

**¹APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) NA
GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

**APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) IN THE
WATER RESOURCES MANAGEMENT**

Érika Alves Tavares Marques¹.
Maristela Casé Costa Cunha².
Ivan Dornelas Falcone de Melo³.

RESUMO

Muitos reservatórios do Nordeste brasileiro têm sido afetados por florações de cianobactérias, causando sérios prejuízos à Saúde Pública. Baseada em ampla pesquisa bibliográfica, conclui-se que é necessário desenvolver ações para auxiliar o gerenciamento dos recursos hídricos, particularmente nos reservatórios de abastecimento de água, muitos dos quais encontram-se comprometidos por atividades poluidoras. A utilização de SIG possibilita realizar análises espaciais e complexas, pois permite integração de dados de diversas fontes, manipulação de grande volume de dados e recuperação rápida de informações armazenadas, tornando-se uma poderosa ferramenta para a tomada de decisões por gestores. Este trabalho teve como objetivo principal disponibilizar um banco de dados, através de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), sobre a ocorrência e distribuição das cianobactérias em reservatórios do Estado de Pernambuco. Os dados foram obtidos da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) correspondendo às análises dos parâmetros hidrobiológicos dos reservatórios monitorados no período de 2007 a 2008. As ocorrências foram cadastradas em planilhas utilizando MS Excel. Para elaboração do Banco de Dados foi utilizado o MS Access. Posteriormente foram confeccionados mapas utilizando o aplicativo ArcGis para visualização e servindo de subsídios para estudos futuros e melhor compreensão das ocorrências de florações de cianobactérias.

Palavras-chave: Cianobactérias; Reservatórios; Pernambuco; Sistema de Informações Geográficas; Saúde Pública.

¹ Mestranda em Tecnologia Ambiente do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (Recife, PE/Brasil). E-mail: erikarmbio@gmail.com

² Prof^a. Dr^a. em Oceanografia do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (Recife, PE/Brasil). E-mail: maristelacase@itep.br.

³ Mestre em Cartografia do Serviço Florestal Brasileiro – Ministério do Meio Ambiente. (Recife, PE/Brasil). E-mail: ivandornelas@gmail.com.

ABSTRACT

Many reservoirs in northeastern Brazil have been affected by cyanobacterial blooms, causing serious damage to public health. Based on extensive literature review, concludes that it is necessary to develop actions to assist the management of water resources, particularly in water supply reservoirs, many of which are compromised by polluting activities. The use of GIS enables you to perform spatial analysis and complex, since it allows integration of data from multiple sources, handling of large volumes of data and rapid retrieval of stored information, making it a powerful tool for decision making by managers. This study aimed to provide a database, using Geographic Information Systems (GIS) on the occurrence and distribution of cyanobacteria in reservoirs in the state of Pernambuco. Data were obtained from the Pernambuco Sanitation Company (COMPESA) corresponding to the analysis of hydro-biological parameters of the reservoirs monitored in the period 2007 to 2008. The occurrences were registered in spreadsheets using MS Excel. To develop this database was used MS Access. Later thematic maps were made using the ArcGis application for viewing and serving as input for future studies and better studies and better understanding of the occurrences o cyanobacterial blooms.

Keywords: Cyanobacteria; Reservoirs; Pernambuco; Geographic Information System; Public Health.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil concentra uma das maiores reservas de água doce do mundo representando um importante patrimônio natural do País. Todavia, os problemas relacionados à distribuição espacial e temporal da água têm representado desafios para milhares de brasileiros.

O aumento desordenado da população e o desenvolvimento de grandes núcleos urbanos sem planejamento, dificultam as ações de manejo de resíduos. A necessidade de disposição e tratamento é reconhecida, no entanto, por falta de recursos, essas ações costumam ser postergadas, provocando problemas de saúde nas populações e degradação no meio ambiente. Aproximadamente 52% dos municípios brasileiros não coletam nem tratam seus esgotos, de acordo com pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000), apresentada no Plano Nacional de Recursos Hídricos. Pode-se constatar em vários municípios o lançamento de esgotos domésticos *in natura*, efluentes industriais ricos em nutrientes, carreamento de fertilizantes utilizados na lavoura e dejetos oriundos da criação de animais domésticos criados nas mediações de cursos d'água, ou em locais sem infra-estrutura adequada.

