

## **I-030 – FATORES INTERVENIENTES DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS DE CHUVA ARMAZENADAS EM CISTERNAS DA ÁREA RURAL DO MUNICÍPIO DE INHAMBUPE NO SEMIÁRIDO BAIANO**

**Nara de Melo Dantas da Silva<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental/FTC. Mestre em Meio Ambiente, Águas e Saneamento/UFBA.

**Louisa Wessels Perelo**

Bióloga. Doutora em Ciências Naturais/Technische Universitat München-Alemanha. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia.

**Luiz Roberto Santos Moraes**

Engenheiro Civil/UFBA e Sanitarista/USP. MSc em Engenharia Sanitária/Delft University of Technology-Holanda. PhD em Saúde Ambiental/University of London-UK. Professor Titular em Saneamento e Participante Especial do Departamento de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Aristides Novis, 2, Federação - Salvador - BA - CEP: 40.210-630 - Brasil - Tel: +55 (71) 9118-7925 - e-mail: naradanttas@hotmail.com.

### **RESUMO**

O sistema de aproveitamento de água de chuva (SAAC) mostra-se como uma solução para o abastecimento de água no Semiárido Brasileiro, melhorando a qualidade de vida dos habitantes da região. Ao estudar os fatores intervenientes da qualidade microbiológica da água de chuva armazenada em 707 cisternas da zona rural do município de Inhambupe, observou-se que existe a possibilidade dos microrganismos e a matéria orgânica adentrarem nas cisternas por meio de ausência do desvio da primeira água, da não existência de calha de proteção das cisternas, da forma inadequada de retirada de água do interior da cisterna, da existência de árvores próximas à superfície de coleta e da criação de animais e a presença de curral, ocorrendo a entrada de impurezas que podem permanecer no interior da cisterna, caso a família não realize sua limpeza periódica e dos seus componentes. A maioria das amostras de água analisadas (78,1%) apresentaram coliformes termotolerantes, indicando que houve contaminação de origem fecal recente, enquanto todas as amostras de água analisadas das cisternas estudadas apresentaram a presença de bactérias heterotróficas. Aplicando-se o planejamento fatorial para identificar os fatores intervenientes da qualidade microbiológica da água das cisternas, tendo como variável resposta 'coliformes termotolerantes', e levando-se em consideração a presença dos fatores analisados a um nível de confiança de 10%, aqueles que apresentaram efeitos significativos foram: Balde\*Limpeza\*Falta Desvio, Desvio, Árvores e a interação dos quatros fatores estudados - Balde\*Limpeza\*Árvores\*Falta Desvio e Árvores\*Falta Desvio. Para a variável resposta bactérias heterotróficas, sendo considerado o mesmo nível de confiança, os fatores que proporcionaram influência significativa foram: Árvores e Balde\*Árvores\*Falta Desvio. Para os resultados encontrados e buscando-se a melhoria da qualidade da água de chuva armazenada em cisternas, sugere-se que as essas variáveis estejam ausentes no SAAC, de forma a melhorar a qualidade da água captada e armazenada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água de chuva, qualidade microbiológica da água, cisterna.

### **INTRODUÇÃO**

A problemática da carência hídrica no Semiárido Brasileiro é resultante de um conjunto de fatores climáticos e edáficos, caracterizados pela escassez e irregularidade das chuvas, apresentando longos períodos de estiagem, com temperatura, taxas de evaporação e insolação elevadas, e ainda, a ocorrência de solos rasos baseados sobre rochas cristalinas que dificultam o escoamento das águas. Esta carência de disponibilidade qualitativa de água é um dos principais problemas para a sobrevivência da população destas regiões (CIRILO; MONTENEGRO; CAMPOS, 2010).

Para a melhoria da qualidade de vida dos habitantes de regiões semiáridas, o sistema de captação e armazenamento de água de chuva em cisterna mostra-se como uma solução para o abastecimento de água,

caracterizando-se como uma solução individual, conforme estabelece o Decreto nº 7.217/2010 que regulamenta a Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) (BRASIL, 2010). Esta alternativa apresenta-se viável devido aos baixos custos de instalação, operação e manutenção quando comparado, por exemplo, a um sistema simplificado de abastecimento de água – captação de água superficial ou subterrânea, armazenamento e distribuição por meio de rede.

O Semiárido Baiano ocupa uma área de 391.485,08km<sup>2</sup> que representa quase 70% da área do Estado da Bahia. Sua atual delimitação foi definida pela Portaria Interministerial nº 89, de 16/05/2005, com base em três critérios: 1) Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros (isoieta de 800mm); 2) Índice de Aridez (com valor  $\leq 0,5$ ), calculado pelo balanço hídrico; e 3) Risco de Seca (60% ou mais de dias com déficit hídrico) (INSA, 2011; BRASIL, 2005).

A área rural ou localidade de pequeno porte é uma região do município caracterizada pela ausência de urbanização e destinada a atividades agropecuárias, de turismo, de silvicultura e de conservação ambiental. Esta região está associada ao campo e, quando comparado à área urbana, se apresenta muitas vezes como precária e carente de serviços públicos de saneamento básico (FENG, 2007). Esses serviços são, por sua vez, deficientes ou inexistentes, acentuando os efeitos da deficiência hídrica na população semiárida rural. O município de Inhambupe/BA possui 56,9% de sua população na área rural, tendo como principal atividade econômica a agropecuária.

Assim, as características apresentadas para regiões semiáridas também são encontradas no município de Inhambupe, localizado no semiárido baiano. A distribuição de água existente na zona rural do Município, proveniente de poços artesianos localizados na bacia de Tucano, apresentava constantes intermitências decorrentes, principalmente, da má gestão dos recursos hídricos, como o uso indiscriminado para a irrigação, reforçando a utilização do Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC) na região.

A construção de todas as cisternas localizadas na área rural de Inhambupe teve o gerenciamento da Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA), que é uma rede de organizações da sociedade civil que atua na gestão e no desenvolvimento de políticas de convivência com a região semiárida brasileira. Além de beneficiar as famílias com água de qualidade para o fornecimento doméstico, por meio das cisternas de placas de cimento com um volume de armazenamento de 16 m<sup>3</sup>, a família passa por uma capacitação em Gestão de Recursos Hídricos (que aborda assuntos a respeito da manutenção e cuidados em relação à cisterna e a água armazenada em seu interior), com duração de 16 horas (2 dias x 8h/dia) com atividades presenciais.

Os SAAC existentes apresentam, principalmente, os seguintes componentes:

**Superfície de coleta** – composto, sobretudo, por telhas cerâmicas, metal, vidro ou fibra de vidro, apresentam a função de escoamento da água a ser recolhida, tendo como objetivo assegurar uma maior coleta de água a fim de aproveitar o máximo dos benefícios da chuva.

