

# **USOS DE GEOTECNOLOGIAS NO MAPEAMENTO E CONSTRUÇÃO DE BASES DIGITAIS DE TECNOLOGIAS SOCIAIS HÍDRICAS (TSH) NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO**

Rejane da Silva Araújo<sup>1</sup>; Cristhiane Fernandes de Araújo<sup>2</sup>; Luan Simplício de Melo<sup>3</sup>; Michael Douglas Barbosa Pereira<sup>4</sup>; Diandra Soares de Araujo<sup>5</sup>; Pedro Costa Guedes Vianna<sup>6</sup>

## **RESUMO**

No Nordeste do Brasil, a construção de grandes obras hídricas vem se apresentando por séculos como a principal intervenção pública voltada para o desenvolvimento do semiárido nordestino. Em contraponto, a presença dos movimentos sociais que trabalham articulados com a Sociedade Civil Organizada, tem demonstrado recentemente que a inserção de pequenas estruturas hídricas é capaz de favorecer socialmente a população local, sendo esta a expressão de uma “nova gestão de águas” caracterizada como governança hídrica. Esta gestão deve ser baseada nas pequenas estruturas hídricas, geridas diretamente pelas comunidades. Este trabalho aborda as Tecnologias Sociais Hídricas – TSH voltadas para a captação de água de chuva, especificamente as cisternas de placas e as cisternas calçadão. O uso de geotecnologias disponíveis e de livre acesso na internet proporcionou o mapeamento e o acompanhamento da distribuição destas obras, o que pode melhorar a execução dos Projetos no que se refere ao planejamento físico-territorial. O objetivo deste trabalho é analisar as pequenas estruturas hídricas, ou seja, as TSH para no futuro buscar formas de interação com o Projeto de Integração do São Francisco – PISF, através da análise da distribuição de ambos. Para isso, foi feita a mensuração da precisão do mapeamento digital das TSH através de imagens do Google Earth. Estas medidas foram comparadas com os dados coletados em campo por rastreadores do sistema GPS (Global Position System). Os testes foram realizados em áreas rurais dos municípios de Soledade e Juazeirinho, localizados no semiárido do Estado da Paraíba, região Nordeste do Brasil. Posteriormente, montou-se uma tabela de dados com as coordenadas UTM das TSH, os valores de média, mediana, valor máximo e valor mínimo, agregados, além da soma do desvio padrão com as médias. Este procedimento buscou verificar a confiabilidade da localização de cisternas através do método proposto. Os resultados apresentados foram

---

<sup>1</sup> Graduanda em Geografia - Universidade Federal da Paraíba-Brasil

<sup>2</sup>Graduada em Geografia – Universidade Federal da Paraíba-Brasil

<sup>3</sup> Graduando em Curso de Geografia - Universidade Federal da Paraíba-Brasil

<sup>4</sup> Graduando em Curso de Geografia - Universidade Federal da Paraíba-Brasil

<sup>5</sup> Graduanda em Curso de Geografia - Universidade Federal da Paraíba-Brasil

<sup>6</sup> Professor Pedro Costa Guedes Vianna - Universidade Federal da Paraíba-Brasil

satisfatórios, o que demonstra que é possível acompanhar este tipo de projeto no semiárido brasileiro, através do uso de tecnologias de acesso livre e de fácil manuseio.

Palavras chaves: geotecnologias, semiárido, TSH, cisternas, recursos hídricos.

## **INTRODUÇÃO**

A irregularidade das precipitações, as características hidrogeológicas, aliadas à má gestão dos recursos hídricos no semiárido do Brasil, vem desafiando sua população e os pesquisadores para encontrarem alternativas para racionalizar o uso da água nessa região.

O debate sobre as grandes secas do Nordeste teve início com uma grande repercussão nacional sobre os problemas enfrentados pela população que vive nessa região, com as dificuldades provocadas por secas periódicas, e o devastador efeito sócio-econômico que elas causam. No intuito de melhorar essa situação o Governo Federal criou algumas políticas de desenvolvimento: instituiu em 1909 a Inspetoria de Obras Contra as Secas – IOCS, depois modificada em 1919, para Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas – IFOCS e, em 1946 foi transformada em Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS.

