

**XI SILUBESA*****Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental***

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

I-014 - PROTEÇÃO SANITÁRIA DAS CISTERNAS RURAIS**Cícero Onofre de Andrade Neto**

Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Civil com Concentração em Saneamento, Doutorando em Recursos Naturais, Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Membro do Grupo Coordenador do PROSAB - Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (FINEP/CNPq/CAIXA), Membro do Comitê Científico do Programa de Pesquisas do Departamento de Engenharia de Saúde Pública da FUNASA. Membro da Diretoria Técnico-Científica da Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva.

Endereço: Rua Miguel Alcides Araújo, 1893. Natal, RN. Brasil. CEP: 59078-270. – Tel: 55⁺ (84) 215-3775 Ramal 23.

 : cicero@ct.ufrn.br

RESUMO

Cisternas são tanques construídos para armazenar imediatamente as águas de chuva captadas em uma superfície próxima. No meio rural são geralmente empregadas para acumular águas captadas no telhado da residência, para atender as necessidades de consumo doméstico.

No Brasil, como em muitos outros países, as águas das cisternas rurais são utilizadas inclusive para beber, quase sempre sem qualquer tratamento. Portanto, é de fundamental importância a segurança sanitária dessas águas, que devem atender aos padrões de potabilidade.

No momento atual, quando se tem em curso um grande programa de construção de cisternas rurais no Semi-Árido Brasileiro – o Programa Um Milhão de Cisternas –, com enorme poder de influenciar técnicas, comportamentos e práticas, ao ponto de criar uma nova cultura para o uso de cisternas no Brasil, é necessário que se estimule a discussão para que esta nova cultura incorpore, desde o início, a preocupação constante com a qualidade das águas e a segurança sanitária.

A água das chuvas é excelente para vários usos, inclusive para beber, exceto em locais com forte poluição atmosférica, densamente povoados ou industrializados. Em áreas rurais e em pequenas cidades, os níveis de poluição e contaminação da atmosfera são baixos e não atingem concentrações capazes de comprometer significativamente a qualidade da água das chuvas.

Contudo, vários estudos que examinaram a qualidade de águas de chuva armazenadas em cisternas concluíram que estas geralmente atendem os padrões de potabilidade da Organização Mundial de Saúde para os parâmetros físico-químicos, porém freqüentemente não atendem aos padrões de potabilidade da OMS quanto aos critérios de qualidade microbiológica.

A perda de qualidade e a contaminação da água de chuva ocorre sobretudo na superfície de captação ou quando está armazenada de forma não protegida. Quando escoar sobre a superfície de captação a água lava e carrega a sujeira acumulada no intervalo entre duas chuvas.

A proteção sanitária de cisternas é relativamente simples. Basicamente requer o desvio das primeiras águas das chuvas, que lava a atmosfera e a superfície de captação e não deve ir para a cisterna, alguns outros cuidados de projeto e um manejo adequado. No entanto, a revisão da literatura pertinente (revisão bibliográfica) mostra que pouco se tem de tecnologia disponível para a proteção sanitária das cisternas através de barreiras físicas.

Este trabalho analisa vários aspectos da qualidade da água e da proteção sanitária de cisternas rurais e apresenta um dispositivo simples e eficiente para o desvio automático do fluxo das primeiras águas das chuvas, para evitar a

contaminação da água da cisterna com a sujeira acumulada na superfície de captação.

Embora despretensioso do ponto de vista científico, este trabalho assume o importante papel de fomentar e ampliar a necessária e oportuna discussão sobre a proteção sanitária das águas das cisternas utilizadas para suprir o consumo doméstico. Embora o assunto já conte com a atenção de fóruns especializados, como o Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, julgamos que seria proveitoso apresentá-lo para uma discussão mais ampla dos profissionais e estudiosos da Engenharia Sanitária e Ambiental na oportunidade do XI SILUBESA.

PALAVRAS-CHAVE: Abastecimento Doméstico, Cisternas, Qualidade da Água, Proteção Sanitária.

