



PRPG | Pré-Reitoria de Pós-Graduação  
PIBIC/CNPq/UFPG-2009

## AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE MANEJO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

Angeline Maria da S. Santos<sup>1</sup>, Joedla R. de Lima<sup>2</sup>, Izaque F. C. Mendonça<sup>3</sup>, Irenaldo P. Araújo<sup>4</sup>.

### RESUMO

Tecnologias de baixo custo para captação e armazenamento de água da chuva, manejo sustentado da caatinga e educação contextualizada geram novas expectativas para se conviver com o semi-árido. O trabalho teve como objetivo analisar os benefícios advindos das experiências de manejo sustentável dos recursos hídricos para comunidades do semi-árido paraibano, elencando as principais tecnologias, delimitando e caracterizando a Bacia Hidrográfica do Rio Farinha/PB com auxílio do geoprocessamento. Sua área corresponde a 631,2 km<sup>2</sup>, apresenta, predominantemente, padrão de drenagem do tipo dendrítico. Não sujeita a enchente e com pouca sinuosidade. O índice de apropriação desta tecnologia é alto, identificado em 70% dos casos e, por unanimidade, os entrevistados afirmam satisfeitos, esta tecnologia social melhorou sua qualidade de vida, incluindo a saúde.

**Palavras-chave:** semi-árido – tecnologias de baixo custo – água da chuva.

## EVALUATION OF TECHNOLOGIES FOR MANAGEMENT OF WATER RESOURCES IN THE BRAZILIAN SEMI-ARID

### ABSTRACT

Technologies of low cost for capturing and storing rain water, sustainable management of the caatinga and contextualized education generate new expectations to live with the semi-arid. The study aimed to examine the experiences of benefits from sustainable management of water resources for communities in semi-arid of Paraíba, listing the key technologies, delimiting and characterizing the Watershed of Rio Farinha / PB with the aid of GIS. Its area is 631.2 square kilometers, has, predominantly, the drainage pattern of the dendritic type. Not subject to flooding and with little wind. The rate of ownership of this technology is high, identified in 70% of cases and, unanimously, the respondents claim met, this technology has improved their quality of social life, including the health.

**Keywords:** semi-arid - low-cost technologies - rain water.

---

<sup>1</sup> Discente do Curso de Engenharia Florestal, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, UFPG, Patos, PB, E-mail: [angeline\\_angell@yahoo.com.br](mailto:angeline_angell@yahoo.com.br).

<sup>2</sup> Engenheira Agrícola, Professora. Doutora, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, UFPG, Patos, PB, E-mail: [joedlalima@yahoo.com.br](mailto:joedlalima@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Engenheiro Florestal, Professor. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, UFPG, Patos, PB, E-mail: [izaquefcm@yahoo.com.br](mailto:izaquefcm@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> Pedagogo, Discente da Pós-graduação em Ciências Florestais, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, UFPG, Patos, PB, E-mail: [irenaldoaraujo@ig.com.br](mailto:irenaldoaraujo@ig.com.br)

## INTRODUÇÃO

Os problemas sócio-ambientais no semi-árido brasileiro são complexos, na maior parte da sua área de abrangência constata-se a estagnação ou a lentidão do crescimento econômico e a permanência de indicadores sociais abaixo das médias nacionais e regionais. A situação estrutural de pobreza ainda se transforma em calamidade nos períodos prolongados de estiagem na região (SILVA, 2006).

Este quadro agrava os problemas ambientais, notadamente o desmatamento que altera a biodiversidade florística e faunística e na disponibilidade de água, visto que solos desprotegidos contribuem para o incremento dos diferentes processos erosivos e, por conseguinte, o assoreamento dos corpos d'água intrínsecos. O semi-árido brasileiro ocupa aproximadamente 11% do território nacional e abrange parte dos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Maranhão, sendo incorporado o norte de Minas Gerais e do Espírito Santo. A área de abrangência da região semi-árida no Brasil, conforme a EMBRAPA (apud MALVEZZI, 2007) é de 912.000 km<sup>2</sup> e uma população que ultrapassa os 22 milhões de habitantes, correspondendo a 46% da população nordestina e 13% da brasileira.

Para (MALVEZZI, 2007), o Semi-árido brasileiro se destaca como o mais populoso do planeta e o mais chuvoso, com uma precipitação média de 750 mm/ano, variando entre 250 mm/ano a 800 mm/ano. Conforme este autor, mesmo sendo o que mais chove no planeta, seu balanço hídrico é negativo, devido ao alto índice de evaporação, em torno de 3.000mm/ano, cerca de três vezes acima da precipitação. Apresenta duas condições climáticas bem definidas, o período chuvoso e o seco, com predominância deste último.

O que caracteriza o semi-árido brasileiro, bioma Caatinga, é a irregularidade pluviométrica. A distribuição dos eventos pluviométricos são irregulares, no espaço e no tempo, com normais climatológicas concentradas na quadra chuvosa compreendida entre os meses de janeiro e abril, nos demais meses a precipitação é quase nula e o balanço hídrico anual é negativo (tendo em vista que a evapotranspiração, medida no tanque classe A, é maior que a precipitação). Esta peculiaridade climática conclama a ações e tecnologias que primem pelo armazenamento de água, incluindo o reconhecimento da importância da conservação das nascentes.

A insuficiência e irregularidade na distribuição de chuvas, a temperatura elevada e a forte taxa de evaporação são características climáticas que “projeta derivadas radicais para o mundo das águas, o mundo orgânico das caatingas e o mundo socioeconômico dos viventes dos sertões” (AB’SÁBER, 2003)

A qualidade da água está relacionada com o solo, clima, quantidade e porte da vegetação, grau de urbanização, atividades econômicas, expresso na ação antrópica. A vegetação desempenha um importante papel com relação aos mananciais, pois é reguladora dos fluxos de água, proporcionando a recarga natural dos aquíferos.

