

## A IMPLANTAÇÃO DE CISTERNAS PARA A REGIÃO SEMIÁRIDA DO ESTADO DE PERNAMBUCO x PLUVIOMETRIA

*Margarida Regueira da Costa<sup>1</sup>; José Almir Cirilo<sup>2</sup>.*

**RESUMO** - A partir da constatação de que a escassez é um limitador ao desenvolvimento vê-se que, assim como aconteceu com o petróleo no passado, a água pode vir a ser motivo de confrontos futuros em pelo menos cinco regiões do mundo. O Brasil, apesar de ter uma situação de disponibilidade hídrica privilegiada (maior disponibilidade hídrica do planeta), apresenta problemas relacionados à disponibilidade hídrica, sendo afetado tanto pela escassez quanto pela abundância. A Região Nordeste apresenta como característica a de possuir grande parte do seu território coincidindo em área de clima semiárido, com uma precipitação anual média na casa dos 900 mm, chegando próxima a 400 mm, em algumas regiões. Assim é importante que sejam adotadas tecnologias mais adequadas para cada região, dimensionadas por estudos para levar água para as populações dispersas em áreas onde há pouca ou nenhuma água. Como resultado dos estudos, observou-se que do ponto de vista hidrológico, uma cisterna de 16 m<sup>3</sup> pode ser implementada em todos os domicílios do estado de Pernambuco que apresentem um telhado com pelo menos 40m<sup>2</sup> de área, com retirada diária garantida inferior a 50 l/dia. Em áreas de microclima até 4 cisternas podem ser abastecidas.

**ABSTRACT** -. After noting that scarcity is a limit to the development we see that, as happened with oil in the past, the water might be cause for future clashes in at least five world regions. Brazil, despite having a privileged situation of water availability (greater water availability on the planet), with problems related to water availability, which affected both by the scarcity as for abundance. The Northeast has the characteristic of owning a large part of its territory coinciding in area of semi-arid climate with an average annual rainfall of 900 mm, reaching close to 400 mm in some regions. Thus, it is important that more appropriate technologies are adopted for each region, sized by studies to bring water to dispersed populations in areas where there is little or no water. As a result of the studies, it was observed that from a hydrological point of view, a cistern of 16 m<sup>3</sup> can be implemented in all households in the state of Pernambuco that present a roof with at least 40 m<sup>2</sup> of area, with guaranteed daily withdrawal of less than 50 l/day. In microclimate areas up to 4 cisterns can be supplied.

**Palavras-chave:** Cisternas, escassez, recursos hídricos.

<sup>1</sup> Engenheira Civil, Dra. – Pesquisadora em Geociências da CPRM – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. Av. Sul, nº 2291, Afogados – Recife-Pe, e-mail: margarida.regueira@cprm.gov.br.

<sup>2</sup> Professor, Dr. Departamento de Engenharia Civil – UFPE.

## 1- INTRODUÇÃO

A constatação de que a escassez é um limitador ao desenvolvimento sinaliza para a hipótese de que a água pode vir a ser motivo de sérios confrontos futuros em pelo menos cinco regiões do mundo. A Organização das Nações Unidas sugere que há cerca de 300 conflitos potenciais severos associados à questão hídrica, porque mais de 2 bilhões de pessoas no mundo carecem de acesso a água potável. As tensões são mais graves nos países em desenvolvimento, onde os recursos hídricos disponíveis são mais poluídos e desperdiçados. Nas disputas por água, os mais pobres serão sempre os mais vulneráveis. A análise em escala global aponta que 261 dos grandes rios do planeta têm cursos que atravessam territórios de dois ou mais países, sem que existam acordos disciplinando o uso de suas águas. Fronteiras compartilhadas por rios trazem mundo afora histórico de conflitos, tratados e acordos. Em grandes áreas do planeta, enfrentando escassez de água, as pessoas, principalmente mulheres e crianças, têm que andar 10 km ou mais para obter um pouco de água para beber e cozinhar. A pergunta seria: O que é mais razoável? Levar água para as populações dispersas em áreas onde há pouca ou nenhuma água, ou transferir a população para regiões onde há maior segurança hídrica?

