

Aplicação do geoprocessamento na logística e tomada de decisões do monitoramento participativo da qualidade da água: o caso do Projeto Vigilantes da Água no Município de Tauá, Ceará.

Aryberg de Souza Duarte^{1,2}
Enio Giuliano Girão¹
Francisca Dalila Menezes de Sousa^{1,3}
Francisco Nataniel dos Santos Silva^{1,3}
Heitor Ribeiro Antunes³

¹Embrapa Agroindústria Tropical/CNPAT
Rua Dra. Sara Mesquita, 2270 – Planalto do Pici – Fortaleza – CE, Brasil
enio@cnpat.embrapa.br

²Universidade Estadual do Ceará – UECE
Av. Paranjana, 1700 – Campus do Itaperi – Fortaleza – CE, Brasil
arybergduarte@gmail.com

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE
Av. Treze de Maio, 2081 – Benfica – Fortaleza – CE, Brasil
dalima.menezes@gmail.com; nataniel_santos@yahoo.com.br; heitor.r.antunes@gmail.com

Abstract. In the semi-arid Northeast of Brazil, there is a constant search for good quality water sources due to the irregularity rainfall and its concentration in a few months. Many rural communities depend on the supply cars and other questionable quality water sources. The degradation of these water sources because of production practices inconsistent with the nature is very frequent, therefore it is essential that new thinking should be built with communities. Thus the participatory methods are important for building conferences between different social actors pertaining to water resources management. The project “Water Watchers” uses environmental education principles and teaching techniques of analysis of water quality through training workshops that allow obtaining information about possible pollution problems and degradation of water sources that supply communities. This study demonstrates the potential geoprocessing, and their final products, in logistics and assistance in decision-making in participatory monitoring of quality water. Demonstrating the use of GIS in the case of Watchmen Water Project in the City of Taua, Ceara, in this city the project had its beginning in March 2010 and its ending is programmed to March 2011, during these 8-months project, the results already are visible. The geoprocessing corroborated the decisions relating to monitoring points and their outcome and the construction of spatial information about the conditions of water quality available to some rural communities in the municipality.

Palavras-chave: metodologias participativas, logística operacional, semiárido, praticas camponesas de produção, *Escherichia coli*.

1. Introdução

Nas ultimas décadas do século XX, em todo mundo, têm sido criadas novas propostas e modelos de diretrizes no âmbito da gestão dos recursos hídricos. Entre as questões mais ressaltadas, nestes novos paradigmas, estão a importância da introdução das discussões sobre os recursos hídricos nas questões ambientais, da descentralização destas ações e da participação da sociedade no planejamento e implementação de ações que garantam os usos múltiplos da água. Entre essas novas diretrizes, a Política Nacional de Recursos Hídricos tangencia muitos desses pensamentos, Figueiredo et al. (2008).

Mas dada a incapacidade dos órgãos regulamentadores de compreender e suprir todas as múltiplas realidades e necessidades, no que se refere as questões dos recursos hídricos, a descentralização das ações e dos papéis torna-se de extrema importância. Envolver os diferentes atores sociais dentro das mesmas discussões, com o caráter de construir propostas compatíveis com os múltiplos usos da água é fundamental para a tomada de decisões.

Para tanto, faz-se fundamental que esse pensamento seja construído com as comunidades. Neste âmbito as metodologias participativas são de extrema importância, tanto para se compreender as múltiplas realidades sócias, como para construir esse pensamento nas comunidades, Pirmavesi et al. (2010).

No semiárido brasileiro as questões de disponibilidade, quantidade, qualidade e acessibilidade dos recursos hídricos são historicamente complexas, a busca por fontes hídricas de boa qualidade é constante, devido à irregularidade das precipitações e a sua concentração em poucos meses do ano, somadas com as históricas práticas de políticas públicas ineficientes. Inúmeras comunidades rurais dependem do abastecimento de carros-pipa e de outras fontes hídricas como açudes e rios, as quais muitas vezes a qualidade destas águas é duvidosa. A degradação destas fontes hídricas é muito frequente por praticas de produção camponesa incompatíveis com meio. Essas práticas são oriundas da pobreza estrutural, as quais essas comunidades são submetidas, somadas com a incapacidade dos órgãos públicos de sanar essas problemáticas, Nascimento (2008).