Em relação aos estudos em nível de bacia hidrográfica (CARDOSO et al., 2006), verificou que para avaliar o efeito de qualquer perturbação neste meio físico, é necessário antes conhecer as características hidrológicas do ecossistema natural, para posteriormente fazer a comparação com aqueles em que houve intervenções antrópicas. A análise desses aspectos do ecossistema envolve características de clima, geomorfologia, solo, vegetação, deflúvio e evapotranspiração, com o que se pode quantificar os processos hidrológicos da bacia e correlacioná-los com as diferentes variáveis relacionadas á quantidade e qualidade da água, assim como sua dinâmica.

Segundo (BRAGA et al., 2002), o desmatamento progressivo da floresta, para cultivo agrícola, tende a alterar as condições microclimáticas locais, pois a mata funciona como uma “esponja biológica”, em que a água precipitada é liberada gradualmente por evapotranspiração e queda por gravidade proporcionando a infiltração no solo.

Neste cenário destacam-se as tecnologias sociais adaptadas ao semi-árido que têm contribuído com a implementação de novas atitudes em relação ao uso dos recursos hídricos, ambiente natural e entre as pessoas, servindo como instrumento para realização da inclusão sócio ambiental.

Segundo (MALVEZZI, 2007) as tecnologias de baixo custo voltadas para armazenamento de água têm ajudado às populações deserdadas e o impacto na qualidade de vida das populações envolvidas é imediato. Diminui a incidência de doenças de veiculação hídrica, a mortalidade infantil, alivia-se o trabalho das mulheres responsáveis pelo abastecimento do lar.

Novas tecnologias de captação e armazenamento de água da chuva, o manejo sustentado da caatinga, as tecnologias de baixo custo e a educação contextualizada geraram novas expectativas para se conviver com o semi-árido. Neste sentido, a busca de uma convivência sustentável no semi-árido tem contribuído com o resgate de conhecimentos e práticas sobre as particularidades e a diversidade presentes nesta parcela do território brasileiro. Onde se observam, ainda que pontuais, políticas públicas e de iniciativa privada no desenvolvimento de tecnologias adaptadas com o intuito de armazenar e conservar as águas das chuvas, considerando as perdas por evaporação, bem como a situação do solo e da vegetação local.

Nesta região atuam várias entidades mediadoras no processo de implantação de tecnologias adaptadas e que despertam nas famílias beneficiárias outro olhar sobre a caatinga, as potencialidades hídricas e sobre o ambiente natural como um todo, culminando com a melhoria da auto-estima das pessoas que aqui se

encontram, a partir de proposições contextualizadas no campo da educação. Neste contexto, destaca-se a contribuição do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semi-árido: Um milhão de Cisternas Rurais (P1MC), o qual vem sendo implementado por entidades vinculadas à Articulação no Semi-árido Brasileiro.

Com base nestas observações, o objetivo desse trabalho foi identificar o grau de apropriação e de satisfação em relação ao emprego da tecnologia social, cisterna de placas, das famílias inseridas na bacia hidrográfica da barragem da Farinha/PB.

## METODOLOGIA

Esta pesquisa se constitui no emprego de geotecnologia e estudo de caso. Tendo como objeto de estudo as tecnologias sociais na área de captação de água, na microbacia hidrográfica do Rio Farinha, região semi-árida paraibana.

### Área de Estudo

Para o desenvolvimento deste trabalho selecionou-se a Bacia Hidrográfica Barragem da Farinha, que engloba total ou parcialmente, os seguintes municípios do semi-árido paraibano: Assunção, Areia de Baraúnas, Quixaba, Salgadinho, Passagem, Cacimba de Areia, Taperoá, Patos (Figura 01).

A Barragem da Farinha, com capacidade de 25.738.500 m<sup>3</sup>, co-abastece o município de Patos, com uma população aproximada de 98 mil habitantes (IBGE, 2007).

Os principais tributários deste rio são: Riacho dos Ferros, Tauá, Aba, Covão, Pinga, Craibeira, Reinado, Serra Feia, da Roça, da Areia, do Costa, Belo Monte, Carnaubinha, dentre outros de menor expressão hídrica.

Nas suas margens são desenvolvidas atividades agrícolas relativas ao plantio de capim forrageiro e presença de árvores frutíferas. O entorno da bacia hidráulica deste reservatório encontra-se intensamente modificado, por ações antrópicas, com instalações destinadas ao lazer da população do município de Patos, sítios com pequenas plantações de fruteiras e cultivos sazonais.

A fisiografia da área de estudo é caracterizada pelo predomínio de relevo suavemente ondulado, sendo fortemente ondulado nos divisores de água. Situa-se predominantemente no domínio quase que totalmente cristalino, com algumas áreas representadas por sedimentos terciários. De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante da região da bacia hidrográfica é do tipo semi-árido quente, classificado como *Bsh*. Clima quente e seco, com chuvas de verão, alcança os índices mais baixos de precipitação do Estado, com média anual de 500 mm (PDRH-PB, 2006).