Atualmente, todos os continentes têm represas construídas nos principais rios, causando diversos impactos negativos, mas proporcionando inúmeras oportunidades de trabalho, geração de energia e novos desenvolvimentos sociais e econômicos a partir de sua construção (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008). A maior parte da água utilizada para abastecimento público no estado de Pernambuco provém de reservatórios. Muitos rios, que percorrem áreas urbanas, encontram-se em elevado processo de degradação, concentrando grande quantidade de poluentes que são carreados até esses reservatórios, comprometendo a qualidade da água para abastecimento público (MELO, 2007).

Entre as consequências causadas pelo impacto antrópico, Tundisi et al. (2006), relacionam a eutrofização, resultante de descargas de água contaminada com alta concentração de nitrogênio e fósforo, como um dos fatores agravantes, o qual pode conduzir ao aumento da matéria orgânica e consequentes florescimentos de organismos planctônicos, com predominância de cianobactérias. A presença de algumas espécies em altas densidades pode comprometer a qualidade das águas, causando restrições ao seu tratamento e distribuição (BERNARDO, 1995).

O estado de Pernambuco possui características ambientais que favorecem o crescimento das cianobactérias (águas eutrofizadas, altas temperaturas, sol intenso e poucas chuvas), tornando os reservatórios de abastecimento público potencialmente sujeitos à florações, principalmente de cianobactérias. Além disso, algumas espécies podem se apresentar tóxicas, tornando-se um risco à Saúde Pública e desta forma, necessitando de monitoramento constante em seus mananciais.

As cianobactérias são eficientes bioindicadores das condições ambientais, uma vez que o aumento da densidade desses organismos está relacionado a fatores como a temperatura, a pluviosidade, o uso do solo, dentre outros. Dessa forma, estudos limnológicos permitem fazer uma avaliação eficiente da qualidade da água dos reservatórios de abastecimento público do estado de Pernambuco, através de um levantamento desses ecossistemas, identificando os gêneros de cianobactérias, com que frequência ocorrem, as densidades por gênero, quais os gêneros que são dominantes, dentre outros.

Segundo Calijuri, Alves e Santos (2006), avaliar a ocorrência e os efeitos dessas florações em um país como o Brasil constitui tarefa difícil e complexa, em razão do seu tamanho, pois apresenta diversidade substancial de ecossistemas e climas. São imprescindíveis um centro de informações eficientes na detecção de florações potencialmente tóxicas e o cumprimento da legislação responsabilizando os causadores das alterações nos

ecossistemas aquáticos, principalmente nas águas continentais, que abastecem a população em seus usos mais nobres.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) é uma ferramenta que possibilita realizar análises espaciais e complexas, pois permite integração de dados de diversas fontes, manipulação de grande volume de dados e recuperação rápida de informações armazenadas, tornando-se uma ferramenta essencial para a manipulação das informações geográficas (MS, 2006). Para a pesquisa ambiental o uso de SIG associados às técnicas de Geoprocessamento tem contribuído como subsídio para os gestores ambientais, possibilitando uma análise mais completa e eficiente para a tomada de decisões (figura 1).

No caso de dados relacionados aos recursos naturais, os SIGs podem ser utilizados como o repositório de um inventário para gerenciar, eficazmente, o potencial de recursos, protegê-los contra atividades predatórias e modelar as complexas interações entre os fenômenos que possibilitam estabelecer provisões, que possam ser usadas nas tomadas de decisão (SILVA, 2003).

Devido ao Estado de Pernambuco tem uma área geográfica muito grande, subdividida em micro-regiões climáticas, poucas informações existem sobre as características hidrológicas e comunidades planctônicas de reservatórios no Estado de Pernambuco (BOUVY et al., 1998; BOUVY et al., 1999; BOUVY et al., 2000; FALCÃO et al., 2002), isto representando uma enorme lacuna, considerando-se, principalmente, a importância que esses ecossistemas desempenham nas regiões árida e semi-árida de Pernambuco.

Assim o presente trabalho propõe a aplicação do Sistema de Informações Geográficas para registrar a ocorrência das florações nos reservatórios de abastecimento de água do Estado de Pernambuco uma vez que este possibilita realizar análises espaciais e complexas, permitindo a integração de dados de diversas fontes, manipulação de grande volume de dados e recuperação rápida de informações armazenadas, permitindo fazer um registro das condições ambientais através da confecção de mapas e relatórios.