O Projeto Vigilantes da Água no Ceará é coordenado pela Embrapa Agroindústria Tropical, que utiliza a metodologia do Programa Global Water Watch - GWW, desenvolvido pela Universidade de Auburn, Alabama, Estados Unidos da América. O método de monitoramento emprega técnicas didáticas de análise da qualidade da água, permitindo a obtenção de informações sobre problemas de poluição e degradação das fontes hídricas que abastecem as comunidades. Para a avaliação qualitativa da água, os monitores voluntários das comunidades recebem “kits” certificados pelo GWW e pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (Environmental Protection Agency - EPA) para bioidentificação da *Escherichia coli* e outros coliformes.

A *Escherichia coli* é uma bactéria bacilar Gram-negativa mais comum e uma das mais antigas bactérias simbiotes do homem, a sua presença denota o grau de contaminação por fezes animes no corpo hídrico, (Figura 1).



Figura 1. *Escherichia coli*

Nesse contexto, o presente trabalho pleiteia demonstrar as potencialidades do geoprocessamento e seus produtos finais, no auxílio à logística e tomada de decisão no monitoramento participativo da qualidade da água. Demonstrando a utilização do geoprocessamento no caso do Projeto Vigilantes da Água no Município de Tauá, Ceará, neste município o projeto teve seu início no mês de março de 2010 e seu término está programando para março de 2011, nestes 8 meses de projeto os resultados já são visíveis.

1.1 Área de estudo

Tauá é um município brasileiro do estado do Ceará localizado na Mesorregião dos Sertões Cearenses. O município está localizado a 337 quilômetros de distância da capital cearense, a sua população é estimada em 56.639, IBGE (2009). A Figura 2 apresenta a localização do município. A Figura 3 apresenta a localização das comunidades atendidas pelo projeto.