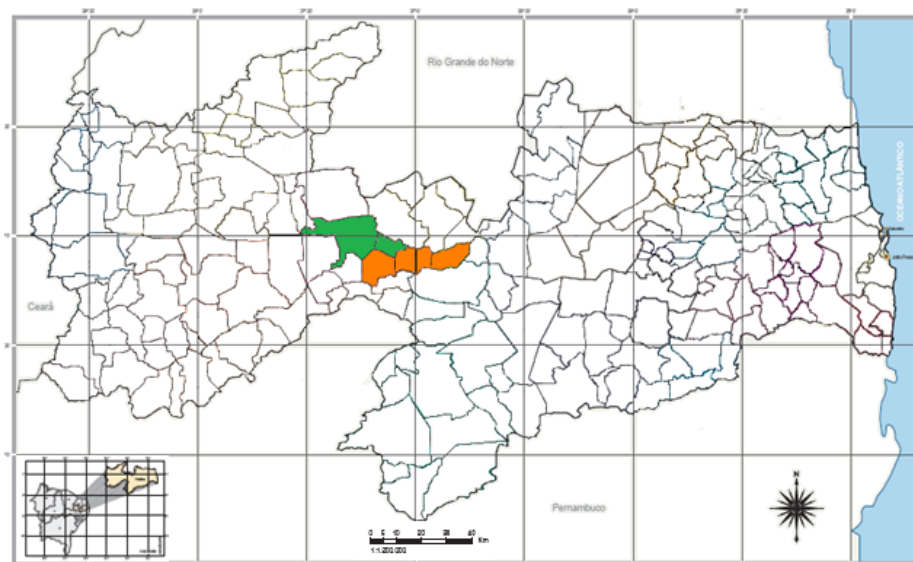


Figura 01 - Mapa do Estado da Paraíba em destaque os municípios que compõem a bacia hidrográfica da barragem do Farinha – Patos/PB.

### Delimitação da Bacia Hidrográfica com auxílio de Georreferenciamento

A delimitação da bacia hidrográfica foi realizada a partir dos seguintes procedimentos:

A partir da carta planialtimétrica digital, disponível na escala 1:100.000 e, empregando-se o software AutoCAD, foram coletadas as coordenadas x e y das cabeceiras de erosão do rio principal e afluentes, partindo da nascente até o exutório. Gerou-se um arquivo vetorial de pontos no formato DXF, a partir dos

quais, no ambiente Idrisi, procedeu-se a digitalização da rede de drenagem, produzindo arquivo vetorial de linhas, posteriormente rasterizado, Módulo RASTERVECTOR do Idrisi.

Gerou-se ademais, a partir das bandas 2,3,4, do satélite CBERS 2 (Órbita/Ponto 148/108), passagem 18 de setembro de 2008, a composição colorida 2b4g3r. De posse destes dois layers (arquivo raster "drenos" e arquivo raster polígono, a partir do Módulo Overlay do Idrisi, procedeu-se a sobreposição da rede de drenagem ao polígono da bacia, gerando-se deste modo, o mapa georreferenciado da Bacia Hidrográfica da Barragem da Farinha

Foram procedidas as etapas de identificação, na imagem, de cada dreno que faz parte do Rio Farinha, os divisores de água. Mensurou-se a área da bacia, o perímetro, a extensão de cada dreno (rio de até terceira ordem), os comprimentos do curso do rio principal, axial da bacia e do talvegue. Parâmetros essenciais para a obtenção das características físicas da bacia.

### Obtenção das características físicas da bacia hidrográfica

As características físicas de uma bacia são elementos de grande importância para identificar seu regime hidrológico. Pode-se dizer que estes elementos físicos constituem a mais conveniente possibilidade de se conhecer a variação no espaço dos elementos do regime hidrológico (VILLELA & MATTOS, 1975).

A área de drenagem de uma bacia é a área plana (projeção horizontal) inclusa entre os divisores topográficos. É a característica mais importante da bacia hidrográfica para calcular as outras características, pois se define a potencialidade hídrica da mesma. A forma da bacia está relacionada ao tempo, a partir do início da precipitação, que a água leva para chegar até o exutório.

A ordem dos rios é uma classificação que reflete o grau de ramificação ou bifurcação dentro de uma bacia hidrográfica, esta classificação depende da escala da carta topográfica ou imagem de satélite utilizada que vai permitir maior ou menor detalhamento. A Figura 02 apresenta o método mais utilizado que é o de Straller adaptado de Horton, apresentado em (VILLELA & MATTOS 1975).

Os rios são os principais componentes das bacias de drenagem. A bacia de drenagem de um determinado rio é separada das bacias de drenagem vizinhas por um divisor de águas.

As drenagens observadas em uma carta topográfica, fotografia aérea ou imagem de satélite, apresentam padrões bastante característicos em função do tipo de rocha e das estruturas geológicas presentes no substrato da bacia. O padrão mais comumente observado é o dendrítico, no qual o arranjo da drenagem assemelha-se à distribuição dos galhos de uma árvore e ocorre quando a rocha dos substratos é homogênea. (TEIXEIRA et al., 2008).

Essa forma depende da estrutura geológica da bacia. Existem vários índices que determinam a forma das bacias que estão apresentados abaixo:

O índice de compacidade expressa a relação entre o perímetro da bacia hidrográfica e a circunferência de um círculo de área igual a da bacia; índice de conformação é a relação entre a área da bacia hidrográfica e o quadrado de seu comprimento axial; densidade de drenagem; corresponde à relação entre o comprimento total dos cursos d'água da bacia e sua área total; sinuosidade do curso d'água principal compreende a relação entre o comprimento do rio principal e do talvegue, a sinuosidade é um fator controlador da velocidade do escoamento.

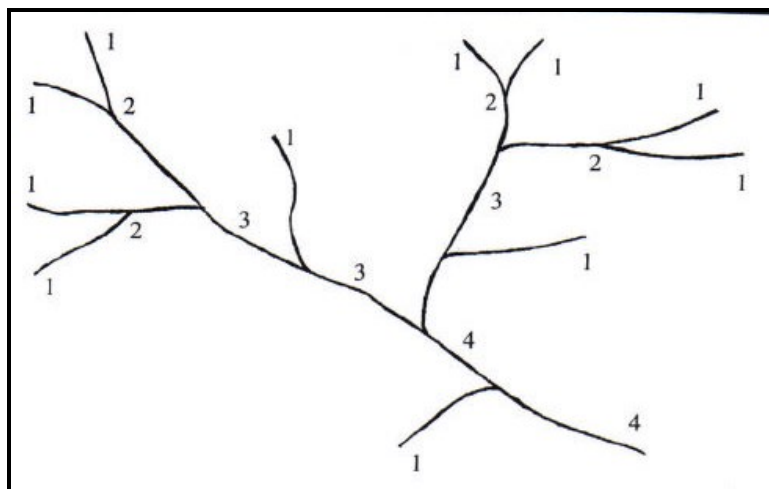


Figura 02: Ilustração do método de ordenação dos canais. STRALLER (1957).