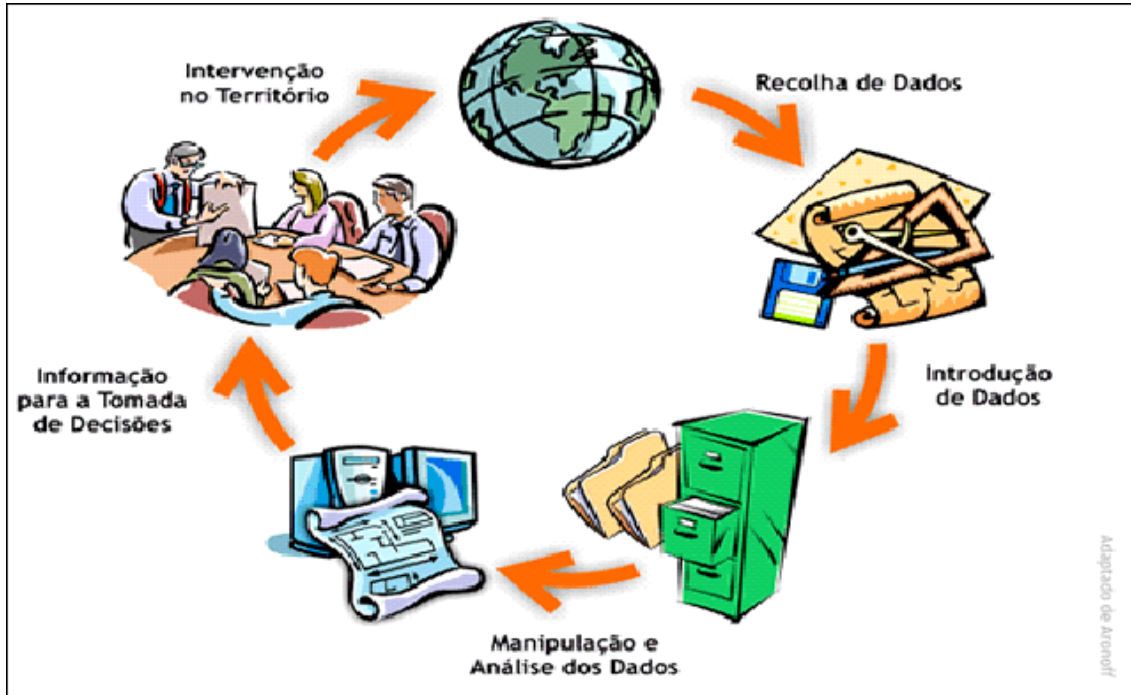


Figura 1: Etapas dos Sistemas de Informações Geográficas (PREFEITURA DO PORTO DE MÓS, 2010).

2. OBJETIVO GERAL

Aplicação do SIG, para o registro de florações de cianobactérias em reservatórios de abastecimento público do Estado de Pernambuco.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a ocorrência e distribuição das cianobactérias em reservatórios utilizados para abastecimento público no Estado de Pernambuco;
- Criar um Banco de Dados dos reservatórios, dos municípios, das bacias hidrográficas associando às ocorrências de cianobactérias;
- Elaborar mapas temáticos ilustrando as ocorrências de cianobactérias nos reservatórios de abastecimento do Estado de Pernambuco e tornando-se um subsídio a gestão dos recursos hídricos;
- Confeccionar um CD disponibilizando o Banco de Dados associado aos mapas.

3. METODOLOGIA

Os dados foram obtidos da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) correspondendo às análises dos parâmetros hidrobiológicos de 115 reservatórios de abastecimento público do estado de Pernambuco monitorados pela referida companhia no período de 2007 a 2008. As análises foram realizadas através do cadastramento das densidades e gêneros de cianobactérias numa planilha do aplicativo MS Excel para cada reservatório e por período respectivo. De acordo com o total de amostras coletadas mensalmente, foi calculada a média (aritmética) mensal das densidades nesses reservatórios. Os dados foram inicialmente armazenados em planilhas eletrônicas, utilizadas também para realizar os cálculos das densidades de cianobactérias nos reservatórios de abastecimento público do estado de Pernambuco e o levantamento dos gêneros. Posteriormente foi utilizado o MS Access para elaboração do Banco de Dados.