**Telas de proteção de calhas** – composto por armações metálicas que se encaixam ao longo da calha, tem como função a remoção de detritos maiores, tais como folhas, galhos e flores que possam vir a cair sobre o telhado e são carregados pela chuva precipitada sobre a superfície de coleta.

**Calhas e condutores** – feitas de PVC, tubo de alumínio sem costura e aço galvanizado, são responsáveis por encaminhar a água da superfície de coleta até o dispositivo de descarte das primeiras águas (quando este existir) ou diretamente ao reservatório de armazenamento.

**Sistema de descarte das primeiras águas** – pode ser realizado de forma manual, desconectando os tubos condutores ou de forma automática (dispositivo que desvia um volume determinado de água automaticamente), tendo como função desviar os primeiros milímetros de água da superfície de coleta de cada chuva, no intuito de retirar as impurezas e detritos menores da atmosfera e da superfície de coleta acumulada entre duas chuvas.

**Reservatório** - pode ser de fibra de vidro, PVC, madeira, metal, concreto fibrocimento e alvenaria, tendo como função a retenção e armazenamento da água de chuva captada por uma superfície de coleta próxima.

**Bombeamento** – pode ser composto por bomba manual, moto-bomba ou bomba elétrica e tem como função interligar o reservatório aos pontos de uso.

**Tratamento** – os tipos de tratamento são os mais variados possíveis, a depender da qualidade da água captada, local de destinação e espaço disponível para a sua implantação, tendo a função de melhorar a qualidade da água coletada.

**Extravasor** – de PVC ou material metálico, tem como única função a saída do excesso de água do reservatório.

Os reservatórios dos SAAC instalados pela ASA são formados por cisternas de placas de argamassa pré-moldadas, utilizados por conta da sua segurança em relação ao armazenamento (por dificilmente ocorrer vazamentos), pela facilidade de construção em pequenas localidades, por apresentar ferramentas de construção simples e de baixo custo, com a necessidade de pouco tempo para a construção, e pela facilidade na capacitação das pessoas que irão construir as cisternas (GNADLINER, 2001).

A qualidade da água de chuva coletada e armazenada necessita ser verificada, pois a água é aproveitada para os mais diversos usos domésticos, inclusive ingestão direta. A água de chuva armazenada em cisternas está vulnerável a alguns fatores como: a localização geográfica, a presença de vegetação, a deposição úmida e seca de material, as estações do ano, a presença de poluentes e carga poluidora, dentre outros. A qualidade de qualquer água é definida por sua exposição a poluentes/contaminantes durante as etapas de captação, transporte, armazenamento, tratamento e distribuição (XAVIER *et al.*, 2009).

Diversos procedimentos relacionados ao manejo devem ser adotados para garantir a qualidade microbiológica e a segurança sanitária da água de chuva coletada. Alguns dispositivos específicos direcionados para o manejo, no intuito de melhorar a qualidade da água de chuva coletada, podem facilitar o alcance dos padrões de qualidade para consumo humano. Os principais componentes do manejo para a ocorrência da melhoria da qualidade da água de chuva, ou seja, os prováveis fatores intervenientes da qualidade são:

**Superfície de captação** - estará sempre vulnerável à contaminação de diversas origens, como poluentes atmosféricos, folhas, galhos, pequenos animais e seus dejetos, dentre outros contaminantes, acumulados durante o período entre duas chuvas. Caracteriza-se como a principal fonte de descarga poluidora do sistema de aproveitamento de água de chuva. Deve ser limpa regularmente para remover a poeira e os detritos, de modo a manter a qualidade da água coletada melhor possível.

**Presença de telas de proteção de calha** - Sua função é reter e remover detritos maiores, tais como folhas, galhos e flores que caem sobre o telhado antes que cheguem ao reservatório, evitando que detritos maiores sejam decompostos no interior do mesmo. Protege os reservatórios da entrada de sólidos grosseiros e de pequenos animais. Devem ser limpas regularmente, evitando que ocorram obstruções dos condutos com folhas e impeçam que a água da chuva chegue ao reservatório. A colocação de uma tela na saída do tubo extravasor dificulta a entrada de mosquitos.

**Sistema de descarte das primeiras águas** - Oferece ao sistema a possibilidade de se livrar dos contaminantes menores, como poeira, pólen, fezes de aves e roedores. Destaca-se que por causa da presença de matéria orgânica, a água que é descartada contém elevada concentração de nutrientes que se acumulam no telhado, entre uma chuva e outra. No entanto, não existe um cálculo exato para determinar a quantidade inicial de água a ser desviada, pois existem muitas variáveis que determinam a eficácia da lavagem dos contaminantes da superfície de captação, que mudam de acordo com a variação dos fatores que possam influenciar o local. Destaca-se que o início da chuva tem realmente grande influência sobre a qualidade da água captada. Recomenda-se que o desvio das primeiras águas seja realizado a cada precipitação. As opiniões variam sobre o volume de água de chuva a ser desviado, mas tem sido muito utilizado desviar 1L das primeiras águas por m<sup>2</sup> de superfície de coleta.

**Limpeza do reservatório** - A qualidade da água no interior de reservatório está sujeita a alguns cuidados, como evitar a entrada de luz e rachaduras na estrutura do reservatório, pois fechado, minimiza a proliferação de algas em seu interior, e as aberturas que permitam a entrada de insetos; a limpeza regular, porque o acúmulo de matéria orgânica é a principal fonte de nutrientes para a proliferação de microrganismos; não misturar a água de chuva com água de outras fontes de abastecimento. Deve ser limpo semestralmente de acordo a ANBT NBR 15:527/2007 (ABNT, 2007), ou a cada período de estiagem. Instruções devem ser dadas aos utilizadores para limpeza periódica e desinfecção eficaz das cisternas.

**Sistema de bombeamento** - A retirada e o transporte por meio de baldes ou latas inapropriados pode ser um fator de contaminação da água armazenada no reservatório e no interior da residência, podem influenciar na contaminação da água de chuva por possibilitar a introdução de microrganismos na cisterna. Esse processo pode ser evitado pela presença de um sistema de bombeamento eficiente e por ações de educação sanitária ou em saúde.

**Distância da vegetação para a superfície de coleta** - Contribui com o fornecimento de galhos e folhas para a superfície de coleta, conseqüentemente, fornecendo matéria orgânica para a cisterna caso estes materiais

venham a entrar no reservatório. Deve ser mantida a uma distância mínima da área de coleta, para que os galhos e folhas não venham a cair na superfície de coleta, não existindo uma medida exata a ser adotada.

