

Banco de Dados Geográficos para Apoio às Atividades do Projeto Águas de Areias em Áreas de Aluvião, no Alto Capibaribe, Agreste Pernambucano

GeoDatabase to Support Águas de Areias Project Activities in alluvial areas in Upper Capibaribe, Agreste Pernambucano

Jamille Gonçalves^{*1}, Ivanise Oliveira¹, Ioná Beltrão Rameh Barbosa¹, Aida Ferreira¹, Simone Rosa², Ricardo Braga²

[*jamillegaraujo@gmail.com](mailto:jamillegaraujo@gmail.com)

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE

² Universidade de Pernambuco- UPE

RESUMO

A bacia hidrográfica do Capibaribe apresenta a menor disponibilidade hídrica *per capita* do país. Devido às longas estiagens e a consequente existência de rios intermitentes, é comum a captação das águas de aluvião, que consiste em um tipo de armazenamento natural que pode garantir o abastecimento da população rural. Para tal, recorrer ao uso de cacimbões escavados nas aluviões é uma opção bastante viável. Contudo, a exploração desordenada de areia nas aluviões do rio Capibaribe representa um fator prejudicial à conservação da água freática existente. Esse trabalho objetiva relatar as etapas seguidas e os resultados alcançados com o desenvolvimento de um Banco de Dados Geográficos (BDG) para dar suporte às ações do projeto Águas de Areias, desenvolvido pela Associação Águas do Nordeste (ANE) nos municípios de Poção, Brejo da Madre de Deus, Jataúba e Santa Cruz do Capibaribe, em Pernambuco. A partir do BDG para o projeto Águas de Areias foi possível obter a base cartográfica que retrata aspectos da área de estudo, em especial sua hidrografia e a localização dos poços, possibilitando a análise e extração de novas informações que enriquecerão o banco de dados do projeto que será futuramente disponibilizado à sociedade.

Palavras-chaves: Dados Espaciais; Georreferenciamento; Recurso Hídricos; Sustentabilidade Hídrica.

ABSTRACT

The water catchment area of the Capibaribe presents the lowest water availability per capita in the country. Due to the long drought and the consequent existence of intermittent rivers, it is common to capture the waters of alluvium, which consists of a kind of natural storage that can guarantee the supply of the rural population. To this end, resorting to the use of artesian wells excavated in the alluvial soil is a very viable option. However, disorderly exploitation of alluvial sand in the Capibaribe River represents a factor detrimental to the conservation of the existing ground water. This work aims to report on the steps taken and the results achieved with the Development of a Geographic Database (BDG) to support the actions of the project Águas de Areias that was developed by the Associação Águas do Nordeste (ANE) in the municipalities of Porção, Brejo da Madre de Deus, Jatobá and Santa Cruz do Capibaribe located in Pernambuco. From the geographic database of the project Águas de Areias was possible to obtain the cartographic base which depicts the study area with its hydrography, highways, counties, among others, supporting the activities of the project and the possibility of extraction and analysis of new information that will enrich the database of the project that will be available in the future.

Keywords: Spatial Data; Georeferencing; Water Resources; Hydropower Sustainability.

1. Introdução

Segundo a Agência Nacional de Águas (2002), a bacia hidrográfica do Capibaribe, apresenta a menor disponibilidade hídrica *per capita* do país. Colaboram para essa situação o fato de 90% do território pernambucano está situado no semiárido, onde há irregularidade temporal e espacial das precipitações, altas taxas de evaporação e onde a natureza geológica é predominantemente cristalina. Aliado a essas características, ressalta-se a crescente demanda por água conferindo ao semiárido um balanço hídrico negativo.

Tendo em vista a importância dos recursos hídricos para o desenvolvimento de todos os setores da economia e a crítica problemática da escassez de água no semiárido, soluções alternativas têm sido requeridas com o intuito de promover a acessibilidade a esses recursos para fins de abastecimento humano, animal e agrícola. Contudo, essas soluções ainda são diminutas frente à problemática da insuficiência de água, fazendo com que a população seja acometida com as secas, particularmente em meio rural (Cirilo; Montenegro; Campos, 2010).

A bacia hidrográfica do Capibaribe compreende áreas do Litoral, Zona da Mata e Agreste de Pernambuco. Para efeito de planejamento hídrico, essa bacia foi dividida em três macrozonas: Alto, Médio e Baixo Capibaribe. Na macrozona Alto Capibaribe, localizada no Agreste, devido às longas estiagens e a existência de rios intermitentes, a aquisição hídrica se dá através da retirada das águas de aluviões, que consistem em um tipo de armazenamento natural que podem garantir abastecimento da população rural. Para tal, recorrer ao uso de cacimbões é uma opção bastante comum e viável (Braga *et al.*, 2015). Contudo, simultaneamente ao uso dessas aluviões como manancial hídrico estratégico tem ocorrido, cada vez mais, a demanda por areia para a construção civil, o que gera uma concorrência desleal ao uso das aluviões como fonte alternativa de água em tempos de estiagem.