A primeira alternativa tecnológica encontrada pelo governo brasileiro foi, a construção de grandes açudes, na busca de encontrar um equilíbrio entre demanda e oferta de água para a população do semiárido. Contudo as construções dos açudes não obtiveram os resultados esperados. O abandono de parte dessas obras por parte das autoridades governamentais após as construções, e a falta de continuidade de planos de trabalho foi um dos obstáculos encontrados, para se alcançar o desenvolvimento da região.

Atualmente um novo conceito, o de convivência com o semiárido busca alcançar o desenvolvimento social e econômico na região semiárida do Brasil. São tecnologias de baixo custo econômico, e de fácil acesso a todos. Essas tecnologias têm como finalidade armazenar a água da chuva em reservatórios específicos para cada família, para que a água seja utilizada pela família no período de estiagem.

As Tecnologias Sociais Hídricas (TSH) são exemplos de projetos desenvolvidos para regiões com características edafoclimáticas como a do semiárido, e vem mostrando resultados positivos quanto à sua meta que é proporcionar o abastecimento doméstico de água durante todo ano para as comunidades rurais do semiárido.

O maior exemplo desses projetos são os programas sociais P1MC – Um Milhão de Cisternas Rurais, e (P1+2) – Uma Terra Duas Águas. Esses programas vêm sendo desenvolvidos pela Articulação no Semiárido – ASA, que é uma rede formada por mais de 750

organizações da sociedade civil que atuam no desenvolvimento e na gestão de políticas de convivência com o semiárido. São programas destinados a famílias com renda de até meio salário mínimo por membro da família, que residam permanentemente na área rural. Esses programas desenvolvem-se através da sensibilização, mobilização e capacitação das famílias, no sistema de construção e manutenção das cisternas.

O mapeamento dessas cisternas é uma ferramenta eficiente e segura, como meio de acompanhamento e fiscalização das construções das TSH, o que possibilita a abertura de novos espaços para que a sociedade possa participar de uma forma mais ativa nesse novo processo de políticas de convivência com o semiárido. Esta pesquisa foi realizada em dois municípios: Soledade e Juazeirinho, localizados no Curimataú paraibano, onde se realizou o mapeamento de cisternas (Figura 1).

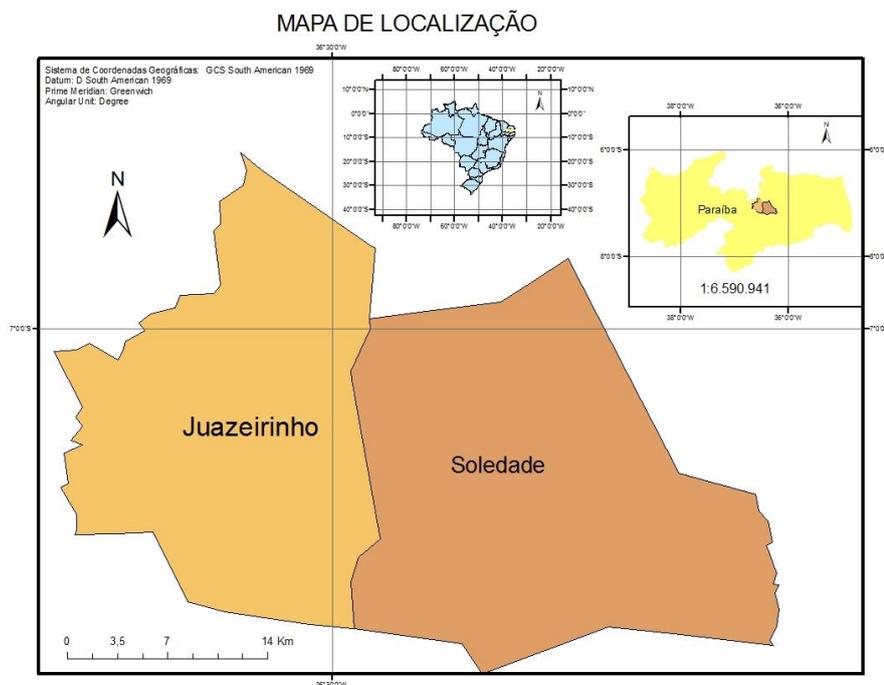


Figura 1: Localização dos municípios de Juazeirinho e Soledade – PB.