**Distância da fossa para o reservatório** - A presença de fossas absorvente ou séptica próxima da cisterna pode representar uma fonte potencial para alterar a qualidade da água coletada, pois se ocorrer problemas na estrutura do reservatório de água de chuva e se a fossa absorvente estiver próxima, em local mais elevado ou se a fossa séptica apresentar problemas de infiltração, as águas residuais alcançarão a cisterna, podendo contaminar as águas contidas no interior da mesma. Deve-se manter uma distância entre a fossa absorvente e a cisterna que depende da litologia do solo e desnível geométrico.

**Tratamento** - Eliminação de matéria orgânica e de microrganismos da água coletada, levando a um padrão de qualidade. O tratamento deve ser o mais adequado possível ao SAAC, evitando-se aquele que resulte em maior custo e manutenção complexa. Assim, o método de tratamento deve ser o mais simples possível, de acordo com o propósito de uso e qualidade da água que se quer atingir (YAZIZ *et al.*, 1989; GROUP RAINDROPS, 2002; ANDRADE NETO, 2003; XAVIER *et al.*, 2009; ANDRADE NETO, 2010; XAVIER, 2010).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade microbiológica da água de chuva armazenada em cisternas localizadas na área rural do município de Inhambupe, no Semiárido Baiano, bem como investigar e analisar a influência de potenciais fatores intervenientes na sua qualidade.

## METODOLOGIA

O trabalho desenvolvido foi de natureza quali-quantitativa, do tipo exploratório, com a realização de pesquisa de campo (SILVA, 2012).

A área de estudo corresponde à zona rural de Inhambupe, localizado na região Agreste de Alagoinhas Litoral Norte do estado da Bahia (Lat. 11°47'04'' Sul e Long. 38° 21'11'' Oeste). O município de Inhambupe abrange uma área de 1.222,6km<sup>2</sup>. Apresenta clima dos tipos subúmidos a seco e semiárido, exibindo médias anuais de temperatura de 26°C e pluviosidade média anual de 885,7mm, de regime irregular, concentrados nos meses de abril a junho. Quanto à geologia, seus solos são rasos e subsolos com limitada capacidade de acumulação de águas em aquíferos, acarretando na existência de uma densa malha de rios intermitentes e, somente, o Rio Inhambupe como perene (CIRILO; MONTENEGRO; CAMPOS, 2010).

A área rural de Inhambupe, segundo o Censo de 2010, possui 56,9% dos 36.306 habitantes do Município (IBGE, 2010). Os sistemas de abastecimento de água para a área rural têm como fonte principal o aquífero da bacia do Tucano Sul, por meio de poços perfurados pela Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia (CERB). Entretanto, estes sistemas apresentavam constantes problemas na distribuição da água (intermitência), decorrentes, principalmente, de uma ineficiente operação e administração, como a má conservação da estrutura física, acarretando a paralisação e o abandono dos poços. A exploração dessa água ocorre de forma intensiva e indiscriminada, causando a redução da vazão nos poços, gerando impacto negativo no abastecimento público.

A maioria dos sistemas de aproveitamento de água de chuva existentes no município de Inhambupe foi implantada pela Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA), tendo início em março de 2004, com a instalação de 19 cisternas fruto da parceira Movimento de Organização Comunitária (MOC) com o Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Inhambupe, estando o programa de execução dos SAAC em andamento.

**Levantamento de dados sobre as cisternas e o sistema de aproveitamento de água de chuva (SAAC):** Foi realizado um levantamento de dados sobre as cisternas e seus respectivos sistemas de captação e armazenamento de água de chuva domiciliar, localizado na área rural de Inhambupe, assim como, o levantamento das informações sobre a qualidade e os fatores intervenientes das águas de chuva armazenadas nas cisternas, por meio de busca em fontes de dados como a ASA, Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), por meio do SIG Cisterna, sítio de informações específicas das cisternas construídas na região do Semiárido Brasileiro, da Federação Brasileira de Bancos (FEBRABAN), Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (EMBASA).



**Trabalho de campo:** a partir do embasamento teórico, foi desenhado um questionário, utilizado como um roteiro na técnica de observação participante com o objetivo de identificar os principais fatores intervenientes existentes no sistema de coleta e armazenamento da água de chuva em Inhambupe, sendo observados os seguintes fatores: área de captação, descarte das primeiras águas, os materiais utilizados no sistema de aproveitamento de água de chuva, possíveis fatores de contaminação (existência de árvores e animais), manuseio e manutenção, reservatório, bombeamento, tratamento e usos da água nas residências, com o auxílio de representante do Sindicato dos Trabalhadores Rurais do Município de Inhambupe junto com o proprietário da residência (SILVA, 2012).

**Planejamento Experimental Fatorial:** em uma primeira etapa, foram selecionadas 8 cisternas para realização de análise preliminar da qualidade microbiológica da água, com o objetivo de realizar uma triagem inicial e de identificar os principais fatores intervenientes da qualidade da água de chuva armazenada em cisternas de Inhambupe. Cada cisterna selecionada apresentava um único fator interveniente, estando todos os outros fatores em conformidade com as condições sanitárias adequadas (sem os outros fatores intervenientes analisados) – com o objetivo de analisar cada fator individualmente sem a influência de outro fator selecionado. Os fatores selecionados para essa primeira etapa foram obtidos na bibliografia consultada e na visita a campo realizada, sendo selecionados os seguintes fatores: retirada de água com balde e auxílio de corda; ausência de tela de proteção; não realização de limpeza da cisterna; fossa próxima à cisterna; árvores próximas ao telhado; falta de desvio das primeiras águas; criação de galinhas próxima a casa; e casa modelo. As amostras de água coletadas foram analisadas no Laboratório de Microbiologia e Ecotoxicologia da Escola Politécnica da UFBA, sendo a coleta, armazenamento, transporte e análise realizados de acordo com o *Standard Methods* (APHA; AWWA; WPCF, 2012; SILVA, 2013).

Na segunda etapa, foi realizado a aplicação do planejamento fatorial 2k, sendo os fatores (k) que serviram de critérios de seleção das variáveis de estudo, selecionados por meio de informações dos fatores descritos no estudo da qualidade microbiológica realizado na primeira etapa. Foram definidas estratégias de realização da coleta de amostras e análise em um único dia, de forma a facilitar a realização do experimento. Adotou-se como variáveis de entrada (fatores): balde para retirada de água do interior da cisterna (F1), realização de limpeza da cisterna em tempo inadequado (F2), presença de árvores próximas ao telhado (F3) e falta de desvio das primeiras águas (F4), sendo observado como variáveis respostas, os indicadores de qualidade microbiológica da água de chuva armazenada na cisterna, especificamente coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas (SILVA, 2013).