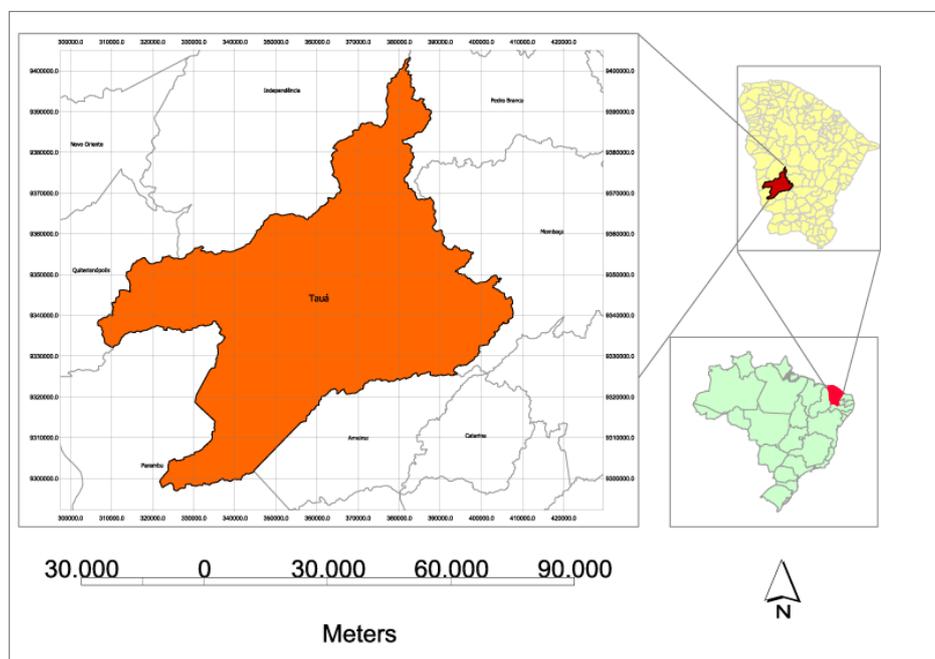


Figura 2. Localização do Município

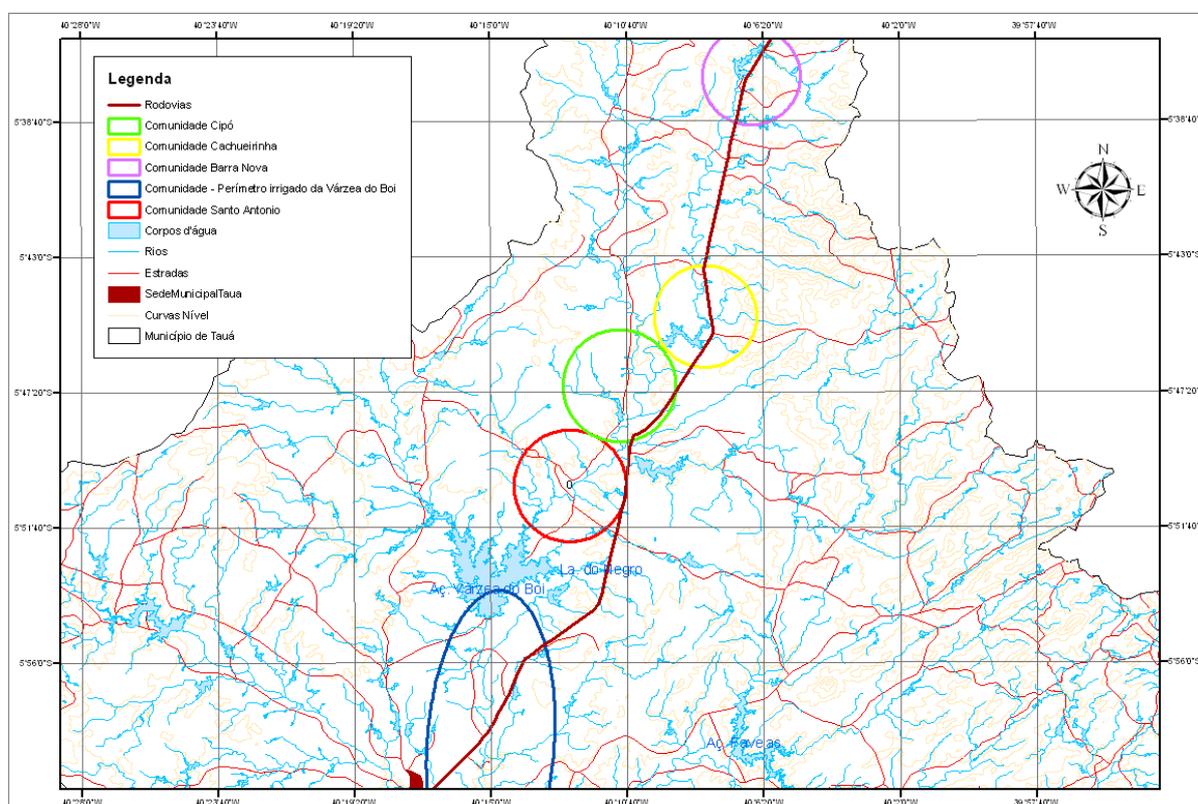


Figura 3. Localização das comunidades atendidas pelo projeto

1.2. Metodologia do monitoramento comunitário da qualidade da água

O projeto tem seu funcionamento focado em uma abordagem participativa em níveis de organização, coordenação e execução das atividades desenvolvidas em cada uma de suas etapas, envolvendo seus diferentes atores sociais, (Figura 4).

As etapas acontecem na seguinte ordem cronológica:

1. Mobilização da comunidade e delegação dos monitores, “Vigilantes da Água”;
2. Realização de oficinas de capacitação dos monitores;
3. Identificação dos pontos a serem monitorados em cada comunidade;
4. Definição do cronograma das coletas;
5. Realização das análises;
6. Tabulação dos dados;
7. Retorno à comunidade para apresentação e discussão dos resultados obtidos;
8. Diagnóstico ambiental participativo, com ênfase no mapeamento das fontes poluidoras dos recursos hídricas;
9. Identificação de medidas mitigadoras para os problemas identificados.