## METODOLOGIA

Inicialmente foram realizadas leituras relacionadas ao tema dos Recursos Hídricos e das políticas públicas para o semiárido, de bibliografias (livros, dissertações, artigos científicos, sites do Governo Federal e de ONGs). Na segunda fase, foi realizado um mapeamento das cisternas através de imagens do Google Earth. A terceira fase o trabalho foi desenvolvido no campo,

checando “*in loco*” os pontos previamente mapeados na segunda fase, com uso de aparelhos rastreadores GPS e registro de coordenadas UTM. Ao final analisou-se e compararam-se os dados das imagens com os coletados em campo.

Identificaram-se as cisternas por suas características peculiares: o formato “circular”, sua cor “branca”, sua localização, “sempre próximas a uma residência”, e pelo seu tamanho, tomando por base de escala a dimensão das residências, figuras 2 e 3. É importante destacar que a realização desse procedimento de mapear cisternas através das imagens do Google Earth só é possível em locais com imagens de alta resolução espacial.



Figura 2: Cisternas marcadas através do Google Earth, base para a realização do mapeamento. Fonte: Google Earth, setembro de 2011.



Figura 3 - Cisterna de Placas mapeada na zona rural de Juazeirinho PB – a água da chuva é captada através do telhado da casa e depositada na cisterna. Foto: Cristhiane Fernandes, novembro de 2011.

Elaborou-se uma tabela com as coordenadas UTM, coletadas no mapeamento realizado através do Google Earth, enumerando e identificando cada cisterna localizada, totalizando 171 cisternas mapeadas. Posteriormente foram escolhidos alguns pontos para serem checados em campo, com o uso de rastreadores GPS. Os mapeamentos em campo ocorreram nos dias 7 e 14 de novembro de 2011. Foram realizados dois mapeamentos, um em cada município para checar em campo a localização das cisternas mapeadas através do Google Earth. No dia 07/11/2011, foi realizada a checagem de campo de 12 cisternas na zona rural de Soledade e no dia 14/11/2011, foram checadas 20 cisternas na zona rural de Juazeirinho (Figura 4). Para a realização dos mapeamentos em campo foram utilizados ao mesmo tempo dois aparelhos GPS, o G76 e Dakota 20, ambos da marca Garmin, utilizados para marcar os pontos, de forma simultânea nas cisternas mapeadas.

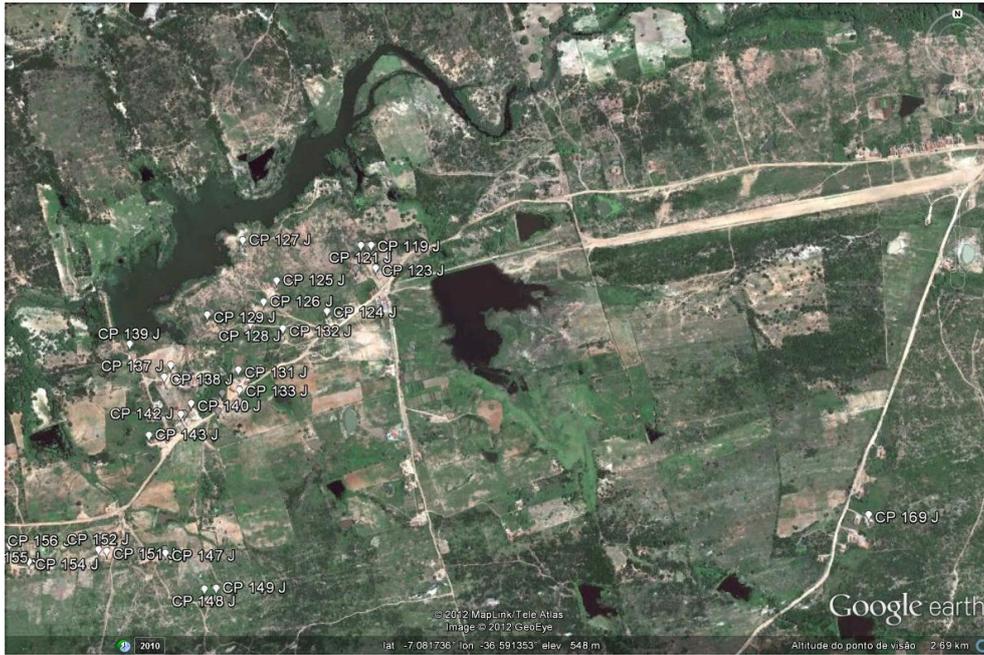


Figura 4 – Cisternas mapeadas através das imagens do Google Earth escolhidas para serem checadas em campo. Município de Juazeirinho. Fonte Google Earth, novembro de 2011.