Utilizou-se como ponto de apoio e fundamentação o Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a elaboração dos mapas temáticos dos reservatórios e a posterior análise dos mesmos. Para confecção dos mapas foi utilizado o programa Arc Gis. A escala utilizada foi 1:2.000.000. O Datum usado de referência foi o SIRGAS 2000.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil, florações de cianobactérias tornam-se cada vez mais freqüentes, sobretudo em mananciais utilizados para o abastecimento público conforme registrado nos Estados de São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul (LAGOS et al. 1999; CONTE et al. 2000; MATTHIENSEN, 2000; BARBOSA, 2004; YUNES et al. 2009). Segundo Moraes (2000), dos vinte e seis estados brasileiros, foram identificadas florações de cianobactérias tóxicas em dez deles comprovando sua ampla distribuição.

No Estado de Pernambuco, analogamente aos estados citados acima, há ocorrência de florações de cianobactérias em seus reservatórios (BOUVY et al 2000; GUNKEL et al. 2003; DANTAS, 2008; MOURA; OLIVEIRA 2009, dentre outros). No ano de 2007 foram identificadas 577 ocorrências de florações e no ano de 2008 foram 1.002 ocorrências, revelando que são frequentes nos reservatórios de abastecimento público devido ao processo de eutrofização. Cerca de 90% de 39 reservatórios estudados por Bouvy et al. (2000) foram

considerados de eutróficos a hipereutróficos significando que a eutrofização é uma realidade bem presente também em nossa região.

Durante o período amostral a ordem que mais se destacou foi a Chroococcales que apresentou em 2007, 44% dos gêneros de cianobactérias (quadro 1); Oscillatoriales apresentou 36% das florações e Nostocales apresentou em média 20% das florações. No ano de 2008 a ordem Chroococcales novamente se destacou com 46%; a ordem Oscillatoriales apresentou 21% dos gêneros e a ordem Nostocales apresentou 33% dos gêneros. Foram identificados 32 gêneros, evidenciando a riqueza das cianobactérias do estado de Pernambuco (quadro 2) como já foi demonstrado em trabalhos publicados anteriormente (GOMES, 2003; LIRA, 2004; DANTAS et al., 2006; MOURA, 2007; TRAVASSOS, 2006).

Os meses de ocorrência das maiores densidades nas bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco foram: dezembro, janeiro e fevereiro. Moura e Soriano (2007) apontam os fatores ambientais como responsáveis pelo sucesso do desenvolvimento desses organismos. Com relação à pluviosidade, foi observado durante o trabalho que as ocorrências de florações estão sujeitas à sazonalidade.

Ordem	Gêneros
Chroococcales (16 gêneros)	<i>Aphanocapsa</i> , <i>Aphanothece</i> , <i>Chroococcus</i> , <i>Coelomoron</i> , <i>Coelosphaerium</i> , <i>Eucapsis</i> , <i>Gloeocapsa</i> , <i>Gomphosphaeria</i> , <i>Merismopedia</i> , <i>Mycrocystis</i> , <i>Radiocystis</i> , <i>Rhabdoderma</i> , <i>Romeria</i> , <i>Synechococcus</i> , <i>Synechocystis</i> e <i>Sphaerocavum</i>
Oscillatoriales (11 gêneros)	<i>Arthrospira</i> , <i>Geitlerinema</i> , <i>Leptolyngbya</i> , <i>Lyngbya</i> , <i>Limnothrix</i> , <i>Oscillatoria</i> , <i>Phormidium</i> , <i>Planktothrix</i> , <i>Pseudoanabaena</i> , <i>Planktolyngbya</i> e <i>Spirulina</i>
Nostocales (5 gêneros)	<i>Anabaena</i> , <i>Anabaenopsis</i> , <i>Aphanizomenon</i> , <i>Cylindrospermopsis</i> e <i>Raphidiopsis</i> .

Quadro 1: Gêneros de cianobactérias identificadas durante o período 2007-2008 no Estado de Pernambuco (MARQUES, 2010).