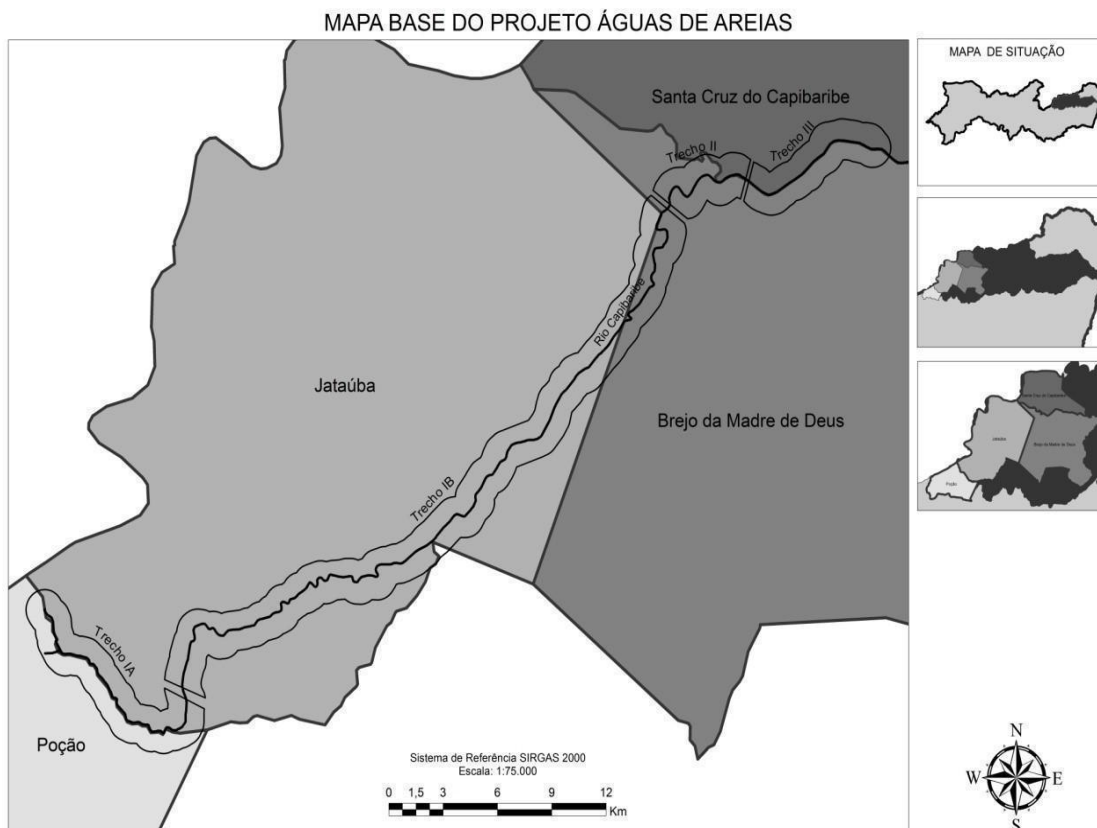
O projeto Águas de Areias, financiado pela Petrobras Socioambiental, tem como objetivo contribuir para a recuperação ambiental e a gestão dos mananciais de águas de aluvião no Alto Rio Capibaribe, visando a sustentabilidade hídrica das populações rurais situadas nessa região do semiárido pernambucano. Esse projeto se reveste de imenso potencial de gerar dados e informações, os quais estão relacionadas ao: cadastro de usuários da água, cadastro de instituições, informações sobre resultados das investigações referentes ao funcionamento dos sistemas hidroambientais, tecnologias e estratégias de governança local da água.

O presente artigo visa descrever as etapas seguidas e a metodologia utilizada, assim como os resultados alcançados no desenvolvimento de um Banco de Dados Geográficos (BDG) para auxiliar as ações do projeto Águas de Areias, desenvolvido pela Associação Águas do Nordeste (ANE) nos municípios de Poção, Brejo da Madre de Deus, Jataúba e Santa Cruz do Capibaribe, no Alto Capibaribe, Agreste pernambucano.

2. Materiais e métodos

2.1. Área de Estudo

A abrangência do Projeto compreende um trecho que se estende aproximadamente por 79 quilômetros ao longo do rio Capibaribe, dividido em três segmentos: I - da nascente ao início do reservatório da barragem de Poço Fundo (60 Km); II – eixo do reservatório até a barragem (08 Km), incluindo o rio Capibaribe na bacia hidráulica do reservatório de Poço Fundo; III – da barragem até a confluência do riacho Arapuá (11 Km). A partir do eixo do rio Capibaribe, a área de atuação direta do Projeto expande-se cerca de um quilômetro para cada lado, passando pelos municípios de Poção, Brejo da Madre de Deus, Jataúba e Santa Cruz do Capibaribe, conforme mostra a Figura 1 (Braga *et al.*, 2016).