Ciente desta realidade, governos e órgãos gestores de recursos hídricos estão cada vez mais empenhados em desenvolver e aprimorar políticas eficazes para mitigação da escassez hídrica, de modo que a falta de suprimento de água não constitua mais um motivo para a continuidade da pobreza, fome e miséria. É importante, entretanto, que essas ações sejam baseadas em estudos que demonstrem as alternativas mais adequadas para cada região. Nesta análise da alternativa de abastecimento de água a ser utilizada, deve-se buscar principalmente a otimização dos recursos hídricos disponíveis no local, levando-se em conta menores custos envolvidos e facilidades para a futura operação e manutenção.

## 2- A ÁGUA NO CONTEXTO BRASILEIRO

O Brasil, apesar de ter uma situação de disponibilidade hídrica privilegiada (maior disponibilidade hídrica do planeta), apresenta problemas relacionados à disponibilidade hídrica intra e inter-regionais, sendo afetado tanto pela escassez quanto pela abundância.

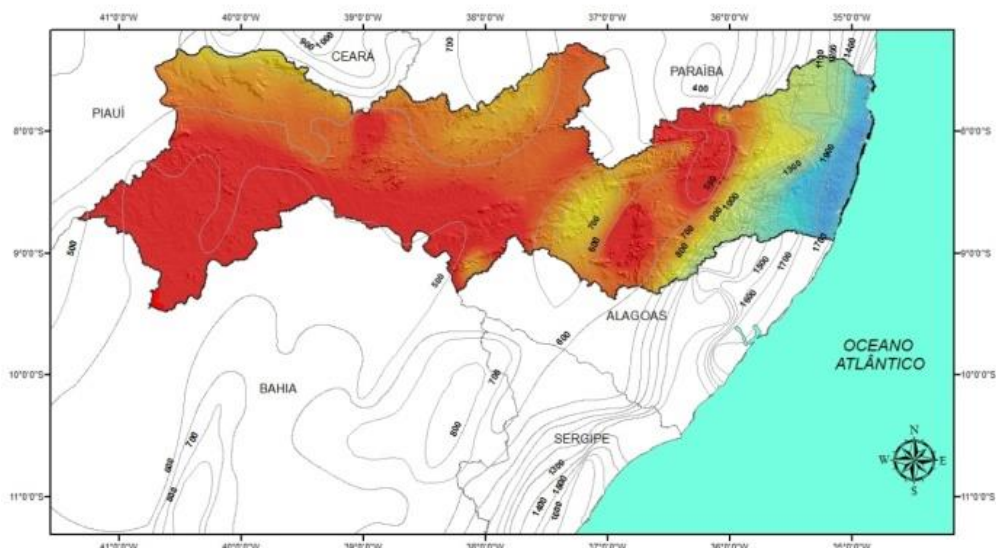
A Região Nordeste apresenta como característica a de possuir grande parte do seu território coincidindo em área de clima semiárido, com uma precipitação anual média na casa dos 900 mm, chegando próxima a 400 mm, em algumas regiões. Nesta, além de uma elevada variabilidade na distribuição espacial e temporal das chuvas (sazonalidade inter anual), existem limitações nas possibilidades de extração de águas subterrâneas, devido tanto à existência de rochas cristalinas, quanto ao fato dos solos serem rasos, esparsos e com pouca ou nenhuma vegetação (caatinga e cerrado) o que agrava os picos de cheias devido à incapacidade de reter a água da chuva, fazendo com que a mesma escoe rapidamente para os rios, além de altos índices de evapotranspiração. Como consequência, esta região chamada de “Polígono das Secas”, concentra somente 3 % da disponibilidade hídrica nacional.

Há três razões principais para a preocupação com o tema da seca no Brasil. A primeira delas está relacionada ao tamanho da região semiárida, que alcança quase um milhão de quilômetros quadrados, superior ao território de muitos países do mundo, associado à presença de uma expressiva população está no “Polígono das Secas”, com amplo predomínio dos estratos inferiores de renda. Uma realidade nesta região são os altos índices de mortalidade infantil causado, em muitas vezes, por diarreia como resultado das más condições apresentadas pela água consumida.