A figura 2 apresenta as bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco que apresentaram as densidades totais mais elevadas durante o período 2007-2008 e a figura 2 apresenta a abundância relativa dos gêneros dominantes identificados no Estado de Pernambuco durante o período 2007-2008.

O único gênero no estado de Pernambuco considerado muito frequente foi *Merismopedia* (71%) no açude Ingazeira localizado na Bacia hidrográfica do rio Ipanema. Os gêneros considerados freqüentes que mais se destacaram no estado foram (figura 15): *Merismopedia* (54%) no reservatório Lagoa do Barro na Bacia do rio Pontal e *Cylindrospermopsis* (63%) no reservatório Terezinha/Massaranduba localizado na Bacia hidrográfica do rio GI-1.

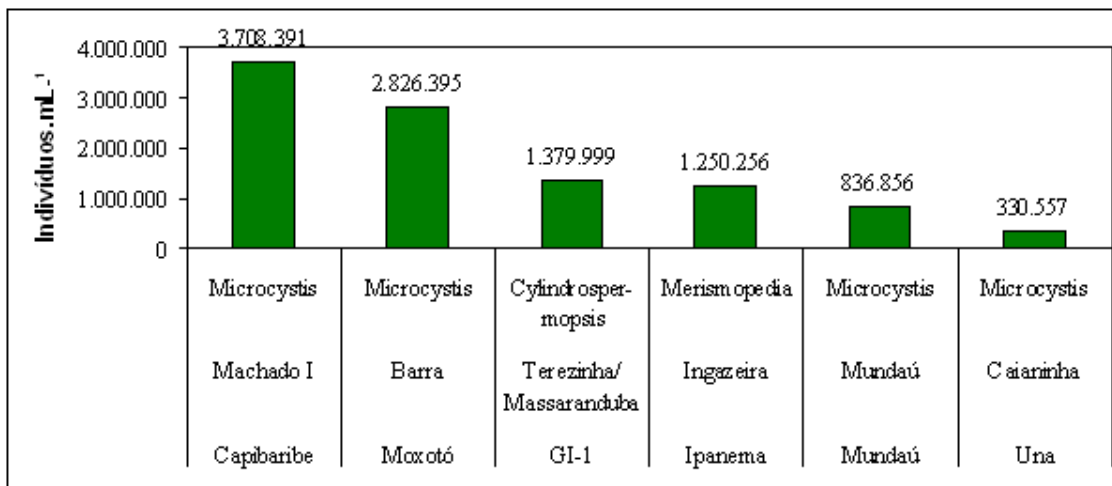


Figura 2: Reservatórios que apresentaram as maiores densidades totais no Estado de Pernambuco com os respectivos gêneros e as respectivas Bacias Hidrográficas durante o período 2007-2008 (MARQUES, 2010).

Aplicações de um SIG:

- Melhor armazenamento e atualização dos dados;
- Recuperação de informações de forma mais eficiente;
- Produção de informações mais precisas;
- Rapidez na análise das alternativas;
- Decisões mais acertadas (MS, 2006).

No mapeamento realizado no presente trabalho pode ser observado o local de ocorrência dos gêneros de cianobactérias nos reservatórios de abastecimento público da COMPESA situados no Estado de Pernambuco durante o período 2007-2008 (figura 3).

Na legenda os círculos vermelhos correspondem aos reservatórios da COMPESA onde ocorreu o gênero *Cylindrospermopsis* durante o período 2007 e os triângulos verdes

correspondem aos reservatórios da COMPESA onde ocorreu o mesmo gênero em 2008. Foi confeccionado o mapa de ocorrência de cada gênero que foi levantado no quadro 1, permitindo a fácil visualização dos pontos de ocorrência dos mesmos no Estado de Pernambuco.