O monitoramento baseia-se na realização de análises mensais de amostras da água usada para o consumo humano. Essas amostras são coletadas na comunidade pelos monitores através de um Kit composto por 01 frasco de meio de cultura diferencial, uma pipeta, uma placa de Petri, (Figura 5) e uma incubadora – caixa de isopor contendo um termômetro comum e uma fonte de calor, normalmente uma lâmpada de 15w – adaptada com a finalidade de identificar e quantificar a presença de coliformes fecais e totais, empregando a *Escherichia coli* como bioindicador de contaminação e/ou potabilidade, Siste et al., (2005), (Figura 6).



Figura 4. Palestra com os diferentes atores sociais



Figura 5. Kit de monitoramento

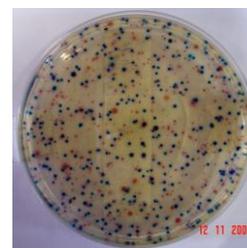


Figura 6. Placa de Petri, os pontos azuis são as colônias de *Escherichia coli*

Dentro desta metodologia, as informações espaciais pertinentes à localização das comunidades, à escolha do local onde vai ser fixado a encubara, à distância das comunidades em relação às incubadoras, à distância das comunidades em relação à escolha do local para ser realizado as reuniões de discussões são necessárias para uma boa logística operacional.

A espacialização da informação é uma das técnicas mais antigas de conservar e disseminar o conhecimento, através de mapas temáticos é possível construir a ideia da ocorrência de um determinado fenômeno no espaço. Já os produtos cartográficos podem apoiar no processo de educação ambiental, Smaniotto e Skowronski (2009).

2. Materiais e métodos

Os dados vetoriais utilizados neste trabalho foram cedidos pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – COGERH, essa base é pertinente localização corpos d'água, rios, vias e limites municipais. No georreferenciamento dos pontos de

monitoramento, foi utilizado um o GPS métrico MAP76 que possui uma antena quant helix que possibilita uma precisão aproximada de 3 metros, através do sistema WAAS (Wide Area Augmentation System).

Após a tabulação dos dados alfanuméricos de cada ponto, pertinentes as características geográficas conforme mostra a Figura 7, inserimos os dados tabulados do monitoramento nos seus primeiros 7 meses, como mostra a Figura 8. Os dados do monitoramento são pertinentes ao número de colônias de *Escherichia coli* encontradas nas fontes hídricas.

Com a utilização do Sistema de Informação Geográfica – SIG, foi possível atribuir a base de dados alfanuméricos aos pontos monitorados, assim espacializando as informações do monitoramento nos seus primeiros 7 meses, (Figura 9).

#	PONTO	LOCAL	LOCALIDADE	OBJETO MON	MICROBACIA	CODMUH	MUNIC PIO	LONGITUDE	LATITUDE
1	P01TA	AÇUDE CACHOEIRINHA-BARRAGEM	Barra Nova	Açude	Riacho Carrapateiras	2313302	Tauá	376730.00	9378656.00
2	P02TA	ESC. AGRICOLA Fca. CAVALCANTE	Barra Nova	CISTERNA	Riacho Carrapateiras	2313302	Tauá	375679.78	9378121.72
3	P03TA	Açude Campinas	Cachueirinha	Açude	Riacho Carrapateiras	2313302	Tauá	374479.63	9364034.52
4	P04TA	Sto. Antônio - ESCOLA	Sto. Antônio	CISTERNA	Riacho Carrapateiras	2313302	Tauá	365940	9354386
5	P05TA	Várzea do Boi - Açude - Balneário	Várzea do Boi	Açude	Riacho Carrapateiras	2313302	Tauá	361467.59	9346832.21
6	P06TA	Escola Altamira	Cachueirinha	CISTERNA	Riacho Carrapateiras	2313302	Tauá	374732	9364758
7	P07TA	Açude Calçara	Cipó	Açude	Riacho Carrapateiras	2313302	Tauá	369267	9358440
8	P08TA	Sto. Antônio - Poço	Sto. Antônio	Poço	Riacho Carrapateiras	2313302	Tauá	366814	9355000
9	P09TA	Poço do Calçara	Cipó	Poço	Riacho Carrapateiras	2313302	Tauá	369738	9361280
10	P10TA	Esc. Adalberto Feitosa de Lima	Várzea do Boi	CISTERNA	Riacho Carrapateiras	2313302	Tauá	360533	9338678
11	P11TA	Sto. Antônio - Cisterna Pública	Sto. Antônio	CISTERNA	Riacho Carrapateiras	2313302	Tauá	366023	9354368
12	P12TA	Várzea do Boi - Estação Captação	Várzea do Boi	Açude	Riacho Carrapateiras	2313302	Tauá	361279	9346634