INTRODUÇÃO

No meio rural, as águas de chuva armazenadas em cisternas geralmente são utilizadas para consumo doméstico, dessedentação de animais e irrigação. No Brasil, as águas das cisternas rurais são empregadas quase que exclusivamente para usos domésticos, inclusive para cozinhar e para beber, quase sempre sem qualquer tratamento. É, portanto, de fundamental importância a segurança sanitária dessas águas.

Os requisitos de qualidade, bem como a segurança sanitária, estão diretamente relacionados com o uso que se dará à água. Quando a cisterna é para usos domésticos a água deve atender os padrões de potabilidade, no Brasil estabelecidos pela portaria Nº 1.469 do Ministério da Saúde, de 29/12/2000.

Basicamente a água potável deve ter sabor e odor agradáveis (não objetáveis), não conter microrganismos patogênicos (ausência de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes em 100 ml), ter baixas unidades de cor aparente e turbidez e não conter substâncias químicas em quantidades (concentrações) que possam causar mal à saúde humana.

A água das chuvas é geralmente excelente para vários usos, inclusive para beber, exceto em locais com forte poluição atmosférica, densamente povoados ou industrializados. Metais pesados, especialmente chumbo, são potencialmente perigosos em áreas com densidade de tráfego alta ou na redondeza de indústrias. Substâncias químicas orgânicas, como organoclorados e organofosfatados, usadas em venenos, praguicidas e herbicidas, quando em altas concentrações na atmosfera, também podem contaminar a água da chuva. Contudo, a contaminação atmosférica da água das chuvas normalmente é limitada a zonas urbanas e industriais fortemente poluídas e, mesmo nestes locais, a água de chuva quase sempre tem uma boa qualidade química (dureza, salinidade, alcalinidade, etc) para vários usos, inclusive para diluir águas duras ou salobras. A contaminação microbiológica na atmosfera é ainda mais rara que a contaminação química.

Na maioria dos locais do mundo, especialmente em áreas rurais e em pequenas cidades, os níveis de poluição e contaminação da atmosfera são baixos e não atingem concentrações capazes de comprometer significativamente a qualidade da água das chuvas, que é geralmente a água natural disponível de melhor qualidade.

Cisterna é um tanque construído para armazenar imediatamente as águas de chuva captadas em uma superfície próxima. As Figuras 1 e 2 mostram dois dos modelos de cisternas rurais mais utilizados no Brasil. Estas fotos foram incluídas neste trabalho porque muitos dos técnicos e estudiosos da Engenharia Sanitária e Ambiental jamais viram uma cisterna utilizada como um importante manancial de água para abastecimento doméstico no meio rural, e em alguns países também no meio urbano. Acontece que muitos dos nossos colegas nunca tiveram a oportunidade de conhecer o meio rural e também não sabem que o Brasil tem uma região semi-árida de quase 1.000.000 de km², onde vivem cerca de 20.000.000 de pessoas. Cisternas rurais para abastecimento doméstico não são utilizadas apenas no semi-árido nordestino, nem somente no Brasil (a China, por exemplo, tem mais de 5 milhões de cisternas construídas nos últimos anos), mas muitos dos técnicos e estudiosos brasileiros ainda não tiveram acesso às informações disponíveis sobre esse assunto.



Figura 01: Cisterna rural retangular.



Figura 02: Cisterna rural circular.

A qualidade da água de chuva armazenada em cisternas não depende apenas das condições da atmosfera. Depende também, e principalmente, da superfície de captação (tipo, materiais e condições de limpeza), da calha e da tubulação que transporta a água até o tanque, e da proteção sanitária do tanque.

A contaminação da água de chuva geralmente ocorre na superfície de captação (telhado, solo, ou outra superfície preparada ou natural) ou quando está armazenada de forma não protegida. A contaminação posterior, na retirada de porções da água e no manuseio para os vários usos, ocorre com frequência mas é muito menos importante do que a contaminação de toda a água armazenada (contaminação do manancial).

Quando escoa sobre a superfície de captação, a água da chuva 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 sujeira (locais remotos e isolados são mais seguros).

