

A Captação de Água de Chuva no Brasil: Novos Aportes a Partir de um Olhar Internacional

Uende Aparecida Figueiredo Gomes¹, Laia Domènech², João Luiz Pena³, Léo Heller³, Luiz Rafael Palmier⁴
uende@unifei.edu.br; domenech.laia@gmail.com; joaoluizpena@gmail.com; heller@desa.ufmg.br; palmier@ehr.ufmg.br

Recebido: 06/01/12 - revisado: 16/04/12 - aceito: 26/09/13

RESUMO

A captação de água de chuva representa uma alternativa importante para suprir as demandas de água em todo o mundo. No entanto, observam-se diferenças nas perspectivas de utilização dessa fonte de água. As diferenças mais notáveis nesse sentido envolvem os modelos de programas adotados nas áreas rurais e as concepções das áreas urbanas. O Brasil destaca-se nesse cenário uma vez que está em curso no país um dos maiores programas do mundo de construção de cisternas para armazenamento de água de chuva, a partir das quais a água é retirada para consumo humano, tendo sido construídas, até agosto de 2013, 476.040 das 1.186.601 estruturas previstas para serem construídas no Semiárido Brasileiro. Nesse contexto, o presente trabalho discute o programa brasileiro a partir dos aportes das experiências internacionais, como também, apresenta uma revisão da literatura concernente ao tema. Para finalizar, o artigo apresenta uma agenda para futuras pesquisas à luz das lacunas identificadas.

Palavras-chave: captação de água de chuva; cisternas rurais.

INTRODUÇÃO

Embora esteja em curso no Semiárido Brasileiro um dos maiores programas do mundo de abastecimento de água a partir da captação e armazenamento de água de chuva, ainda é incipiente a produção acadêmica e a inserção da produção científica local no debate concernente ao tema no cenário internacional. Nesse contexto, o presente artigo apresenta e discute o programa brasileiro de captação de água de chuva para consumo humano, PIMC – Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais – a partir de uma reflexão para além da fronteira nacional. É apresentada uma revisão do estado da arte que procurou identificar os principais autores que pesquisam a captação de água de chuva no mundo e as pesquisas desenvolvidas no Brasil. Com base nessa revisão é apresentada uma agenda para discussão da temática de captação de água de chuva no país.

EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS E BRASILEIRA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA PARA CONSUMO HUMANO

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (United Nations Environment Programme – UNEP) destaca que a captação de água de chuva e seu posterior armazenamento em cisternas é uma das alternativas cada vez mais utilizadas para reduzir o número de pessoas sem acesso à água para o consumo humano (UNEP, 2009).

No contexto internacional, são destacadas as experiências de captação de água de chuva em países como China, Nova Zelândia e Tailândia. Nesses países, a construção de estruturas de captação de água de chuva para promoção ao acesso à água tem sido objeto de programas de dimensões consideráveis, especialmente em áreas rurais, nas quais grande parte da população depende da captação de água de chuva por meio de sistema de calhas acoplado aos telhados, com características semelhantes aos que são utilizados no Brasil. Essa técnica, que, em inglês, é denominada *Rooftop Rainwater Harvesting* (RTRWH), é utilizada para suprir as necessidades básicas de água. Na China, conforme reportam Zhu et al. (2004) e Zhu e Yuanhong (2009), um grande programa de captação de água de chuva foi desenvolvido pelo Governo da Província de Gansu, uma

¹ Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UNIFEI

² International Food Policy Research Institute, Washington, DC/USA

³ Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG

⁴ Departamento de Engenharia Hidráulica/UFMG

das regiões mais pobres do país, beneficiando cerca de 2,5 milhões de pessoas. Segundo o Ministério da Saúde da Nova Zelândia, 11% da população do país, o que representa mais de 450 mil pessoas, têm na água de chuva a principal fonte de água para consumo humano (MINISTRY OF HEALTH, 2006). Na Tailândia, trabalho conjunto do Conselho Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – CNDES e da Organização das Nações Unidas – ONU, que avalia o alcance das Metas dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio no país, indica que, no ano 2000, para 4,3% da população urbana e 25,7% da população rural do país o acesso à água para beber é garantido por meio da coleta e armazenamento de água de chuva (ONESDB/UNCTD, 2004).

Além desses três países, também são discutidas na literatura concernente ao tema as experiências de captação de água de chuva, para fins de abastecimento de água para consumo humano, da África do Sul (KAHINDA et al., 2007), do Nepal (DOMÈNECH, 2011), da Austrália (HEYWORTH et al., 2006), da Índia (PANDEY et al., 2003) e da Etiópia, Sri Lanka e Uganda (MARTINSON, 2007). O UN-HABITAT (2005) ainda descreve as experiências de Bangladesh, Singapura, Honduras, Estados Unidos, Tanzânia e Quênia. Nesses países, diferentes atores estão envolvidos na promoção dos sistemas de captação de água de chuva incluindo governos nacionais e locais, agências internacionais de desenvolvimento e organizações sociais. Segundo Fewkes (1999), os principais motivos do crescente interesse em captar e armazenar a água de chuva são: os problemas de contaminação das águas subterrâneas e superficiais; as falhas de sistemas centralizados em decorrência de problemas operacionais e de manutenção; o aumento da demanda por água em áreas rurais em decorrência do crescimento populacional; o uso crescente de materiais impermeáveis como telhas e lâminas de ferro galvanizado para construção de telhados nas áreas rurais em substituição aos telhados tradicionais de palha e o desenvolvimento de estruturas de armazenamento de água cada vez mais econômicas e efetivas.