Figura 7. Banco de dados georreferenciado

Escherichi	Escheric 1	Escheric 2	Escheric 3	Escheric 4	Escheric 5	Escheric 6
0	734	0	0	0	100	0
100	0	0	0	100	0	0
0	0	0	0	0	0	100
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
600	0	33	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Figura 8. Banco de dados com os resultados do monitoramento

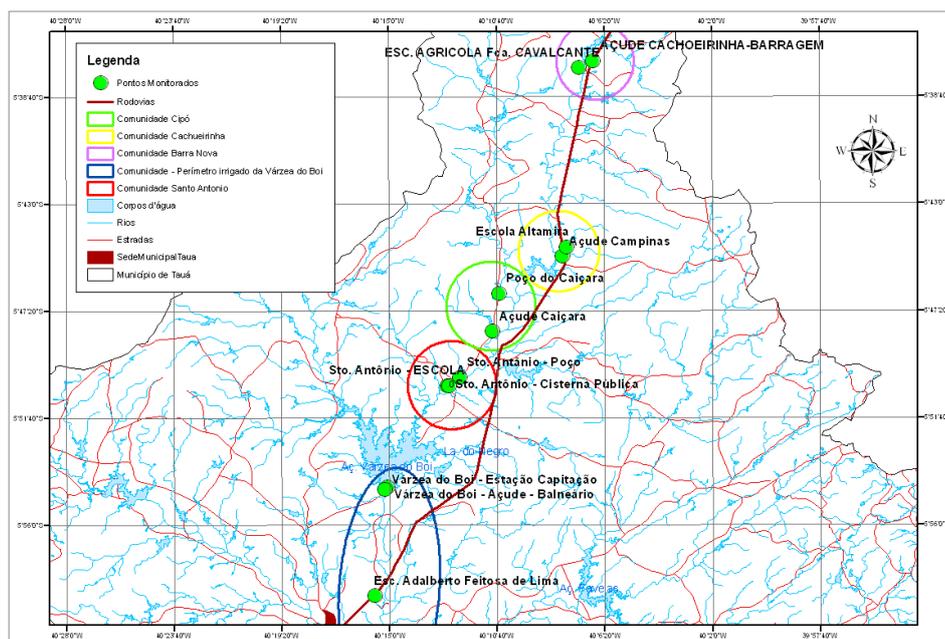


Figura 9. Pontos monitorados

3. Resultados e discussões

Nas comunidades Barra Nova e Perímetro Irrigado da Várzea do Boi, com o geoprocessamento, foi possível espacializar as informações e apontar os locais onde o monitoramento não estava sendo de forma contínua, como solicita a metodologia GWW. Na comunidade Assentamento Monte Moriá, mesmo com a periodicidade do monitoramento, destacou-se os locais onde a técnica de coleta e análise não estava sendo aplicada de forma correta.

Assim o geoprocessamento subsidiou tecnicamente não só a escolha das comunidades onde ocorrerão discussões com os moradores voluntários, “Vigilantes da Água”, para reforçar a importância da realização do monitoramento contínuo para escolha das medidas adequadas para sanar da degradação das fontes hídricas. Como também, as áreas que necessitam de melhor explanação da técnica do GWW.