Vários estudos que examinaram a qualidade de águas de chuva armazenadas em cisternas concluíram que estas geralmente atendem os padrões de potabilidade da Organização Mundial de Saúde para os parâmetros físico-químicos, porém frequentemente não atendem aos padrões de potabilidade da OMS quanto aos critérios de qualidade microbiológica, o que significa que estão geralmente contaminadas ou susceptíveis a contaminação por microrganismos patogênicos. (GOULD, 1999; SIMMONS, 1999; VIDAL, 2002; GOULD e NISSEN-PETERSEN, 2002). AMORIM e PORTO (2001), analisaram a qualidade bacteriológica das águas de cisternas no município de Petrolina, no Nordeste do Brasil, e constaram a presença de coliformes em quantidades acima das previstas nos padrões de potabilidade, em todas as cisternas estudadas.

No entanto, a água de cisterna não é uma bebida perigosa. Milhões de pessoas em áreas rurais de várias partes do planeta utilizam água de chuva captada em telhados e armazenada em cisterna para usos domésticos e o número de casos informados de problemas sérios de saúde relacionados a essa prática é muito pequeno. Geralmente, quando se utiliza cisterna outras fontes disponíveis são mais perigosas. Contudo, a qualidade da água de cisternas usadas para provisão doméstica é de importância particular, porque, na maioria dos casos, é usada para beber sem ser tratada.

BARREIRAS FÍSICAS PARA PROTEÇÃO SANITÁRIA DE CISTERNAS RURAIS

Embora os riscos epidemiológicos associados às cisternas sejam pequenos, os estudos recentes recomendam que todo esforço deve ser feito para minimizar a contaminação das águas das cisternas usadas para consumo humano. Comparadas com as águas das tradicionais cisternas sem proteção sanitária, águas de chuva captadas e armazenadas com a devida segurança sanitária são consideravelmente melhores e podem ser usadas para beber, mesmo sem desinfecção ou outro tratamento.

Quanto maior o risco de contaminação, maior deve ser o rigor na proteção sanitária das cisternas. O risco depende, principalmente: das condições de uso (público, multifamiliar ou unifamiliar); das condições da superfície de captação (material, situação, facilidade de limpeza, etc); da exposição a contaminantes (localização rural ou urbana, isolada ou exposta); das condições epidemiológicas da região (doenças endêmicas, higidez ambiental, risco de surtos, etc); e da operação e manutenção do sistema.

Ademais, é evidente que quanto melhores os níveis de educação sanitária e ambiental e de conhecimento de práticas higiênicas dos usuários, mais segura a qualidade das águas das cisternas. A educação é obtida de forma mais permanente através da participação comunitária, quando o conhecimento não é apenas repassado mas também adequado, renovado e assimilado. Portanto, são fundamentais a discussão e o envolvimento dos cidadãos e das comunidades para a segurança sanitária das águas de cisternas.

O risco sanitário também está relacionado com a quantidade, em função do maior número de pessoas atingidas. Deve-se ter maiores cuidados quando se tem um grande programa de construção de muitas cisternas, com enorme poder de disseminar o conhecimento e influenciar comportamentos, práticas e técnicas, ao ponto de criar uma nova cultura para o uso de cisternas rurais. Essa nova cultura deve incluir, desde o início, a preocupação com a segurança sanitária.

A segurança sanitária de sistemas de captação de água de chuva em cisternas rurais depende da educação sanitária e da participação social da comunidade envolvida, mas também depende de um projeto adequado, inspeção regular e manutenção do sistema.

Um projeto (desenho do sistema) adequado, que incorpora barreiras físicas de proteção sanitária, e uma boa operação e manutenção, constituem o que há de mais simples e eficaz para proteção da qualidade da água de cisternas.