### **3- O CLIMA DO ESTADO DE PERNAMBUCO**

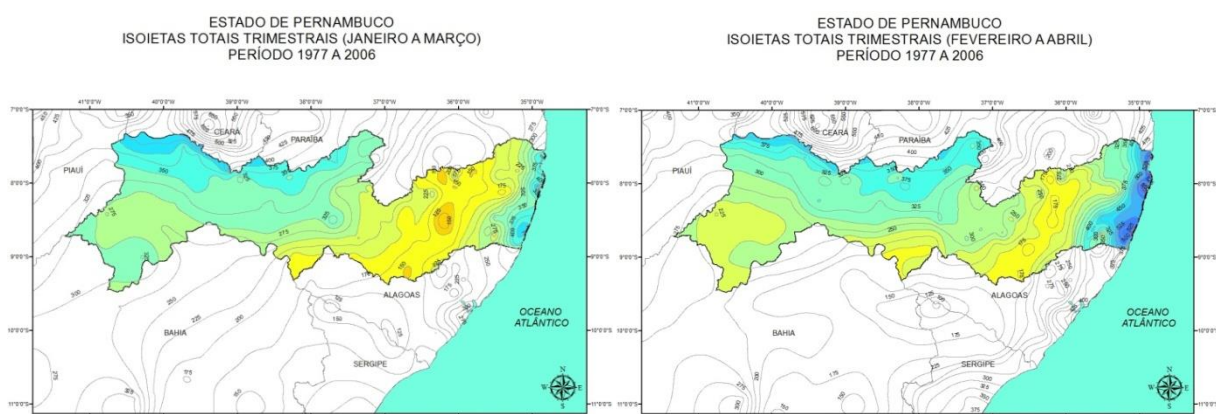
No estado de Pernambuco, as intensidades das chuvas decrescem à medida que se adentra no continente (Figura 1), sendo possível observar a presença de microclimas de altitude em alguns municípios, onde as temperaturas são baixas em determinadas épocas do ano. Na parte mais próxima do Sertão, região em estudo, a contribuição da ZCIT (zona de convergência intertropical) é mais efetiva do que dos sistemas de leste, com período mais chuvoso de fevereiro a julho, com ocorrência de 67% da precipitação anual média (Figura 2) o que demonstra a necessidade da adoção de uma alternativa de abastecimento de água a ser utilizada nas comunidades difusas do semiárido nordestino para convivência com a seca.

ESTADO DE PERNAMBUCO  
ISOIETAS TOTAIS ANUAIS  
PERÍODO 1977 A 2006



**Figura 1** – Isoietas totais anuais, período 1977 a 2006, Estado de Pernambuco.

Fonte: Atlas pluviométrico do Brasil, (CPRM, 2011).



**Figura 2** – Isoietas totais trimestrais, período 1977 a 2006, Estado de Pernambuco.

Fonte: Atlas pluviométrico do Brasil, (CPRM, 2011).

## 4 – OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar uma das formas de abastecimento de água (cisternas) para comunidades difusas da região semiárida, com ênfase ao estado de Pernambuco, considerando a visão técnica, onde se discute o emprego de tecnologia apropriada para cada município do Estado.

## 5 - METODOLOGIA

Para a utilização da forma alternativa para suprimento de água para consumo humano através da utilização de cisternas é necessário se fazer uma análise da viabilidade técnica. Nesta, foi feita a verificação da sua capacidade de suprir as demandas diárias das famílias por vários anos consecutivos, durante todos os dias do ano.

Na análise de pluviometria foram consistidas as médias anuais históricas de precipitação dos postos pluviométricos (280 postos) implantados pela SUDENE no estado de Pernambuco, com séries históricas extensas com até 73 anos (CPRM, 2011). Foi assim selecionado um subconjunto que cobrisse o Estado (Tabela 1).