Figura 1. Mapa Base do Projeto Águas de Areias.

Fonte: LabGeo/IFPE

No Alto Capibaribe, a evapotranspiração potencial varia de 1700 a 1850 mm, fator que somado às temperaturas elevadas, características do semiárido, dão ensejo a precipitações médias anuais baixas (SRH, 2010). Outra peculiaridade dessa região é a intermitência dos rios. O rio Capibaribe é intermitente, ou seja, seca completamente em determinadas épocas do ano. Esse tipo de curso de água acumula areia de sedimentação ao longo de muitos anos, devido ao arraste gerado pelas enxurradas nos períodos de chuva intensa em poucos meses do ano que acometem essa região. Esse sedimento, chamado de aluvião, serve de reservatório de água no subsolo nos períodos de elevadas precipitações, permanecendo após as enchentes, durante toda a estiagem. Sendo assim, os poços escavados surgem como alternativa viável de exploração dessa água retida no leito de areia, sendo este tipo de manancial umas das principais fontes de obtenção hídrica para suprir o abastecimento rural da região.

Além das condições climáticas adversas, no Alto Capibaribe a exploração desordenada de areia nas aluviões do rio Capibaribe para uso na construção civil vem comprometendo a conservação da água freática existente. É importante observar também que, desde 2010, essa região sofre as consequências da seca severa que atinge uma

população que vive em busca da água da superfície que se “escondeu” nas aluviões, no leito seco do rio.

2.2. Banco de Dados Geográficos

Como citado anteriormente, o projeto Águas de Areias se reveste de imenso potencial de geração de dados e informações à sociedade de um modo geral. Entretanto, para organização da maioria dos dados e informações geradas é de extrema importância a estruturação de um Banco de Dados Geográficos (BDG), no qual todos os dados estarão georreferenciados, sendo manipulados através de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). O SIG pode ser definido como uma ferramenta do Geoprocessamento que permite o armazenamento, a manipulação e o compartilhamento de dados de um determinado local tendo como base a escala ou o nível de detalhamento geográfico. O SIG está atrelado a um Banco de Dados Geográficos, cujo conteúdo reúne um conjunto de informações que possibilitam consultas, modelagem e análises para tomada de decisão (Longley *et al.*, 2013).

A parceria firmada entre a ANE e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), através de um projeto de pesquisa intitulado “Sistema de Informações Geográficas em ambiente WEB (SIG-Web) para compartilhamento de dados do Projeto Águas de Areias”, desenvolvido no Laboratório de Geotecnologias e Meio Ambiente do *Campus* Recife, tem proporcionado a estruturação do Banco de Dados Geográficos para o projeto Águas de Areias. O Laboratório conta com a licença do ArcGis 10.3, plataforma robusta e bem estruturada de ferramentas computacionais desenvolvidas pela empresa americana Esri (*Environmental Systems Research Institute*) para criar e gerenciar dados geográficos.

Diante da necessidade de armazenar em uma única base de dados todos os dados da área de estudo provenientes de trabalhos de campo, de pesquisas na literatura, material adquirido (tais como imagens de satélite) dentre outras fontes, foi projetado e desenvolvido um banco de dados geográficos. Os dados selecionados foram organizados em classes de feições, que são coleções de feições que compartilham o mesmo tipo de geometria (ponto, linha ou polígono) e agrupadas por conjuntos de dados de feições que apresentam alguma relação entre si. Todas as classes de feição de um determinado conjunto de dados de feições devem compartilhar a mesma referência espacial, ou seja, elas devem estar no mesmo sistema de referência e de coordenadas e suas feições devem estar dentro de uma área geográfica comum. Desta forma, os dados geográficos do BDG do projeto Águas de Areias foram obtidos adotando-se o Sistema de Referência Geodésico para as Américas (SIRGAS), no sistema de coordenadas geográfica.

2.3. Coleta e Manipulação de Dados

O Sistema de Informações Geográficas é dotado de dados geográficos diversificados, que podem ser capturados de maneira direta ou advindos de outras fontes. Por meio da entrada direta, são obtidos dados denominados primários, que são coletados de forma específica para o uso no SIG. Os dados capturados de outras fontes, os quais já foram utilizados em estudos anteriores, são chamados de secundários (Longley *et al.*, 2013).