Em ambas as etapas realizadas, as cisternas foram selecionadas de forma aleatória dentro de suas características e de forma a ficarem igualmente distribuídas na área do Município, no intuito de obter homogeneidade da amostragem. Assim, como na primeira etapa, as amostras coletadas foram analisadas no mesmo Laboratório. Para cada fator analisado, foi realizada a coleta de uma amostra de água, sendo realizada outra visita para o recolhimento da amostra duplicata, sempre acondicionada em caixas de isopor, com resfriamento por meio de gelo. As amostras de água coletadas e acondicionadas de forma adequada para análise foram transportadas para o Laboratório, no máximo, oito horas após a coleta.

**Método de análise e avaliação dos resultados:** os resultados das variáveis respostas foram analisados utilizando-se o *Minitab Statistical Software*, versão 14, da empresa *Minitab*. As análises foram realizadas em duplicata para realização dos cálculos específicos do planejamento experimental fatorial e para identificação dos fatores intervenientes que apresentam ou não efeitos significativos, sendo eles, efeitos principais e de interação. Pelo meio da análise estatística dos efeitos, foi avaliada a significância estatística de cada elemento (fator), ou de alguma interação de fatores sobre a variável resposta desejada do processo (SILVA, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 726 cisternas implantadas até 15 de março de 2012, no município de Inhambupe, sendo que 19 cisternas encontravam-se inativas (cisternas consideradas em situação de abandono -casos em que a casa encontrava-se vazia-, ou terrenos com apenas a cisterna -o proprietário desmanchou toda a residência juntamente com todos os outros componentes do SAAC-, sendo consideradas também como desativadas), resultando em 707 cisternas em funcionamento na data. Em nenhum dos SAAC foi registrado que a limpeza da

superfície de coleta, devido à crença que o início da chuva já o realizava, sendo este fator descartado das análises de influência apesar de aparecer na literatura como um importante fator interveniente.

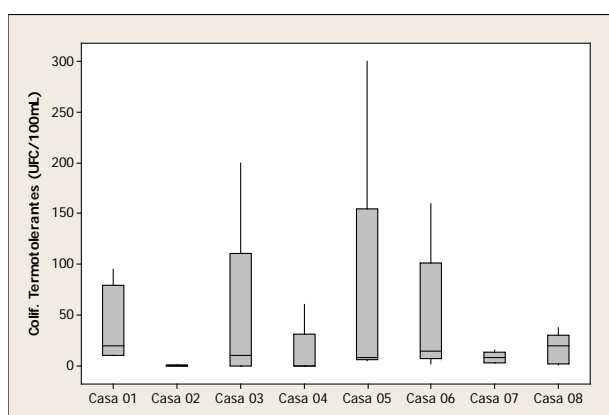
Quanto à ausência de descarte das primeiras águas (20 a 30 minutos iniciais de cada chuva), cerca de 6,7% dos sistemas implementados apresentaram esta característica, devido ao proprietário não ter condições físicas de efetuar o descarte destas águas ou porque não estava consciente da realização do mesmo, prejudicando a qualidade da água coletada. O impacto causado na qualidade da água devido à ausência de descarte poderia ser evitado se este fosse realizado de forma automática, não necessitando a presença do proprietário do SAAC no momento do início da chuva, sendo necessário apenas no final de cada chuva, retirar o volume acumulado no depósito específico do sistema de descarte da primeira água. A introdução de equipamento para a retirada de água (balde com o auxílio de corda) pode contribuir para alterar a qualidade microbiológica da água armazenada no interior da cisterna, pois este pode estar introduzindo matéria orgânica e microrganismos para o interior da cisterna, caracterizando-se como uma fonte de contaminação da água, sendo esse procedimento observado em 46,7% das casas estudadas. O bombeamento mais adequado é aquele que não altera ou contamina a água de chuva armazenada. Assim, a maneira mais adequada para realizar o bombeamento é por meio de bomba elétrica (apenas 2,8% dos SAAC de Inhambupe apresentam este tipo), pois transporta a água de chuva diretamente para o tratamento ou para o local de uso, sem a introdução de nenhum fator externo contaminante. Porém torna-se importante estudar o efeito do uso da bomba elétrica sobre a estrutura do reservatório. Por outro lado, a bomba manual sempre compôs a lista dos componentes da cisterna, sofrendo modificações e melhorias ao longo do tempo. A primeira bomba manual instalada na zona rural de Inhambupe foi do tipo “rodete”, que não se manteve por muito tempo devido apresentar defeitos após pouco tempo de uso. Este modelo de bomba foi substituído por uma bomba plástica, que além de ser mais fácil de manusear, mostrou ser mais resistente, sendo o bombeamento manual observado em 48,9% dos domicílios. A tela de proteção das calhas é outro componente, que passou a fazer parte integrante do sistema de captação de chuva - as primeiras cisternas não tinham este componente - sendo acrescido ao SAAC após o relato de que muita sujeira acumulava no interior da cisterna, sendo que 9,7% das cisternas não apresentaram este componente. A presença de árvores próximas do telhado (91,8% das casas apresentaram árvores com até 9 metros de distância do telhado) é bastante marcante na região, por se tratar de uma zona rural do Município em estudo. A criação de galinhas é outra característica bastante comum na região, havendo criação em 70% das casas observadas, além da produção quase que diária de ovos, o que contribui para o aumento da renda da família por meio da venda desse produto. A periodicidade da limpeza da cisterna pode ser variável, sendo recomendado que seja realizada anualmente, mas nos casos que ela se encontra muito cheia, a limpeza pode ser realizada num intervalo de tempo maior, destacando-se que esta recomendação não deve se tornar uma regra. A realização de limpeza anual é representada por 37,3% das cisternas existentes em Inhambupe, semestralmente em 18,4% e a não realização de limpeza em 30,5%. Quanto à disposição de dejetos e águas servidas, a solução encontrada e mais utilizada na zona rural é a fossa (72,2% de observações realizadas). Orienta-se que a cisterna seja construída a uma distância superior a 10m da fossa (66,8% do total), sendo poucos os casos existentes com distância inferior ao indicado (cerca de 5,4% do total). Apesar da limpeza do telhado ser um fator interveniente importante, segundo a bibliografia específica, para a contaminação microbiológica da água de chuva coletada, este fator não foi selecionado, como já referido anteriormente, pois todas as residências (100% das entrevistas realizadas) não realizam a limpeza do telhado por acreditar que a realização da limpeza ocorre com o início da chuva, nos primeiros minutos ou que seus telhados não apresentam sujeiras, pois eles nunca viram a ocorrência de nenhum animal nesta área, considerando, dessa forma, que a realização deste tipo de manejo seja algo desnecessário, além de o telhado ser um local de difícil acesso para a realização de limpeza.