O tratamento da água deve ser utilizado somente como medida corretiva, se houver suspeita de contaminação da água. O tratamento da água exige um treinamento mais difícil de ser assimilado pelos usuários, tem um custo considerável e ainda corre o risco da falta de produtos químicos, quando não podem ser adquiridos a tempo. Contudo, quando a cisterna armazena águas suspeitas de outras fontes, ou água de chuva coletada em sistemas de captação na superfície do solo, o tratamento é recomendado.

O projeto adequado deve incluir, como barreiras físicas de proteção sanitária: um dispositivo para desviar automaticamente as primeiras águas de cada chuva ou, pelo menos, remover detritos da linha de fluxo; cobertura da cisterna que impeça a entrada de insetos e luz; extravasor e ventilação para propiciar a reoxigenação da água; e retirada da água por tubulação (obrigatória em sistemas coletivos).

A operação e manutenção adequadas do sistema consistem simplesmente em dar as descargas no tanque de desvio das primeiras águas (ou executar outra operação prevista para o dispositivo de desvio de fluxo), inspecionar periodicamente o estado de conservação e limpeza da área de captação, das calhas, das tubulações e do tanque, e manter a cisterna sempre tampada.

Como barreira física de proteção sanitária antes do armazenamento, em alguns casos menos exigentes podem ser utilizadas grades ou peneiras auto-limpantes, que desperdiçam pouca água e removem as sujeiras da linha de fluxo, mas são relativamente caras e requerem manutenção. Também podem ser utilizados filtros de "tela" não auto-limpantes e filtros de areia externos ou internos, mas eles não são eficientes nem seguros do ponto de vista sanitário, porque não removem as sujeiras da linha de fluxo, e requerem limpezas periódicas. Mas sem dúvida os dispositivos automáticos que desviam as primeiras águas de cada chuva para descartar as águas que lavam a atmosfera e a superfície de captação constituem a barreira física mais eficientes.

As fontes bibliográficas pesquisadas apresentam vários tipos de dispositivos para proteção sanitária de cisternas, que incluem: grades ou peneiras auto-limpantes; um arsenal de filtros telados ou com centrifugação; filtros de areia externos ou internos; engenhocas bem intencionadas mas mirabolantes para o desvio dos primeiros fluxos, ou muito sofisticadas, com sensores de qualidade da água e comandos eletrônicos e eletromecânicos.

Por exemplo: ANJOS (1999) apresenta um dispositivo para desvio dos primeiros fluxos que inclui uma boia para acionamento do desvio ("by pass") um tanto complicada; DACACH (1979) apresenta um tanque para desvio de fluxo antecedido de uma injustificável tela, mas também apresenta um tanque de desvio com o princípio que fundamenta a proposta defendida neste trabalho, porém incluindo uma desnecessária boia interna; FENDRICH e OLIYNIK (2002) mostram dispositivos de desvio de fluxo acionados eletronicamente e outros mecanismos sofisticados utilizados no Japão, filtros não autolimpantes e um tanque de desvio para descarte da chuva inicial com uma desnecessária boia interna; LEE e VISSCHER (2000) incluem engenhos complicados e mirabolantes para desvio das primeiras águas também apresentados por GOULD e NISSEN-PETERSEN (2002), mas estes últimos mostram uma grande variedade de outros dispositivos, inclusive bons filtros autolimpantes e alguns engenhos não muito lógicos; o manual do Texas (TWDB, 1997) concentra-se em filtros de tela; SILVA et al (1984) recomendam filtros de areia internos e externos; VIDAL (2002) apresenta um "tê" para desvio das primeiras águas, semelhante ao de outras publicações, que tem volume insuficiente, uma bola como válvula de vedação de um orifício que já obstrui o fluxo antes do momento oportuno para desvio de descarte, e um orifício para drenagem sujeito a obstruções freqüentes

UM DISPOSITIVO SIMPLES PARA DESVIO DO FLUXO DAS PRIMEIRAS ÁGUAS

No início da estação das chuvas, quando há muita sujeira acumulada na superfície de captação, as águas da primeira chuva capaz de lavar a sujeira não deve ser armazenada na cisterna. Mesmo no período de chuvas constantes, entre uma chuva e outra acumula-se sujeira no telhado, mas, nesse caso, as primeiras águas de alguns minutos de cada chuva são suficientes para lavar a área de captação (1 a 2 litros por m^2 de telhado). Estas primeiras águas de cada chuva não devem ir para a cisterna, ou, pelo menos, as sujeiras carregadas por elas devem ser automaticamente desviadas. Um dispositivo automático para desvio das primeiras águas de cada chuva é uma barreira física de proteção sanitária de cisternas de importância comparável a cobertura, tampa e tomada de água por tubulação.