Também no Brasil, a captação de água de chuva em telhados e seu armazenamento em cisternas, de onde a água é retirada para o consumo humano, tem sido a alternativa tecnológica de um programa de abastecimento de água de grande extensão em curso nas áreas rurais do Semiárido Brasileiro, denominado PIMC. O PIMC foi idealizado, em 2001, pela rede de organizações sociais designada Articulação no Semiárido Brasileiro – ASA. No ano de 2003, o PIMC foi incluído no programa governamental Fome Zero. Naquele ano, o Progra-

ma institucionalizou-se sob responsabilidade da Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – Sesan do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome – MDS. Por meio de um convênio pactuado entre Governo Federal e ASA, a União passou a apoiar e financiar programas de construção de cisternas de placas e formação de multiplicadores. O governo federal é o principal financiador das 371.728 cisternas construídas até julho de 2011 (ASA, 2011) sendo que a estimativa do próprio MDS é de uma demanda de 1.186.601 famílias domiciliadas nas áreas rurais do Semiárido Brasileiro (ARRUDA-D’ALVA e FARIAS, 2008).

As cisternas de placas do PIMC são construídas a partir de placas de cimento pré-moldadas, são cobertas e, por meio de um sistema de calhas acoplado aos telhados, recebem e armazenam a água de chuva. As cisternas construídas pelo PIMC têm capacidade para armazenar 16.000L de água. De acordo com a ASA (2001), o volume de 16.000L foi estimado a partir de pesquisa realizada pela Fundação Luterana de Diaconia (FLD), organização que financia projetos e programas sociais em todo o Brasil, e refere-se ao consumo de água para beber e cozinhar, de uma família com cinco pessoas, em um período de oito meses (intervalo probabilístico de pluviosidade na região). Para que a cisterna tenha saturada sua capacidade de armazenamento é necessário, considerando-se os telhados das casas com área mínima de 40m², uma pluviosidade de 500mm por ano, média de precipitação da região (ASA, 2001).

Embora a construção de cisternas de placa nucleie as ações do PIMC, seus objetivos declarados são mais amplos, uma vez que perpassam a mobilização, participação e formação da população beneficiada para convivência com o semiárido. Nessa perspectiva, as ações propaladas pela ASA por meio do PIMC buscam o desenvolvimento de um processo de formação para convivência com o semiárido que tem como referência a construção de estruturas de captação de água de chuva, apresentando como objetivo maior a mobilização da população do Semiárido Brasileiro. Em 2011, durante trabalho de campo de pesquisa de doutorado de Gomes (2012), o custo médio para a execução do PIMC foi estimado em R\$1.600,00 por cisterna construída. Esse valor inclui os materiais para construção do sistema de captação e armazenamento de água de chuva, o valor pago aos pedreiros e as despesas envolvidas na realização de um curso de gerenciamento de recursos hídricos durante dois dias, do qual, obrigatoriamente, deve participar pelo menos um morador do domicílio.

A PRODUÇÃO CIENTÍFICA INTERNACIONAL NA ÁREA

Do ponto de vista das pesquisas científicas que têm como temática de análise o suprimento de água para consumo humano, por meio da técnica RTRWH, a maior parte dos estudos internacionais contempla a qualidade físico-química e microbiológica da água de chuva armazenada nas estruturas (YAZIZ et al., 1989; PINFOLD et al., 1993; GOULD, 1999; SIMMONS et al., 2001; ZHU et al., 2004; LYE, 2002, 2009) e o impacto do consumo de água de chuva na saúde da população que consome a água dessa fonte (KOPLAN, 1978; SIMMONS e SMITH, 1997; AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2004; HEYWORTH et al., 2006). Outro grupo de trabalhos aborda questões concernentes às estruturas físicas das cisternas, aos aspectos construtivos e aos procedimentos de manutenção e de operação dos sistemas de captação de água de chuva (FEWKES, 1998; MARTINSON e THOMAS, 2003; MARTINSON, 2007; STURM et al., 2009) e de modelagem e avaliação de desenhos das estruturas (FEWKES, 1999; COOMBES e KUCZERA, 2003; WARD et al., 2010). Os documentos apresentados pela ONU (UNEP, 2009; UN-HABITAT, 2005) também se pautam na descrição dos sistemas. Por outro lado, são mais raros os estudos que abordam a organização política e institucional dos programas, os atores e processos envolvidos ou discutam a captação de água de chuva na perspectiva da sustentabilidade. Uma exceção pode ser encontrada no trabalho desenvolvido por Pandey et al. (2003) que, a partir de uma análise histórica, discutem a captação de água de chuva na Índia como uma adaptação às mudanças climáticas e do trabalho desenvolvido por Hartung e Patschull (2001) que examinam a inclusão da RTRWH na legislação concernente à gestão de água em nove países africanos. A questão do aparato legal, que envolve a captação de água de chuva na África do Sul, também é discutida por Kahinda et al. (2007), embora o trabalho desses últimos autores também aborde outras questões como qualidade da água e aspectos construtivos. Os trabalhos apresentados por Zhu et al. (2003) e Zhu e Yuanhong (2009) e Domènech (2011) também trazem outros elementos além de aspectos físicos e de qualidade da água, possibilitando uma análise da política envolvida nas experiências chinesa e nepalesa, respectivamente.