Ao se analisar uma cisterna de cada fator descrito acima, selecionada por meio de sorteio de um único SAAC por fator descrito, obteve-se os resultados das análises microbiológicas referentes a primeira etapa de análise da água de chuva acumulada em cisternas da zona rural de Inhambupe. Ao se analisar os resultados relativos a coliformes termotolerantes de todas as campanhas e de todos os fatores (Figura 01), percebe-se que as amostras avaliadas apresentam 77,5% dos resultados positivos do bioindicador, indicando contaminação fecal recente. A exceção dos resultados foram os referentes aos da casa 02 (cisterna que apresenta ausência de tela de proteção), que em todas as campanhas realizadas apresentou como resultado <1UFC/100mL, indicando que a água armazenada nesta cisterna pode estar relacionada ao manejo adequado a garantir que as condições sanitárias estão sendo realizadas de forma correta. Este fator, inicialmente, por não apresentar indícios de influência sobre a qualidade microbiológica da água pode estar relacionado ao manejo adequado, não necessitando assim, participar da segunda etapa de análises microbiológicas.

Quanto a casa 05 (SAAC que apresenta fossa absorvente próxima à cisterna) poderia apresentar uma contaminação microbiológica referente a influência da fossa, caso a cisterna apresentasse alguma rachadura localizada em uma parte submersa da estrutura (devido ao mal cuidado) e a fossa absorvente contribuísse para a infiltração dos dejetos por meio desta rachadura, mas como isto não ocorre, pois a cisterna encontra-se em boas condições, a contaminação presente nesta cisterna é de outra procedência (manuseio inadequado ou ausência de desvio da primeira água). Dessa forma, este fator não participa da segunda etapa de análises microbiológicas.

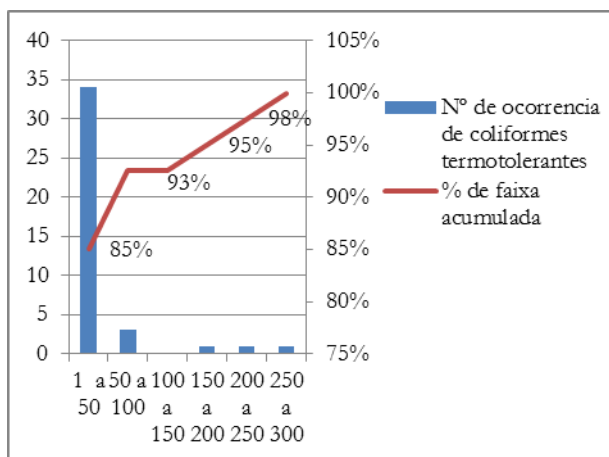
Ao analisar as casas 03 e 05 percebe-se que estas apresentam medianas baixas. Os valores elevados são atribuídos, especificamente, a uma campanha realizada em cada uma das cisternas vazias, estando próximas ao dia de realização de sua limpeza, existindo apenas o volume de água necessário para que a cisterna não tivesse fissuras em sua estrutura. Acredita-se que o que pode ter ocorrido é que, ao coletar a água localizada próxima ao fundo da cisterna, ter havido uma movimentação das partículas sólidas sedimentadas no fundo da cisterna, que podem estar acompanhadas de microrganismos, mostrando assim, a importância da limpeza do reservatório e a não utilização do volume reservado para a garantia da integridade física do mesmo.

Quanto a casa 07 (falta de desvio das primeiras águas) acredita-se que a baixa concentração de coliformes termotolerantes deve-se à baixa concentração de microrganismos existente na superfície de coleta e ao seu afastamento de árvores, existindo apenas a contribuição da deposição seca existente entre o período de duas chuvas. Quanto a casa 08 (onde há a criação de galinhas) a amostra de água apresenta coliformes termotolerantes em baixas concentrações, mas foi percebido que a criação destes animais dá-se no solo, portanto, distante de todo o sistema de coleta e armazenamento da água de chuva. As galinhas não se aproximavam em nenhum momento dos componentes do SAAC, não contribuindo para a contaminação das águas de chuva armazenadas nas cisternas, devendo esta baixa concentração de coliformes termotolerantes ser proveniente de outra fonte que não seja a presença e criação de galinhas.



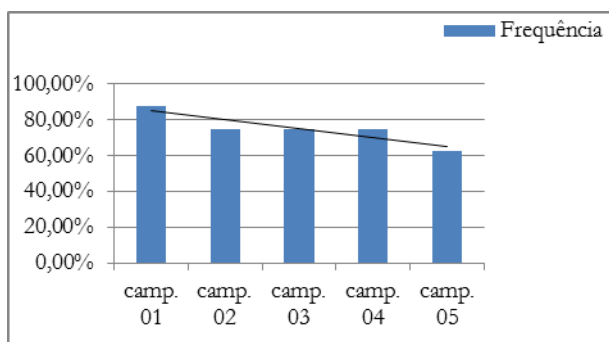
**Figura 01: Boxplot com os resultados de coliformes termotolerantes das campanhas realizadas**

Pode-se perceber, a partir da Figura 02 que 85% dos resultados encontrados para coliformes termotolerantes encontram-se em uma faixa de UFC entre <1 e 50, verificando-se que a concentração de UFC/100mL é baixa em sua grande maioria. Isso indica que a grande maioria das amostras analisadas pode sofrer um tratamento simplificado que obterá uma qualidade de água potável, com eliminação de coliformes termotolerantes.



**Figura 02: Diagrama de Pareto com a ocorrência de coliformes termotolerantes por faixa de concentração**

Ao se analisar a Figura 03 e relacioná-la com os períodos de coleta de cada amostra, pode-se perceber a existência de influência do período chuvoso, de forma a reduzir a concentração dos coliformes termotolerantes (da segunda a quarta campanha foi o período que ocorreu chuvas). A possível explicação para este fato é que no período de seca ocorre uma ausência da limpeza da superfície de coleta pela chuva, ocorrendo o acúmulo de contaminantes no período entre duas precipitações, gerando o aumento do número de microrganismos. Esses são carregados em sua maioria pela primeira chuva, podendo vir a adentrar na cisterna a depender do nível de concentração presente no telhado. Caso não ocorra nenhuma interferência, nos períodos de chuva, as águas que escoam sobre a superfície proporcionam limpeza regular na área de coleta, não permitindo o acúmulo de contaminantes neste período, e, conseqüentemente, diminuindo o número de microrganismos na água.



**Figura 03: Frequência dos resultados positivos por campanha realizada na primeira etapa**

Essas avaliações preliminares contribuíram para definir os quatros fatores finais para a realização do planejamento experimental fatorial, que foram: a retirada de água com auxílio de corda, a limpeza da cisterna em tempo inadequado, árvores próximas a superfície de coleta e a falta de desvio da primeira água. A casa modelo equivale ao fator 'identidade' do planejamento experimental fatorial.