O volume de armazenamento das cisternas foi calculado prevendo-se um período de estiagem de oito meses, uma área mínima dos telhados das casas de quarenta metros quadrados e média de precipitação pluviométrica da região de 500 mm por ano. Para a ASA (BRASIL, 2003), este é o valor estabelecido como mínimo necessário para a implantação de cisternas visando o pleno atendimento das finalidades propostas pela tecnologia.

Foi então aplicada metodologia de simulação para a verificação da sustentabilidade operacional das cisternas, observando-se as falhas: o número de meses em que as mesmas ficarão vazias para cada município do Estado, considerando um consumo padrão. O passo de tempo da simulação considerou a pluviometria mensal (média mensal). A simulação do volume de água possível de ser coletado seguiu a ordem cronológica dos eventos chuvosos e os dados foram acumulados em totais mensais. Por simplificação, admitiu-se que uma família de 5 indivíduos utilizaria a água da cisterna toda vez que

fosse possível e necessário, independentemente da estação chuvosa e o consumo humano fosse de 20 litros por dia.

**Tabela 1** - Postos pluviométricos implantados pela SUDENE no estado de Pernambuco.

| Posto                    | Localidade               | Média  | Nº. de anos |
|--------------------------|--------------------------|--------|-------------|
| ALGODOEIRO               | SANTA MARIA DA BOA VISTA | 487.9  | 22          |
| AMARO                    | BUIQUE                   | 457.7  | 22          |
| APOLINÁRIO (ST.)         | BREJO DA MADRE DE DEUS   | 478.1  | 17          |
| BARRA DA FORQUILHA (FZ.) | FLORESTA                 | 489.5  | 9           |
| BELÉM DE S. FRANCISCO    | BELÉM DE S. FRANCISCO    | 442.6  | 73          |
| BREJO DO PIORÉ           | IBIMIRIM                 | 453.5  | 22          |
| CABO                     | CABO                     | 2213.9 | 15          |
| CABROBÓ                  | CABROBÓ                  | 469.2  | 56          |
| CABROBÓ                  | CABROBÓ                  | 619.4  | 9           |
| CABROBÓ                  | CABROBÓ                  | 466.1  | 36          |
| CACHOEIRINHA             | CACHOEIRINHA             | 453.6  | 22          |
| CARAPOTOS                | CARUARU                  | 429.5  | 20          |
| CRAIBAS (FZ.)            | ITAIBA                   | 482.1  | 18          |
| FLORESTA                 | FLORESTA                 | 478.6  | 66          |
| GARCIA (FZ.)             | ÁGUAS BELAS              | 440.5  | 20          |
| GRAVATÁ                  | GRAVATÁ                  | 474.0  | 42          |
| HENRIQUE DIAS            | SERTÂNIA                 | 433.7  | 18          |
| HENRIQUE DIAS            | SERTÂNIA                 | 352.8  | 19          |
| ICÓ                      | PETROLINA                | 550.6  | 17          |
| ICÓ                      | PETROLANDIA              | 403.2  | 38          |
| ICÓ                      | PETROLANDIA              | 419.4  | 17          |
| INAJÁ                    | INAJÁ                    | 392.9  | 40          |
| INGAZEIRA                | TABIRA                   | 385.9  | 12          |
| ITACURUBA                | ITACURUBA                | 386.0  | 22          |
| JACARÉ                   | OURICURI                 | 608.8  | 14          |
| JACARÉ                   | PARNAMIRIM               | 488.9  | 20          |
| JACARÉ (FZ.)             | FLORESTA                 | 484.0  | 23          |
| JAPECANGA                | PEDRA                    | 418.2  | 19          |
| LAGOA DO FÉLIX (ST.)     | PESQUEIRA                | 464.5  | 16          |
| LOGRADOURO (ST.)         | BREJO DA MADRE DE DEUS   | 437.6  | 1           |
| MALHADA REAL             | SANTA MARIA DA BOA VISTA | 454.1  | 42          |
| MODERNA                  | SERTÂNIA                 | 473.8  | 21          |
| MOXOTÓ                   | IBIMIRIM                 | 429.9  | 50          |
| MULUNGU (ST.)            | SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE | 486.2  | 18          |
| OROCÓ                    | OROCÓ                    | 483.5  | 20          |
| PAU FERRO                | PETROLINA                | 347.0  | 46          |
| PERNAMBUCO (FZ.)         | INAJÁ                    | 385.3  | 17          |
| PETROLÂNDIA              | PETROLÂNDIA              | 448.0  | 49          |
| PETROLINA                | PETROLINA                | 415.7  | 63          |
| POCO FUNDO               | SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE | 408.2  | 16          |
| PONTA DA VARGEM          | BUIQUE                   | 461.6  | 23          |
| RODRIGUES                | SANTA MARIA DA BOA VISTA | 490.7  | 24          |
| SÃ BENTO                 | SÃO LOURENÇO DA MATA     | 954.4  | 4           |
| SÃO BENTO (FZ.)          | SANTA MARIA DA BOA VISTA | 475.6  | 18          |
| SÃO CAETANO              | SÃO CAETANO              | 478.8  | 39          |
| SALGADO (ST.)            | SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE | 358.3  | 21          |
| SÍTIO NOVO (FZ.)         | FLORESTA                 | 347.1  | 23          |
| SOARES (FZ.)             | PETROLÂNDIA              | 488.5  | 23          |
| SANTA FÉ                 | PETROLINA                | 379.7  | 12          |
| SANTA MARIA DA BOA VISTA | SANTA MARIA DA BOA VISTA | 462.8  | 63          |
| TARA                     | PEDRA                    | 445.7  | 43          |
| VÁRZEA COMPRIDA (FZ.)    | FLORESTA                 | 489.3  | 18          |
| VILA DO PARÁ             | SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE | 303.6  | 19          |