Em seguida, os dados das trilhas e principalmente dos pontos marcados nos rastreadores GPS, foram descarregados no Software GPS TracMaker versão 13.8, que possui ambiente para armazenar pontos e percurso em trilhas, como mostram as imagens das figuras 4 e 5. O “TracMaker” tem conexão direta com o Google Earth, e os dados então podem ser lançados diretamente nas imagens do Google Earth.

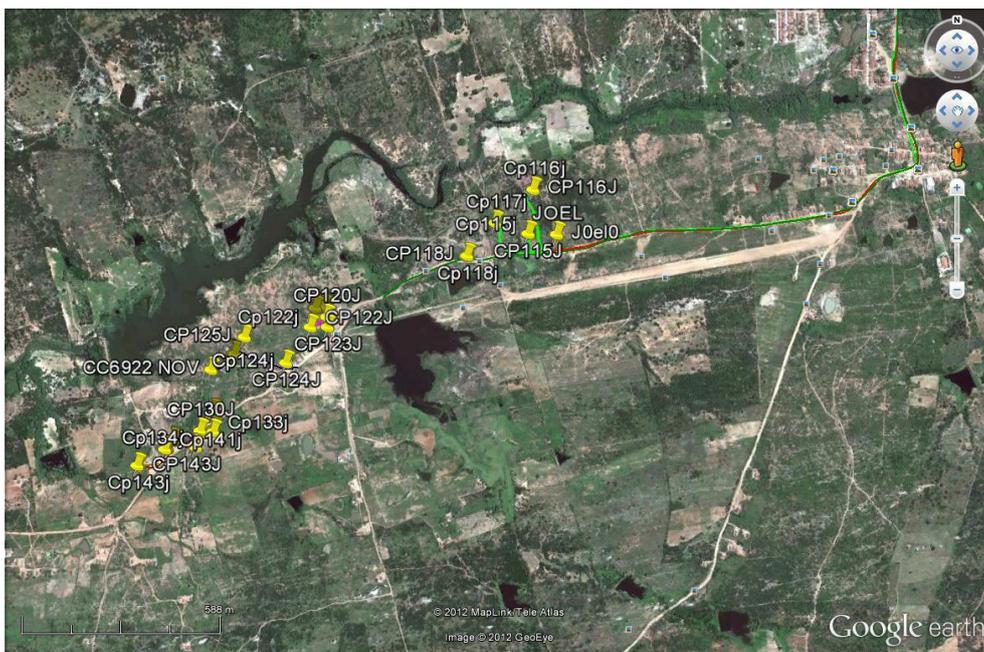


Figura 5 – Pontos (cisternas) e percurso da checagem das coordenadas mapeadas em campo com uso de rastreadores GPS, no município de Juazeirinho. Fonte Google Earth, novembro de 2011.

Para comparar os dados das cisternas mapeadas através do Google Earth, com os dados registrados em campo, foram montados dois quadros com os valores em metros das coordenadas UTM e calcularam-se as diferenças encontradas em cada ponto. Neste quadro realizou-se uma análise de estatística descritiva, com os valores de média, mediana, valor máximo e valor mínimo, agregados, posteriormente, a soma do desvio padrão com a média (Tabelas 2 e 4). O objetivo desse procedimento foi verificar a confiabilidade da localização de cisternas através do procedimento proposto.

## **ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS**

Os resultados alcançados permitem considerar a existência de problemas e boas práticas na busca de encontrar um equilíbrio entre demanda e oferta de água no semiárido brasileiro. Os programas sociais desenvolvidos pela ASA como exemplo a construção das cisternas, mostram que com poucos recursos é possível criar melhores condições para o desenvolvimento social e econômico para os agricultores do semiárido fortalecendo a produção agrícola.

Para análise espacial dessas Tecnologias Sociais foram construídas duas tabelas, referentes aos pontos checados, ou seja, a partir das cisternas mapeadas nos dois municípios, sendo 12 em Soledade e 20 em Juazeirinho (Tabelas 1 e 3). Nestas tabelas estão os valores das coordenadas UTM dos pontos marcados (cisternas) no Google Earth e as coordenadas de campo oriundas do rastreador GPS. Optou-se por usar coordenadas do Sistema UTM, porque nos permite comparar em metros, sendo o sistema métrico de domínio do senso comum da população e, portanto bem conhecido por todos.