Na segunda fase das análises da qualidade microbiológica, na realização do planejamento fatorial, dos resultados encontrados 81,3% dos valores foram positivos para coliformes termotolerantes, demonstrando a contaminação fecal recente. A contaminação fecal pode ter ocorrido justamente por causa da interferência dos possíveis manejos que intervêm na qualidade da água de chuva armazenada, tornando-a um veículo de transporte dos microrganismos indicadores.

Os resultados do planejamento experimental fatorial, expressos na Figura 04, mostram os fatores que apresentaram efeitos significativos sobre os coliformes termotolerantes, ações que resultam em expressiva



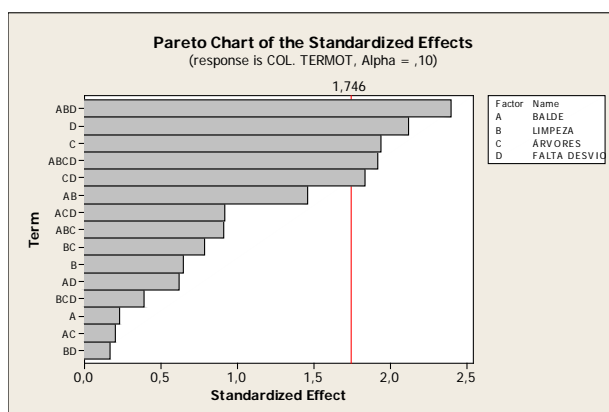
influência sobre a variável resposta, de forma positiva ou negativa, com um nível de confiança considerado de 10%, que foram: a interação das variáveis 'balde com auxílio de corda para a retirada de água do interior da cisterna', a 'limpeza da cisterna em tempo inadequado' e a 'falta de desvio da primeira água' (balde\*limpeza\*falta desvio); a variável 'falta de desvio da primeira água' (falta desvio); a variável 'árvores próximas ao telhado' (árvores); a interação dos fatores 'balde com auxílio de corda para retirada de água' do interior da cisterna com 'limpeza da cisterna em tempo inadequado', com 'árvores próximas ao telhado' e com a 'falta de desvio da primeira água' (balde\*limpeza\*árvores\*falta desvio); e a interação das variáveis 'árvores próximas ao telhado' com a 'falta de desvio da primeira água' (árvores\*falta desvio).

A interação entre dois fatores que apresentam efeitos significativos sobre a variável resposta não necessariamente formará uma interação que apresenta um efeito expressivo sobre a variável resposta analisada. O que pode ocorrer no momento da interação é que as variáveis podem apresentar desempenhos opostos, que geram um resultado de baixa influência sobre a variável resposta. O inverso também pode ocorrer, ou seja, duas variáveis que não apresentam efeito significativo sobre a variável resposta ao interagirem podem gerar um efeito influente inexistente aos fatores isolados. Esta lógica de geração de desempenhos opostos e efeitos sinérgicos, também pode ocorrer com as interações de 3ª e 4ª ordem.

Destaca-se também que pode haver uma variação (positiva ou negativa) dos resultados encontrados pelo planejamento experimental fatorial, devido ao erro considerado na avaliação do programa, que neste caso gira em torno de 10%, apresentado como o nível de confiança do planejamento. Existe também um erro associado à metodologia, que considerou como número de replicatas o número de duas amostras, sabendo-se que quanto menor o número de repetições, maior a tendência de o resultado apresentar algum erro associado. Essas duas considerações criam uma nuvem de erro, que produz uma incerteza nos resultados, principalmente, naqueles que se encontram próximos à linha de consideração.

Os fatores que não são estatisticamente significantes em relação aos coliformes termotolerantes encontrados nesta pesquisa apresentam baixa influência sobre a qualidade microbiológica, proporcionando baixos resultados de efeitos sobre a presença de coliformes termotolerantes.

Quanto ao fator 'limpeza em tempo inadequado', o maior problema está relacionado justamente com o material sedimentável que se deposita ao fundo da cisterna, pois este material pode apresentar contaminação causando alteração da qualidade da água, podendo seu efeito ser alavancado com a presença de outros fatores que provoquem o aparecimento deste material, como a utilização de balde e ausência de desvio da primeira água. Isso porque o balde, em situações onde há pouca água armazenada no interior da cisterna, acaba provocando uma movimentação do material acumulado no fundo da cisterna, assim como a falta de desvio da primeira água permite uma maior entrada de material sedimentável que tenderá a se acumular no fundo da cisterna.



**Figura 04: Diagrama de Pareto dos efeitos padronizados para variável resposta coliformes termotolerantes**

Com relação ao número de SAAC estudados que apresentam fatores que têm efeito significativo sobre os coliformes termotolerantes, estes são expressos da seguinte forma: a interação dos fatores

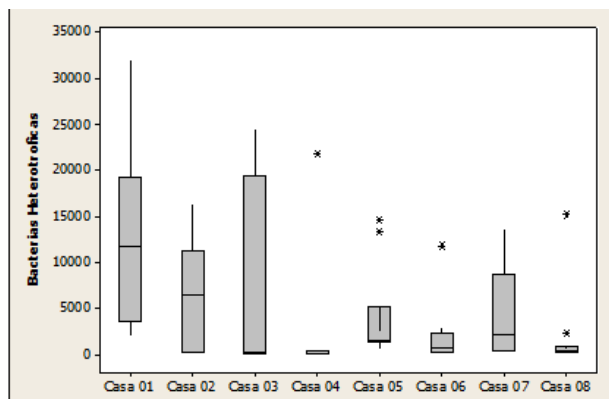
Balde\*Limpeza\*Falta Desvio existem em 7 Sistemas (1%) dos SAAC com estas características; o fator 'falta de desvio da primeira água' é observado em 68 Sistemas (5,7%); o fator 'presença de árvores próximas ao telhado' em 565 Sistemas (84,2%); a presença de todos os fatores Balde\*Limpeza\*Árvores\* Falta Desvio é observada em 8 SAAC (1,1%); e a interação Árvore\*Falta Desvio em 40 Sistemas com esta característica (5,7%). Esses valores indicam que o efeito significativo relacionado ao fator 'presença de árvores próximas ao telhado' torna-se mais representativo do que apresenta ser, por causa do número de SAAC que abrangem esta característica. Demonstra também que as ordens intermediárias (neste caso 2ª e 3ª) são as que apresentam o maior número de interações e com o menor número de registros de ocorrência de cisternas com estes fatores.

Para a variável resposta bactérias heterotróficas foi possível observar (Figura 05) que este bioindicador está presente em todas as amostras analisadas, em variadas concentrações. Alguns resultados específicos (referentes às casas 01, 02 e 03) podem ter causado um resultado falso- negativo para coliformes termotolerantes (situação em que o resultado encontrado é negativo, sendo na realidade um resultado positivo, demonstrando que o resultado encontrado pelo teste é um resultado falso).