Em virtude da necessidade de um sistema capaz de reunir todos os dados que possuem a dimensão espacial, a estruturação do banco de dados para o Projeto Águas de Areias foi iniciada através de pesquisa e seleção de arquivos digitais, a maior parte deles em formato *shapfile* e outros advindos do AutoCAD referentes à área de abrangência do projeto. O *shapfile* é um formato popular de arquivo contendo dados geoespaciais em forma de vetor usado por Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Foi desenvolvido e regulamentado pela Esri com uma especificação aberta para interoperabilidade de dados (comunicação) entre os softwares da Esri e de outros fornecedores. O AutoCAD é uma ferramenta utilizada para o desenho de diversos produtos em inúmeras áreas, como a indústria automobilística, engenharia, construção civil, arquitetura, informática etc.

Após selecionados, esses arquivos foram organizados e posteriormente importados para o GDB criado para o Projeto Águas de Areias. Os arquivos utilizados foram obtidos do Plano Hidroambiental do Capibaribe (PHA), cedidos pela Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC), do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH).

Também foi necessária a utilização de arquivos digitais obtidos por rastreamento *Global Positioning System* (GPS), efetuados nos municípios de Brejo da Madre de Deus e Santa Cruz do Capibaribe para localização de povoados, localidades, sítios, além de rotas, caminhos, estradas que interligam estas comunidades e que não estavam contemplados nos arquivos do PHA. As informações específicas para o projeto Águas de Areias foram obtidas por membros da ANE, esporadicamente acompanhados de um guia turístico da região, com utilização de uma motocicleta para transporte durante a etapa de levantamento de dados. Os aparelhos de GPS utilizados nos levantamentos foram o Magellan Explorist e, em sua maioria, o Garmin Etrex. Mediante a obtenção dos dados do levantamento em formato *dxf* ou *dwg*, extensões do AutoCAD. Foi realizada a conversão e o tratamento desses dados na plataforma do ArcGis 10.3, os quais posteriormente também foram inseridos no BDG.

A etapa de coleta de dados também contemplou o cadastro de usuários de recursos hídricos. Esse tipo de cadastro é uma ferramenta de suporte essencial à gestão de recursos

hídricos e implantação de instrumentos previstos na legislação. O objetivo específico do cadastro de usuários no Alto Capibaribe foi identificar os tipos de mananciais hídricos mais relevantes para a região e respectivos usos da água, visando contribuir para a melhoria no atendimento das demandas hídricas da região futuramente.

Após obtidos os dados referentes ao levantamento em campo (aplicação de questionários) do cadastro de usuários, procedeu-se a organização das informações em planilhas eletrônicas, mediante análise detalhada dos arquivos. Esses estão relacionados aos tipos de manancial, número de usuários residentes, finalidades de uso da água, demandas hídricas, fontes de captação. Posteriormente a esta etapa, foi feita a conversão das informações tabulares em informações espaciais, ou seja, geração de arquivos *shapefiles* e inserção no BDG.

Além de dados quantitativos da área de estudo, procedeu-se uma avaliação da qualidade da água retirada de poços. Por ser um dos meios mais viáveis de captação de água, há um uso intenso das águas captadas nas areias de aluvião por meio dos cacimbões e cacimbas e, dessa forma, observou-se a necessidade de estudos para caracterização da água desses mananciais. Para efeito de avaliação da qualidade da água captada dos cacimbões/cacimbas, dentro da área de atuação do Projeto, foram realizadas coletas de amostras de água e análises de alguns parâmetros de ordem física, química e bacteriológica em laboratório. Esses dados foram organizados e também fazem parte do BDG.

Essa etapa é necessária devido a necessidade de elaboração de estudos para caracterização da qualidade da água e avaliação de sua utilização, os quais tiveram início em setembro de 2013 e se estenderam até agosto de 2015, cobrindo o período mais crítico da estiagem, que ainda persistia nesse ano. Para caracterização da qualidade das águas foram selecionados pontos de monitoramento, conforme a Figura 2, e analisados parâmetros de ordem física: Temperatura, Turbidez, Cor Aparente, Cor Verdadeira, Condutividade Elétrica e Sólidos Dissolvidos Totais; Química: Oxigênio Dissolvido, Alcalinidade Total, Salinidade, Potencial Hidrogeniônico (pH); Ferro Total, Dureza Total, Nitrogênio Amoniacal, Nitrato, Nitrito, Fósforo Total, Ortofosfatos e Fosfato; e Bacteriológica: Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes (*Escherichia coli*).

Figura 2. Localização dos pontos de monitoramento da qualidade da água.

Fonte: LabGeo/IFPE

Uma das ações do Projeto consistiu na construção de cacimbas em pontos estratégicos no leito do rio com a utilização de forma em ferro para confecção do anel pré-moldado em concreto armado. Foram construídos 19 poços com auxílio da ANE e todos estão cadastrados com a localização, nome do proprietário, número de usuários, uso da água, dados construtivos etc., os quais também estão armazenados no BDG.

Para complementação do BDG, buscou-se informações socioambientais em órgãos federais e estaduais. Foram inseridos dados obtidos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Dados Abertos (Governo de Pernambuco), Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM) e Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas e posteriormente inseridos no BDG do projeto, através de uma rotina computacional que permite a ligação dos dados de camada ou tabela independente baseado em um atributo comum, posição espacial ou classe de relacionamento existente.