**Tabela 1 – Cisternas mapeadas através do Google Earth, GPS G76 e GPS Dakota 20, com as diferenças dos pontos marcados e as diferenças médias de cada uma, no município de Soledade.**

Identf	Google Earth		GPS G76		GPS Dakota 20		*01		*02	
	UTM	UTM	UTM	UTM	UTM	UTM	UTM	UTM	UTM	UTM
	mE	mS	mE	mS	mE	mS	mE	mS	mE	mS
CP24S	789893	9217263	789888	9217263	789891	9217261	5	0	2	2
CP25S	789635	9217086	789633	9217086	789633	9217084	2	0	2	2
CP26S	789903	9217141	789904	9217140	789902	9217143	1	1	1	2
CP27S	790421	9217253	790416	9217252	790420	9217251	5	1	1	2
CP30S	790126	9217273	790118	9217267	790126	9217275	8	6	0	2
CP32S	789181	9217343	789180	9217345	789180	9217344	1	2	1	1
CP33S	788621	9217306	788620	9217305	788619	9217308	1	1	2	2
CP34S	788467	9217318	788460	9217314	788464	9217320	7	4	3	2
CP35S	788526	9217215	788527	9217216	788528	9217215	1	1	2	0
CP36S	787870	9217125	787869	9217128	787869	9217128	1	3	1	2
CP37S	787768	9217449	787767	9217448	787768	9217449	1	1	0	0
CP50S	793949	9216882	793944	9216881	793946	9216882	5	1	3	0

Elaboração: Cristhiane Fernandes de Araújo

\*01- Diferença em metros entre os valores das coordenadas UTM mE e UTM mS, das imagens do Google Earth e os valores das coordenadas UTM mE e UTM mS do rastreador GPS G76 (GARMIN).

\*02- Diferença em metros entre os valores das coordenadas UTM mE e UTM mS, das imagens do Google Earth, e os valores das coordenadas UTM mE e UTM mS do rastreador GPS DAKOTA 20 (GARMIN).

**CP** – Cisterna de Placas;

**CC** – Cisterna Calçadão;

O campo **Identf** – corresponde ao número da cisterna mapeada;

**S** – Soledade;

**J** – Juazeirinho.

**Tabela 2 – Valores: Mediana, Média, Valor Máximo e Valor Mínimo, Desvio Padrão e Média mais Desvio Padrão referentes a Soledade.**

Soledade	*01		*2	
	UTM mE	UTM mS	UTM mE	UTM mS
Mediana	1,5	1,0	1,0	0,5
Média	2,8	0,8	1,2	0,5
V. Máximo	8,0	6,0	3,0	2,0
V. Mínimo	1,0	3,0	2,0	3,0
Desvio P.	3,0	2,4	1,4	1,8
M.+ DP	5,9	3,2	2,6	1,3

Elaboração: Cristhiane Fernandes de Araújo

Os resultados obtidos para Soledade foram satisfatórios, pois a diferença dos erros médios, na Tabela 1 não ultrapassou 2,8 metros de erro médio, como mostra a **Tabela 2**. Já para o município de Juazeirinho, este erro não ultrapassou 2,6 metros como mostra a **Tabela 4**. Considerando-se que o diâmetro da cisterna é da ordem de 3,4 metros, ponderou-se que as diferenças medidas são aceitáveis para um mapeamento que busca identificar cisternas. Com essas diferenças o erro médio nas duas situações verificadas, permite uma identificação precisa, sendo improvável confundi-la com outra cisterna, ou mesmo outra forma análoga qualquer, presente na região estudada.

Na **Tabela 1**- Soledade o maior erro de distância dos pontos considerados foi de 8 metros, e que mesmo com a maior distância entre os pontos marcados, a essa distância de 8 metros é possível que o observador da imagem no Google Earth, verifique se existe ou não uma cisterna nessa área.

