é aceita pelos decisores como uma ferramenta de suporte à decisão, e que avaliando os produtos gerados verifica-se o Atlas Analítico como gerador e diagnosticador de alternativas de gestão.

A metodologia aqui apresentada é geral e portanto pode ser usada para outras regiões, sendo necessário apenas a atualização dos dados para esta nova área de interesse

Para futuros trabalhos recomendam-se os seguintes itens:

- a) Implementar o Módulo de Evaporação, que dará subsídio ao estudo do balanço Hídrico das Bacias Hidrográficas. Essa funcionalidade já foi prevista no Atlas, porém ainda não foi desenvolvida e o botão de controle está desativado. Após a implementação desse módulo, o balanço hídrico da região em termos de oferta e demanda de água poderá ser trabalhado. Isso dará ao sistema características de um SIG, pois passará a obter novos resultados através do cruzamento de dados.
- b) Possibilitar a geração de relatórios pelo próprio Atlas Eletrônico Analítico elaborado pelo ArcView, pois a princípio apenas os relatórios caracterizando os postos Pluviométricos e Fluviométricos são elaborados pelos módulos de entradas dos dados hidrológicos;
- c) Possibilitar a criação de gráficos para análise dos dados nos módulos hidrológicos de entrada de dados;
- d) Adicionar ao Atlas eletrônico Analítico temas relativos a elementos das redes de distribuição de água, fazendo uma abordagem mais micro da região, abordando elementos tais como: estações elevatórias, reservatórios de distribuição de água, rede de distribuição, entre outros. Temas previstos no sistema, porém ainda se encontram desativados.
- e) Complementar o Módulo Reservatório, implementado um formulário para o cadastro das informações referentes as cotas e os volumes das barragens. Formulário já foi elaborado, porém está em fase de implementação.

CAPÍTULO 6: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRH. **Boletim Informativo 25**. Associação Brasileira de Hidrologia e Recursos Hídricos. Junho de 1986.

ANTUNES, PB. **Direito Ambiental**. 6ª. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2002. 902p.

ARIZONA BOARD OF REGENTS. **Atlas Eletrônico do Arizona**. Disponível em <<http://atlas.library.arizona.edu/atlas/>. Acesso em 23/05/2008>.

BARROS FILHO, MBB. **Desenvolvimento de Sistema de Geoinformação como Suporte ao Gerenciamento das Redes de Distribuição de Água**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Universidade Federal de Pernambuco, 2005.

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.

BORGES, K. e FONSECA, F. **Modelagem de Dados Geográficos em Discussão** In: Anais GisBrasil 96, 1996.pp.524-533.

BRAGA, Benedito; REBOUÇAS, Aldo da C. **Águas Doces no Brasil.Capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 2002,703p.

BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. **Atlas Nordeste - Abastecimento Urbano de Água**. Brasília-DF, 2006 (a).

BRASIL. **Inventário das Estações Fluviométricas**. Agência Nacional de Águas. Superintendência de Administração da Rede Hidrometeorológica – v. 1, n. 1, 2006 – Brasília: ANA, 2006 (b).

BRASIL. **Agência Nacional de Águas**. <www.ana.gov.br>. Acesso em 21/04/2008a.

BRASIL. **Atlas Nordeste de Abastecimento Urbano de Água**. Agência Nacional de Águas. Disponível em <http://parnaiba.ana.gov.br/atlas_nordeste/>. Acesso em 22/05/2008b.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geostatística - IBGE**. Agência Nacional de Águas. Disponível em <http://parnaiba.ana.gov.br/atlas_nordeste/>. Acesso em 22/05/2008c.

BRASIL. **Plano Nacional dos Recursos Hídricos. Síntese executiva**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2006c.

BRASIL. **Sistema de Informações Hidrológicas – HIDROWEB**. Agência Nacional de Águas – ANA. <www.hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em 21/06/2008d.

BURROUGH, PA. **Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment**. Oxford University Press, 1991, 194p.

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

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

CEARÁ. Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. **Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos e Meteorológicos do Estado do Ceará**. Disponível em <<http://www.atlas.secel.com.br/>>. Acesso em 20/05/2008.

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

ESRI. **Avenue – Customization and Application Development for ArcView GIS**. Environmental Systems Research Institute, 1996.

ESRI. **ArcView Dialog Designer**. Environmental Systems Research Institute, 1996.

ESRI. **ArcView GIS - The Geographic Information System for Everyone.** Environmental Systems Research Institute, 1996.

KELLER, CP. **Visualizing Digital Atlas Information products and the user perspective.** Los Alamitos, Calif.: IEEE Computer Society Press, 1998.

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

KRAAK, MJ.; ORMELING, FJ. **Cartography: Visualization of Spatial Data.** 3.ed. England: Addison Wesley Longman, 1998, 222 p.

LANNA, AE; CÂNEPA, EM; GRASSI, LM; 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, JA. **Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, integração e aplicação.** Porto Alegre: ABRH, 2001.

MICROSOFT. **Microsoft Encarta World Atlas.** Disponível em CD-ROM. Ano 2000.

MOTA, S. **Preservação e Conservação de Recursos Hídricos.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental1, 1995.

PAIXÃO, SKS. **Modelagem de Dados Espaciais para Controle da Leishmaniose Visceral.** Programa de Pós Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Universidade Federal de Pernambuco, 2000.

PERNAMBUCO. **Sistema de Informação de água Subterrânea – SIAGAS.** CPRM. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso em 21/05/2008.

PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco - SECTMA. **Atlas de Bacias Hidrográficas de Pernambuco.** Recife-PE, 2006 (a).

PERNAMBUCO. **Política e Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Pernambuco: Leis das Águas**. Secretaria de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente. Recife, 2006 (b).

PETERSON, MP. **Interactive and Animated Cartography**. 1. ed., New Jersey: Prentice Hall, 1995. 257p.

RIGHETTO, AM. **Hidrologia e Recursos Hídricos**. São Carlos: EESC/USP, 1998.

RUMBAUGH J; BLAHA M; PREMERLANI W; EDDY F; LORENSEN W. **Object – Oriented Modeling and Design**. New Jersey: A Paramount Communications Company Englewood Cliffs, 1991.

SÁ, LACM. **Instruções para Elaboração de Dissertações**. Programa de Pós Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação. Universidade Federal de Pernambuco, 2001.

SALGUEIRO, JHPB. **Avaliação de rede pluviométrica e análise de variabilidade espacial da precipitação: estudo de caso na Bacia do Rio Ipojuca em Pernambuco**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Pernambuco, 2005.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Planejamento Urbano. **Atlas Eletrônico do Estado de São Paulo**. Disponível em <<http://www.seade.gov.br/>>. Acesso em 21/05/2008.

SILVEIRA, RL. da. **Hidrometeorologia I: notas de aula**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. 2v., 1993.

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.

SLOCUM, T. **Thematic Cartography and Visualization**. 1.ed., New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 293p.

SMITH, RM. **Atlas of Arkansas**. Fayetteville: University of Arkansas Press. 1989.

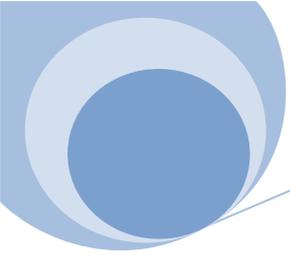
TAYLOR, F. **Modern Cartography: visualization in modern Cartography**. Vol.2, 1a ed. Oxford: Pergamon Press, 1994.

TUCCI, CEM. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3ª Ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS / ABRH, 2005.

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

TUCCI, CEM. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3ª Ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS / ABRH, 2005.

YANKO, M A.; BEZERRA, NF. **Gestão Legal dos Recursos Hídricos dos Estados do Nordeste do Brasil**. Fortaleza Fundação Konrad Adenauer, 2005. 187p.



ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO

ANEXOS



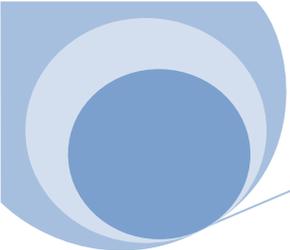
GLOSSÁRIO DE TERMOS HIDROLÓGICOS

- a) **Comporta:** Dispositivo mecânico móvel para controlar vazões em vertedouros, tomada d'água e dispositivos de descarga;
- b) **Coroamento:** Parte superior de uma barragem;
- c) **Cota Linimétrica:** Altura da superfície da água acima do zero da escala. É usada como sinônimo de nível d'água.
- d) **Curva Cota-Área:** Gráfico que mostra a relação entre a cota do nível d'água em um reservatório (ordenada) e a área correspondente (abscissa).
- e) **Curva Cota-Volume:** Gráfico que mostra a relação entre a cota do nível d'água em um reservatório (ordenada) e o volume correspondente (abscissa). Também conhecida como curva chave.
- f) **Descarga de Fundo:** É a quantidade de água liberada pela comporta de fundo da barragem, com o objetivo de manter a vazão ecológica do rio.
- g) **Descarga Regularizada:** Descarga de um curso d'água regularizado por estruturas de controle ou derivações;
- h) **Exutório:** Ponto mais baixo no limite de um sistema de drenagem.
- i) **Tomada d'água:** Estrutura ou local cuja finalidade é controlar, regular, derivar e receber água diretamente da fonte por uma entrada d'água construída à montante;

- j) **Vertedouro:** É uma passagem feita no alto do barramento pó onde a água escoava livremente. É responsável pela garantia da integridade de uma barragem, para as vazões máximas ocorridas, sendo portanto um importante dispositivo de segurança da mesma;

- k) **Volume Máximo:** Volume do reservatório correspondente ao nível máximo operativo;

- l) **Volume Morto:** Volume acumulado que não pode ser liberado sob condições normais



ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO

**MANUAL
DE
INSTALAÇÃO**



ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO

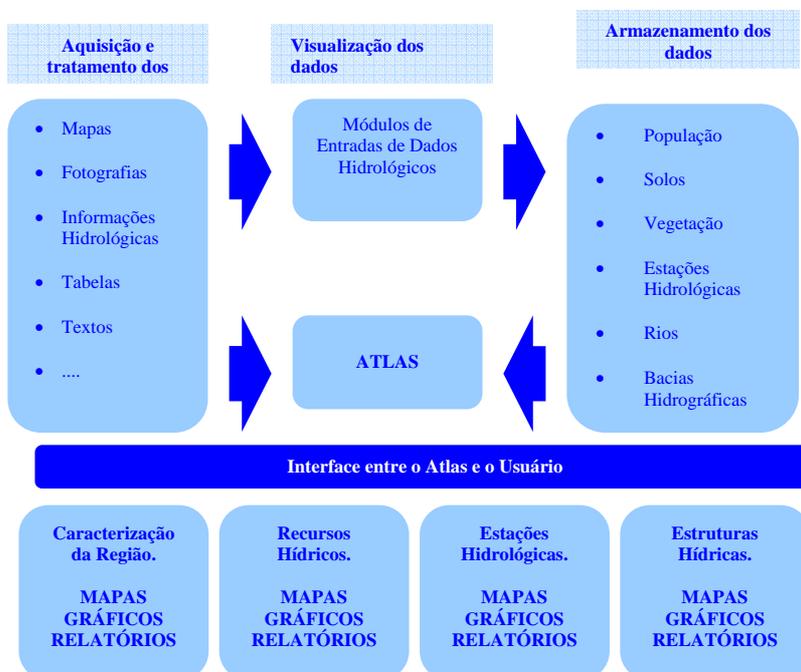
1. Introdução

O Atlas Eletrônico Analítico para o Suporte a Gestão dos Recursos Hídricos se apresenta como uma alternativa de reunir em um único sistema, informações operacionais das barragens, informações da rede hidrológica nacional e informações que caracterizem a região em estudo.

Atlas foi elaborado lançando mão de várias funcionalidades que o Arcview/Avenue disponibiliza. As interfaces com os módulos de entradas em visual basic, os scripts desenvolvidos, as caixas de diálogo construídas, os links com fotos, o desenvolvimento dos gráficos, a importação dos dados hidrológicos do banco de dados alfa-numérico para o banco de dados geográficos, a implementação de ícones e botões, foram os recursos utilizados para a customização do Atlas. São apresentados a seguir os recursos de interatividade utilizados para o sistema.

2. Metodologia

A idéia central do Atlas Eletrônico Analítico pressupõe que o usuário possa formular buscas, que serão atendidas mediante combinação de dados. O Atlas pretende, através de um conjunto de informações espaciais, relatórios, tabelas e gráficos, dar subsídio para interpretação e respostas às pesquisas, através das funcionalidades adicionadas ao sistema. As questões explicitadas a seguir, podem ser formuladas por gestores para o suporte a decisões numa determinada bacia hidrográfica



ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO

3. Posicionamento Geográfico

O Datum adotado foi o SAD 69 e a notação das coordenadas em graus decimais, que é a exigida pela versão do ArcView 3.2. Logo, todos os arquivos foram reposicionados para o sistema acima descrito pelos aplicativos Projection Utility do ArcView 3.2 e ArcToolbox do ArcGIS.

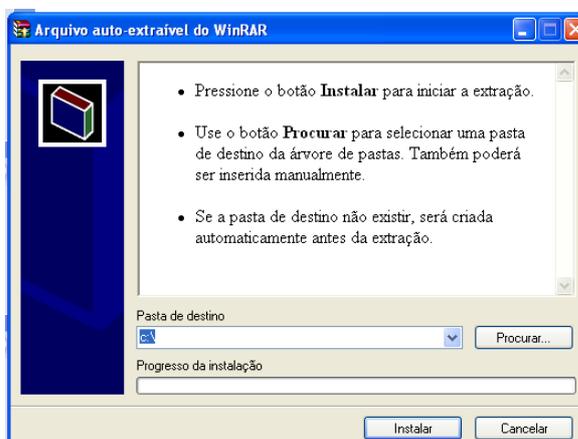
3. Instalação do Atlas Eletrônico Analítico

3.1 Requisitos de Software e Memória

- ARCVIEW 3.2, ou superior completo com 3D Analyst e Spatial Analyst
- Windows XP
- Mínimo de 512 MB de memória RAM
- Mínimo de 1GB de espaço em disco rígido.

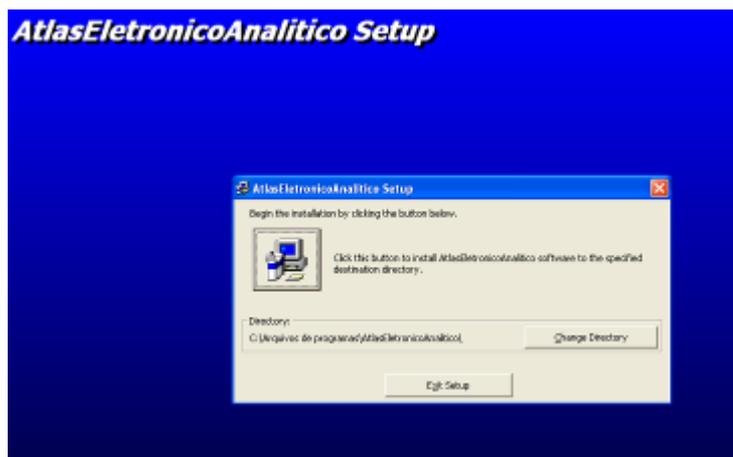
3.2 Como Instalar o Atlas Eletrônico Analítico

Inserir o CD Atlas Eletrônico Analítico no drive do CD ROM. Em seguida ele será auto executado e uma tela aparecerá e solicitará o local de instalação do sistema. O Atlas deve ser instalado na raiz, ou seja, no drive c: do computador. Pois todos os seus scripts, shapes, módulos de entradas de dados, banco de dados e demais funcionalidades fazem referência a esse local.



Logo depois de concluído esse primeiro passo da instalação, uma mensagem aparecerá na tela explicando qual o passo seguinte para a completa instalação do Atlas. O instalador criará uma pasta chamada "AtlasRH" no diretório raiz do computador, e dentro dessa pasta haverá outra com o nome "instalar". Dentro dessa pasta, clicar no executável Setup.exe para o segundo passo de instalação. Esse passo faz com que todos os componentes necessários sejam registrados para o correto funcionamento do Atlas.

ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO



Será criado em seguida um grupo de programas no menu iniciar com o nome “AtlasEletronicoAnalitico”, acessando esse menu e clicando no seu executável a tela inicial do Atlas é apresentada.



Na tela inicial existem as opções de acessar o Atlas no ambiente ArcView para a visualização e elaboração de mapas, gráficos e tabelas, e a opção de acesso a diversos mapas temáticos previamente elaborados.

A escolha do item Mapas Temáticos resultará no seguinte menu.



ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO

1. **Caracterização da região:** apresenta as características fisionômicas: região de estudo, municípios, divisão regional estadual, núcleos urbanos, malha viária, clima, solos, precipitação pluviométrica, vegetação, hipsometria e geologia;

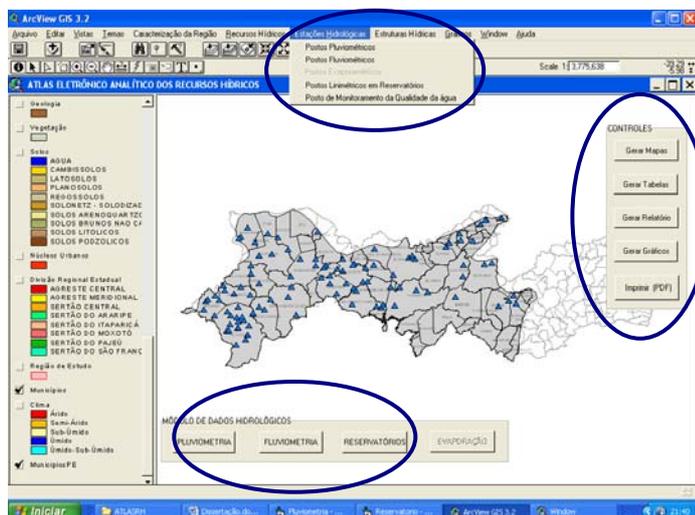
2. **Recursos Hídricos:** informações dos principais rios, principais açudes, divisão hidrográfica estadual, bacia do rio São Francisco;

3. **Estações hidrológicas:** são as informações dos postos pluviométricos, postos pluviométricos com informações de vazão e cota;

4. **Estrutura hídrica:** apresenta as barragens com volume de acumulação acima de 1.000.000 m³, principais sistema adutores, barragens subterrâneas, poços outorgados e dessalinizadores.

Cada grupo de informação, possuem 25 layers pré-existentes que podem ser habilitados pelo próprio menu, ou que podem se acessados marcando-os na barra localizada na parte esquerda da tela.

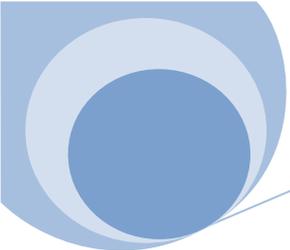
Os planos de informações (layers), não podem ser alterados o nome e nem sua localização, depois do sistema instalado. Pois existem scripts que definem funcionalidades previamente programadas. As funcionalidades permitem habilitar e desabilitar os layers, exibem uma janela dinâmica com informações a respeito do tema, executa os módulos hidrológicos de entrada de dados, geram mapas, tabelas, entre outros.



Ao habilitar os layers, uma janela aparecerá com informações a respeito do tema e habilitará a funcionalidade de carregar os mapas temáticos existentes (quando disponível para o tema).

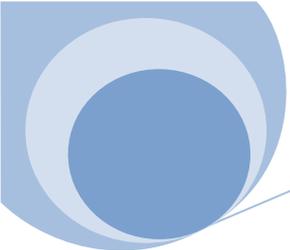
O Atlas permite a edição das tabelas, a criação de novos mapas, e a geração de pdf. Porém essa última só será possível com a instalação de programas que permitam a geração de pdf. Existe uma infinidade deles grátis disponíveis na internet.

Na tela do atlas, existem ferramentas de zoom, escala adicionar novos temas, para fazer pesquisas utilizando o recurso de filtros, ferramentas para rotular feições, ferramentas para medir distancias, áreas, dentre outros. As coordenadas adotadas também são apresentadas na tela, mais especificamente ao lado esquerdo superior.



ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO





ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO

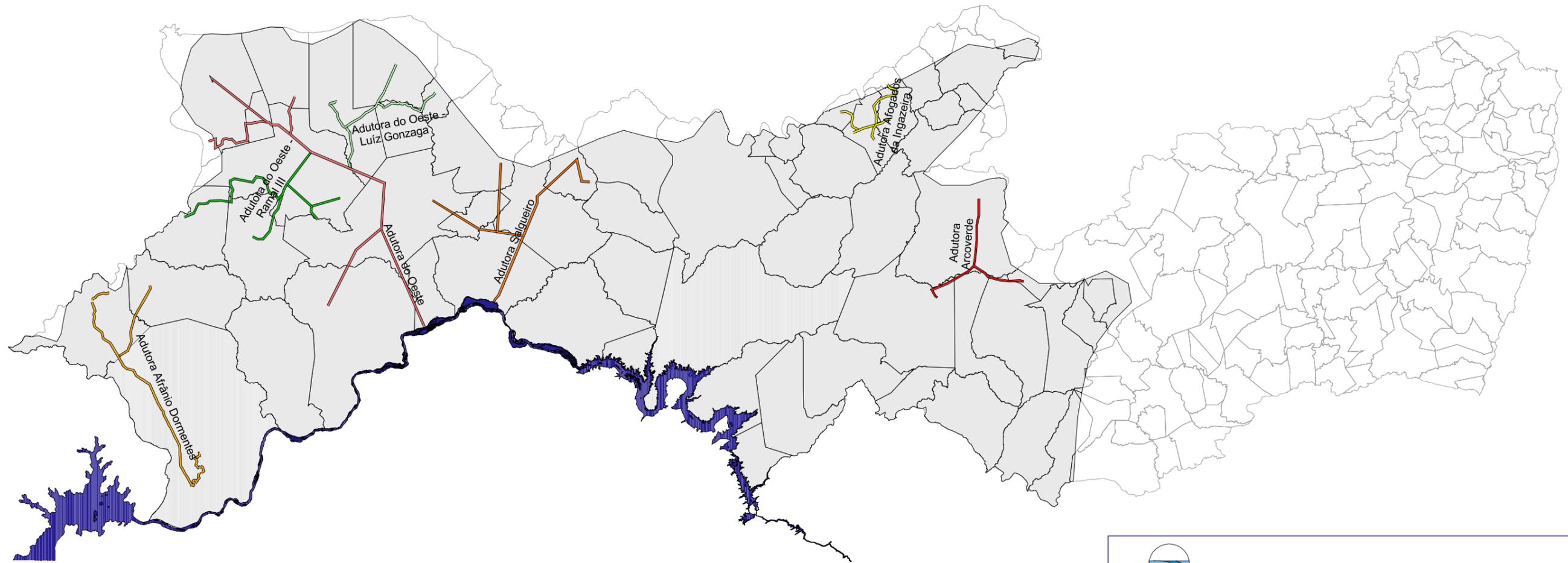
ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO

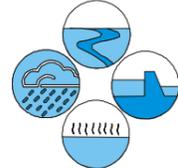
MAPAS ELABORADOS



PRINCIPAIS SISTEMAS ADUTORES DE PERNAMBUCO

Adutoras - Região de Estudo

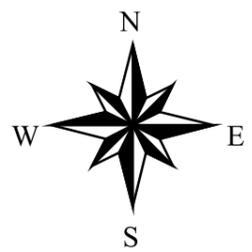


 **ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO**

LEGENDA

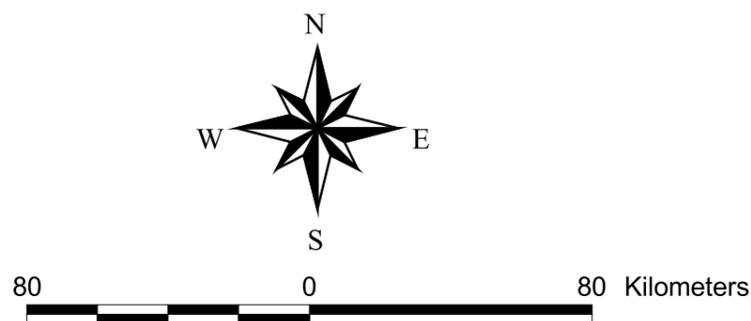
-  Rio São Francisco
- Principais Adutoras**
-  Adutora Arcoverde
-  Adutora Afogados da Ingazeira
-  Adutora Afrânio Dormentes
-  Adutora do Oeste
-  Adutora do Oeste - Ramal III
-  Adutora do Oeste - Luiz Gonzaga
-  Adutora Salgueiro

Escala: 1: 2.000.000
Sistema de Referência SAD 69
Fonte: Arquivo Gráfico Municipal (FIDEM - FIAM - IBGE, 1998)
Secretaria de Recursos Hídricos PE - SRH