Fonte: (ESALQ/USP, 2008) <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lcf/lab/lhf/arquivos/CAPITULO%204.pdf>, Acesso: em maio de 2008.

## Novas Concepções no Semi-Árido Brasileiro

Há no semi-árido a construção de um novo projeto civilizatório, o qual tem como fundamento básico a superação da mentalidade de combate à seca para atitudes que promovam caminhos para uma convivência sustentável com o semi-árido. Tendo em vista que podem ser desenvolvidas tecnologias adaptadas a esta região, com base na convivência ambientalmente sustentável, visando a melhoria da qualidade de vida da população, bem como a construção de atitudes que associem desenvolvimento e respeito aos ecossistemas aqui existentes. O economista Celso Furtado (CÁRITAS BRASILEIRA, 2001) assevera que embora haja desafios provocados pelas condições do solo, dificultando o armazenamento de águas subterrâneas, o Nordeste é uma região especial, que sendo estudada, trabalhada e desenvolvida, pode ser florescente.

A convivência com o semi-árido tem por base o conhecimento da dinâmica natural deste ecossistema, do aproveitamento racional dos recursos hídricos disponíveis, do emprego de culturas agrícolas adaptadas às condições ambientais e da produção de bens em tempos chuvosos.

Importante ressaltar que não basta investir em tecnologias que armazenem as águas pluviais, é necessário o investimento em tecnologias adaptadas que garantam o armazenamento e que diminuam as perdas por evaporação.

O aproveitamento das águas disponibilizadas no semi-árido deve considerar fatores determinantes como a variabilidade temporal e espacial da chuva, o índice pluviométrico, a característica do subsolo e a intensa evapotranspiração (MALVEZZI, 2007). As tecnologias para o armazenamento dos recursos hídricos disponibilizados no semi-árido devem armazenar as águas do período chuvoso e ainda considerar a evaporação. O maior desafio para o semi-árido brasileiro não é a falta d'água, mas o correto aproveitamento.

A mudança de concepção sobre a região semi-árida não deve passar apenas pelo investimento em tecnologias, adaptadas, é necessário que se invista em mudanças culturais profundas, que promova o desenvolvimento ambientalmente sustentável.

Neste sentido, as tecnologias adaptadas são repassadas juntamente com um modelo pedagógico que promove reflexões e conduzem à construção de estratégias e políticas geradoras da sustentabilidade sócio-ambiental. O citado modelo pedagógico dirige-se às pequenas comunidades rurais e repassa tecnologias de fácil compreensão e aplicação.

No Brasil foi criada a Rede de Tecnologias Sociais (RTS), com a intenção de transformar tecnologias sociais em políticas públicas, como também de facilitar a sua difusão e desenvolver formas mais adaptadas às diferentes regiões do país. A RTS tem se organizado a partir de princípios democráticos, dialógicos e inclusivos, a qual busca a promoção do desenvolvimento sustentável, saindo da mera aplicação de projetos demonstrativos para uma escala que possibilite impactos efetivos na realidade social. Esta rede é constituída por instituições públicas e privada, aberta às organizações da sociedade civil, instituições de ensino, pesquisa e extensão, empresas comprometidas com o desenvolvimento sustentável e órgãos governamentais (RTS, 2007b).

Por meio de dados documentais adquiridos junto ao PROPAC (Programa de Promoção e Ação Comunitária da Diocese de Patos-PB) e os compilados por (ARAÚJO, 2008) estão elencadas as tecnologias de baixo custo voltadas para armazenamento de água, implantadas nas comunidades da bacia hidrográfica do Açude Farinha (PB) (Tabela 1).

Tabela 1: Tecnologias sociais trabalhadas pela ASA através P1MC, P1+2 e BAP.

Item	Tecnologia social	Características	Usos	Observação
1	Cisterna de placas	Caixas d'águas construídas nas proximidades das residências para armazenar as águas pluviais por meio do emprego de calhas nos telhados das casas	Consumo humano: beber e cozinhar	Construída com capacidade para armazenar 16 mil litros d'água.
2	Cisterna adaptada à roça	Captação das águas que escoam em lajedos, estradas, quadras ou em qualquer superfície com pequena inclinação, interceptada por uma área de captação, encaminhada até a cisterna por canos.	Produção agrícola, dessedentação animal e para o consumo humano.	Construída com capacidade de armazenar quantidade superior a 20 mil litros.

3	Tanque de pedra	Consiste no aproveitamento das águas que escoam sobre os lajedos, por meio da construção de ductos de alvenaria ou pedra que conduzem o escoamento superficial, a escavação de canais ou aproveitamento de fendas naturais.	Irrigação de culturas agrícolas, consumo humano e animal.	
4	Barreiros trincheiras ou caxios	Tanques retangulares e estreitos, cavados no subsolo, com o fundo e parede construídos de alvenaria para evitar a infiltração da água no solo. Na área de captação é importante a construção de barreiras de pedras para evitar o assoreamento.	Irrigação de culturas agrícolas, consumo humano e animal.	
5	Barragem subterrânea	Construção de paredes retentoras nas zonas de aluvionais, com a finalidade de barrar o escoamento sub-superficial, formando uma mancha de umidade.	Produção agrícola.	As paredes podem ser construídas de alvenaria, lonas ou barro batido.
6	Bomba d'água popular	Bomba manual instalada em poços artesianos com até 40 metros de profundidade, movida por uma grande roda, que possibilita captar até mil litros de água em uma hora, com baixo custo de manutenção e fácil manuseio.	Uso diversos - de acordo com a qualidade da água.	Bomba inventada pelo holandês Gert Jam Bom, na década de 1970

PM1C – Programa 1 milhão de cisternas; P1+2 – Programa de Manejo Sustentável da Terra e das Águas e BAP – programa Bomba d'Água Popular.  
Fonte: Araújo (2008)

### Nível de apropriação por parte das famílias das tecnologias implantadas na região.

Para averiguar a adaptação e utilização por parte das famílias das tecnologias implantadas foram realizadas visitas *in loco* e aplicado um questionário formado basicamente por perguntas relacionadas à importância, frequência em que a cisterna é abastecida, salubridade e dificuldades sentidas ao se empregar a tecnologia e se a mesma fosse retirada do seu cotidiano o nível de impacto gerado. As comunidades visitadas foram: Lagoa de Açude, em Patos; Pilões, Logradouro e Aroeiras II em Quixaba; Sítio Motorista, em Passagem e o município de Cacimba de Areia. Os questionários foram aplicados no período de junho a julho de 2009.