Nos resultados da **Tabela 3** - Juazeirinho o maior erro foi de 12 metros. É importante destacar que na realização da checagem dos pontos em Soledade, os aparelhos GPS, permaneciam sempre parados por dois minutos em cima da cisterna, o objetivo desse procedimento, é a obtenção de resultados mais precisos, já que quanto maior o tempo de permanência a leitura do receptor em relação aos satélites deve fornecer medidas mais precisas. É provável que em Juazeirinho, com o fim do dia, este tempo não tenha sido observado rigorosamente, o que aumentou alguns erros individuais.

Na **Tabela 3** os erros variaram menos do que na **Tabela 1**, os valores do primeiro levantamento de campo foram mais próximos dos pontos marcados no Google Earth, tendo alguns valores exatamente os mesmos quando considerados em metros.

**Tabela 3 – Cisternas mapeadas através do Google Earth, GPS G76 e GPS Dakota 20, com as diferenças dos pontos marcados e as diferenças médias de cada uma, no município de Juazeirinho.**

Identf	Google Earth		GPS G76		GPS Dakota 20		*01		*02	
	UTM		UTM		UTM		UTM		UTM	
	UTMmE	mS	mE	mS	UTMmE	mS	mE	mS	mE	mS
CP 115J	766356	9216931	766359	9216930	766356	9216929	3	1	0	2
CP 116J	766374	9217064	766374	9217062	766374	9217063	0	2	0	1
CP 117J	766261	9216964	766260	9216963	766260	9216965	1	1	1	1
CP 118J	766175	9216868	766174	9216865	766176	9216866	1	3	1	2
CP 119J	765747	9216717	765747	9216717	765746	9216717	0	0	1	0
CP 120J	765757	9216687	765758	9216685	765756	9216686	1	2	1	1
CP 121J	765722	9216717	765720	9216714	765722	9216713	2	3	0	4
CP 122J	765709	9216659	765709	9216658	765709	9216656	0	1	0	3
CP 123J	765759	9216660	765759	9216659	765759	9216656	0	1	0	4
CP 124J	765636	9216553	765635	9216549	765634	9216550	1	4	2	3
CP 125J	765510	9216630	765508	9216632	765509	9216627	2	2	1	3
CP 126J	765477	9216577	765474	9216578	765478	9216576	3	1	1	1
CP 130J	765373	9216349	765375	9216349	765375	9216347	2	0	2	2
CP 131J	765413	9216407	765413	9216405	765413	9216405	0	2	0	2
CP 133J	765415	9216356	765414	9216344	765415	9216353	1	12	0	3
CP 134J	765362	9216304	765363	9216299	765361	9216302	1	5	1	2
CP 140J	765295	9216323	765294	9216317	765294	9216321	1	6	1	2
CP141J	765278	9216297	765271	9216293	765270	9216293	7	4	8	4
CP 142J	765269	9216296	765277	9216295	765275	9216296	8	1	6	0
CP 143J	765189	9216244	765188	9216245	765190	9216242	1	1	1	2

Elaboração: Cristhiane Fernandes de Araujo

**Tabela 4 - Valores: Mediana, Média, Valor Máximo e Valor Mínimo, Desvio Padrão e Média mais Desvio Padrão referentes a Juazeirinho.**

Juazeirinho	*01		*2	
	UTM mE	UTM mS	UTM mE	UTM mS
Mediana	1,0	2,0	1,0	2,0
Média	1,7	2,6	1,3	2,1
V. Máximo	8,0	12,0	8,0	4,0
V. Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0
Desvio P.	2,2	2,7	2,1	1,2
M.+ DP	3,9	5,3	3,4	3,3

Elaboração: Cristhiane Fernandes de Araujo

A pesquisa mostrou que mesmo com a maior diferença de localização, é possível mapear essas cisternas. Se forem analisadas em uma escala de distância entre os imóveis, lembrando que se trata de pontos localizados na zona rural e que as distâncias entre uma residência e outra é significativa, pode-se afirmar que as cisternas podem ser identificadas apesar dos “erros” de distâncias medidas neste trabalho.

Observa-se na Figura 6 que mesmo com o maior erro de distância é possível visualizar a cisterna dentro de um espaço territorial da propriedade rural de cada família, portanto a partir dessas informações as cisternas podem ser identificadas até mesmo dentro do maior “erro” encontrado no mapeamento.