Sabe-se que mais da metade dos valores encontrados (67,5%) apresentam concentração entre 20 e 4.020UFC/mL, indicando dessa forma, que a maioria das concentrações encontra-se admissível, de forma a não prejudicar os resultados de coliformes termotolerantes, levando-os a apresentar resultados falso-negativo. Sabe-se também que com o início da estação chuvosa (na segunda campanha) houve o aumento da concentração das bactérias heterotróficas, com a redução da concentração dessas bactérias a partir da estabilização da estação chuvosa, o que significa dizer que há maior contribuição das bactérias heterotróficas no início da estação chuvosa com redução na consolidação da estação chuvosa. Além da relação com a estação do ano, acredita-se que as duas campanhas que apresentam as maiores concentrações possam ter analogia com uma maior intensidade das chuvas ocorridas superior ao restante das chuvas anteriores, podendo gerar o desprendimento de um maior número de colônias de bactérias heterotróficas existentes na superfície de coleta.

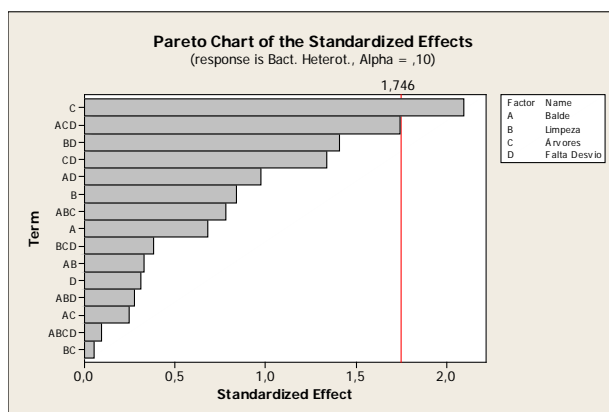
Ao analisar os resultados das amostras referentes a cada SAAC estudado na primeira etapa pode-se perceber que as amostras referentes às residências 05 e 07 apresentam a sua mediana próxima a 2.000UFC/mL. Os resultados da análise das amostras de água das cisternas das casas 05 e 07 juntamente com às das casas 03, 04, 06 e 08, apresentam para as bactérias heterotróficas valores de medianas significativamente inferiores das outras duas casas analisadas, indicando que essas cisternas apresentam uma qualidade bacteriológica da água melhor que aquela das cisternas das casas 01 e 02. Destaca-se que as cisternas das casas 03 e 05 apresentaram, no momento da coleta de amostra de água em uma das campanhas, pouca água no interior da cisterna, apresentando devido a esse fator uma média de concentração de bactérias heterotróficas elevada. Os valores elevados das medianas de bactérias heterotróficas das casas 01 e 02 podem indicar que os resultados de coliformes termotolerantes da água destas cisternas podem estar representados por valores falso-negativos.

As medianas das bactérias heterotróficas apresentam-se relativamente baixas nas cisternas das casas 03, 04, 05, 06, 07 e 08. As duas primeiras apresentam uma melhor distribuição dos dados de bactérias heterotróficas (simetria dos dados) e com maiores valores de mediana, indicando que a presença de matéria orgânica originária da deposição seca sobre a superfície de coleta pode ser o principal condicionante para o acontecimento destes valores, provocando assim, a deterioração da qualidade da água de chuva coletada.



**Figura 05: Boxplot com os resultados de bactérias heterotróficas das campanhas realizadas**

Assim, como encontrado na variável resposta ‘coliformes termotolerantes’, os resultados da variável resposta ‘bactérias heterotróficas’ obtidos das análises laboratoriais foram avaliados pelo planejamento experimental fatorial, com o mesmo intuito de determinar os efeitos dos fatores selecionados sobre a variável resposta. Sob esta ótica, os resultados do planejamento experimental fatorial estão apresentados na Figura 06, sendo encontrados fatores que apresentam efeitos significativos sobre as bactérias heterotróficas, como: árvores próximas ao telhado; e a interação dos fatores ‘balde com auxílio de corda para retirada de água do interior da cisterna’, ‘árvores próximas ao telhado’ e com a ‘falta de desvio da primeira água’. Estes resultados demonstram que o descarte da primeira água está sendo incipiente para a redução de partículas que contenham bactérias heterotróficas provenientes de árvores próximas, considerando que a ausência de descarte ou o descarte ineficiente pode provocar efeitos negativos sobre a qualidade da água de chuva. Os outros fatores e interações não apresentaram valores de efeitos estatisticamente significativos sobre a presença de bactérias heterotróficas em águas de chuvas acumuladas nas cisternas.



**Figura 06: Diagrama de Pareto dos efeitos padronizados para a variável resposta bactérias heterotróficas**

Quanto ao número de SAAC estudados, que apresentam fatores os quais têm efeito significativo sobre as bactérias heterotróficas, estes são expressos da seguinte forma: o fator ‘presença de árvores próximas ao telhado’ existe em 565 sistemas com esta característica (84,2%); e a interação dos fatores Balde\*Árvores\*Falta Desvio (a interação das variáveis ‘utilização de balde para retirada de água da cisterna’, com a ‘presença de árvores próximas ao telhado’ e a ‘falta de desvio da primeira água’) é observada em 12 SAAC (1,7%). Esses são valores indicadores de que o efeito significativo relacionado ao fator ‘presença de árvores próxima ao telhado’ torna-se mais representativo do que apresenta ser, por causa do número de SAAC que abrangem esta característica, sendo o atributo então que se apresenta com o maior efeito significativo sobre as bactérias heterotróficas.

## CONCLUSÃO

Os resultados encontrados sugerem que os fatores intervenientes e a ausência de barreiras sanitárias dos SAAC implantados na zona rural do município de Inhambupe estão muito ligados à questão cultural e financeira.

Ao estudar os fatores intervenientes da água de chuva armazenada em cisternas da zona rural do município de Inhambupe, pode-se concluir que existe a possibilidade dos microrganismos, bioindicadores e/ou patogênicos, e a matéria orgânica adentrar nas cisternas por meio: da ausência do desvio da primeira água, da não existência de calha de proteção das cisternas, da forma inadequada de retirada de água do interior da cisterna, da existência de árvores próximas à superfície de coleta e da criação de animais, como porcos, galinhas e a presença de curral, sendo representados por 6,5%, 9,6%, 46,7%, 6,5%, 12,7%, 70% e 29,7%, respectivamente. Ocorrendo a entrada de impurezas, estas podem permanecer no interior da cisterna, caso a família não realize sua limpeza periódica e dos seus componentes, como ocorre em 35,9% das cisternas estudadas/observadas.