Após à ponderação da influência pelo método de Thiessen dos postos pluviométricos nos municípios do Estado, foi possível estabelecer um mapeamento do potencial no tocante à implantação de cisternas.

Para a representação gráfica foram estabelecidos alguns critérios com respeito ao atendimento das necessidades básicas humanas, em termos de captação da precipitação ao longo do ano:

- captação de pelo menos 8 m<sup>3</sup> (atendimento de 50 % das necessidades no ano);
- captação de 16 m<sup>3</sup> (atendimento de 100 % das necessidades no ano) em uma cisterna;
- captação de 16 m<sup>3</sup> a 32 m<sup>3</sup> em duas cisternas;
- captação de 32 m<sup>3</sup> a 48 m<sup>3</sup> em três cisternas; e
- captação superior a 48 m<sup>3</sup>, com a construção de quatro ou mais cisternas.

Foram consideradas três situações iniciais partindo-se com a cisterna cheia, vazia e com 50% de sua capacidade. Observou-se que, em função do grande número de dados utilizados, os resultados finais obtidos foram os mesmos, diluindo-se qualquer influência inicial das condições de acumulação das cisternas. Raciocínio análogo pôde ser observado quanto ao período inicial da simulação: início, meio ou fim do ano hidrológico.

As tabelas e gráficos mostraram falhas de até 83,9 % no tempo (cisterna no município de São Caetano) para retirada de 100 litros diários, o que comprova a incapacidade de manutenção do padrão de consumo recomendado pela ONU.

A Figura 3 mostra espacialmente a distribuição dos resultados da simulação considerando o padrão de consumo de 100 litros diários, a partir das seguintes hipóteses: menos de 10% de falhas, entre 10 e 30 % e mais de 30 % de falhas no tempo. Apenas para 6 municípios, possivelmente pelas condições de microclima, seria viável a implantação de 3 ou 4 cisternas por domicílio.