Ressalta-se ainda que imagens de satélite de alta resolução espacial foram adquiridas gratuitamente através do *Google Earth* e também compõem o BDG do Projeto.

O *Google Earth* foi utilizado especificamente para a obtenção das imagens e no ArcGIS foi gerado um mosaico (junção de imagens) da área. Essas imagens foram capturadas pelo Satélite CNES/ASTRIUM, no ano de 2014.

2.4. Apresentação dos Dados

Os dados coletados e armazenados no BDG e manipulados no SIG podem ser consultados e analisados sob a forma de mapas temáticos, tabelas e relatórios, úteis como fonte de dados para caracterização da área de estudo, bem como suporte à decisão de gestores públicos.

Os mapas temáticos foram gerados para fins de relatórios técnicos e livros, além disso, também para visualização de áreas de exploração de areias na área de atuação do Projeto e posterior denúncia junto ao Ministério Público de Pernambuco.

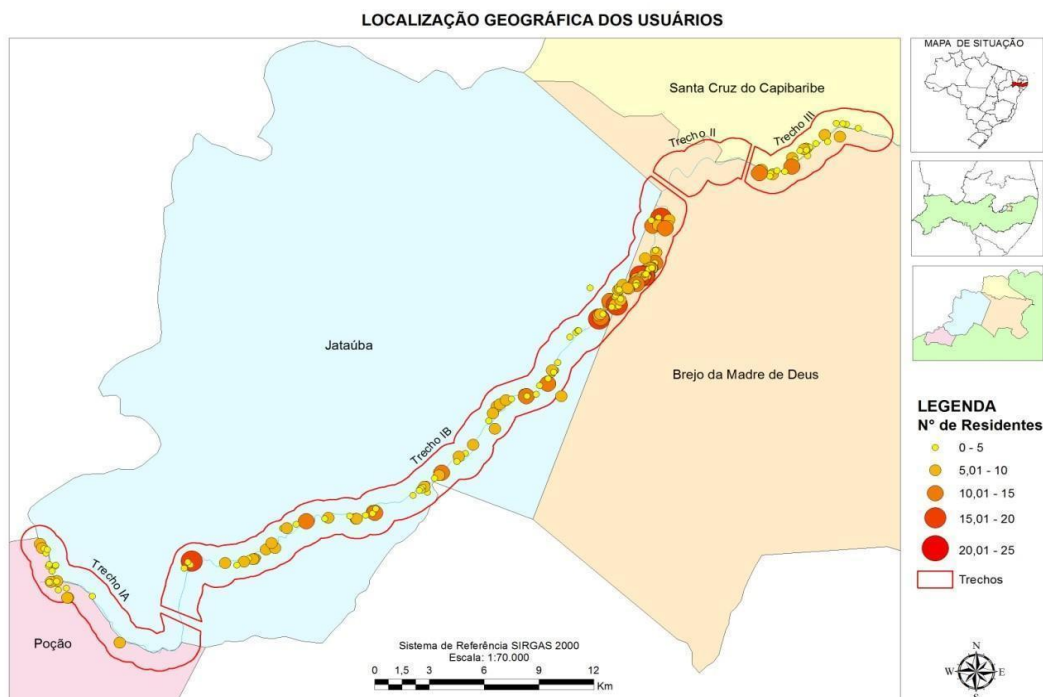
3. Resultados

3.1. Criação do BDG

A partir do BDG estruturado para o projeto Águas de Areias foi possível obter a base cartográfica que retrata a área de estudo com sua hidrografia, rodovias e estradas, localização de poços, sedes municipais, povoados, vilas, distritos, entre outros, dando suporte às atividades elencadas no projeto e a possibilidade de análise e extração de novas informações que enriquecerão o banco de dados do projeto que será futuramente disponibilizado à sociedade.

O Banco de Dados Geográficos foi estruturado no ArcGIS, conforme mostra a Figura 3, com a intenção de armazenar de forma fácil e organizada a maior quantidade possível de dados socioambientais, bem como das atividades/ pesquisas desenvolvidas no Projeto Águas de Areias.

Figura 3. Representação do Banco de Dados Geográficos estruturado.