DIVISÃO HIDROGRÁFICA DO ESTADO DE PERNAMBUCO

Bacias hidrográficas - Região de estudo



 **ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO**

LEGENDA

 Rio São Francisco

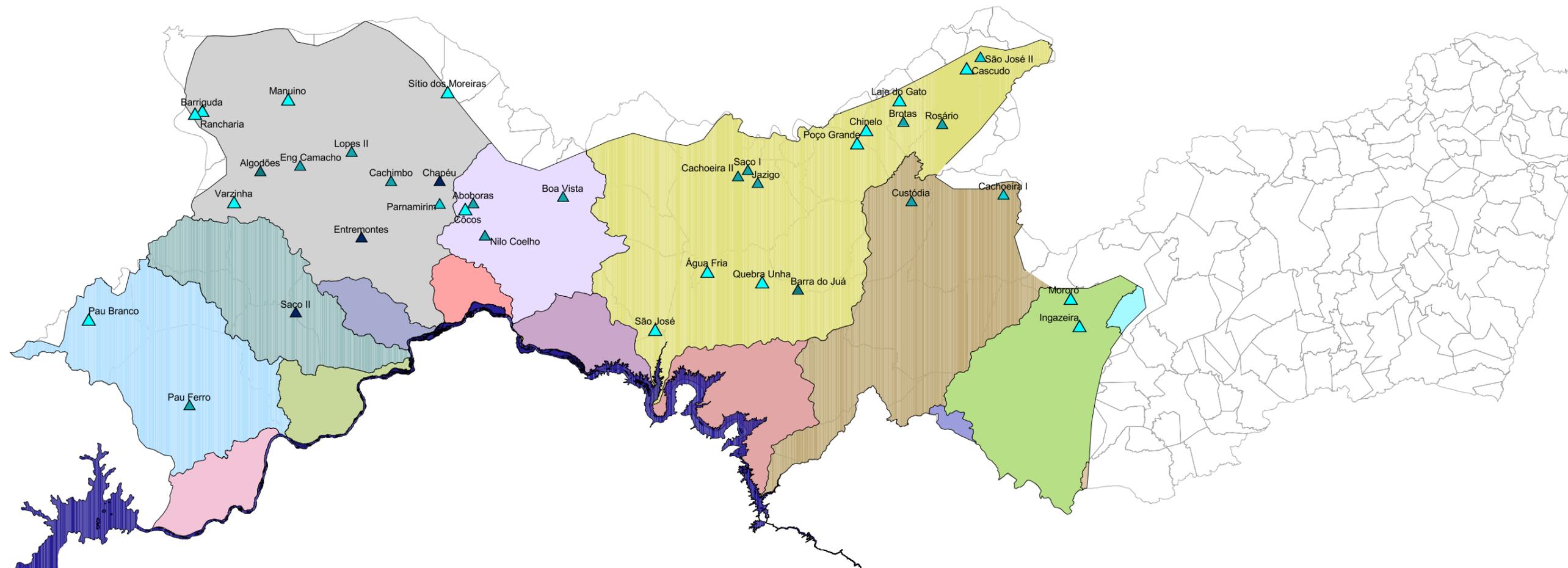
Divisão Hidrográfica Estadual

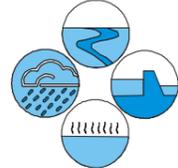
 BRIGIDA	 G17
 GARCAS	 G18
 G11	 IPANEMA
 G12	 IPOJUCA
 G13	 MOXOTO
 G14	 PAJEU
 G15	 PONTAL
 G16	 TERRA NOVA

Escala: 1: 2.000.000
Sistema de Referência SAD 69
Fonte: Arquivo Gráfico Municipal (FIDEM - FIAM - IBGE, 1998)
Secretaria de Recursos Hídricos PE - SRH

BARRAGENS POR VOLUME DE ACUMULAÇÃO

Barragens com volume de acumulação acima de 1.000.000m³ - Região de estudo





ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO

LEGENDA

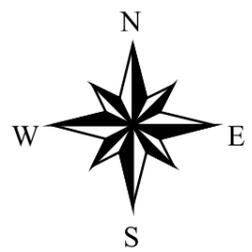
Volume das Barragens (m³)

<ul style="list-style-type: none"> ▲ 1000000 - 5000000 ▲ 5000000 - 10000000 ▲ 10000000 - 20000000 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ 20000000 - 40000000 ▲ 40000000 - 80000000 ▲ 80000000 - 100000000 ▲ > 100000000
--	--

Divisão Hidrográfica Estadual

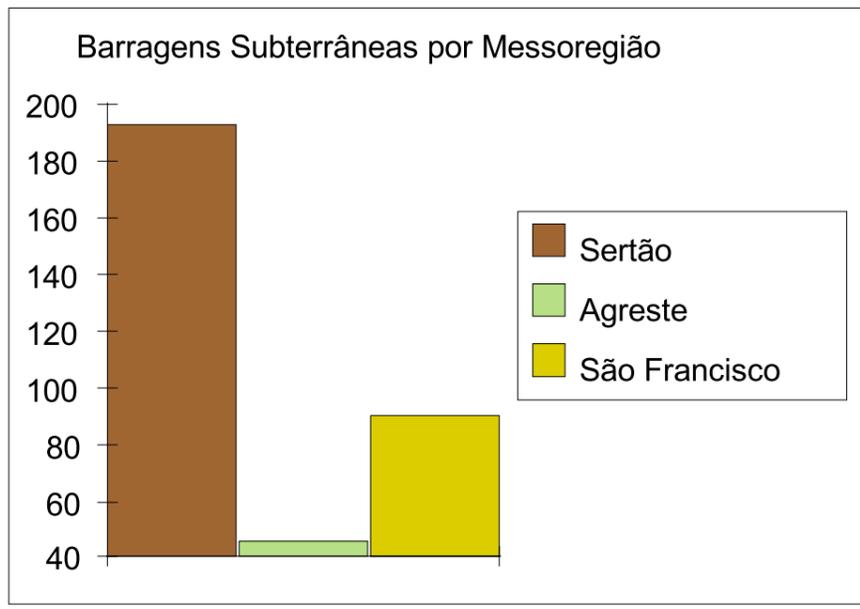
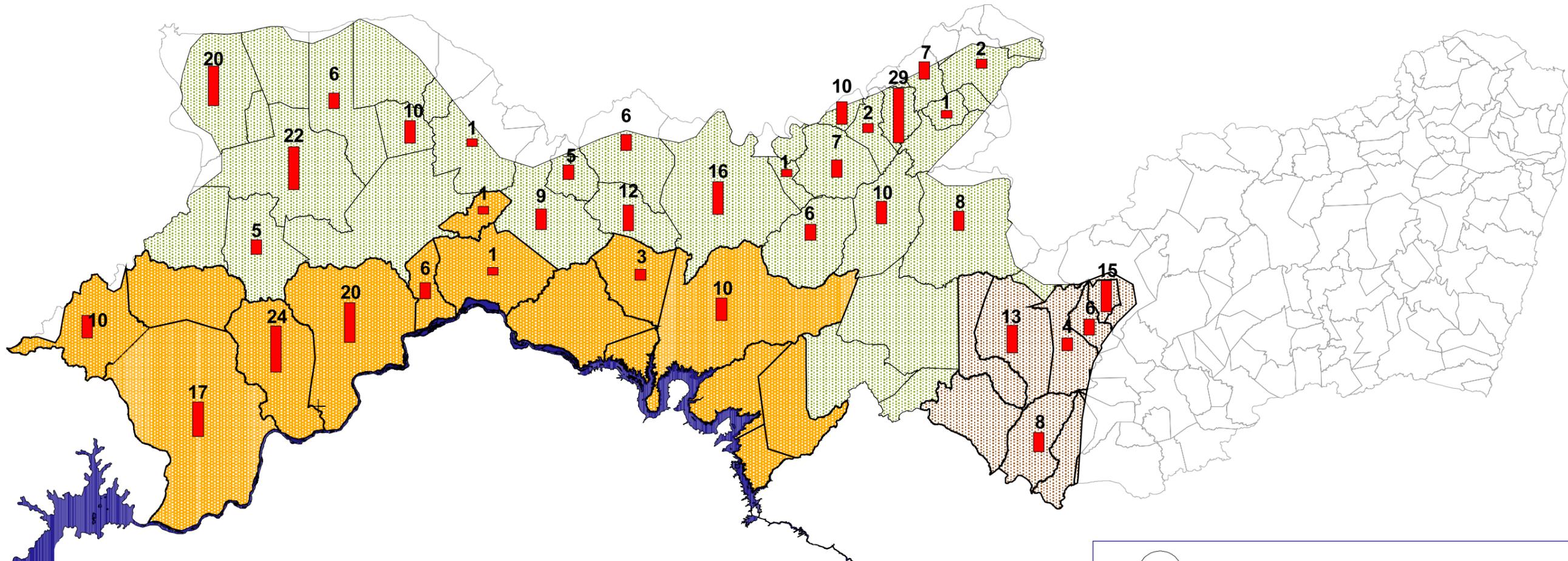
<ul style="list-style-type: none"> BRIGIDA GARCAS GI1 GI2 GI3 GI4 GI5 GI6 	<ul style="list-style-type: none"> GI7 GI8 IPANEMA IPOJUCA MOXOTO PAJEU PONTAL TERRA NOVA
---	---