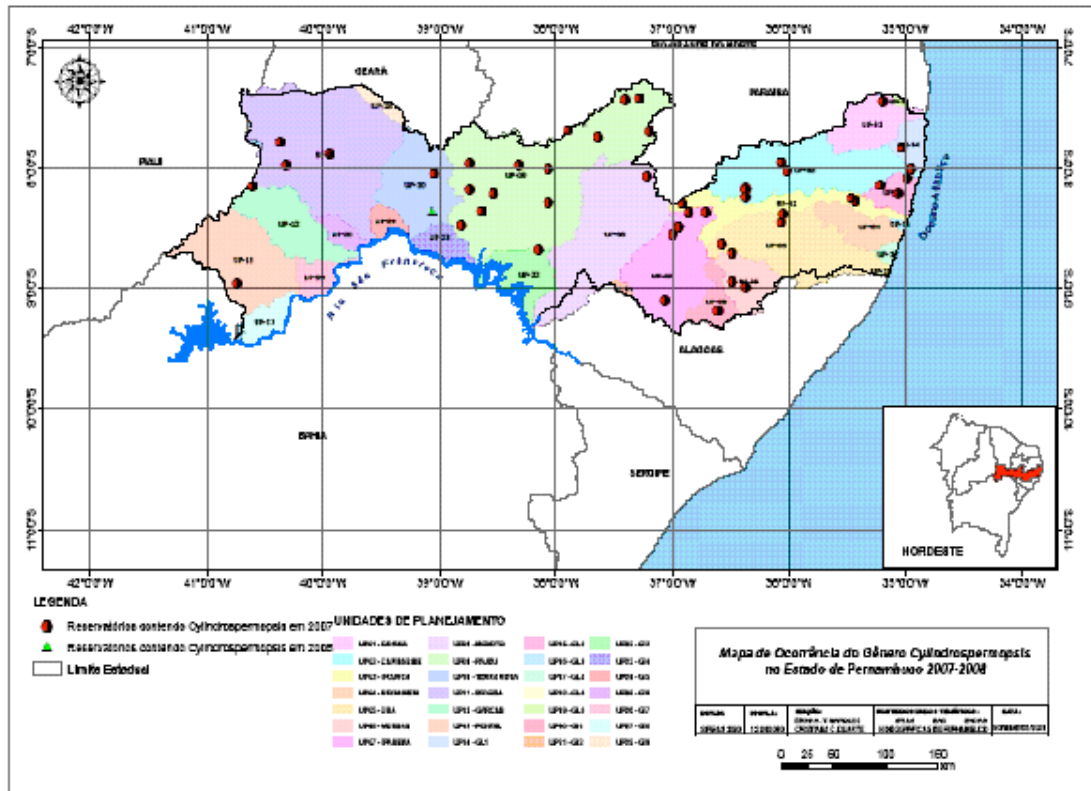


Figura 3: Mapa temático de ocorrência do gênero *Cyndropermopsis* no Estado de Pernambuco elaborado a partir dos dados fornecidos pela COMPESA no período 2007-2008 (MARQUES, 2010).

O ArcGis dispõe de um campo identificador através do qual pode ser visualizado todos os dados referentes a cada reservatório como gêneros de cianobactérias que ocorrem no mesmo, densidades mês a mês, latitude, longitude, gerência, código identificador, município, bacia hidrográfica, corpo d'água, capacidade máxima do reservatório, geocódigo, altitude, finalidade, instituição, região fisiográfica, enfim, qualquer informação referente ao reservatório que se deseje colocar. O ArcGis também permite criar um banco de dados contendo uma planilha para cada reservatório, com gráficos, relatórios, mapas, fotografias, figuras, e pode se associar com outros bancos de dados.