DISTINTAS PERSPECTIVAS PARA OS CONTEXTOS RURAL/URBANO

Nas áreas rurais, a água de chuva é geralmente utilizada para suprir às necessidades básicas, compreendendo, essencialmente, o consumo humano, enquanto que nas zonas urbanas este modelo de captação de água é, geralmente, utilizado como fonte suplementar, para cobrir demandas secundárias.

Nas áreas urbanas, diversos estudos relacionados à captação de água de chuva concentram-se em estimar a economia potencial de água distribuída por rede, que pode ser proporcionada por essa tecnologia (MIKKELSEN et al., 1999; FEWKES, 1999; VILLAREAL e DIXON, 2005). Coombes et al. (2002) demonstraram que, em uma região da Austrália com 450.000 pessoas, a construção de sistemas de captação de águas pluviais poderia retardar por 34 anos a construção de grandes infraestruturas hidráulicas. Também são destacados na literatura internacional os efeitos da captação de águas pluviais no controle de inundação, na diminuição da erosão e no controle da contaminação difusa (VAES e BERLAMONT, 1999; CHANG et al., 2004). Nesse contexto, os projetos de captação e armazenamento de água de chuva nas áreas urbanas são orientados, de uma maneira geral, pelo uso racional da água nas cidades a fim de evitar a utilização de água potável para fins menos nobres, como irrigação de parques e jardins, descarga de vasos sanitários, limpeza doméstica e controle de enchentes.

Em contraposição, nas áreas rurais, espaços nos quais a ocupação populacional ocorre de forma mais dispersa, a captação de água de chuva e seu posterior armazenamento em cisternas tem sido crescentemente a alternativa adotada para ampliar o acesso da população à água potável. Nesses espaços, a captação de água de chuva atua como uma opção alternativa e individual de abastecimento de água. Conforme apresentada, a maior experiência brasileira em captar e armazenar água de chuva acontece em áreas rurais do semiárido e se desenvolve no intuito de ampliar o acesso da população local, em situação de vulnerabilidade social, econômica e hídrica, a um volume de água suficiente para beber, cozinhar e escovar os dentes. Diante desse quadro, é realizada, no próximo Item, uma discussão sobre os desafios para a potabilização da água de chuva armazenada em cisternas.

DESAFIOS PARA POTABILIZAÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA CAPTADA EM TELHADOS E ARMAZENADA EM CISTERNAS

Gould (1999) e Lye (2002, 2009), ao discutirem os riscos à saúde associados ao consumo de água de chuva, ressaltam que as principais fontes de contaminação são as superfícies de captação. Nos estudos que avaliam a qualidade física e microbiológica da água dos RTRWH é consensual a constatação de que os parâmetros avaliados excedem os limites estabelecidos pelos padrões de potabilidade (PINFOLD et al., 1993; GOULD, 1999; SIMMONS, 2001; LYE, 2002, 2009). Os autores desses estudos ressaltam a existência de riscos à saúde decorrente do consumo da água armazenada nestas estruturas. Embora não seja recorrente o registro de surtos de doenças associados à ingestão de água de chuva armazenada em cisternas, Lye (2002) resalta que é preciso considerar que estas fontes de água de chuva são utilizadas por família, o que reduz a probabilidade de um grande número de pessoas sendo afetadas em um surto. Em relação a surtos relacionados à ingestão de água de chuva captada em telhados, segundo Lye (2002), um dos melhores registros documentados de surto de doenças gastrointestinais, incluindo diarreia, dores de cabeça, febre e vômitos, foi realizado por Koplan et al. (1978). Neste estudo, os autores analisam o surto que acometeu 63 indivíduos de um grupo de 83, que participaram de um acampamento rural em Trinidad, nas Antilhas. A causa provável para o surto foi postulada como *Salmonella arechevalata* contidas em excrementos de animais ou aves e depositadas na superfície do telhado que, posteriormente, com a ocorrência de precipitação, foram transportadas para a cisterna de armazenamento de água de chuva a partir da qual a água era usada para beber.

Para Gould (1999), a questão da segurança do suprimento de água a partir da captação e armazenamento domiciliar de água de chuva envolve a consideração de níveis aceitáveis de riscos baseados em padrões culturais e socioeconômicos e na qualidade das fontes alternativas de água. O mesmo autor ainda observa que, embora numerosos estudos indiquem a contaminação da água de chuva por meio do contato com as superfícies de captação, milhões de pessoas ao redor do mundo dependem da água de chuva para beber e para outros fins domésticos, sem que, no entanto, sejam reportados um grande número de casos de sérios problemas de saúde associados ao consumo dessa água.