Escala: 1: 2.000.000
 Sistema de Referência SAD 69
 Fonte: Arquivo Gráfico Municipal (FIDEM - FIAM - IBGE, 1998)
 Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPSA



BARRAGENS SUBTERRÂNEAS

Barragens subterrâneas por mesorregião - Região de estudo





ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO

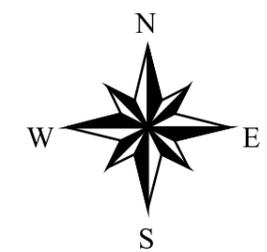
LEGENDA

- Rio São Francisco
- Nº Barragens Subterrâneas

Messorregião

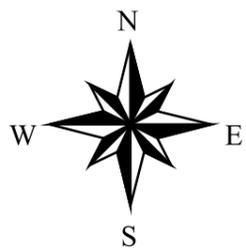
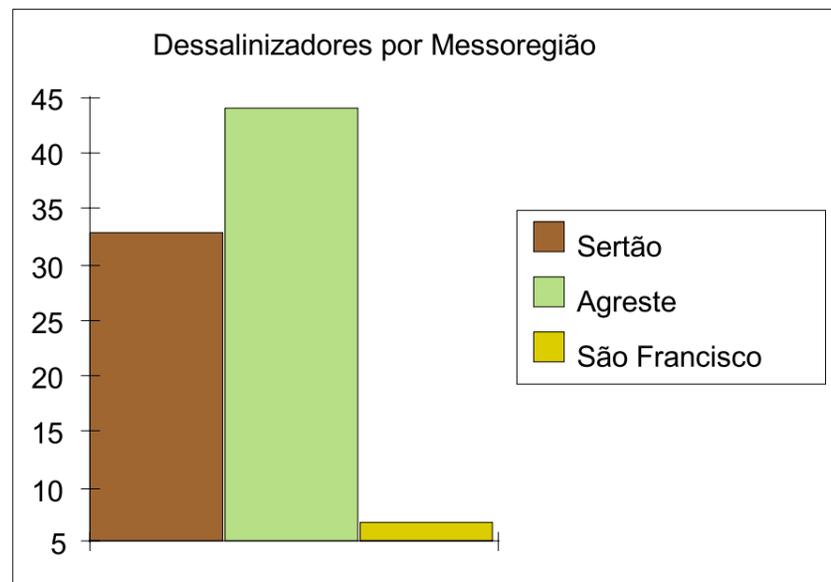
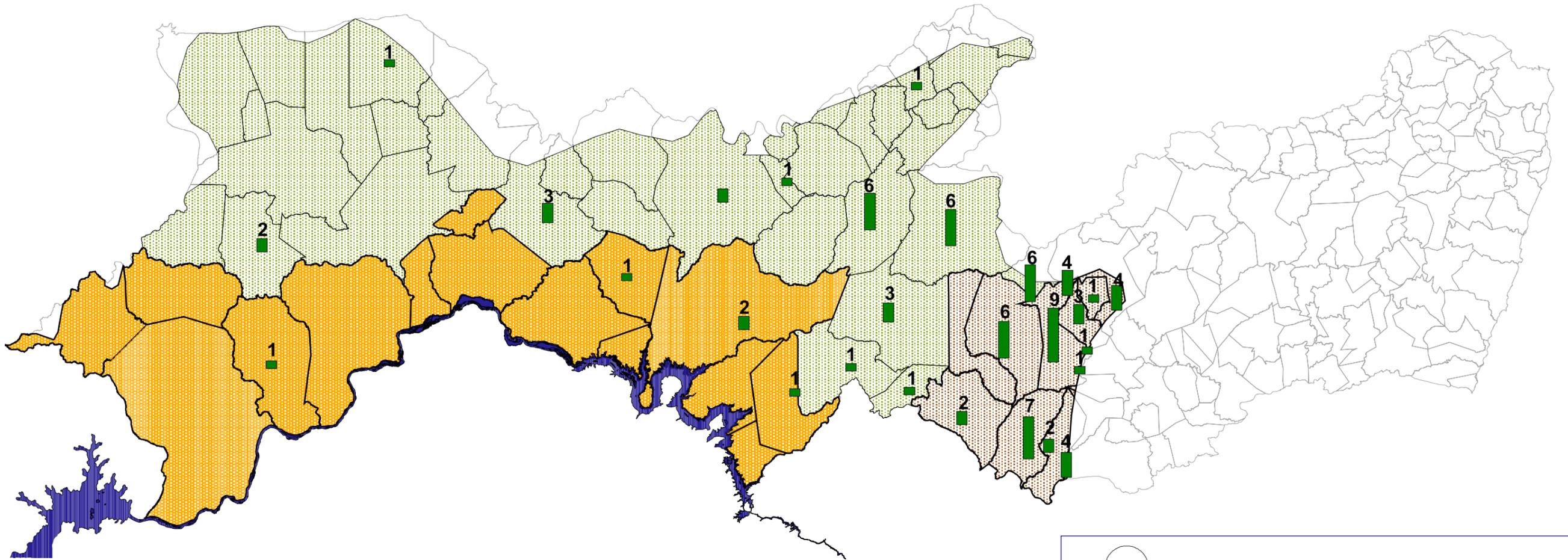
- Agreste
- São Francisco
- Sertão

Escala: 1: 2.000.000
 Sistema de Referência SAD 69
 Fonte: Arquivo Gráfico Municipal (FIDEM - FIAM - IBGE, 1998)
 Secretaria de Recursos Hídricos PE- SRH