Fonte: LabGeo/IFPE

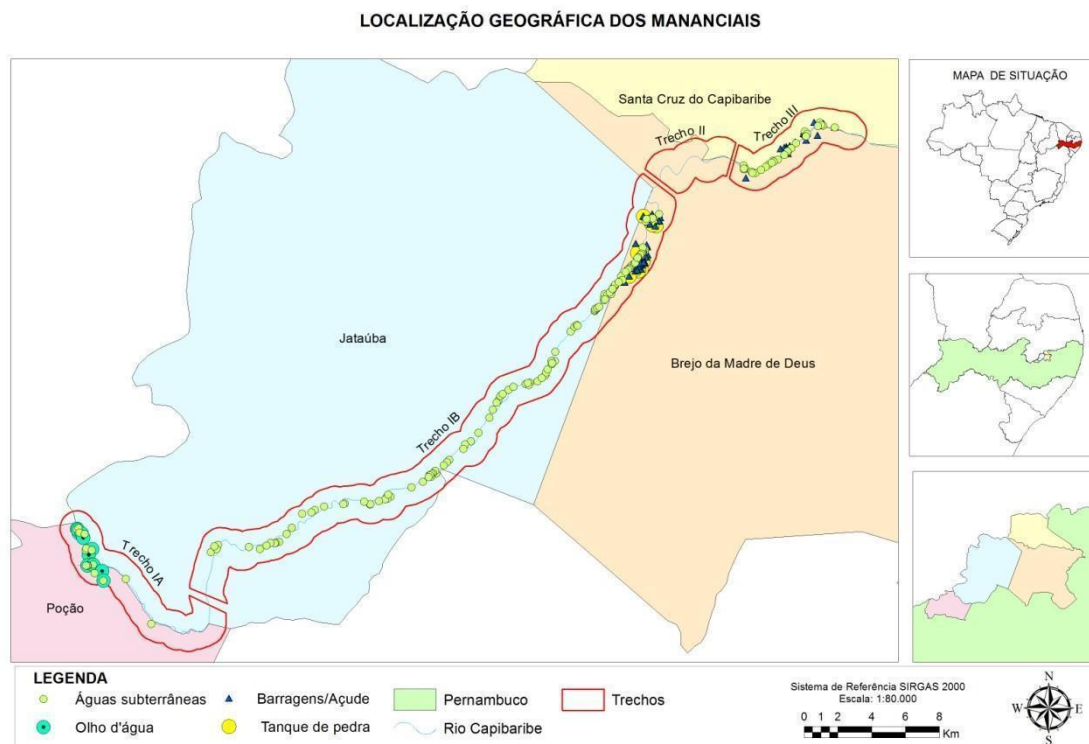
Com os dados gráficos (*shapefiles*) e tabulares (tabelas de atributos) dentro do SIG foi possível a manipulação e atualização por meio do uso de ferramentas de edição. Além disso, as tabelas possibilitaram a realização de consultas e análises espaciais, facilitando a identificação imediata dos objetos pesquisados e a obtenção de novas informações.

3.2. Mapas Temáticos da Área de Estudo

Para efeito de visualização de aspectos relacionados à área de abrangência do Projeto Águas de Areias foram elaborados mapas temáticos. O primeiro deles contemplou a espacialização do cadastro de usuários. Na área de estudo foram realizados 251 cadastros, correspondendo ao total de 1353 usuários. A área de abrangência do projeto foi dividida em quatro trechos, conforme descrito anteriormente. No trecho II não foram realizados cadastros, pois trata-se do trecho correspondente à bacia hidráulica reservatório Poço Fundo. Cada cadastro abrange vários usuários e respectivos mananciais de captação de água.

A Figura 4 apresenta a distribuição geográfica dos cadastros realizados, indicando a quantidade de usuários por cadastro, de acordo com a legenda do mapa.

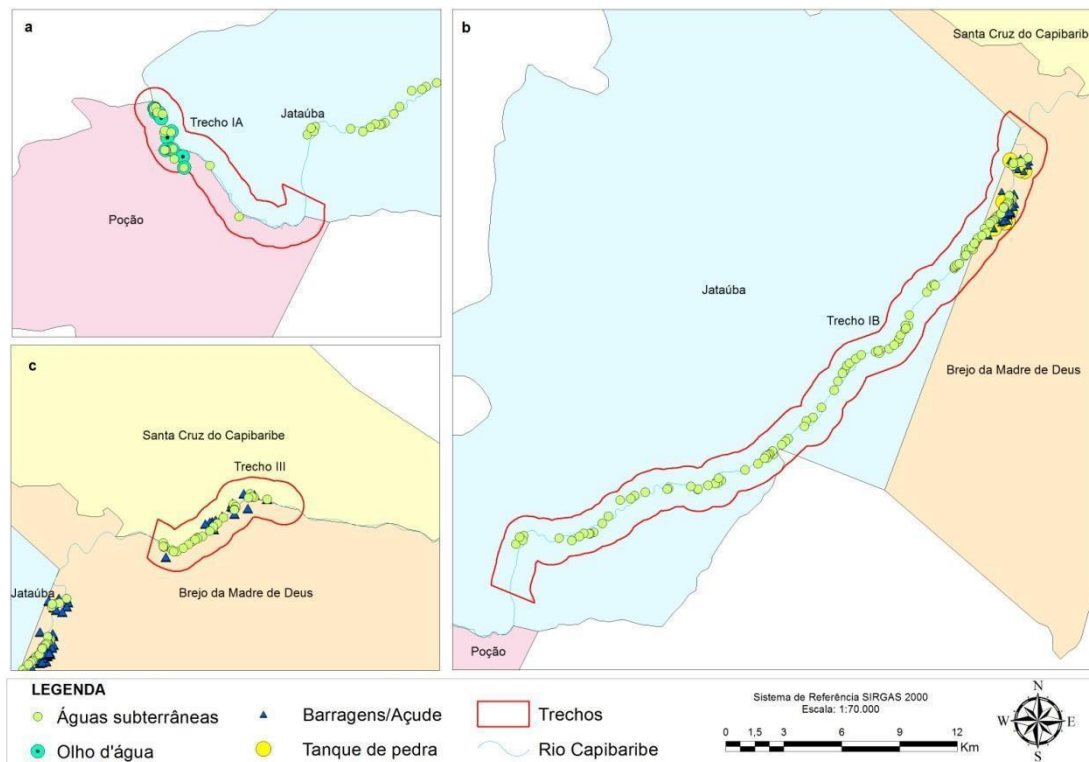
Figura 4. Distribuição geográfica dos cadastros realizados.