Figura 6: os círculos representam as maiores distâncias de “erros” encontrados no mapeamento. O círculo na parte superior da imagem representa a maior distância encontrada no mapeamento em Soledade que foi 8,0 metros, e o maior valor de erro médio que foi de 2,8 metros (parte inferior da imagem) no mapeamento do mesmo município. Fonte Google Earth, novembro de 2011, adaptações: Cristhiane Fernandes, novembro de 2011.

Em relação à seca do ano 2012 em que todos (governo e população), ficaram alarmados apenas demonstra o total despreparo administrativo dos nossos gestores. Se apenas um ano com precipitação abaixo da média normal espanta o governo e a sociedade, está confirmado o quanto as políticas públicas para o semiárido estão estagnadas no tempo.

## CONSIDERAÇÕES

O projeto desenvolvido realizou um estudo espacial das TSH, dedicou-se ao mapeamento de cisternas de placas, neste estudo de caráter experimental foram mapeadas uma parte das cisternas localizadas nos municípios de Soledade e Juazeirinho, através do uso de geotecnologias gratuitas com acompanhamento de campo. Neste trabalho, dedicou-se especificamente ao mapeamento das cisternas, sejam elas produzidas no âmbito do P1 MC (Cisterna de Placa) ou do P1+2 (Cisterna Calçadão). Não foram mapeadas outras tecnologias que também fazem parte dos programas sociais desenvolvidos pela ASA, pelo Governo Federal, e outras entidades, como a barragem subterrânea, poço cacimba e o tanque de pedra, devido as dificuldades de visualizar essas tecnologias através do programa Google Earth.

Com os resultados obtidos no mapeamento pode-se afirmar que é possível estimar com precisão aceitável a localização para mapeamento digital das cisternas de placas e das cisternas calçadão em imagens do Google Earth.

A pesquisa evidenciou um conjunto de informações, com o propósito de contribuir no mapeamento geocartográfico, usando uma metodologia, simples e de baixo custo.

## REFERÊNCIA

AB'SÁBER, A. N. **Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editora, 2003.

ASA. **Articulação no Semiárido**. Disponível em : <<http://asabrasil.com.br>> Acesso em Janeiro de 2012.

AESA. Agência de Águas da Paraíba. Disponível em< [www.aesa.pb.gov.br](http://www.aesa.pb.gov.br)> Acesso em Abril de 2012

BRASIL. **Código das Águas** (1934): e a legislação correlata. – Brasília Senado Federal. Subsecretaria de Edições Técnicas, 2003. 234p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Ed. Senado, 1988. 393p.

BRASIL. Lei Federal 9.433. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. 1997.

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

DNOCS. **Departamento Nacional de Obras Contra as Secas**. Disponível em: <<http://www.dnocs.gov.br>> Acesso em Janeiro de 2012.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso em dezembro de 2011.

LECA, J **Sur la gouvernance démocratique : entre théorie et méthode de recherche empirique**. Politique européenne(1). 2000.

LENIZ, Viktor; Amaral Sérgio Estanislau. **Geologia Geral**. 14<sup>a</sup>. ed. rev. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2003.

MAY, P. H, **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro, Editora Elsevier, 2003.

MALVEZZI, R. **Semi-árido – Uma visão holística**. Brasília: Confea-crea, 2007. 140p.

Ministério da Integração Nacional – **Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. GTI – Grupo de Trabalho Interministerial para recriação da SUDENE**. In. Bases por uma política de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste, 2003.

NETTO, M. S. C. **Políticas de Recursos Hídricos para o Semi-árido Nordestino**. Brasília, Áridas, Seplan/PR, 1995.

POLLETO, Ivo. **Da Indústria da Seca para a Convivência com o Semiárido Brasileiro**. In: Água da Chuva: o segredo da convivência com o Semi-árido Brasileiro/Cáritas Brasileira. Comissão Pastoral da Terra, Fian/Brasil - São Paulo. Editora: Paulinas, 2001.

PORTO DE LIMA, V. R., 2009, **Conflito pelo uso da água do canal de Redenção: assentamento Acauã, Aparecida, PB, Brasil**. Departamento de Geociências, Dissertação de Mestrado, UFPB, João Pessoa, Brasil: 87 p.

REBOUÇAS, A. C., **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. In REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B. & TUNDISE, G. São Paulo: Ed. Escrituras. 2006.

STOCKER, G., 1998, **Governance as a theory: five propositions, dans International Social Science Journal**. 1998.