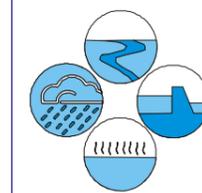


DESSALINIZADORES

Dessalinizadores por Mesorregião - Região de Estudo



80 0 80 Kilometers



ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO

LEGENDA

 Rio São Francisco

 Nº Dessalinizadores

Mesorregião

 Agreste

 São Francisco

 Sertão

Escala: 1: 2.000.000

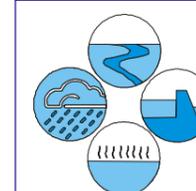
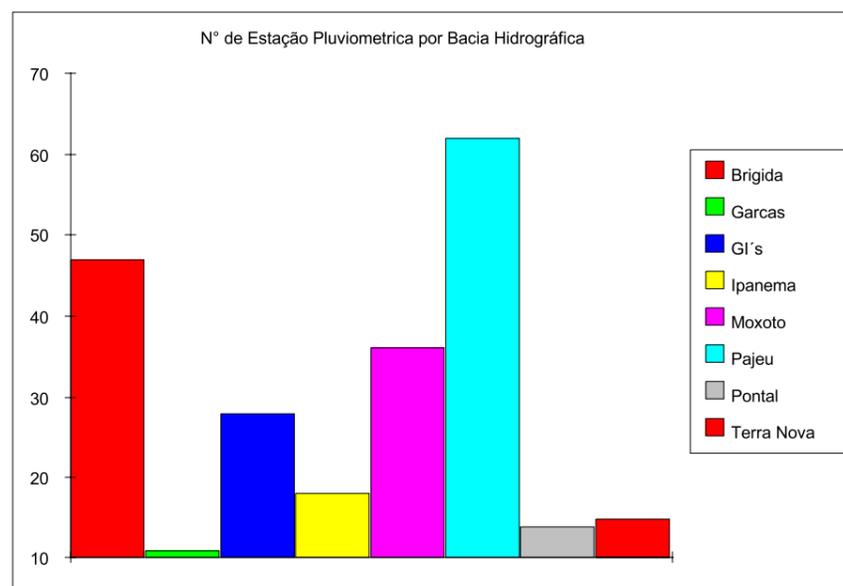
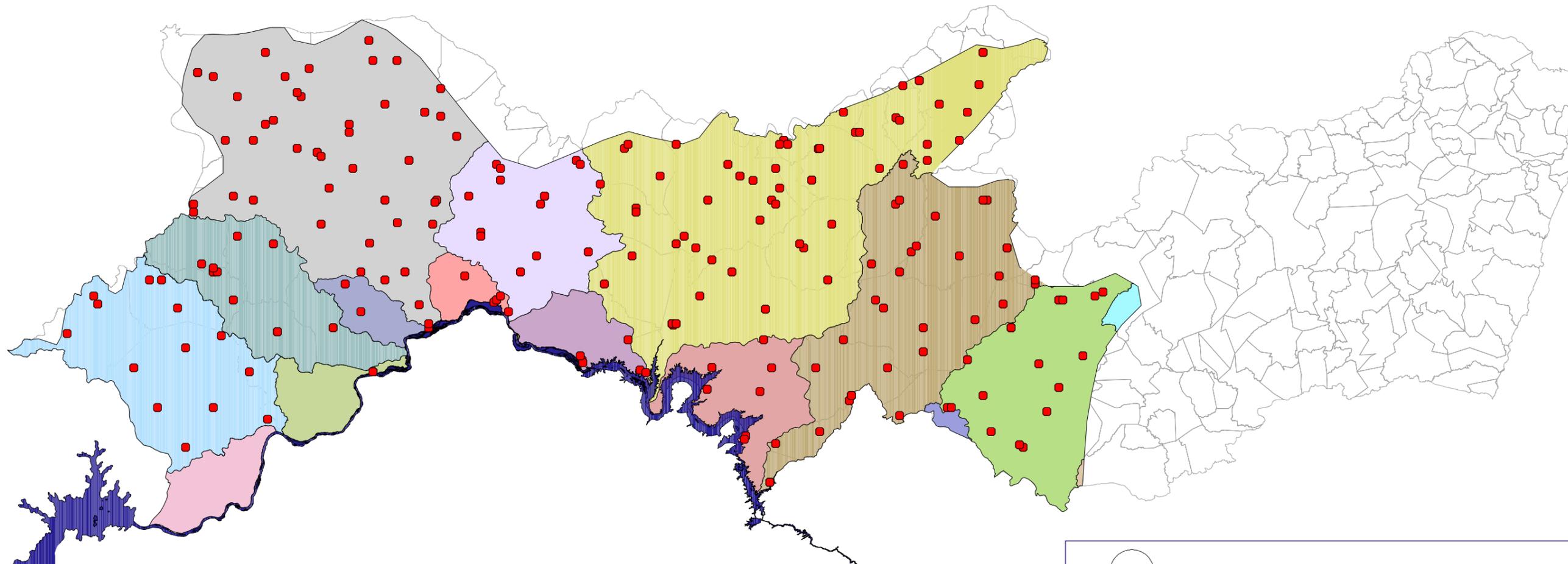
Sistema de Referência SAD 69

Fonte: Arquivo Gráfico Municipal (FIDEM - FIAM - IBGE, 1998)

Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente - SECTMA

ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DA REDE HIDROLÓGICA NACIONAL

Estações pluviométricas - Região de estudo



ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO

LEGENDA

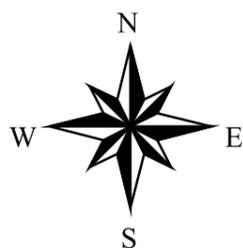
● Estações Pluviométricas

■ Rio São Francisco

Divisão Hidrográfica Estadual

BRIGIDA
GARCAS
GI1
GI2
GI3
GI4
GI5
GI6

GI7
GI8
IPANEMA
IPOJUCA
MOXOTO
PAJEU
PONTAL
TERRA_NOVA



80 0 80 Kilometers

Escala: 1: 2.000.000

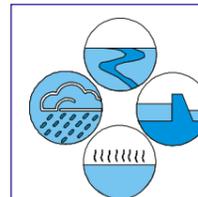
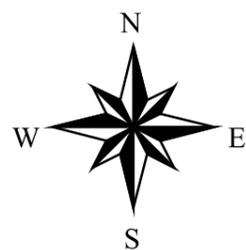
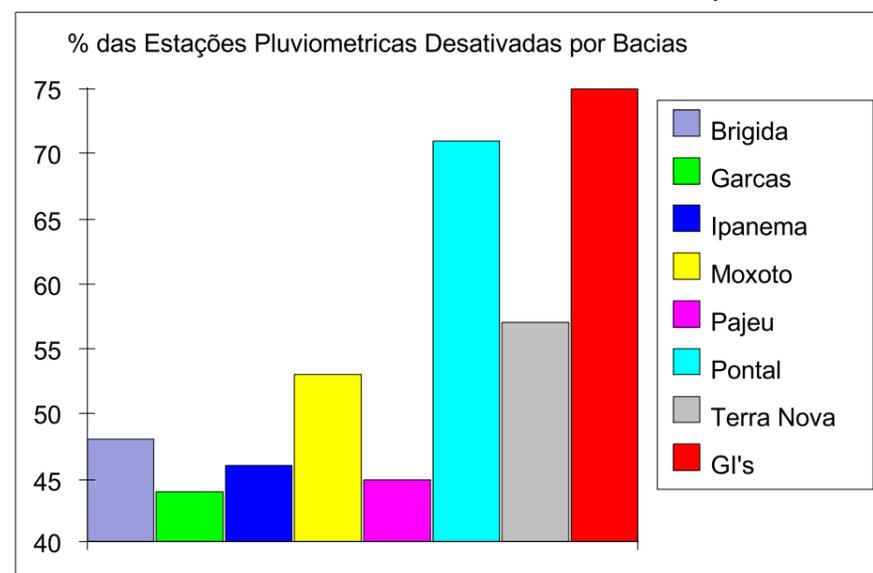
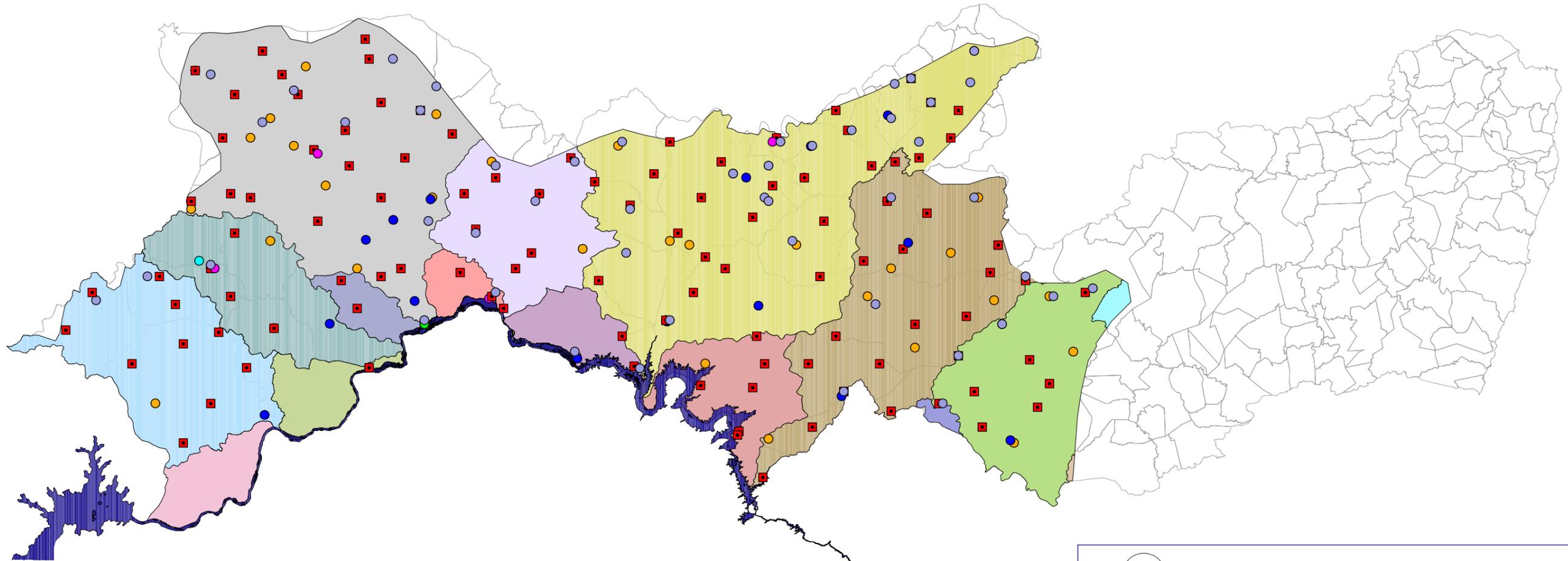
Sistema de Referência SAD 69

Fonte: Arquivo Gráfico Municipal (FIDEM - FIAM - IBGE, 1998)