O dispositivo para desvio das primeiras águas das chuvas apresentado no desenho esquemático da Figura 03 é automático, muito simples, eficaz e de baixo custo.

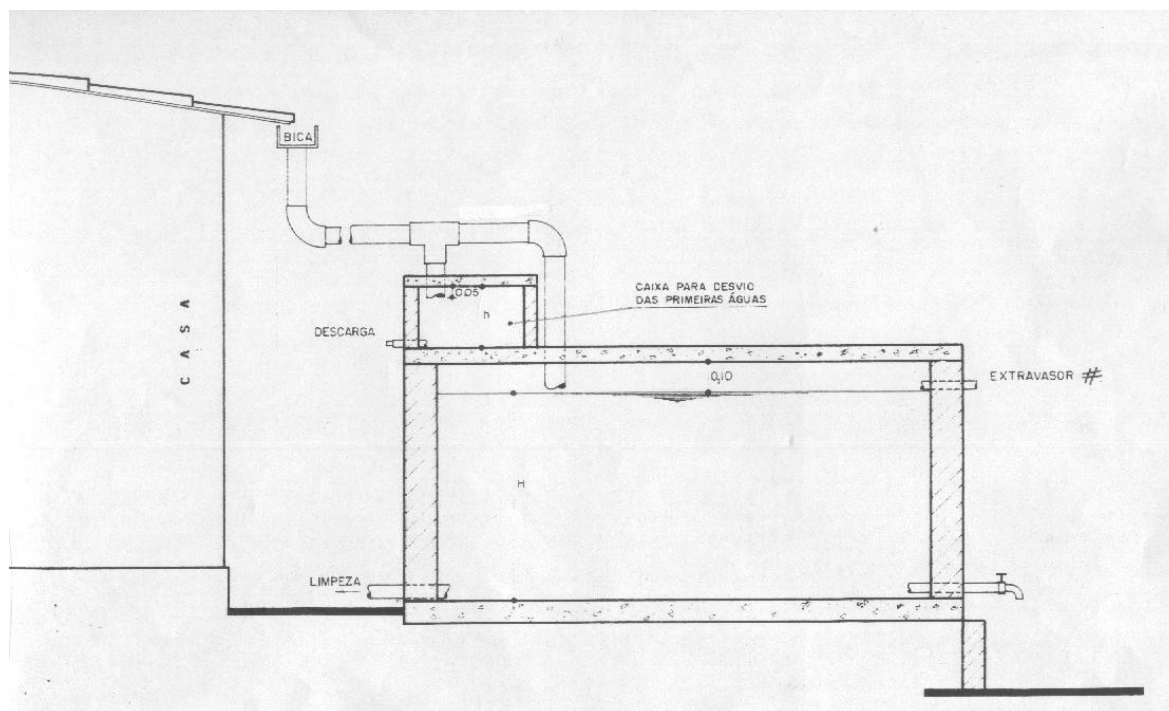


Figura 03: Dispositivo para desvio automático das primeiras águas das chuvas.

É apenas um pequeno tanque para o qual são desviadas automaticamente as primeiras águas de cada chuva, simplesmente através de um tê intercalado na tubulação de entrada da cisterna, que deriva para este pequeno tanque as águas de lavagem da superfície de captação. Como o tanque de desvio permanece totalmente fechado, quando o telhado está lavado ele enche e só então é que a água de melhor qualidade vai para a cisterna. O fecho hídrico dispensa bóias ou outros artifícios. Depois da chuva, e antes que se acumule sujeira na superfície de captação, o tanque de desvio deve ser esvaziado, através de uma tubulação de descarga, que novamente fechada deixa o dispositivo pronto para o desvio automático das primeiras águas da próxima chuva. O tanque de desvio é pequeno (cerca de $0,001 m^3$ por m^2 de área de captação) e, portanto, perde-se muito pouco da água, que aliás pode ser empregada em usos menos exigentes, mas ganha-se muito em qualidade.

OUTRAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO SANITÁRIA DE CISTERNAS

Durante o longo período em que fica armazenada na cisterna, se não tiver a devida proteção sanitária a água pode ser contaminada de várias formas. O contato direto de pessoas (mãos) e utensílios (balde, lata, corda) contaminados pode contaminar a água da cisterna. Pequenos animais não podem ter acesso a água e insetos não podem depositar seus ovos dos quais eclodem larvas. Também não podem entrar na cisterna detritos, poeiras ou águas contaminadas, seja por aberturas, frestas ou infiltrações. A incidência de luz na água também prejudica a qualidade, porque propicia a proliferação de algas que tornam a água imprópria para consumo humano.

Não se deve ter contato direto com a água na cisterna, a água deve ser retirada preferencialmente através de tubulação

(tomada direta, se a cisterna for apoiada no solo, ou por bomba, se for enterrada). Quando necessária (obrigatória em cisternas públicas enterradas), a bomba pode ser tão simples como as bombas de êmbolo ou com bola de gude, mas também pode ser necessário um sistema moto-bomba mais eficiente. Em cisternas unifamiliares a bomba pode ser dispensada, se forem tomados cuidados higiênicos severos na retirada da água (lavar as mãos e usar baldes próprios para esse único uso).

As cisternas enterradas devem ser impermeabilizadas para evitar infiltrações de águas contaminadas, sempre que houver esse risco. As cisternas apoiadas são mais fáceis de serem protegidas sanitariamente: não correm riscos de infiltração de águas contaminadas e não requerem bombas para a retirada de água por tubulação.

A cisterna deve ser provida de extravasor e ventilação para garantir a reoxigenação da água, mas sem propiciar a entrada de insetos ou luz abundante.

Deve haver uma tela (malha) de plástico, náilon ou metal em todas as saídas, para evitar a entrada de insetos e pequenos animais, mas na calha e na tubulação de entrada da água na cisterna não deve haver tela ou outra coisa que possa reter a sujeira na linha de fluxo. Não se deve colocar tela antes da derivação para o dispositivo de desvio das primeiras águas, porque assim as sujeiras não seriam removidas com as primeiras águas e ficariam retidas no fluxo durante o enchimento da cisterna.

Quanto maior o risco de contaminação maior deve ser o rigor na proteção sanitária das cisternas. Em casos de baixo risco a proteção pode ser menos rigorosa e algumas das recomendações acima expostas podem ser relaxadas, mas sempre de forma muito responsável e mediante uma avaliação qualificada.

CONCLUSÕES (CONSIDERAÇÕES FINAIS)

O uso de cisternas para captação e armazenamento de água de chuva para consumo doméstico é uma prática milenar em várias regiões do mundo e atualmente tem merecido maior interesse e ampla aplicação. Apesar de milenar é uma tecnologia moderna quando incorpora novos conceitos de técnicas construtivas e de segurança sanitária.

A proteção sanitária de cisternas rurais para abastecimento doméstico é relativamente simples. Basicamente requer o desvio das primeiras águas das chuvas, cobertura do tanque, tomada de água por tubulação e um manejo adequado, que depende de informação suficiente aos usuários.

O desvio automático do fluxo das primeiras águas das chuvas, para evitar a contaminação da água da cisterna com a sujeira acumulada na superfície de captação, é uma barreira física de fundamental importância para a proteção sanitária de sistemas de captação e armazenamento de água de chuva.

O dispositivo para desvio automático das primeiras águas captadas em cada chuva apresentado neste trabalho é simples, automático, eficiente e de baixo custo.