Fonte: LabGeo/IFPE

Ao longo do leito do rio, em toda a extensão do Projeto, há prevalência da exploração das águas subterrâneas com escavação de poços, seja do tipo amazonas (na região também chamados de cacimbões) ou só escavado (na região também chamados de cacimbas), os quais não apresentam paredes laterais.

A Figura 5 apresenta a localização dos mananciais identificados como fonte de abastecimento de água na área de atuação do Projeto Águas de Areias. Esses mananciais foram cadastrados e caracterizados quanto à população atendida (número de usuários) e ao uso que fazem da água.

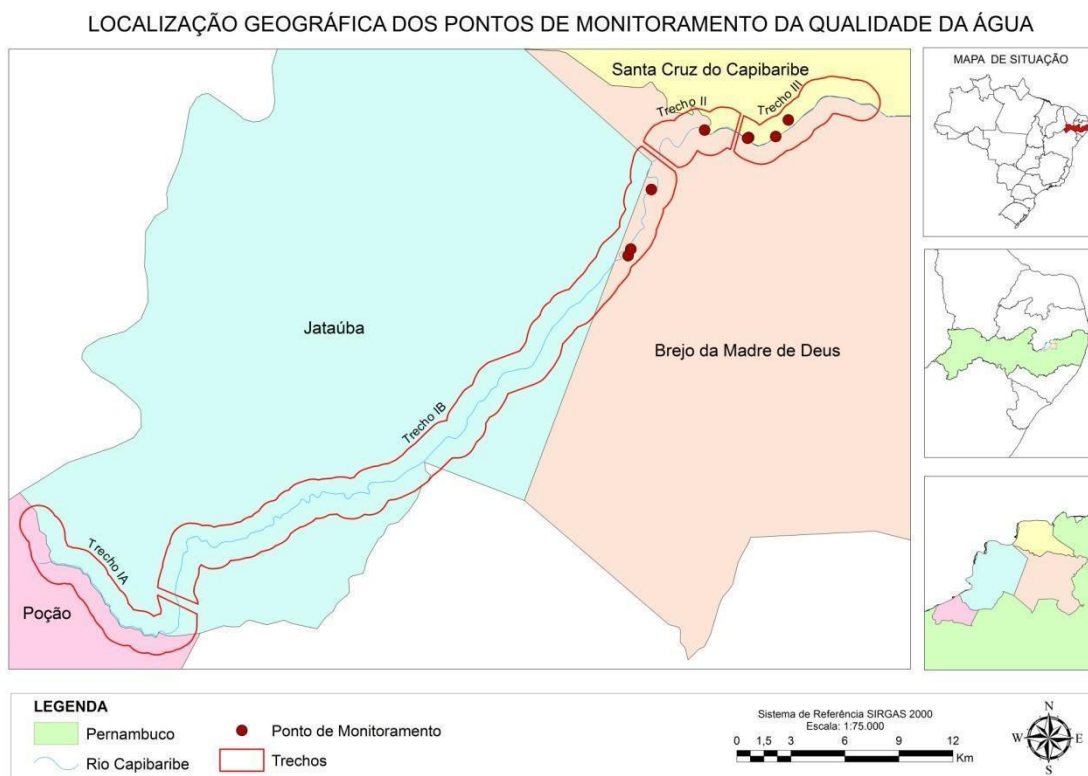
Figura 5. Localização dos mananciais cadastrados.