Agência Nacional de Águas - ANA, 2008

ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DA REDE HIDROLÓGICA NACIONAL

Estações pluviométricas desativadas- Região de estudo



ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO

LEGENDA

Operadoras das Estações Pluviométricas

- CODEVASF
- CPRM
- DEPV
- DNOCS
- EMATER
- INMET

■ DESATIVADA

Divisão Hidrográfica Estadual

- BRIGIDA
- GARCAS
- G11
- G12
- G13
- G14
- G15
- G16
- G17
- G18
- IPANEMA
- IPOJUCA
- MOXOTO
- PAJEU
- PONTAL
- TERRA_NOVA

Escala: 1: 2.000.000

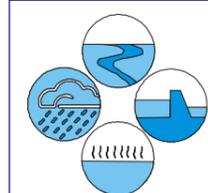
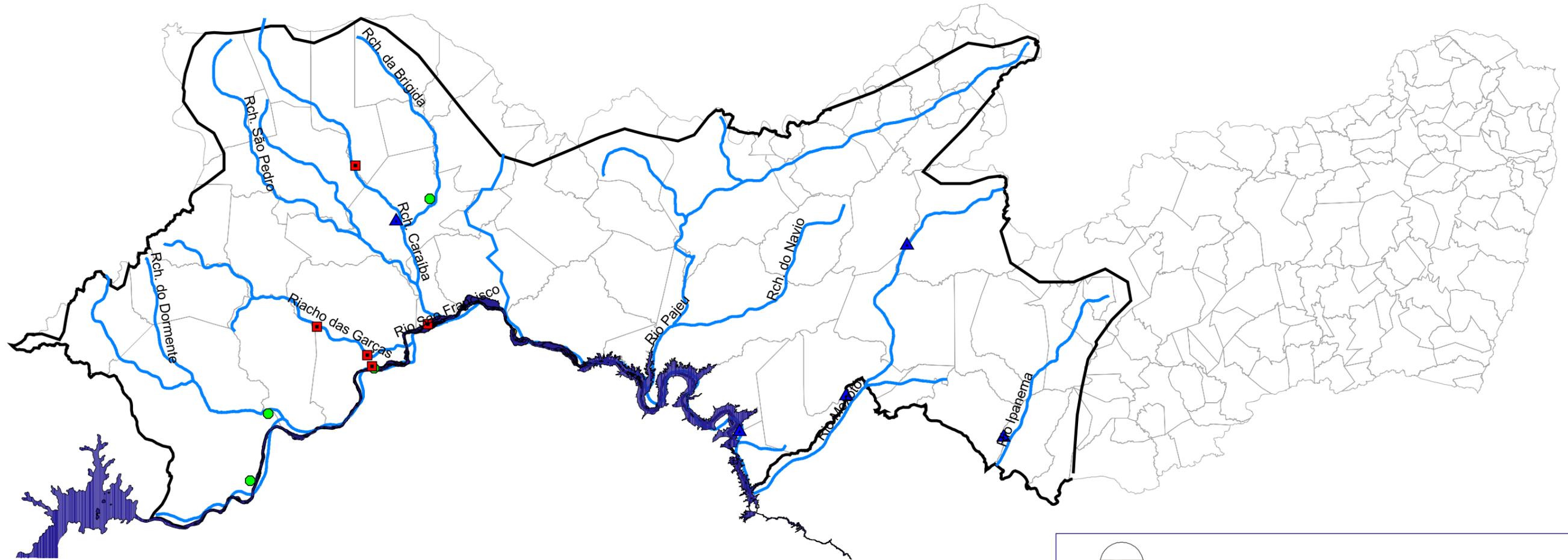
Sistema de Referência SAD 69

Fonte: Arquivo Gráfico Municipal (FIDEM - FIAM - IBGE, 1998)

Agência Nacional de Águas - ANA, 2008

ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA DA REDE HIDROLÓGICA NACIONAL

Tipo de dados hidrológicos - Região de estudo



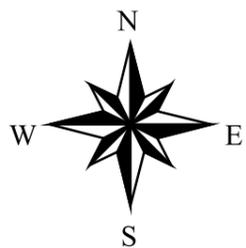
ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO

LEGENDA

Estações Fluviométricas

- Cota
- Cota e Vazão
- ▲ Vazão

- Rio São Francisco
- Principais Rios
- Região de Estudo



80 0 80 Kilometers

Escala: 1: 2.000.000

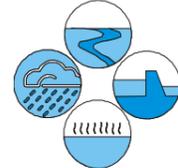
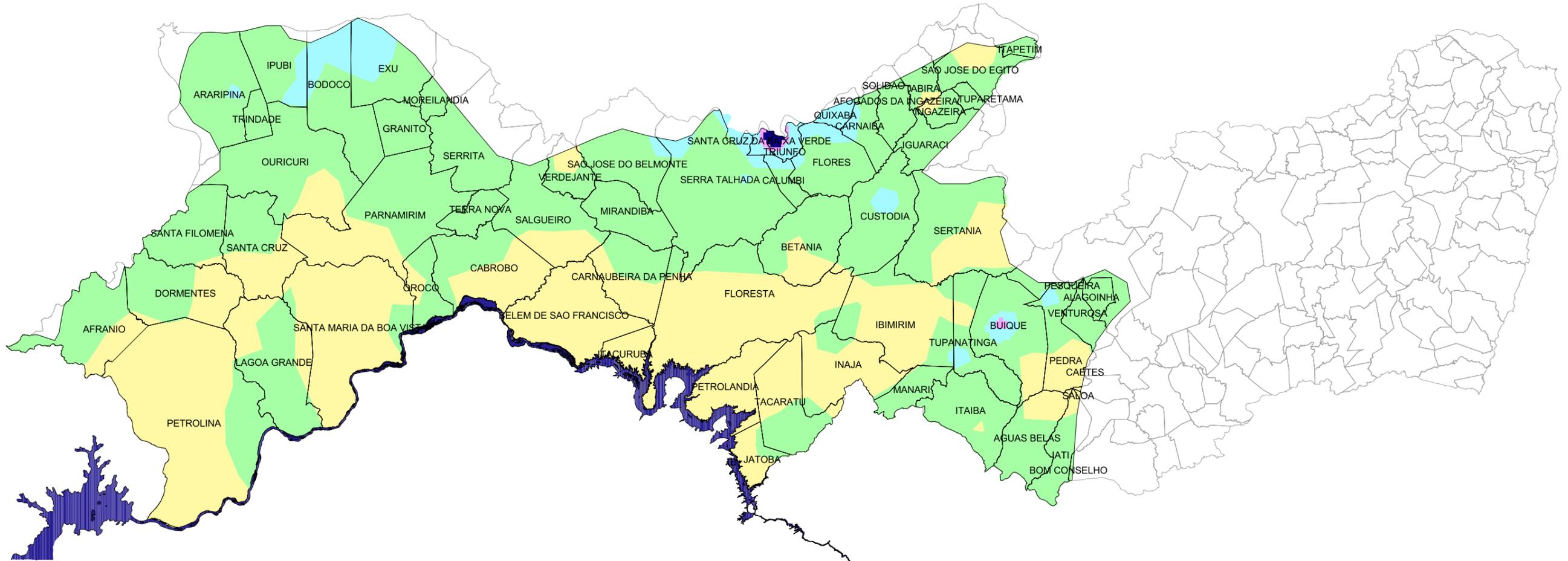
Sistema de Referência SAD 69

Fonte: Arquivo Gráfico Municipal (FIDEM - FIAM - IBGE, 1998)