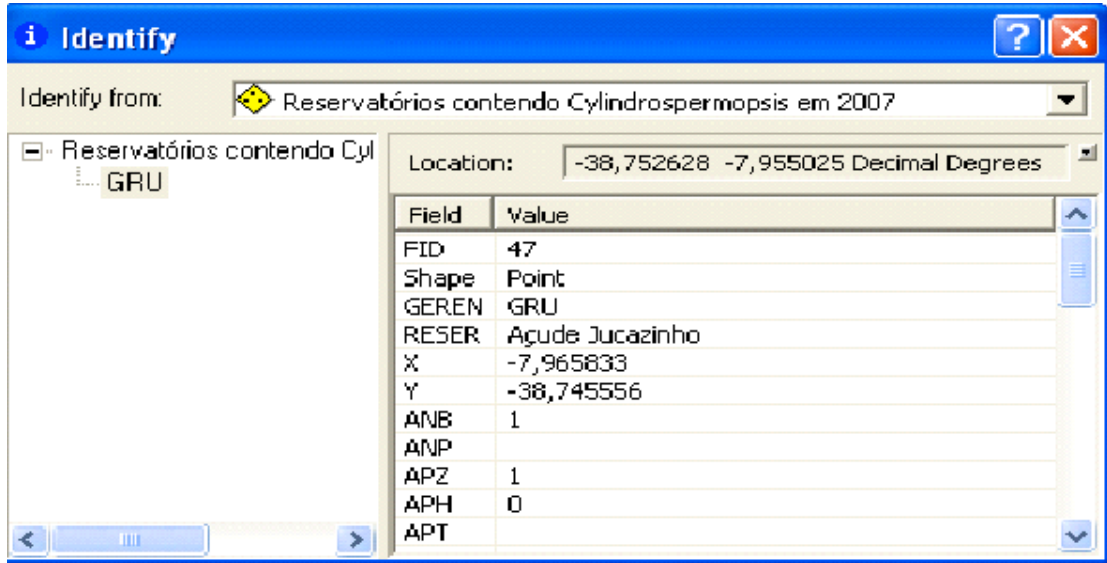


Figura 4: Detalhe do identificador dos reservatórios de Pernambuco que contêm o gênero *Cylindrospermopsis* durante o período 2007-2008 (MARQUES, 2010).

Matriz de ocorrência de cianobactérias:

ANB= 1 (Presença do gênero *Anabaena*)

X = Latitude

ANP = 0 (Ausência do gênero *Anabaenopsis*)

Y = Longitude

APZ = 0 (Ausência do gênero *Aphanizomenon*)

APH= 0 (Ausência do gênero *Aphanocapsa*)

APT = 0 (Ausência do gênero *Aphanothece*)

5. CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

Em função dos levantamentos realizados nesse estudo, fica evidente a necessidade de uma ferramenta para subsidiar a tomada de decisão por parte dos gestores públicos, a fim de lhes permitir prever com antecedência quando um reservatório vai ser um alvo em potencial de ocorrência de floração. O uso do SIG permite a integração de dados de várias fontes, tornando-se uma eficiente ferramenta para armazenamento de dados, mapas, gráficos, possibilitando a geração de um Banco de Dados que retrata com fidelidade os eventos ocorridos nas bacias.

Dentre as inúmeras aplicações do SIG podemos citar a confecção de mapas temáticos, geração de gráficos, publicação de relatórios, criação de banco de dados, gerenciamento dos recursos hídricos, inter-relações com outros bancos de dados, etc.

A contribuição deste tipo de estudo para o conhecimento da biodiversidade fitoplanctônica do Estado de Pernambuco e da compreensão da dinâmica dos processos naturais e antrópicos que desencadeiam as ocorrências das florações que, no caso das cianobactérias se desenvolvem em curto espaço de tempo, e dos fatores que condicionam a produção das cianotoxinas, se torna imprescindível considerando sua importância para a Saúde Pública. Futuramente os estudos devem ser ampliados para outros reservatórios em outros Estados, e para outras variáveis, tais como pH, salinidade, transparência, O.D., D.B.O., dentre outros, para complementação do conhecimento das cianobactérias no país.

O SIG é uma valiosa ferramenta que serve de subsídio à tomada de decisão por parte dos gestores ambientais uma vez que essas florações de cianobactérias têm importância para a Saúde Pública.

6. REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. E.; MENDES, J. Estrutura da comunidade fitoplanctônica e aspectos físico e químicos das águas dos reservatórios Acauã, semi-árido pernambucano. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FICOLOGIA, 10., 2004, Salvador. **Anais...** Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2004. p. 339-390.

BOUVY, M.; MOLICA, R.; OLIVEIRA, S.; MARINHO, M.; BEKER, B. Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow Reservoir in the semi-arid region of northeast Brasil. **Aquatic Microbial Ecology**, v. 20, p. 285-297. 1999.

BOUVY, M.; FALCÃO, D.; MARINHO, M.; PAGANO, M.; MOURA, A. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. **Aquatic Microbial Ecology**, v. 23, p. 13-27. 2000.

CALIJURI, M. C.; ALVES, M. S. A. ; SANTOS, A. C. A. **Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais**. São Carlos: RiMa, 2006. p. 25.

CONTE, S. M.; RABELO I. M. M.; GIORDANI, A. T.; DEWES, W. Ocorrência de *cylindrospermopsis raciborskii* nas bacias hidrográficas dos rios dos Sinos e Caí, RS-Brasil. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: AIDI, 2000.