**Grau de apropriação** neste trabalho será entendido com **domínio no uso da tecnologia, no caso a cisterna de placas, coerência entre instruções recebidas na capacitação e o manejo da cisterna e vislumbra alternativas para melhorias no uso da tecnologia**. Com o objetivo de se comparar as instruções recebidas nos cursos obrigatórios de treinamento e a prática cotidiana entrevistou-se um representante da PROPAC (Programa de Promoção e Ação Comunitária da Diocese de Patos-PB).

O grau de apropriação receberá a seguinte classificação:

- Grau de apropriação **alto** – a pessoa participou do curso de capacitação, adota os cuidados sugeridos, inclusive tem percepção de melhorias “que podem ser implantadas ao uso das cisternas”.
- Grau de apropriação **médio** – a pessoa participou do curso e toma, em parte, os cuidados sugeridos pelo treinamento.
- Grau de apropriação **baixo** – a pessoa utiliza a cisterna, não participou de treinamento e, ou, não toma os cuidados fitossanitários.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Delimitação e características físicas da bacia hidrográfica

A bacia do Rio Farinha compreende uma área de 631,2 km<sup>2</sup>, perímetro de 145,50 km, comprimento axial de 55,86 km, possui 183 rios temporários (afluentes) considerando os rios de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ordem. A rede de drenagem é do tipo dendrítico.

A partir da metodologia apresentada delimitou-se a bacia hidrográfica do Rio Farinha, tendo ao fundo a imagem do satélite CBERS 2 – CCD, composição das bandas 2, 4 e 3 (Figura 03).



## Área de Drenagem

A bacia do Rio Farinha possui uma área de 631,2 km<sup>2</sup>, com 467,79 km de rios de até terceira ordem.

## Forma da Bacia

A Bacia do Rio Farinha tem um coeficiente de compactidade de 1,62, índice de conformação igual a 0,2, formato alongado, De acordo com estes coeficientes a mesma não muito sujeita a enchentes.

Com comprimento total dos cursos d' água de 467,79 km, sua densidade de drenagem é 0,74 km/km<sup>2</sup>, considerando os rios de até terceira ordem.

Identificou-se que o Rio Farinha, com comprimento de 68,77 km, é pouco sinuoso, tendo em vista que o comprimento do talvegue é de 52,35 km.

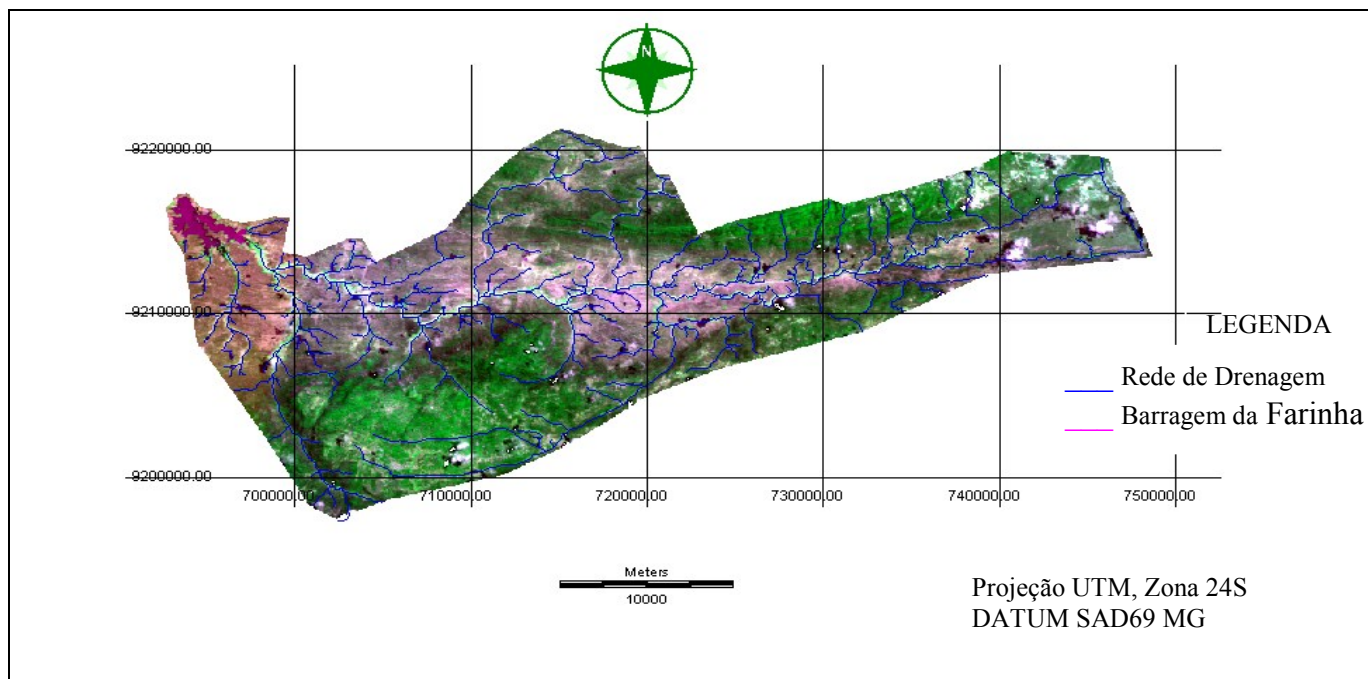


Figura 03: Bacia hidrográfica da barragem do Farinha/Patos (PB).