BIBLIOGRAFIA

1. AMORIM, M C C de; PORTO, E R. Avaliação da Qualidade Bacteriológica das Águas de Cisternas: Estudo de Caso no Município de Petrolina - PE. *Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido*. Campina Grande – PB, ABCMAC, 2001.
2. ANDRADE NETO, C O. Captação e Uso da Água da Chuva. *Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro, Ano XI, Nº 22, p7, abr./jun. 2002.
3. ANJOS, J B dos. Água de Chuva Captada para Armazenamento em Cisternas Rurais com Sistema de Pré – Limpeza. *Anais da 9ª Conferência Internacional de Sistemas de Captação de Água de Chuva*. Petrolina, Brasil. 1999.
4. ARIYANANDA, T. Comparative Review of Drinking Water Quality from Different Rain Water Harvesting Systems in Sri Lanka. *Anais da 9ª Conferência Internacional de Sistemas de Captação de Água de Chuva*. Petrolina, Brasil. 1999.
5. DACACH, N G. *Saneamento Básico*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979. 314p.
6. De LUCA, S J; CASTRO, C B; IDE, C N. Contaminação da chuva e da drenagem pluvial. *Ambiente*, Vol 4, Nº 1, 1990, p. 49-53.
7. FENDRICH, R; OLIYNIK, R. Manual de Utilização das Águas Pluviais (100 maneiras práticas). Curitiba: Livraria do Chain, 2002, 167p. (Tradução do Livro "Rainwater & You: 100 Ways to Use Rainwater. Sumida,

- Tokyo: GROUP RAINDROPS, 1995)
8. GNADLINGER, J. *A Contribuição da Captação de Água de Chuva para o Desenvolvimento Sustentável do Semi-Árido Brasileiro – Uma Abordagem Focalizando o Povo*. Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido. 2001.
 9. GNADLINGER, J. *Colheita de água de chuva em áreas rurais*. Juazeiro: IRPAA, 2000. 40p.
 10. GOULD, J. Is Rainwater Safe to Drink? A Review of Recent Findings. *Anais da 9ª Conferência Internacional de Sistemas de Captação de Água de Chuva*. Petrolina, Brasil. 1999.
 11. GOULD, J; NISSEN-PETERSEN, E. *Rainwater Catchment Systems for Domestic Supply – Design, construction and implementation*. ITDG Publishing, London, UK. 2002. 356p.
 12. JALFIM, Felipe T. Considerações Sobre a Viabilidade Técnica e Social da Captação e Armazenamento da Água da Chuva em Cisternas Rurais na Região Semi-Árida Brasileira. Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido. 2001.
 13. LEE, M. D. e VISSCHER, J. T. *A Colheita de Água em Cinco Países Africanos*. IRC – Centro Internacional de Água e Saneamento, Maputo, Moçambique, 2000. 127p.
 14. SILVA, A S; PORTO, E R; LIMA, L T; GOMES, P C F. *Captação e conservação de água de chuva para consumo humano: cisternas rurais; dimensionamento, construção e manejo*. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA/SUDENE, 1984. 103p.
 15. SIMMONS, G. Assessing the Microbial Health Risks of Potable Water. *Anais da 9ª Conferência Internacional de Sistemas de Captação de Água de Chuva*. Petrolina, Brasil. 1999.
 16. SMITH, Henry H. Considerations for Developing Guidelines for Rainwater Catchment Systems in the U.S. Virgin Islands. Anais da 9ª Conferência Internacional de Sistemas de Captação de Água de Chuva. 1999.
 17. TWDB. *Texas Guide to Rainwater Harvesting*. Texas Water Development Board in Cooperation with the Center for Maximum Potential Building Systems. Austin, Texas, 1997. 65p.
 18. VIDAL, R. T. *Agua de lluvia, agua saludable (manual de mantenimiento del sistema de captación de agua de lluvia)*. Proyecto de Apoyo a la Reforma del Sector Salud en Guatemala – APRESAL, Comisión Europea. República de Guatemala, 2002. 108p.