A técnica RTRWH, se caracteriza como um sistema alternativo e individual de abastecimento de água. Em sistemas de abastecimento de água desta natureza, a qualidade da água e os riscos à saúde humana decorrente de seu consumo estão diretamente relacionados com os materiais utilizados na construção das estruturas, com o desenho físico e os componentes das mesmas e com as práticas de operação e manutenção utilizadas pelos usuários dos sistemas. O desenho adequado dos sistemas de captação de águas pluviais, assim como a mobilização e capacitação dos beneficiários, são aspectos centrais na busca por minimizar possíveis riscos para a saúde e para garantir o correto funcionamento dos sistemas. Na perspectiva do debate internacional, os aspectos que têm recebido maior atenção referem-se ao desenho adequado dos sistemas (YAZIZ et al., 1989; FEWKES, 1998, 1999; MARTINSON e THOMAS, 2003; MARTINSON, 2007, STURM et al., 2009), enquanto que a mobilização e capacitação dos beneficiários para formar cidadãos aptos à cuidar de seus sistemas não têm recebido atenção dos autores que se dedicam ao estudo do tema no contexto mundial.

O caráter descentralizado dessa tecnologia torna possível que a responsabilidade de operação e manutenção dos sistemas recaia de forma individualizada em cada família, o que autonomiza a relação do usuário com o sistema de abastecimento de água. No entanto, um aspecto negativo dessa individualização da responsabilidade refere-se à paulatina redução da participação do setor público na gestão da água. Esse esvaziamento de atuação do poder público pode ser observado pela ausência de aparatos legais que normatizem a utilização dos sistemas de captação de água de chuva em telhados, conforme observam Hartung e Patschull (2001) e Kahinda et al. (2007) em detrimento da expansão da utilização dessa fonte como alternativa de abastecimento de água, em especial, nas áreas rurais.

Embora seja evidente a contribuição dos autores que se dedicam ao tema da captação de água de chuva destinada ao consumo humano para melhoria dos sistemas, os aspectos técnicos parecem ser o centro das análises. Do ponto de vista das contribuições científicas, esta constatação evidencia a dificuldade de se avançar na construção de um processo de produção de conhecimentos que incorpore a compreensão de que o acesso à água constitui um direito humano essencial, conforme declarou, recentemente, a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU, 2010). As cisternas de armazenamento de água de chuva não são a solução final para as populações residentes de forma difusa nas

zonas rurais. Assim sendo, fica explicitada a necessidade de investimentos, especialmente em áreas rurais dos países em vias de desenvolvimento, que proporcionem a ampliação do acesso à água, o que pode ser alcançado por meio do acréscimo de volume das estruturas de captação e armazenamento de água de chuva, notadamente, em situações de dispersão populacional, como também pela ampliação do acesso às redes de abastecimento em espaços nos quais a ocupação humana ocorreu de forma menos dispersa, em um processo de diversificação das fontes de abastecimento a fim de garantir a segurança hídrica das populações.

APONTAMENTOS PARA UMA AGENDA FUTURA DE PESQUISA SOBRE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO BRASIL

A produção acadêmica brasileira em relação à captação de água de chuva no meio urbano é ainda bastante incipiente. Como exemplos de trabalhos desenvolvidos na área, citam-se as contribuições de Guisi (2006); Guisi, Montibeller e Schmidt (2006); Guizi, Bressan e Martini (2006), que abordam o potencial de economia de água potável a partir da utilização de água de chuva no sudeste brasileiro. E de trabalhos mais pontuais, tais como o desenvolvido por Siqueira-Campos (2004) e por Ribeiro et al. (2009), ambos abordando a utilização da água de chuva na perspectiva do uso racional da água com ênfase nas tecnologias empregadas. Abordagem distinta é apresentada por Cardoso (2009) que, além de aspectos técnicos concernentes à captação da água de chuva no meio urbano, analisa também a percepção dos moradores do município de Belo Horizonte em relação ao uso de água de chuva para fins não potáveis.

Por outro lado, existe uma produção acadêmica considerável em relação à captação de água de chuva na área rural do Semiárido Brasileiro, principalmente, naquilo que se refere às ações do PIMC. Durante os estudos das teses, dissertações e artigos sobre esse Programa foi possível observar duas tendências analíticas. Uma primeira aborda o programa como uma iniciativa da sociedade civil voltada à convivência com o semiárido e que tem conseguido, mesmo que de forma limitada em alguns espaços, contribuir para a formação e mobilização das populações locais. Essas pesquisas pautam-se em estudos de caso, análise documental, entrevistas e observações, sendo, portanto, pesquisas de