FALCÃO, D.; MOURA, A. N.; PIRES, A. H. B.; BOUVY, M.; MARINHO, M.; FERRAZ, A.C. N.; SILVA, A. M. Diversidade de microalgas planctônicas de mananciais localizados nas zonas fitogeográficas: Mata, Agreste e Sertão do Estado de Pernambuco. In: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco, Recife**: Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 2002. p. 79-91.

GUNKEL, G.; RUETER, K.; CASALLAS, J.; SOBRAL, M.C. Estudos da Limnologia do Reservatório de Tapacurá em Pernambuco: problemas da gestão de reservatórios no Semi-árido brasileiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABRH, 2003.

LAGOS, N.; ONODERA, H.; ZAGATTO, P. A.; ANDRINOLO, D.; AZEVEDO, S. M. F. O.; OSHIMA, Y. The first evidence of paralytic shellfish toxins in the freshwater cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* isolated from Brazil. **Toxicon**, n. 37, p. 1359-1373, 1999.

LIRA, G. A. S. T. ; MOURA, A. N.. Diversidade e Frequência de Ocorrência da Comunidade Fitoplanctônica do Reservatório de Botafogo-PE. In: IV Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, da UFRPE, 2004, Recife - PE. CD - **IV Simpósio de Pesquisa e Pós-Graduação da UFRPE**, 2004.

MARQUES, E. A. T. **Registro de Ocorrência de Cianobactérias em Reservatórios do Estado de Pernambuco, Brasil Usando Sistemas de Informação Geográfica (SIG)**. Recife: Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), 2010. Dissertação de Mestrado, Instituto de Tecnologia de Pernambuco, 2010.

MATTHIENSEN, A.; BEATTIE, K. A.; YUNES, J. S.; KAYA, K.; CODD, G. A. [D-Leul] Microcystin-LR, from the cyanobacterium *Microcystis* RST 9501 and from a *Microcystis* bloom in the Patos Lagoon estuary, Brazil. **Phytochemistry**, n. 55, p. 383-387, 2000.

MELO, G. L. **Estudo da qualidade da água do reservatório de Itaparica localizado na Bacia do Rio São Francisco**. Recife: UFPE, 2007. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, 2007.

MORAES, M. **Levantamento dos estudos sobre cianobactérias tóxicas em águas continentais do Brasil**. Portugal: Universidade do Porto, 2000. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2000.

MOURA, A. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C; MENDONÇA, D. F. R; OLIVEIRA, H. S. B.; DANTAS, E. W.; PIMENTEL, R. M. M. Microalgas e qualidade da água de manancial utilizado para abastecimento público localizado na Região Metropolitana da Cidade do Recife, PE, Brasil. **Revista de Geografia**, Recife, v. 24, n. 2, mai./ago. 2007.

MOURA, A. N.; OLIVEIRA, H. S. B. Cianobactérias: um problema para os reservatórios de abastecimento público. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 9., 2009, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DO PORTO DE MOZ. **Os sistemas de informação geográfica (SIG)**. Paraná: Prefeitura Municipal do Porto de Moz. Disponível em: <<http://www.municipio-portodemos.pt/UserFiles/Image/SIG/sigrelatorio.bmp>>. Acesso em: 12 fev. 2010.

SILVA, R. L. 2003. UFSC colabora com o controle da qualidade da água de abastecimento. Santa Catarina: UFSC. Disponível em: <<http://www.agecom.ufsc.br/index.php?secao=arq&id=1229>> . Acessado em: 05.01.2010.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI J. G. (ed.). **Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escritura, 2006. p.203-240.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.

YUNES, J. S.; CUNHA, N. T.; CONTE, S. M.; RABELLO, I. M.; GIORDANI, A. T.; BENDATTI, M. M.; MAIZONAVE, C. M.; GRANADA, G. L.; HEIN, R. P. Programa AGUAAN: agilização do Gerenciamento e Utilização de Aguas com Algas Nocivas. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: AIDIS, 2000.

YUNES, J. S. **Florações de microcystis na Lagoa dos Patos e o seu estuário: 20 anos de estudo**. Rio Grande do Sul: FURG, 2009.