A limpeza periódica também das superfícies de coleta deve ser realizada, pois estas superfícies podem receber contribuições de impurezas de folhas e galhos de árvores, animais que possam alcançar a área de coleta de água de chuva. Mas o que ocorre no município de Inhambupe, é que nenhuma família realiza a limpeza do telhado, pois os moradores entendem que, os primeiros minutos de chuva realizam esta limpeza sem que seja necessário eles subirem no telhado para realiza-la.

Os principais usos da água de chuva armazenada em cisterna são: bebida, preparação de alimentos, banho, utilização em lavanderia e pia da cozinha, sendo representados por 79,2%, 73%, 33,9%, 26,7% e 20,9%, respectivamente.

Na avaliação da qualidade microbiológica da água de chuva armazenada nas cisternas estudadas, a maioria das amostras analisadas (78,1%) apresentaram coliformes termotolerantes, indicando que houve contaminação de origem fecal recente.

A presença de bactérias heterotróficas se faz presente em todas as análises de amostras de água de todas as cisternas estudadas, ou seja, não existe uma única casa com ausência de bactérias heterotróficas na água de chuva armazenada.

Torna-se importante advertir que existe a possibilidade de formação de biofilme no interior da cisterna, podendo mascarar o resultado dos coliformes termotolerantes, podendo levar a um resultado falso-negativo.

Aplicando-se o planejamento fatorial para identificar os fatores intervenientes da qualidade microbiológica da água das cisternas, tendo como variável resposta 'coliformes termotolerantes', e levando-se em consideração a presença dos fatores analisados a um nível de confiança de 10%, os fatores que apresentaram efeitos significativos foram: Balde\*Limpeza\*Falta Desvio, Desvio, Árvores, a interação dos quatros fatores estudados - Balde\*Limpeza\*Árvores\*Falta Desvio e Árvores\*Falta Desvio. Para a variável resposta bactérias heterotróficas, sendo considerado o mesmo nível de confiança, foram encontrados os seguintes fatores que proporcionaram influência significativa: Árvores e Balde\*Árvores\*Falta Desvio.

O fator presença de árvores próximas ao telhado é o que apresenta a maior ocorrência nas observações realizadas, estando em 84,2% dos SAAC estudados/observados, tornando este fator mais representativo em relação aos outros por causa do número de ocorrências e, assim, os possíveis impactos que ele pode provocar na qualidade microbiológica da água de chuva armazenada em cisternas.

Para os resultados encontrados e buscando-se a melhoria da qualidade da água de chuva armazenada em cisternas, sugere-se que as variáveis significantes estejam ausentes no SAAC, de forma a melhorar a qualidade da água captada. Sugere-se também, devido à ineficiência do curso de capacitação realizado quando da implantação das cisternas, que o mesmo seja de novo realizado e que seja trabalhado junto aos participantes a necessidade da realização do desvio da primeira água e a sua realização de forma correta e periódica, a realização da limpeza de telhados e calhas de forma recorrente, a solicitação de afastamento de árvores que estejam próximas ao telhado ou a realização de poda periódica, no intuito de evitar a contribuição de folhas, galhos e aproximações de animais da superfície de coleta.



Esse reforço de capacitação deve ser realizado como uma forma de resposta das análises microbiológicas das amostras de água realizadas, sendo disponibilizado para todos, devendo ser apresentado o resultado obtido pela pesquisa de que a não realização do manejo considerado adequado e a intervenção dos fatores identificados que influenciam a qualidade da água de chuva podem prejudicar a utilização da água de chuva coletada e armazenada nas cisternas para consumo humano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE NETO, Cicero Onofre de. Segurança Sanitária das Águas de Cisternas Rurais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 4., 2003, Petrolina, Brasil. *Anais...* Petrolina: ABCMAC. 2003, 1 CD-ROM;
2. ANDRADE NETO, Cicero Onofre de. Influência do Início da Precipitação na Qualidade da Água de Chuva. In: ENCONTRO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO / SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 14., 2010. Porto, Portugal. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES/APESB/APRH. 2010, 1 CD-ROM;
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR: 15.527: *Água de chuva: Aproveitamento de cobertura em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos*. Rio de Janeiro, 2007. 8p.
4. APHA. American Public Health Association. AWWA. American Water Works Association. WPCF. Water Environment Federation. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 22nd ed. Washington, 2012.
5. BRASIL. CASA CIVIL. *Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010*. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 2010.
6. CIRILO, José Almir; MONTENEGRO, Suzana M.G.L.; CAMPOS, José Nelson B. A Questão da Água no Semiárido Brasileiro. In: BICUDO, C.E. de M; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B.. (Org.). *Águas do Brasil Análises Estratégicas*. 1ed. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010, v. 1, p. 81-91.
7. FENG, Lee Yun. *Projeto Educação do Campo: Estratégias e Alternativas no Campo Pedagógico*. 2007. 96f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Centro Universitário Araraquara, Araraquara, 2007.
8. GNADLINGER, João. A Contribuição da Captação de Água de Chuva para o Desenvolvimento Sustentável do Semiárido Brasileiro – Uma Abordagem Focalizando o Povo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 3., 2001. Petrolina. *Anais...* Petrolina: ABCMAC, 2001. 1 CD-ROM.
9. GROUP RAINDROPS. *Aproveitamento de Água de Chuva*. MURASE, Makoto (Org.). Tradução de KOBAYAMA, Massato; USHIWATA, Claudio Tsuyoshi; AFONSO, Manoela dos Anjos. Curitiba: Editora Organic, 2002.
10. IBGE. *Censo Demográfico 2010*. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 dez. 2011.
11. INSA (Instituto Nacional do Semiárido). *Recursos Hídricos em Regiões Áridas e Semiáridas*. 1 ed. Campina Grande, 2011. v.1. 470p.
12. SILVA, Nara de Melo Dantas. Qualidade microbiológica das águas em cisternas da área rural do município de Inhambupe, no Semiárido Baiano e seus fatores intervenientes. 2013. 118f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.
13. XAVIER, Rogerio Pereira; NÓBREGA, Rodolfo Luiz Bezerra; MIRANDA, Priscila Cordeiro de; GALVÃO, Carlos Oliveira; CEBALLOS, Beatriz Suzana Ovruski de. Avaliação da eficiência de dois tipos de desvios das primeiras águas na melhoria da qualidade da água de cisternas rurais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 7., 2009, Caruaru. *Anais...* Petrolina: ABCMAC, 2009. 1 CD-ROM.
14. XAVIER, Rogerio Pereira. *Influência de barreiras sanitárias na qualidade da água de chuva armazenada em cisternas do semiárido paraibano*. 2010. 114f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.
15. YAZIZ, M. I.; GUNTING, H.; SAPARI, N.; GHAZALI, W. Variations in Rainwater Quality from Roof Catchments. *Water Research*. Malásia. v. 23, n. 6, p. 761-765, jan. 1989.