natureza qualitativa (ASSIS, 2009; FERREIRA, 2009; LUCAS e HOFF, 2008; SILVA, 2006a; SANTOS, 2005; DIAS, 2004; GALIZONI e RIBEIRO, 2004; GALINDO, 2003). Outra perspectiva concentra-se em estudos quantitativos que abordam aspectos de qualidade da água armazenada e atendimento aos padrões de potabilidade, além de compreenderem avaliações em relação à quantidade de água armazenada (XAVIER, 2010; TAVARES, 2009; SCHVARTZMAN e PALMIER, 2007; SILVA, 2006b). Mais raros são os estudos que avaliam o impacto do PIMC na saúde da população beneficiada, à exceção de trabalho desenvolvido por Marcynuk (2009). Quanto às pesquisas que avaliam a qualidade da água armazenada nas cisternas, os resultados corroboram as análises desenvolvidas em outros países na medida em que evidenciam a presença de contaminação microbiológica da água e ressaltam a dificuldade de adequação aos parâmetros de potabilidade estabelecidos, no Brasil, pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004). Por outro lado, o estudo desenvolvido por Marcynuk (2009), que comparada a prevalência de diarreia em indivíduos que moram em domicílios com e sem cisternas em uma área rural de Pernambuco, indica que a presença de cisterna no domicílio diminui a prevalência de diarreia que, segundo os autores, é de 18,3% em indivíduos que não são usuários de sistemas de captação de água de chuva, proporção que reduz para 11% entre os indivíduos usuários desses sistemas.

Diante do exposto, cabe ressaltar que são grandes as lacunas referentes às demandas por estudos na área de captação de água de chuva no Brasil. Especialmente em áreas urbanas, os estudos e a utilização de água de chuva são muito incipientes.

À luz do estado da arte internacional e após analisar os trabalhos brasileiros sobre captação de água de chuva, fez-se uma reflexão sobre quais são as limitações e as lacunas da produção científica brasileira sobre a temática, tanto para o meio urbano quanto para o rural.

Observa-se que a captação de água de chuva é uma temática de análise que se localiza na fronteira de áreas disciplinares. Nesse contexto, a interpretação e explicação dos fenômenos e processos observados demanda a articulação de campos teóricos de distintas disciplinas. Pode-se afirmar que o campo temático da captação e armazenamento de água de chuva para suprir as demandas de água está localizado no limiar entre o campo técnico, representado pelas intervenções em saneamento, via de regra, objeto de estudos da área de engenharias, e o campo das políticas públicas, tema de estudos, comumente, da área das ciências sociais aplicadas. A arti-

culação de conhecimentos dessas duas grandes áreas de conhecimento representa um desafio e situa as pesquisas em um campo temático geral que pode ser denominado abastecimento de água.

Em relação ao campo técnico, dois eixos de análise demandam atenção dos pesquisadores brasileiros – as pesquisas em relação aos desenhos físicos de sistemas com o desenvolvimento de modelos para determinação de melhores parâmetros (dimensões dos reservatórios, das superfícies de captação e das calhas, filtros, desvios automáticos da primeira água de chuva) por meio de estudos em escala piloto e simulação; outro núcleo de análise envolve o desenvolvimento de tecnologias que reduzam o custo dos sistemas.

No Brasil, é importante a análise das recomendações técnicas publicadas na norma NBR 15527 (ABNT, 2007), exemplos de estudos nessa linha são os trabalhos de Silva e Tassi (2005) e Dornelles, Tassi e Goldenfum (2010). Para Dornelles, Tassi e Goldenfum (2010), as atuais recomendações técnicas apresentam divergências, o que indica para a necessidade de esforços no sentido de aprimorar as orientações.

No campo das políticas públicas, uma importante lacuna observada diz respeito ao estudo da paulatina redução do poder público na gestão da água, onde se percebe a transferência de responsabilidades atribuídas ao Estado para as famílias beneficiárias. Outra demanda de estudos refere-se à análise de atores envolvidos e dos mecanismos de financiamento dos sistemas implantados. As experiências internacionais, nas áreas rurais de países em vias de desenvolvimento, apontam para dependência de subsídios, no entanto, existem, por exemplo, mecanismos de microcréditos que reduzem a dependência em relação aos recursos públicos ou à ajuda internacional (HARTUNG, 2006). Nas áreas urbanas, existe a necessidade de desenvolvimento de modelos de incentivos financeiros à instalação de estruturas de captação de água de chuva. Modelos desse tipo de incentivo são observados em países como Austrália e Alemanha. Na Austrália o governo subsidia parte dos custos do sistema, repassando até US\$500 (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2009). Na Alemanha a política de incentivo à captação de água de chuva inclui mecanismos de redução de taxas de drenagem para as residências com sistemas de captação de água de chuva e subsídios à implantação dos sistemas (HERMANN e SCHMIDA, 1999; PARTZSCH, 2009). Não menos importantes são os estudos voltados à compreensão da percepção das pessoas em relação à utilização de água de chuva e a avaliação das práticas dos usuários de sistemas já

implantados. Estes estudos poderão subsidiar e orientar a elaboração dos programas tornando-os mais efetivos uma vez que irão incorporar os anseios da população que será responsável pela operação e manutenção futura dos sistemas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reduzida produção acadêmica brasileira no tocante à captação e armazenamento de água de chuva, para fins potáveis ou não potáveis, contrasta com a crescente importância que esta temática tem adquirido nos últimos anos e, conseqüentemente, coloca em evidência o baixo impacto das pesquisas brasileiras sobre o tema na produção científica internacional. Percebe-se que há aspectos relevantes a serem abordados sobre essa temática, podendo contribuir sobremaneira para melhorar a qualidade de vida das populações brasileiras urbanas e rurais. Por outro lado, a publicação de pesquisas desenvolvidas no Brasil que versam sobre esse assunto deve ser estimulada em veículos de circulação internacional, a fim de que o Brasil penetre de modo irreversível no debate mundial sobre este tema.

