

Índice de sustentabilidade do uso da água de cisternas no Semi-Árido brasileiro¹

Aderaldo de Souza Silva²

Luiza Teixeira de Lima Brito³

Célia Maria Maganhoto de Souza Silva⁴

Paulo Pereira da Silva Filho⁵

RESUMO - A disponibilidade hídrica no Semi-Árido brasileiro é baixa, embora, nos anos secos possam ocorrer, no mínimo, 300,0mm, que são suficientes para abastecer uma cisterna com capacidade de 16.000 litros e atender as necessidades básicas de uma família com cinco pessoas. Nesta região, a quantidade e a qualidade da água são indicadores que devem ser considerados na gestão sustentável da água, principalmente para consumo das famílias. Assim, este estudo avaliou os resultados obtidos pelo P1MC/Ministério do Desenvolvimento Social-MDS, objetivando propor um índice de sustentabilidade do uso da água de cisterna. Foram utilizados procedimentos de análise fatorial em componentes principais e de agrupamento, integrando-se diferentes bases dados. A partir das variáveis analisadas foram definidos quatro indicadores de sustentabilidade da água das cisternas: a) uso da água de outras fontes; b) condições ecológicas dos domicílios; c) capacitação comunitária e d) qualidade da água. Os indicadores poderão auxiliar no monitoramento e gestão da água, no que concerne ao fornecimento da água necessária e sua qualidade, visando à melhoria da qualidade de vida dos usuários das cisternas. Os indicadores propostos poderão auxiliar na decisão dos gestores do P1MC no sentido de revisar e reformular suas ações estratégicas.

PALAVRAS-CHAVE: indicadores ambientais, água de chuva, consumo humano.

INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica no Semi-Árido brasileiro em anos secos é de pelo menos 300 mm, que são suficientes para abastecer uma cisterna com capacidade de 16.000 litros e atender as necessidades básicas de uma família com cinco pessoas durante o período sem chuvas (Silva et al. 1988). Estudos realizados pela Organização das Nações Unidas recomendam um consumo mínimo de 1.000 m³/hab/ano, porém considera a água não só para beber, mas também para todos os usos sociais e econômicos.

Embora seja considerada baixa a disponibilidade hídrica nesta região, a demanda tem aumentado, por um lado, decorrente do aumento da população e por outro, pela poluição. Assim, a qualidade da água é um dos indicadores que deve ser considerado no planejamento, na gestão e no uso sustentável da água e deve ser vista como um bem econômico e finito.

Segundo Herculano (1998), indicadores ambientais são formados a partir de uma análise integrada de variáveis de um sistema e são considerados como poderosa ferramenta no monitoramento da qualidade ambiental. Indicadores ambientais são

¹Pesquisa financiada pelo MDS – Carta de Acordo: Cisterna1 (FAO_UTF/BRA/064/BRA).

²Eng. Agrônomo, Ph.D. Pesquisador, Embrapa Semi-Árido. Cx Postal 23, 56300-000 Petrolina –PE.

E-mail: aderaldo@cpatsa.embrapa.br

³Eng. Agrícola, Dr. Pesquisadora, Embrapa Semi-Árido. E-mail: luizatlb@cpatsa.embrapa.br

⁴Bióloga, Ph.D. Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna-SP. E-mail: celia@cnpma.embrapa.br

⁵Assistente de Pesquisa da Embrapa Semi-Árido/Prof. da Universidade Estadual de Pernambuco. E-mail:

ppsfilho@cpatsa.embrapa.br

modelos que descrevem as fórmulas de relação das atividades humanas com o ambiente, os quais se referem ao estado físico ou biológico do mundo natural (indicadores de estado), às pressões das atividades humanas (indicadores de pressão) e às medidas políticas adotadas como resposta a tais pressões, na busca da melhoria do meio ambiente ou da mitigação da degradação.

No Semi-Árido brasileiro a massificação da cisterna como solução para o acesso das famílias à água captada da chuva é uma realidade. Atualmente 150 mil famílias, aproximadamente, vivem outras realidades com suas cisternas construídas pelo Programa Um Milhão de Cisternas - P1MC (Asa/Brasil, 2004), com meta de beneficiar um milhão de famílias. Assim, o presente estudo avaliou os resultados obtidos pelo P1MC, financiado pelo Ministério do Desenvolvimento Social – MDS, objetivando propor um índice de sustentabilidade do uso da água - ISA.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste estudo constituiu-se da integração das bases de dados do Zoneamento Agroecológico do Nordeste (Zane Digital, 2000), do SAGI/MDS (MDS, 2005), da malha municipal do IBGE (2000) e da base de dados de campo, estruturada por meio do CSPRO (Census, USA). Os dados de campo foram obtidos por meio de um questionário constituído por 246 variáveis, aplicado a 3.517 famílias de 83 municípios do Semi-Árido e parte do Estado do Espírito Santo, que têm na cisterna a forma de coletar e armazenar de água de chuva.