Autores: Angeline Maria da S. Santos, Dr. Izaque F. C. de Mendonça, Dra. Joedla R. de Lima.

## Cisternas Rurais: descrição da tecnologia e informações básicas de manejo

Segundo a (EMBRAPA, 2008) cisterna rural é conhecida como um reservatório fechado para armazenar a água de chuva para consumo humano. É formada por um tanque de armazenamento ( $T_a$ ), sistema de filtragem ( $S_f$ ) e a área de captação ( $A_c$ ) (figura 04).

O tanque de armazenamento ( $T_a$ ) é o reservatório para armazenamento da água de chuva, que pode ser construído utilizando diferentes materiais. Atualmente, os modelos mais utilizados são placas pré-moldadas e tela galvanizada;

Sistema de filtragem ( $S_f$ ) tem a função de melhorar a qualidade da água a ser armazenada no tanque. Pode se localizar na área de captação e, ou, no próprio tanque de armazenamento. Recomenda-se, também, o sistema de filtragem doméstico.

A área de captação ( $A_c$ ) é essencial para captar a chuva precipitada e permitir seu escoamento para o tanque por meio de calhas e tubos. Normalmente, é utilizado o próprio telhado das moradias, porém, deve-se observar que, além da sua dimensão, o mesmo deve em boas condições de conservação.

### Primeiras águas

A água das primeiras chuvas deve ser eliminada, para que estas lavem o telhado das casas evitando a contaminação da água da cisterna. Normalmente o telhado, em períodos de estiagem, recebe fezes de animais, poeira, folhas secas, restos animais.

Segundo (ANDRADE-NETO, 2003) a chuva quando escoar sobre a superfície de captação, lava esta superfície carregando a sujeira (pequenos animais mortos, fezes de aves e roedores, folhas, detritos, poeira e microrganismos) acumulada no intervalo entre duas chuvas. Quanto maior o tempo desde a última chuva,

maior a quantidade de sujeira acumulada, mas essa quantidade depende também do tipo de superfície de captação (telhados são geralmente muito mais limpos que locais com trânsito de pessoas ou animais) e das condições de exposição a sujeiras (locais remotos e isolados são mais seguros).



Figura 04 – Esquema de uma cisterna rural.  
Fonte: Autores.

### **Localização**

O local da construção da cisterna deve estar situado longe de lixões, currais, fossas ou outros pontos de poluição que possam colocar em risco a qualidade da água e/ou comprometer a estrutura da cisterna. A cisterna deve ficar próxima à residência da família para facilitar a colocação das calhas, tubos da área de captação e o próprio acesso à água. Verificou-se na área de estudo o cumprimento desta premissa.

### **Calhas**

Toda cisterna deve contar com calhas para conduzir a água da área de captação para o tanque de armazenamento. Deve-se ter cuidado com as calhas para que estas colem toda a água sem provocar desperdícios. Inclusive os entrevistados relataram cuidados para com a limpeza da calha antes de abastecer a cisterna.

### **Calçada**

Constrói-se calçamento em torno da cisterna para evitar infiltrações da água de chuva nas laterais do tanque que podem comprometer sua estrutura e favorecer a proliferação de bactérias. Na área de estudo não se verificou o emprego deste requisito, a cisterna é envolvida com terra fazendo uma espécie de cone para dificultar o acúmulo de água ao redor da mesma.

### **Sangradouro**

É essencial a colocação de sangradouro no tanque para permitir o escoamento do excedente da água armazenada. Verificou-se a existência de sangradores, inclusive, em alguns casos, a água que sai do sangradouro é recolhida em tonéis e utilizada para outros fins.

### **Aeradores**

A cisterna deve conter tubos em suas paredes, para permitir a renovação do oxigênio na água. Nas extremidades desses tubos, deve haver ralo ou tela para evitar a entrada de pequenos animais e materiais grosseiros. Não verificou-se a existência dos aeradores, entretanto o próprio sangradouro desempenha parcialmente esta função.

### **Bomba**



Para evitar o contato direto com a água e o uso de vasilhas não adequadas para retirar a água, a cisterna deve conter uma bomba manual. A água pode ser bombeada diretamente para um reservatório menor localizado na cozinha da casa. Nas cisternas mais recentes há a presença da bomba, entretanto, segundo alguns relatos preferem-se utilizar o balde, porque a vazão da bomba é pequena e demanda esforço físico para acioná-la.

### **Porta**

A cisterna deve conter uma porta para permitir sua limpeza, a qual deve ser mantida fechada para evitar acidentes com crianças e animais. Este item encontra-se presente na parte superior de todas as cisternas.

Em termos gerais verificou zelo com a cisterna, em apenas um caso a mesma estava com vazamento.

### **Importância das tecnologias sociais no semi-árido**

A água é reconhecida por portar valor econômico, estratégico e social, essencial à existência e bem estar do homem e à manutenção dos ecossistemas do planeta. É, portanto, um bem comum a toda a humanidade e a sua utilização deve implicar em respeito à lei. A sua proteção deve se constituir uma obrigação jurídica para todo homem ou grupo social que a utiliza. Esta questão não deve ser ignorada nem pelo homem nem pelo Estado. O equilíbrio e o futuro de nosso planeta dependem da preservação da água e de seus ciclos. Estes devem permanecer intactos e funcionando normalmente para garantir a continuidade da vida sobre a Terra (ARAUJO, et. al. 2006).

Reconhecendo os problemas com a escassez de água devido ao seu mau gerenciamento, em 2001 foi criado o Programa de Mobilização Social para Construção de 1 milhão de Cisternas (P1MC) com a participação das comunidades na busca de soluções para a falta de água no sertão (CÁRITAS, 2001).