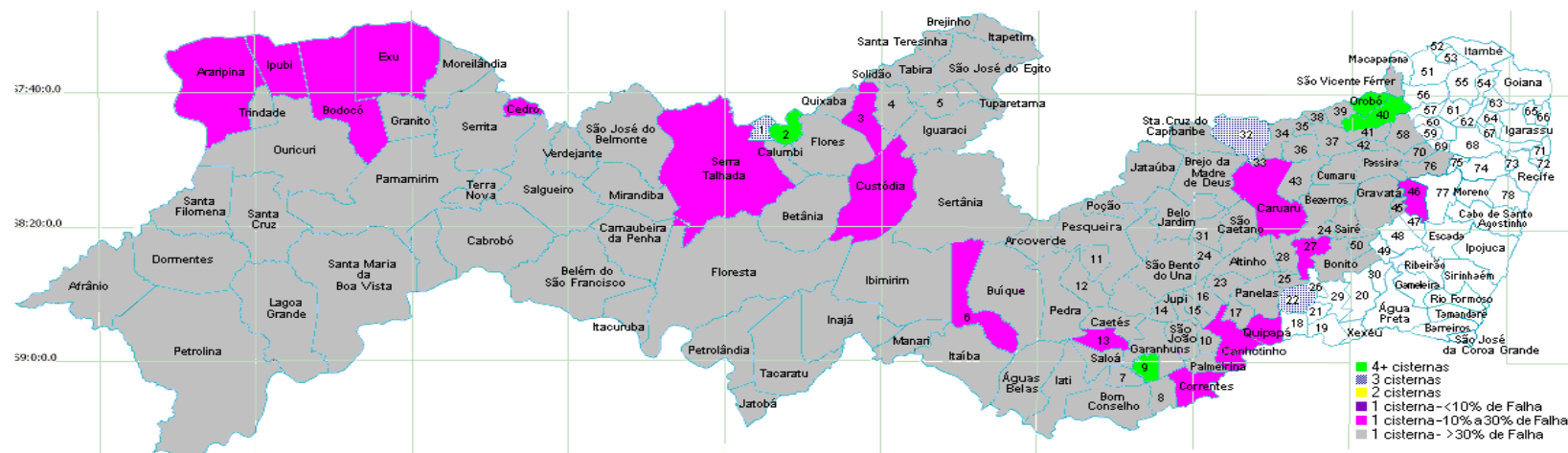
Na Figura 4 é feita análise similar para padrão de consumo diário de 50 litros diários. Nesta análise, para os mesmos patamares de falha no tempo, observa-se melhor funcionamento das cisternas. Dos 114 municípios que não apresentam pluviometria para atendimento contínuo de 100 litros/dia, a simulação apresenta os seguintes índices de falha:

- para 5 municípios, menos de 10 % de falhas no tempo;
- para 75 municípios, falhas entre 10 e 30 % no tempo;
- para 34 municípios, falhas em mais de 30 % do tempo, sendo que em 11 municípios, estas falhas se registram entre 40 e 43,2 % (maior índice, registrado em Sertânia).