O índice de sustentabilidade foi definido utilizando procedimentos de análise multivariada, envolvendo análise fatorial em componentes principais e de agrupamento para as variáveis de campo. Em todas as análises foi utilizado o pacote Statistic Analysis System (SAS), disponibilizado para a Embrapa, de acordo com a equação (Andrade, 1989):

$$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + a_{i3}F_3 + \dots + a_{ik}F_k + e_i$$

Cada variável "k" observada foi descrita linearmente em termos das "k" componentes não correlacionadas (F_i); " a_{ik} " são os pesos ou cargas fatoriais que compõem a combinação linear e são determinados considerando-se que F_i sejam ortogonais e calculadas de forma que o primeiro fator F_1 explique a maior parcela da variação total das variáveis (X_i); o segundo fator (F_2) explique a segunda maior parcela e, assim, sucessivamente; " e_i " corresponde ao erro (Bouroche e Saporta, 1980; Andrade, 1989).

Na análise de agrupamento utilizou-se a distância euclidiana (d_{ab}), sendo X_a e X_b as variáveis; "p" o número de coordenadas envolvidas. A distância (d_{ab}), segundo Bussab *et al.* (1990), é representada pela expressão:

$$d_{(a,b)} = \left[\sum_{j=1}^p \frac{(X_{i(a)} - X_{i(b)})^2}{p} \right]^{1/2}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis analisadas permitiram a definição de quatro indicadores de sustentabilidade da água das cisternas, construídos a partir da análise conjunta das 246 variáveis relacionadas com: a) uso da água de outras fontes; b) condições ecológicas dos domicílios; c) capacitação comunitária e d) qualidade da água (Figura 1).

Uso da água de outras fontes – O Indicador 1 resultou da análise das variáveis relacionadas com o uso da água pelas famílias de outras fontes e das diferentes

formas de transporte de água. Das 3.517 famílias estudadas, 69,01% utilizavam apenas a água da chuva em suas cisternas, seja porque o número de pessoas está ao redor da média (4,65 pessoas/família) ou porque priorizavam a água da cisterna apenas para beber. As famílias deste grupo foram classificadas como de baixa vulnerabilidade ao uso de água de outras fontes, ou seja, *ISA_{BAIXO}*, tendo sido atribuído a este a cor “azul”.

Condições ecológicas dos domicílios – O Indicador 2 resultou da análise de variáveis sobre as condições dos domicílios e seu entorno, como, também, o acesso a serviços essenciais à comunidade, tendo sido observado que apenas 173 (5,60%) famílias têm problemas relacionados com dificuldade de acesso à escola, a postos de saúde, a falta de transporte e vivem em condições precárias de moradia. Este grupo foi classificado como de média vulnerabilidade às condições ecológicas dos domicílios, isto é, *ISA_{MÉDIO}*, sendo atribuído a cor “verde”.

Capacitação comunitária - O indicador 3 foi obtido pela interpretação de um conjunto de variáveis relacionadas a capacitação recebida pelas famílias, observando-se que apenas 49,96% (1.757 famílias) estão aplicando o conhecimento compartilhado sobre a gestão da água da cisterna. Desta forma, este grupo foi classificado como de alta vulnerabilidade, isto é, *ISA_{ALTO}*, estando, portanto, associado à cor “amarela”, uma vez que a desinfecção da água de beber é essencial para obtenção da potabilidade e garantia da saúde da família.

Qualidade da água - O indicador 4 foi formado a partir de um conjunto de variáveis relacionadas com as necessidades de água pluvial para o atendimento das famílias das comunidades rurais. Por tratar-se da necessidade de água com qualidade e como foram observados riscos de contaminação das águas, este indicador foi classificado como de elevada vulnerabilidade ao atendimento de água potável às famílias, isto é, *ISA_{ELEVADO}*, tendo sido associado a cor “vermelha”.

CONCLUSÕES

Os indicadores ambientais definidos poderão auxiliar no monitoramento e na gestão da água, principalmente no que concerne a:

- A água da cisterna deve atender as necessidades das famílias e atender aos padrões de qualidade de acordo com os critérios do Ministério da Saúde;
- As famílias devem ser capacitadas na gestão da água das cisternas;
- Serviços essenciais e melhoria dos sistemas agropecuários devem fazer parte da melhoria da qualidade de vida das famílias.