Outros resultados do monitoramento indicaram fontes hídricas contaminadas, como, exemplo, temos na cisterna de placas da Escola Agrícola Francisco Cavalcante Fialho que, no mês de março, apresentou 100 colônias de *Escherichia coli*. Com essa constatação, fez-se necessária a limpeza da cisterna como método mitigador, o que reduziu expressivamente a quantidade de colônias no mês seguinte. No entanto, dois meses depois, a fonte apresentou novamente contaminação, por isso novas reuniões com os monitores desta comunidade ocorrerão no mês de dezembro para identificar a real fonte de contaminação.

Já no bebedouro da Escola Temisto Cles Lins Fialho, onde foi detectado 600 colônias *Escherichia coli* no mês de março, após a orientação de limpeza regular, no mês de abril houve a redução para 33 colônias e no mês seguinte o resultado foi 0.

4. Conclusão

O geoprocessamento corroborou com a tomada de decisões referentes aos pontos de monitoramento e aos seus resultados e com a construção de informações espaciais sobre as condições da qualidade da água disponível para algumas comunidades rurais do município.

Os produtos cartográficos além de contribuir para construir a idéia de uma realidade que está ocorrendo no espaço, apontando os locais onde deverão ter uma maior atenção dos diferentes atores sociais interessados, também vão subsidiar tecnicamente as futuras discussões pertinentes à gestão integrada das fontes hídricas disponíveis para essas comunidades.

Agradecimentos

- Embrapa Agroindústria Tropical/CNPAT;
- Conselho de Políticas e Gestão do Meio Ambiente do Governo do Estado do Ceará – CNPAM;
- Projeto Mata Branca;
- Superintendência do Meio Ambiente de Tauá – SUPERMATA;

- Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Governo do Estado do Ceará – COGERH;
- Universidade Estadual do Ceará – UECE;
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

Referências Bibliográficas

Figueirêdo, M.C.B.; Vieira, V.P.P.B; Mota, S.; Rosa, M.F.; Araújo, L.F.P.; Girão, E.G.; Ducan, B.L. Monitoramento comunitário da qualidade da água: uma ferramenta para a gestão participativa dos recurso hídricos no semi-árido. **Rega – Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 5, n. 1, p. 51-60, ISSN 1806-4051, 2008.

Primavesi, O.; Souza, R.G.; Hammes, V.S. Educação Ambiental Integrada: Infraestrutura Ambiental e Desenvolvimento Agrícola Sustentável. In: Gomes, M.A.F.; Pessoa, M.C.P.Y. (Org.). **Planejamento Ambiental do Espaço Rural com Ênfase para Microbacias Hidrográficas: Manejo de Recursos Hídricos, Ferramentas Computacionais e Educação Ambiental**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. cap. 12 p. 321-366, ISBN 978-85-7383-490-1.

Nascimento, F.R. **Desertificação nossa de cada dia**. Disponível em: <<http://www.uece.br/mag/index.php/noticias/1-latest-news/79-qdesertificacao-nossa-de-cada-diaq-por-flavio-rodrigues-do-nascimento>>. Acesso em: 20 de jun. de 2010.

IBGE. **Cidades@**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 20 de jun. de 2010.

Siste, C.E.; Ducan, B.; França, N. Vigilantes da água: uma proposta metodológica para monitoramento participativo da qualidade da água em nível comunitário. Encontro por uma nueva cultura del água em América Latina, 2005, Fortaleza. **Anais**. Disponível em: <www.unizar.es/fnca/america/index2.php?idioma=pt&x=052>. Acesso em: 15 de março de 2008.

Smaniotto, C.R.; Skowronski, L. **A Cartográfica no apoio a educação ambiental na terra indígena Te'ýikue**. Disponível em: <<http://www.rededesaberes.org/3seminario/anais/textos/ARTIGOS%20PDF/Artigo%20GT%206-06%20-%20Celso%20Rubens%20Smaniotto%20e%20Leandro%20Skowronski.pdf>>. Acesso em: 5 nov. 2010.