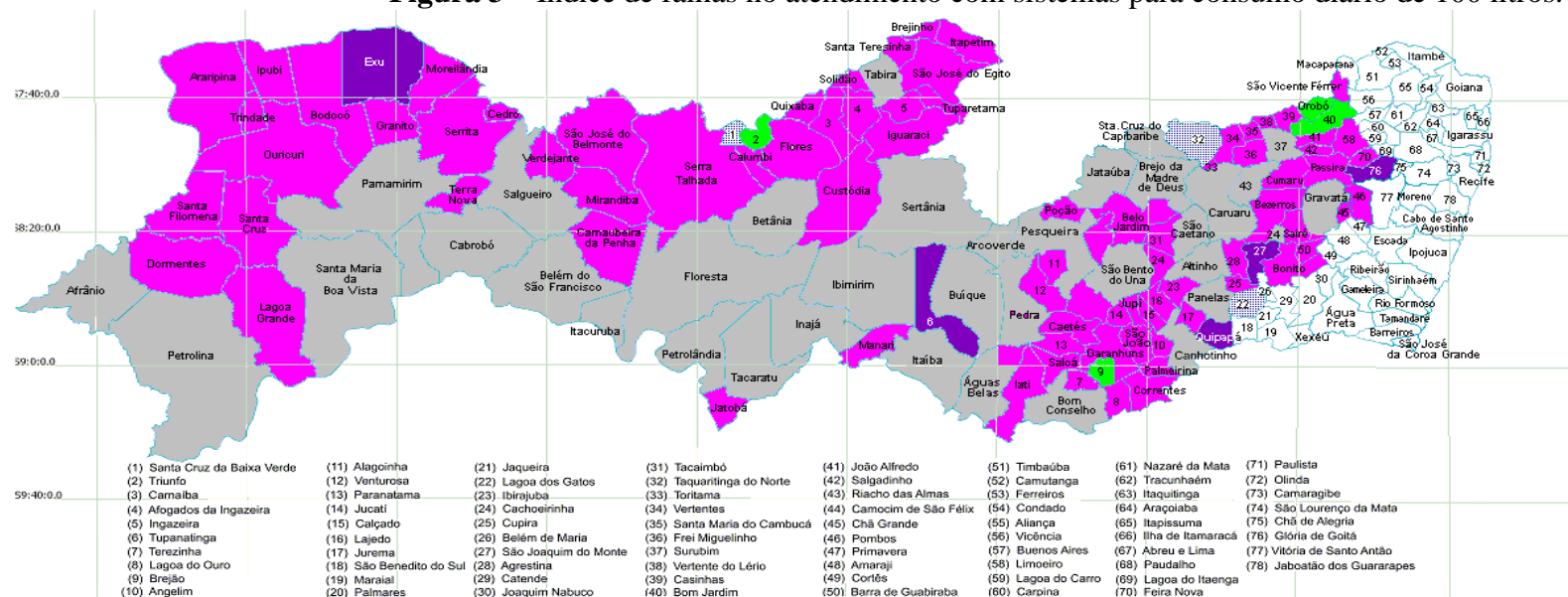
## 6 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

Do ponto de vista hidrológico, uma cisterna de 16 m<sup>3</sup> pode ser implementada em todos os domicílios do estado de Pernambuco que apresentem um telhado com pelo menos 40m<sup>2</sup> de área, com retirada diária garantida inferior a 50 l/dia, visto que ocorrência de falhas de até 40% no tempo foram observadas nas simulações. Em áreas de microclima até 4 cisternas podem ser abastecidas. Ressalte-se, além disso, as dificuldades inerentes ao manejo da cisterna, com contaminação pelos telhados e por água advinda de outras fontes.





**Figura 3 – Índice de falhas no atendimento com sistemas para consumo diário de 100 litros.**



**Figura 4 – Índice de falhas no atendimento com sistemas para consumo diário de 50 litros.**

## 7 - CONCLUSÕES

O uso irracional dos recursos naturais em grande parte do planeta pôs em risco o bem essencial à vida humana que é a água. Independentemente de mudanças climáticas globais, muitas regiões do mundo efetivamente vivem hoje em regime de crise hídrica. Esse esforço ainda é, de forma global, insuficiente para resolver os problemas decorrentes da escassez de água, o que faz com que as regiões continuem vulneráveis à ocorrência de secas, especialmente quando se trata do uso difuso da água no meio rural. De qualquer modo, a ampliação e o fortalecimento da infraestrutura hídrica, com adequada gestão, constituem-se requisitos essenciais para a solução do problema. Ressalte-se o papel que os governos devem exercer não apenas na execução de obras, mas também na gestão dos recursos hídricos e na adequada operação da infraestrutura hídrica, com a determinação de garantir o uso social da água.

No que se refere à implantação de soluções apropriadas para o semiárido, como discutido neste trabalho, é essencial a apropriação por parte dos usuários da tecnologia implantada além do esclarecimento e capacitação para o manejo adequado, sendo estas também condições essenciais para o sucesso dos empreendimentos.

## 8 – REFERÊNCIAS

BRASIL (ASA). **Programa de formação e mobilização social para a convivência com o semiárido: um milhão de cisternas.** Disponível em <http://www.asabrasil.org.br/p1mc.htm>. Acesso em: 9 dez. 2003.

COSTA, MARGARIDA REGUEIRA DA. Sustentabilidade hídrica e qualidade das águas: Avaliação das estratégias de convivência com o semiárido. Recife, 2009.

CPRM. ATLAS PLUVIOMETRICO DO BRASIL, 2011.