LITERATURA CITADA

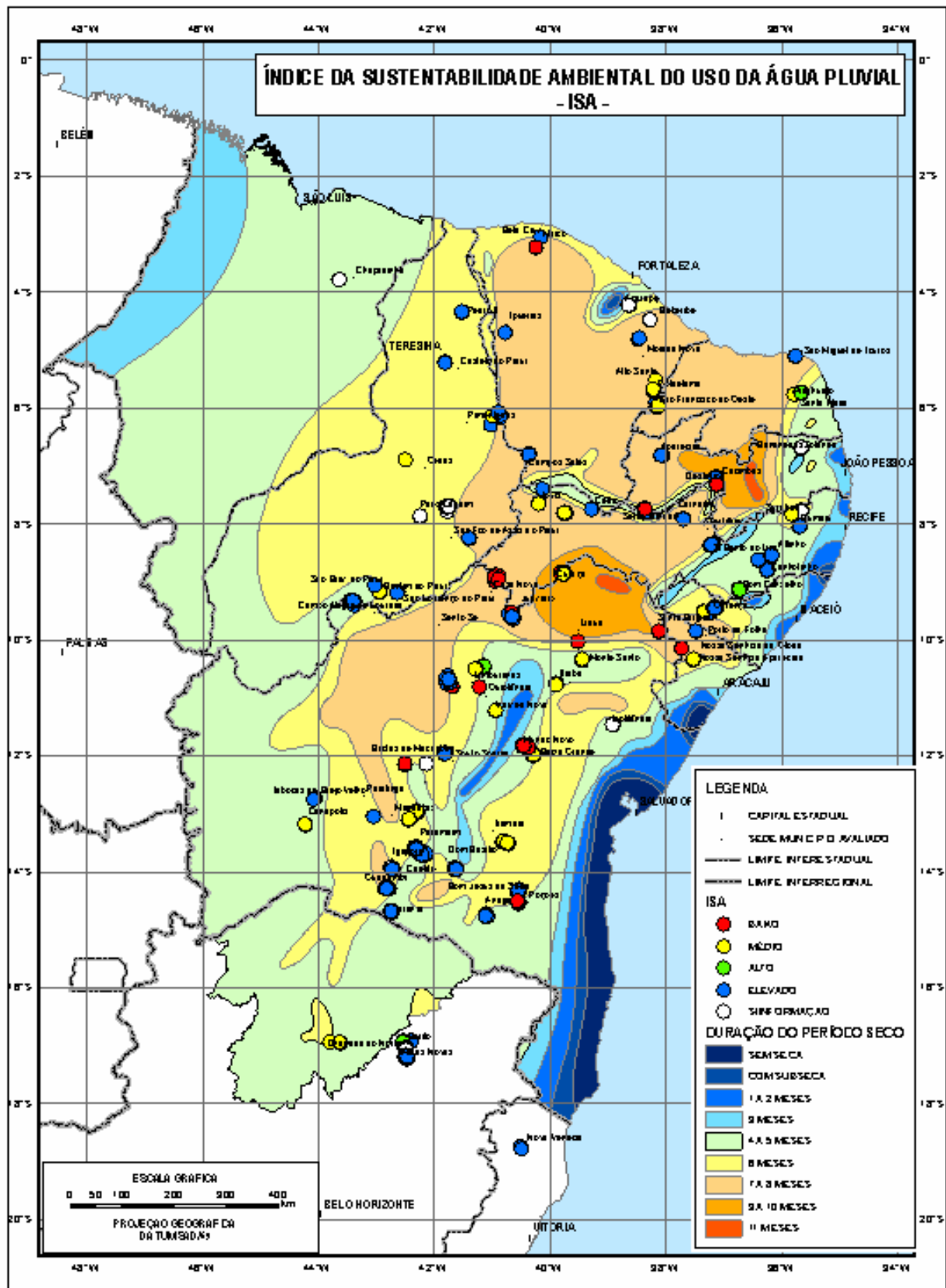
Ministério do Desenvolvimento Social – MDS. Cisternas. Disponível em <http://www.mds.gov.br/secretarias/secretaria01_02.asp> Acesso em 10 set. 2005.

Asabrazil. Programa de formação e mobilização social para a convivência com o semi-árido: um milhão de cisternas. Disponível em <<http://www.asabrazil.org.br/p1mc.htm>> Acesso em 9 dez. 2004.

Herculano S. A qualidade de vida e seus indicadores. *Ambiente Social*. 1998;1(2):77–100.

Silva. A. de S.; Brito, L. T. de L. & Rocha, H.M. Captação e conservação de água de chuva no semi-árido brasileiro: cisternas rurais II; água para consumo humano. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1988. (EMBRAPA-CPATSA. Circular técnica, 16).

Silva. A. de S.; Porto, E. R. Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do Trópico Semi-Árido do Brasil; tecnologias de baixo custo. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1982. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 14).



FONTE: SSAN, 2005 - 5 CAJAS (dados de 01/01/2002 a 31/12/2004)
 RGE, Malha Municipal (1997), Brasil do Altimetria (2002)
 Adaptado do RGE, Atlas Nacional do Brasil - Região Nordeste (1995)

Carta de Acordo - Cláusula 1 (FAO - UTF/BR.A.064/B.R.)

Figura 1. Índice de sustentabilidade ambiental das águas de cisternas no Semi-Árido brasileiro.