REFERÊNCIAS

ASSIS, T. Sociedade Civil, Estado e Políticas Públicas: reflexões a partir do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (PIMC) no Estado de Minas Gerais. 2009. 158p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) - Universidade Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Rio de Janeiro, 2009.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: “Água de Chuva-Aproveitamento de áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos”. Rio de Janeiro, outubro de 2007. 8 p.

ARRUDA-D’ALVA, O.; FARIAS, L.O.P. Programa cisternas: um estudo sobre a demanda, cobertura e focalização. Cadernos de Estudos. Desenvolvimento social em debate. Número 7. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, Secretaria de Avaliação e Gestão. Brasília. 2008. 40p.

ASA. Articulação no Semiárido Brasileiro. Programa Um Milhão de Cisternas para as Famílias no Semi-

Árido. PIMC – PROJETO DE TRANSIÇÃO. Recife, jun. 2001. (mimeo).

ASA. Articulação no Semiárido Brasileiro. Número de cisternas construídas. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/portal/Default.asp>. Acesso: 22 jun. 2011.

AUSTRALIAN GOVERNMENT - DEPARTMENT OF HEALTH AND AGEING. Guidance on use of rainwater tanks. 2004. 2 ed. Canberra, 2004. Disponível em: http://enhealth.nphp.gov.au/council/pubs/pdf/rainwater_tanks.pdf. Acesso 30 de may. 2011.]

AUSTRALIAN GOVERNMENT. Water for the future. National rainwater and greywater initiative. 2009. Disponível em: <http://www.environment.gov.au/water/publications/action/pubs/nrgi.pdf>. Acesso: 10 fev. 2010.

BRASIL. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. Ministério da Saúde. Disponível em <<http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-518.htm>>. Acesso em: 30 jan. 2009.

CARDOSO, M. P. Viabilidade do aproveitamento de água de chuva em zonas urbanas: estudo de caso do município de Belo Horizonte - MG. 2009. Dissertação (mestrado em Saneamento). Universidade federal de Minas Gerais.

CHANG, M.; MCBROOM, M.W.; SCOTT-BEASLEY, R.S. Roofing as a source of nonpoint water pollution. *Journal of Environmental Management*, v. 73, n. 4, p. 370-315, 2004.hhtt

COOMBES, P.J., KUCZERA, G., KALMA, J.D., ARGUE, J.R. An evaluation of the benefits of source control measures at the regional scale. *Urban Water*. v. 4, p. 307-320, 2002.

COOMBES, P.; KUCZERA, G. 2003 Analysis of the performance of rainwater tanks in Australian capital cities. Australia 28th International Hydrology and Water Resources Symposium. Wollongong, New South Wales. The Institute of Engineers: 2003.

DIAS, A. V. F. Complexidade, desenvolvimento sustentável, comunicação – o Programa um Milhão de Cisternas em comunidades do Ceará. 200 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, 2004.

DOMÈNECH, L. Decentralized Water Management: Household Use of Rainwater and Greywater in Spain and Nepal. 2011. 221 p. Thesis (Doctor in Environmental Sciences) – Universitat Autònoma de Barcelona – Barcelona, 2011.

DORNELLES, F.; TASSI, R.; GOLDENFUM, J. A. Avaliação das Técnicas de Dimensionamento de Reservatórios para Aproveitamento de Água de Chuva. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 15, p. 59 – 68, Abr/Jun 2010.

FERREIRA, I. A. R. Água e política no sertão: desafios do Programa Um Milhão de Cisternas. 141 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, - UNB, Brasília, 2009.

FEWKES, A. The use of rainwater for WC flushing: the field testing of a collection system. *Building and Environment*, v.34, p. 765-772, Oct. 1998.

FEWKES, A. Modelling the performance of rainwater collection systems: towards a generalised approach. *Urban Water*, v. 1, n. 4, p. 323-333, 1999.

GALINDO, W. C. M. Intervenção rural e autonomia: a experiência da Articulação no Semiárido (ASA) em Pernambuco. 123 p. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Universidade Federal de Pernambuco – UFP, Recife, 2003.

GALIZONE, F. M.; RIBEIRO, E. M. Notas sobre água de chuva: o Programa Um Milhão de Cisternas no semi-árido mineiro. In XIV ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 2004, Caxambu-MG. Caxambu-MG, ABEP: 2004.

GHISI, E. . Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil. *Building and Environment*, Inglaterra, v. 41, n. 11, p. 1544-1550, 2006.