Fonte: LabGeo/IFPE

A Figura 6 apresenta o detalhamento dos mananciais em cada trecho do Projeto. O trecho IA caracteriza-se por apresentar maior disponibilidade hídrica em relação a todos os demais trechos, apresentando os chamados “Olhos d’Água” que são fontes de águas subterrâneas, muitas vezes também chamados de cacimbas, pois apenas afloram na superfície após a retirada da areia que os cobre. Vale ressaltar que, nesse trecho, esse tipo de manancial é predominante.

O trecho IB apresenta maior escassez hídrica do que o trecho IA e caracteriza-se por ser uma área de economia rural. Devido a esse fato e também por ser o trecho mais longo além de concentrar maior número de propriedades rurais (sítios), há uma maior diversidade de obras para captação de água (açudes, poços e tanques de pedra). Importante ressaltar que os tanques de pedra só aparecem nesse trecho.

O trecho II, como já comentado, corresponde a área da bacia hidráulica do reservatório Poço Fundo e, por ocasião da estiagem prolongada, não apresenta usuários de água. O trecho III apresenta um número razoável de mananciais, porém em quantidade reduzida em função de menor número de propriedades/ usuários de água. Há a prevalência de poços, e em segundo lugar, os açudes/ barreiros.

Figura 6. Mananciais por trecho.

Fonte: LabGeo/IFPE

Vale ressaltar o suporte que os mapas temáticos produzidos para o Projeto Águas de Areias têm oferecido às ações desenvolvidas pela ANE. Nesse sentido, destaca-se a atuação dessa entidade no apoio a formulação de denúncias de extração de areia do leito do Rio Capibaribe encaminhadas aos órgãos responsáveis por moradores da região. No mês de março de 2015, membros do Projeto auxiliaram um morador, que presenciou a extração ilegal de areia no rio Capibaribe por uma empresa privada, a elaborar requerimento junto ao Ministério Público de Brejo da Madre de Deus e Jataúba, obtendo registros fotográficos e as respectivas coordenadas com uso de GPS do ponto de extração irregular da areia. Ao Laboratório de Geotecnologias e Meio Ambiente do IFPE coube a produção do Mapa Base do Projeto Águas de Areias. Esse mapa indicava todas as áreas autorizadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) para a extração de areia no trecho do rio Capibaribe. Através do mapa temático com as coordenadas dos pontos de extração de areia, foi possível observar claramente a irregularidade da ação.

4. Conclusões

O processo realizado para a estruturação do BDG que envolveu etapas de coleta, manipulação e tratamento de dados geográficos, sejam na forma gráfica ou em forma

tabular (tabelas), foi minucioso e demandou bastante tempo. Entretanto, para que o banco se tornasse robusto e completo, essas etapas foram de fundamental importância para retratar de forma clara as características físicas, ambientais e sociais da região em estudo.

O SIG mostrou-se uma ferramenta computacional capaz de reunir um grande volume de dados que compreende a dimensão espacial, permitindo o armazenamento, manipulação, análise e representação da informação geográfica com intuito de entender os fatos e fenômenos que ocorrem no mundo real. A estrutura de relacionamentos espaciais (vizinhança, proximidade, pertinência) que podem se estabelecer entre objetos geográficos fazem com que um SIG seja um sistema diferenciado de qualquer outro sistema de informações. Desta forma, abre-se possibilidade de geração de novas informações a partir das consultas ao BDG e da sobreposição de classes de feições.

Por fim, a estruturação do BDG em ambiente de SIG propiciou a implementação de um Sistema de Informações Geográficas na Web (SIGWeb) que auxiliará na divulgação dos dados e informações produzidas pelo Projeto Águas de Areias à sociedade através da internet, contribuindo, dessa forma, na criação e implementação da rede de sustentabilidade hídrica e fortalecimento de estratégias de governança local da água, objetivos do Projeto Águas de Areias.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Petrobras Socioambiental pelo financiamento do Projeto Águas de Areias e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro concedido ao projeto SIGweb aplicado ao Projeto Águas de Areias (Chamada CNPq-SETEC/MEC N ° 17/2014).

Referências

ANA. Agência Nacional de Águas. **A Evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2002. 68 p.

BRAGA, R. A. P. *et al*. **Águas de Areias**. Recife: Editora Clã, 2016. 336 p.

BRAGA, R. A. P. *et al*. **Gestão e educação socioambiental na bacia do Capibaribe**. Recife: Editora Clã, 2015.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; CAMPOS, J. N. B.. A questão da água no semiárido brasileiro. *In*: BICUDO, C.E. de M; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B. (org.). **Águas do Brasil análises estratégicas**. 1. ed. São Paulo: Instituto de Botânica, v. 1, p. 81-91, 2010. Disponível em: <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-811.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2016.

LONGLEY, P. A. *et al*. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. Porto Alegre: Bookman, 2013. 540 p.

SRH. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe**: Tomo I - diagnóstico hidroambiental. v. 01/03. Projetos Técnicos. Recife, 2010.