Em entrevista com (ARAUJO, 2008) Assessor Pedagógico do Programa de Promoção e Ação Comunitária da Diocese de Patos-PB e Coordenador Técnico do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semi-Árido, o mesmo relata que é fundamental que as famílias aprendam a conviver com o semi-árido, neste sentido realiza-se treinamentos para despertar as comunidades desta região quanto às diversas formas de conviver com as peculiaridades regionais e com isto melhorar sua qualidade de vida. O referido treinamento repassa informações sobre o semi-árido, formas de captação de água, manejo dos recursos hídricos e manuseio da cisterna.

As cisternas garantem água de boa qualidade para o consumo humano, evitando assim doenças de veiculação hídrica.

As cisternas possuem um modelo padrão com diâmetro de 4m e altura de 1,40m. O material para construção da cisterna custa em torno de R\$ 1.129,00 (valor de julho de 2009), excluindo-se os custos com a mão-de-obra do pedreiro. O programa social oferece apenas o material de construção, sendo o beneficiário responsável pelo pagamento da mão-de-obra e alimentação do pedreiro.

As famílias são selecionadas para este programa a partir de um cadastramento, um dos requisitos para ser beneficiado com a cisterna, é participar de algum Programa Social do Governo Federal, como por exemplo, a Bolsa Família. Só é possível ter uma cisterna por família e não pode ter mais de uma cisterna no nome de uma mesma pessoa mesmo que seja em outro município.

A limitação deste programa é que depois de implantada a cisterna, não há acompanhamento do setor responsável, para verificar se os cuidados com a água tanto na captação, quanto no armazenamento estão sendo tomadas. Esta avaliação é parte dos objetivos do presente trabalho.

De acordo com a ASA ( Articulação do Semi-Árido), no semi-árido brasileiro foram construídas 261.147 cisternas rurais até o dia 03/07/2009.

### **Avaliação das práticas de captação, usos e cuidados com a cisterna.**

De acordo com as visitas *in loco* a partir da aplicação do questionário, obteve-se que 10% das famílias entrevistadas as cisternas foram construídas no ano de 2000; 30% em 2001, nestes dois casos ainda na fase experimental de implantação do projeto; 20% em 2003, início do “Programa 1 milhão de Cisternas Rurais”; 10% em 2004; 20% em 2008 e 10% não sabiam informar.

Dentre as famílias entrevistadas 90% possuem cisterna com capacidade para armazenar 16 mil litros de água e 10% para armazenar 8 mil litros.

Ao se questionar sobre as formas de se abastecer a cisterna obteve-se que 50% delas recebem apenas água de chuva, isto significa que a água armazenada é suficiente para atender as necessidades primárias beber e cozinhar. Dos que abastecem inclusive com carro pipa 20% das famílias completam com um carro pipa e 30% usam dois carros pipas para abastecê-las (figura 05).

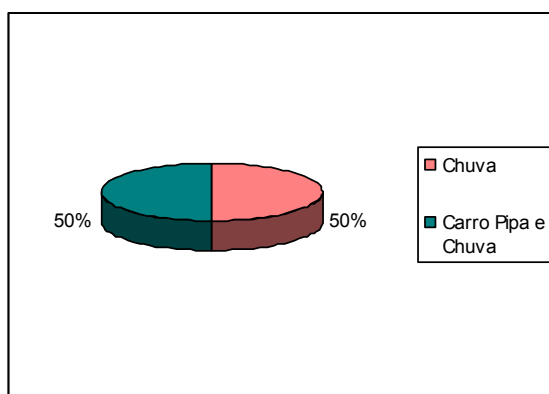


Figura 05: Percentagem das famílias que abastecem a cisterna com água da chuva e carro pipa.

### Finalidade da água da cisterna

As águas armazenadas nas cisternas são, em geral, utilizadas para cozer os alimentos, dessedentação humana e irrigação. O Programa P1MC propõe que a água armazenada seja prioritariamente utilizada para cozinhar, beber. 40% dos entrevistados afirmaram que utilizam a água para outras atividades como lavagem de pratos e roupas, justifica tal emprego por causa da dificuldade em buscar água para estas outras atividades (Figura 06).

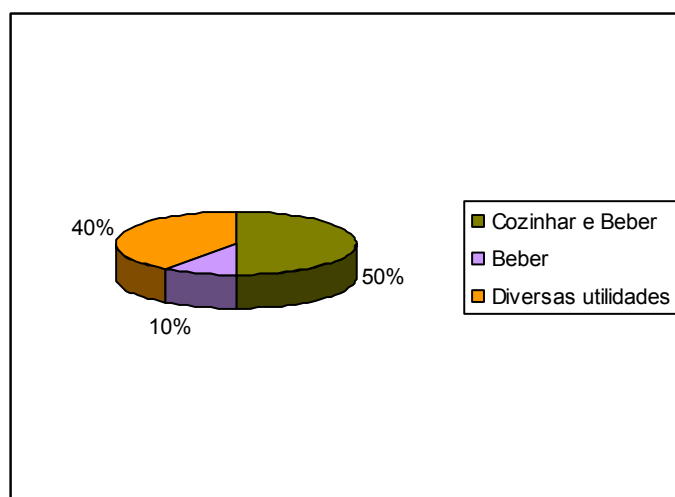


Figura 06: Finalidade de uso da água da cisterna.

### Limpeza da cisterna e segurança sanitária

As primeiras chuvas não são aproveitadas por 70% das famílias, estas têm a função de lavar bem o telhado (área de captação da água), evitando a contaminação da água que venha a ser armazenada na cisterna.

A cisterna é limpa, conforme 80% das pessoas entrevistadas, com vassoura e pano, geralmente uma vez por ano, sempre que a mesma seca. Ao ser transportada para o interior da residência, 60% das famílias afirmam que a tratam com cloro e a filtram, os 40% restantes não fazem nenhum tipo de tratamento da água.