Agência Nacional de Águas - ANA, 2008

PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MÉDIA ANUAL

Pluviometria média anual - Região de estudo

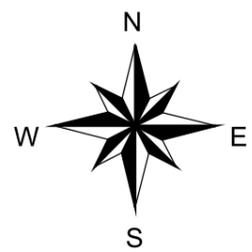


ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO

LEGENDA

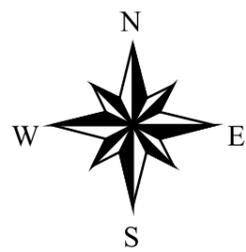
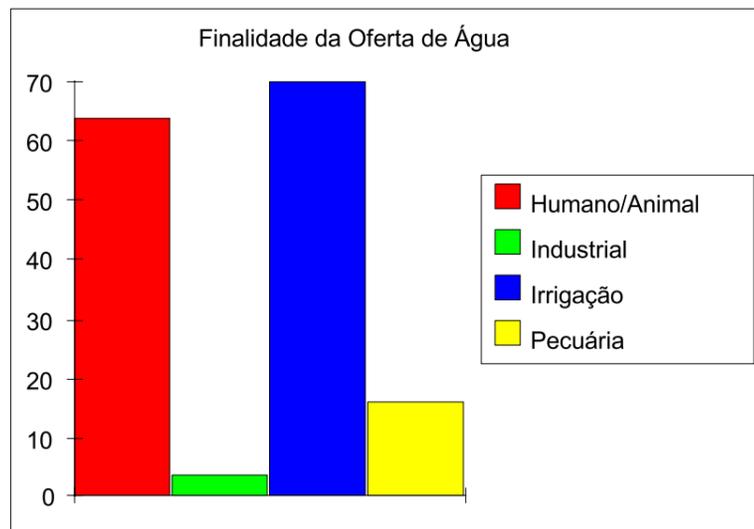
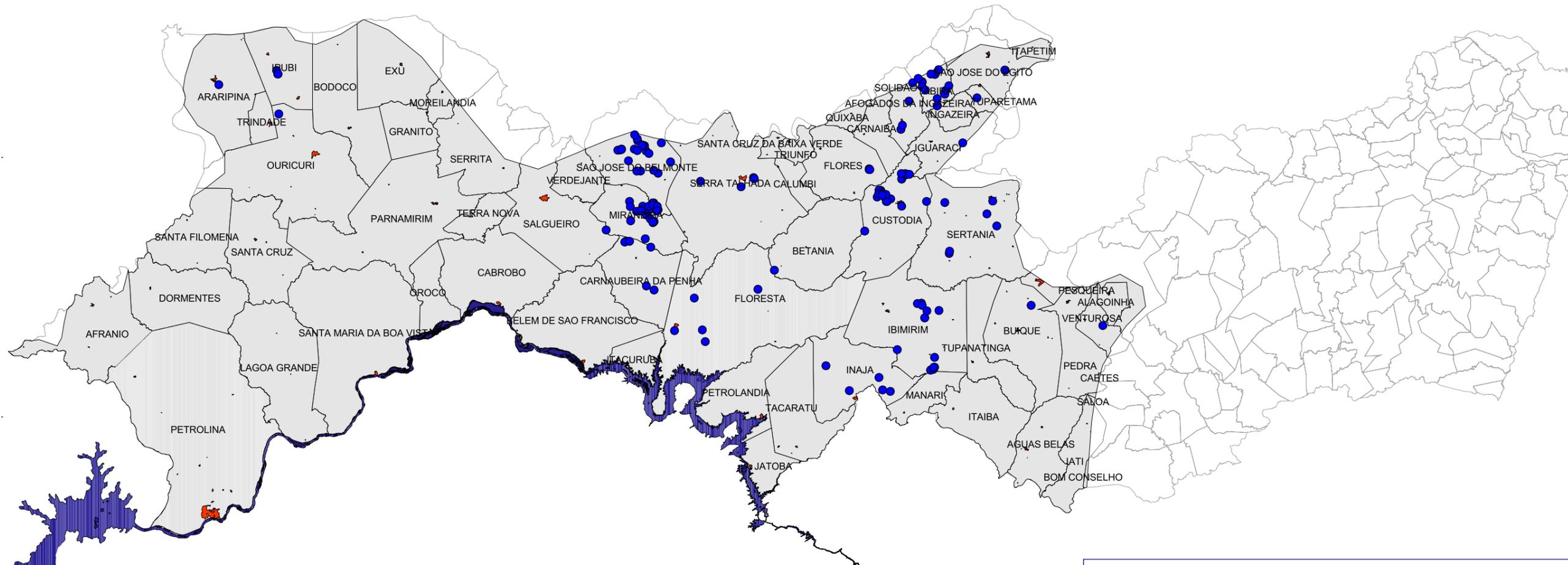
- Rio São Francisco
- Pluviometria Média Anual (mm)**
 - 300 - 500
 - 500 - 700
 - 700 - 900
 - 900 - 1000
 - 1000 - 1200

Escala: 1: 2.000.000
Sistema de Referência SAD 69
Fonte: Arquivo Gráfico Municipal (FIDEM - FIAM - IBGE, 1998)
Agência Nacional de Águas - ANA



POÇOS OUTORGADOS

Finalidade de Abastecimento- Região de estudo



ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO

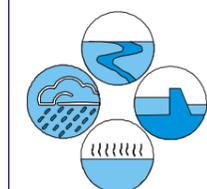
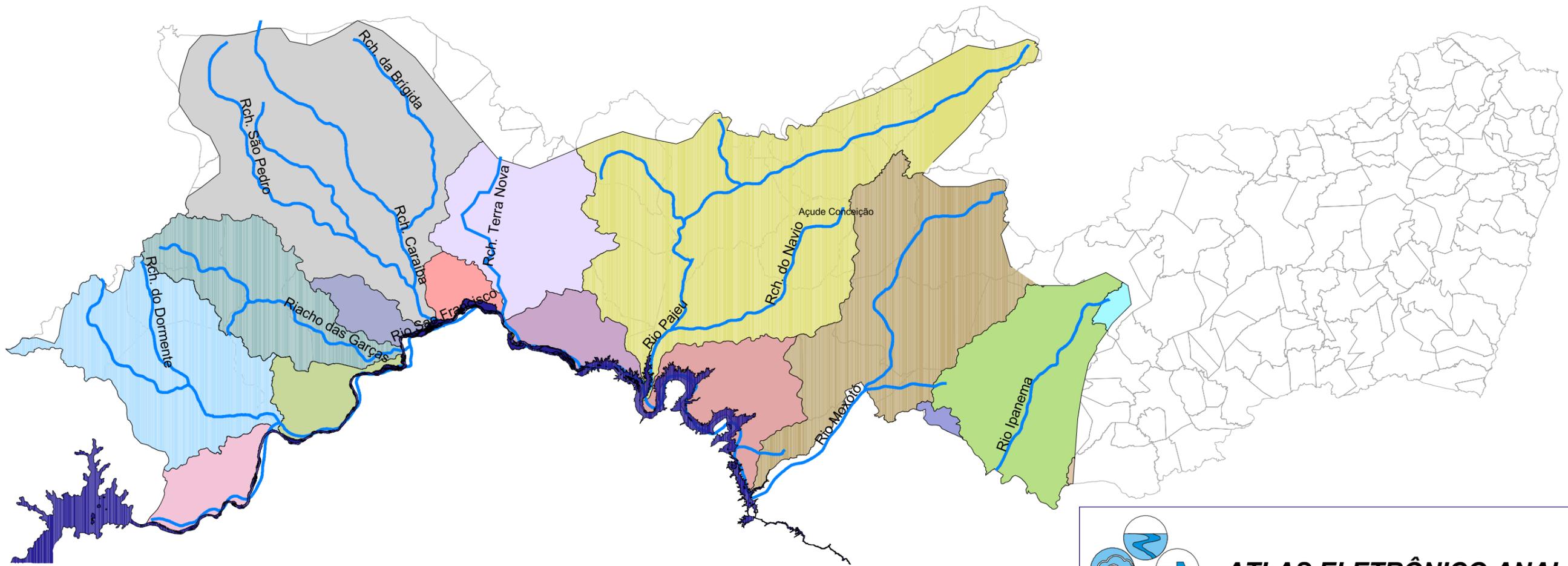
LEGENDA

- Rio São Francisco
- Núcleos Urbanos
- Poços Outorgados

Escala: 1: 2.000.000
Sistema de Referência SAD 69
Fonte: Arquivo Gráfico Municipal (FIDEM - FIAM - IBGE, 1998)
Serviço Geológico do Brasil -CPRM

PRINCIPAIS RIOS

Rios - Região de estudo



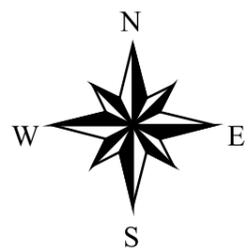
ATLAS ELETRÔNICO ANALÍTICO

LEGENDA

- Rio São Francisco
- Núcleos Urbanos
- Principais Rios

Bacia Hidrográficas

- | | |
|---------|------------|
| BRIGIDA | G17 |
| GARCAS | G18 |
| G1 | IPANEMA |
| G2 | IPOJUCA |
| G3 | MOXOTO |
| G4 | PAJEU |
| G5 | PONTAL |
| G6 | TERRA_NOVA |



Escala: 1: 2.000.000
Sistema de Referência SAD 69
Fonte: Arquivo Gráfico Municipal (FIDEM - FIAM - IBGE, 1998)
Agência Nacional de Águas - ANA