GHISI, E.; MONTIBELLER, A.; SCHMIDT, R. W. Potential for potable water savings by using rainwater: an analysis over 62 cities in southern Brazil. *Building and Environment*, Inglaterra, v. 41, n. 2, p. 204-210, 2006.

GHISI, E., BRESSAM, D.L. E MARTINI, M. Rainwater tank capacity and potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of southeastern Brazil. *Building and Environment*, v. 42, p. 1654-1666, 2007.

- GOMES, U. A. F. G. Água em situação de escassez: água de chuva para quem? 369 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- GOULD, J. Is Rainwater safe to drink? A review of recent findings. IN 9TH INTERNATIONAL RAINWATER CATCHMENT SYSTEMS. Pretrolina, Brazil. 1999.
- HARTUNG, H.; PATSCHULL, C. The inclusion of domestic roofwater harvesting (DRWH) in a national water legislation framework esp. looking at Botswana, Ethiopia, Kenya, Lesotho, Namibia, South Africa, Tanzania, Uganda and Zambia. Roofwater Harvesting. 31 p. 2001.
- HARTUNG, H. Local financing mechanisms for roofwater harvesting in Uganda. Waterlines v. 24, n.4, p. 8-11. 2006.
- HERMAN, T.; SCHMIDA, U. Rainwater utilization in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environment aspects. Urban Water, 307-316, 1999.
- HEYWORTH, J. S.; GLONEK, G.; MAYNARD, E. J.; BAGHURST, P. A.; FINLAY-JONES, J. Consumption of untreated tank rainwater and gastroenteritis among young children in South Australia. International Journal of Epidemiology, v. 35, n. 4, p. 1051-1058, May. 2006.
- KAHINDA, J. M.; TAIGBENU, A. E.; BOROTO, J. R. Domestic rainwater harvesting to improve water supply in rural South Africa. Physics and Chemistry of the Earth, v. 32, p. 1050-1057, Aug. 2007.
- KOPLAN, J. P.; DOUG, R.; DEEN, R.; SWANSTON, W. H.; TOTA, B. Contaminated roof-collected rainwater as a possible cause of an outbreak of Salmonellosis. Journal of Hygiene Cambridge, v. 81, p. 303-309, 1978.
- LUCAS, L.; HOFF, T. A face oculta da caridade: linhas de força e de fratura do discurso midiático do bem. In XVII ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMUNICAÇÃO, 2008, Curitiba-PR. Curitiba-PR: 2008.
- LYE, D. J. Health risks associated with consumption of untreated water from household roof catchment systems. Journal of the American Water Resources Association. v. 38, n. 5, p. 1301-1305, Oct. 2002.
- LYE, D. J. Rooftop runoff as a source of contamination: A review. Science of the Total Environment. v.407, p. 5429-5434, 2009.
- MARCYNUK, P. et al. Preliminary summary: prevalence of diarrhea among cistern and non cistern users in Northeast Brazil and further risk factors and prevention strategies. IN VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 2009, Caruaru-PE. Caruaru-PE, ABCMC: 2009.
- MARTINSON, B. M.; THOMAS, T. H. Improving water quality by design. 11th International Conference on Rainwater Catchment Systems. Mexico City, Mexico, IRCSA: 2003.
- MARTINSON, B. M. Improving the Viability of Roofwater Harvesting in Low-Income Countries. 2007. 355 p. Thesis (Doctor of Philosophy in Engineering) - University of Warwick - Warwick, 2007.
- MIKKELSEN, P.S. ADELER, O.F., ALBRECHTSEN, H.J. AND HENZE, M. Collected rainfall as a water source in Danish households –what is the potential and what are the costs? Water Science and Technology, v. 39, n. 5, p. 49-56, 1999.
- MINISTRY OF HEALTH. A Summary of the Annual Review of the Microbiological and Chemical Quality of Drinking-Water in New Zealand 2005. 15 p. Ministry of Health, Wellington, New Zealand: 2006.
- ONESDB/UNCTT – Office of the National Economic and Social Development Board; United Nations Country Team in Thailand. Thailand Millennium Development Goals Report 2004. 92 p. Bangkok, Thailand, 2004.
- ONU. Organização das Nações Unidas. ONU diz que acesso à água potável é direito humano. Disponível em: <http://www.unmultimedia.org/radio/portuguese/detail/182780.html>. Acesso em: 30 jul. 2010.
- PANDEY, D. N.; GUPTA, A. K.; ANDERSON, D. M. Rainwater harvesting as an adaptation to climate change. Current Science, v. 85, n. 1, p. 46-59, Jul. 2003.
- PARTZSCH, L. Smart regulation for water innovation – the case of decentralized rainwater technology. Journal of Cleaner Production, n.17, p. 985-991, 2009.