Em relação a algum mal-estar causado pela água da cisterna, as famílias relataram que não apresentaram quadros de disenteria, com o uso da água armazenada, ao contrário, estão mais saudáveis em relação às doenças de veiculação hídrica.

Quanto à segurança sanitária, em suma (ANDRADE-NETO, 2003) afirma que a água das chuvas é geralmente excelente para vários usos, inclusive para beber, exceto em locais com forte poluição atmosférica, densamente povoados ou industrializados, o que não é o caso das áreas rurais e de pequenas cidades aonde o nível de contaminação atmosférica é baixo, entretanto a contaminação das águas depende também da superfície de captação e da limpeza do tanque, justificando as práticas apresentadas anteriormente. Embora os riscos epidemiológicos associados às cisternas sejam pequenos recomenda-se que todo esforço deve ser feito para minimizar a contaminação dos seres humanos, destacando-se o papel da educação.

## Usuários e participação em treinamento

Prevalece, na atualidade, o uso familiar da cisterna. A pesquisa verificou que, em 80% dos casos a água armazenada é usada por apenas uma família os 20% dos casos restantes em que ocorre o uso coletivo, não há controle quanto à quantidade de água retirada por família, nem se identificou a figura do administrador da cisterna.

Ao serem questionados 70% dos entrevistados afirmam que receberam treinamento com duração de três dias para compreenderem a região em que vivem, com suas peculiaridades e aprenderem a manejar a cisterna.

## Importância desta tecnologia para a vida das famílias assistidas

Obeve-se a informação de que a cisterna na vida dessas famílias é essencial, 90% dos entrevistados afirmaram que sem a cisterna sofreriam com a falta de água, pois, alguns deles deslocavam-se cerca de seis quilômetros para conseguir água, também informaram que a qualidade da mesma é inferior à que têm na cisterna.

## Grau de apropriação por parte das famílias

Com base nas entrevistas às comunidades, em 70% dos casos verifica-se **alto grau de apropriação** da tecnologia de utilização da cisterna, ou seja, participaram do treinamento e tomam os cuidados necessários para manejar a água da cisterna. Os 30% das famílias restantes estão no intervalo entre grau de apropriação médio e baixo, que participaram do treinamento, mas não tomam todos os cuidados fitossanitários recomendados.

## CONCLUSÕES

A partir deste trabalho podemos concluir que:

- O emprego da imagem do satélite CBERS-2 CCD, composição colorida 2b4g3r, coadunadas com técnicas de geoprocessamento atenderam os requisitos do trabalho.
- A Bacia hidrográfica do Rio Farinha - PB possui uma rede de drenagem do tipo dendrítica, área de 631,2 km<sup>2</sup>, uma extensão total de cursos de água de 467,79 km com rios de até terceira ordem, não está sujeita a enchentes e o rio principal tem pouca sinuosidade.
- A água armazenada nas cisternas provém, em 50% dos casos, unicamente da água da chuva e o restante abastece a mesma com água de carros pipa, sendo que em 30% dos casos são necessários dois carros pipa por ano.
- As famílias demonstraram que tomam os cuidados com a limpeza da cisterna, em 70% dos casos, e afirmam que têm menos problemas de saúde vinculada à qualidade da água;
- Na bacia hidrográfica do açude Farinha o grau de apropriação relacionado ao uso da cisterna é alto, em 70% dos casos, isto significa que os quesitos cuidados com a limpeza da cisterna, cuidados na captação da água de chuva e participação em treinamento foram atendidos;
- Os entrevistados unanimemente demonstraram estar satisfeitos com esta tecnologia.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. **Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 160p.
- ANDRADE-NETO, C. O. de. Segurança Sanitária das Águas de Cisternas Rurais. In: IV Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água da chuva. **Anais...** Petrolina: Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva- ABCMAC, Brasil, 2003, s/p.
- ARAÚJO, E de P. et. al. O gerenciamento da demanda de água é caminho para propiciar sua preservação: água de chuva em edificações. **Revista de gestão Integrada em Saúde do trabalho e meio ambiente**. São Paulo: SENAC. v.1, n.3, Seção 2, abril 2007. Disponível em: <[www.interfacehs.sp.senac.br](http://www.interfacehs.sp.senac.br)> Acesso em: fev. 2008.
- ARAÚJO, I. P. de. **Diagnóstico das fontes de abastecimento hídrico na Microbacia Hidrográfica do Rio Farinha/PB** Monografia ( Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade) Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB. 2008. 60f.
- ASA Brasil. Articulação do Semi-Árido. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br>> Acesso em: 10 jul. 2009.

BRAGA, A. P. et al. Conservação dos recursos hídricos em brejos de altitude - O caso de Brejo dos Cavalos, Caruaru, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande-PB, v.6, n. 3, p. 539-546. 2002.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manejo da água armazenada em cisterna. Petrolina, 2008. 2p. ( Instruções Técnicas, 85)

CARDOSO, C. A. et al. Caracterização hidroambiental da bacia hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.2, p. 249-256, 2006.

CÁRITAS BRASILEIRA. **Água de chuva**: o segredo da convivência com o Semi-Árido brasileiro. Cáritas Brasileira, Comissão Pastoral da Terra, Fian/Brasil – São Paulo: Paulinas, 2001. il. 104p.

IBGE. **Contagem Populacional 2007**. Disponível: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 10 dez. 2008

MALVEZZI, R. **Semi-árido**: Uma visão Holística. Brasília: CONFEA, 2007. 140p. Disponível em: <<http://www.confea.org.br>> Acesso em:20 jan. 2009.

PDRH-PB. **Plano Diretor de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba**. João Pessoa/PB: SEMARH/ Governo do Estado da Paraíba, 2006 (CD-ROM).

SILVA, R. M da. **Entre o combate á Seca e a convivência com o semi-árido**: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília. 2006. 298f.

TEIXEIRA, W. et. al. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Editora Nacional, 2008. 557p.

VILLELA, S. M & MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.