- PINFOLD, J. V.; HORAN, N. J.; WIROJANAGUD, W.; MARA, D. The bacteriological quality of rainjar water in rural northeast Thailand. *Water Research*, v. 27, n.2, p. 297-302, 1993.
- RIBEIRO, E. N.; SOUSA JUNIOR, W. C.; SOUSA, E. C.; SANTOS, F. A. B.; PESSOA, G.B.P.; NOLASCO, M.A. Uso eficiente da água em instalações aeroportuárias: o caso do Aeroporto Internacional de São Paulo. *Revista DAE*, v. 180, p. 71-78, 2009.
- SANTOS, D. M. A poeira, as pedras e a água: o Programa Um Milhão de Cisternas em Tobias Barreto – SE. 2005. 117p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe – UFSE, São Cristóvão, 2005.
- SCHVARTZMAN, A. S.; PALMIER, L. R. Sugestões para o aprimoramento dos sistemas de captação de água de chuva por meio de cisternas na região semi-árida de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, 2007, Belo Horizonte-MG. Belo Horizonte-MG, 2007 (anais eletrônicos).
- SIQUEIRA-CAMPOS, M. A. Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos. 131p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos, 2004.
- SILVA, A.R.V.; TASSI, R.; Dimensionamento e simulação do comportamento de um reservatório para aproveitamento de água da chuva: resultados preliminares. SBRH 2005 – João Pessoa/BR.
- SILVA, R. M. A. Entre o Combate à Seca e a Convivência com o Semi-Árido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. 2006a. 298p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília – UNB, Brasília, 2006.
- SILVA, C. V. Qualidade da água de chuva para consumo humano armazenada em cisternas de placa. Estudo de caso: Araçuaí, MG. 136 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006b.
- SIMMONS, G.; HOPE, V.; LEWIS, V.; WHITMORE, J.; GAO, W. Contamination of potable roof-collected rainwater in Auckland, New Zealand. *Water Research*, v. 35, n. 6, p. 1518-1524, Apr.2001.
- SIMMONS, G.; SMITH, G. Roof water probable source of Salmonella infections. *Public Health Report*, v. 4, p. 5, 1997.
- STURM, M.; ZIMMERMANN, M.; SCHÜTZ, K.; URBAN, W.; HARTUNG, H. Rainwater harvesting as an alternative water resource in rural sites in central northern Namibia. *Physics and Chemistry of the Earth*, v. 34, p. 776-785, 2009.
- TAVARES, A. C. Aspectos físicos, químicos e microbiológicos da água armazenada e cisternas de comunidade rurais no semiárido paraibano. 2009. 169p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campina Grande, 2009.
- UNEP – United Nations Environment Programme. Rainwater harvesting: a lifeline for human well-being. A report prepared for UNEP by Stockholm Environment Institute. 69 p., 2009.
- UN-HABITAT – United Nations Program for Human Assesment. Blue Drop Series on Rainwater Harvesting and Utilisation – Book 3: Project Managers e Implementing Agencies.101 p., 2005. Disponível em: http://www.hpscste.gov.in/rwh/2060_alt.pdf. Acesso em 20 may. 2011.
- VAES, G.; BERLAMONT, J. The impact of rainwater reuse on CSO emissions. *Water Science and Technology*. v. 39, n.5, p. 57-64, 1999.
- VILLAREAL, E. L.; DIXON, A. Analysis of a rainwater collection system for domestic water supply in Ringdansen, Norrköping, Sweden. *Building and Environment*, v. 40, p. 1174-1184, 2005.
- XAVIER, R. P. Influência de barreiras sanitárias na qualidade da água de chuva armazenada em cisternas no semiárido paraibano. 2010. 165 p. Dissertação (Mestrado) –Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.
- ZHU, K.; ZHANG, L.; HART, W.; LIU, M.; CHEN, H. Quality issues in harvested rainwater in arid and semi-arid Loess Plateau of northern China. *Journal of Arid Environments*, v. 57, p. 487–505, 2004.
- ZHU, Q.; YUANHONG, L. A sustainable way for integrated rural development in the mountainous area in China. In VII Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 2009, Caruaru-PE. Caruaru-PE, ABCMC: 2009.

YAZIZ, M. I.; GUNTING, H.; SAPARI, N.; GHAZALI, A. W. Variations in rainwater quality from roof catchments. *Water Research*, v. 23, n. 6, p. 761-765, 1989.

WARD, S.; MEMON, F.A.; BUTLER, D. Rainwater harvesting: model-based design evaluation. *Water Science and Technology*, v. 61, n. 1, p. 85-96, 2010.

Rainfall Water Intake in Brazil: New Contributions From an International Perspective

ABSTRACT

Rainfall water intake is an important alternative to supply the water demands worldwide. However, differences are found in the perspectives of using this water source. The most notable differences in this sense involve the models of programs adopted in the rural areas and the concepts of urban areas. Brazil is outstanding in this scenario, since currently, in this country, one of the largest programs worldwide to build cisterns for rainwater storage is being developed. Water is taken from these cisterns for human consumption, and by August 2013, 476,040 of the 1,186,602 structures foreseen to be built in the Brazilian Semiarid had been built. In this context, the present work discusses the Brazilian program based on the contributions of the international experiences, and also presents a review of literature on the subject. Finally, the article presents an agenda for future research taking into account the gaps identified.

Key-words: *rain water intake. cisterns*