**Captação, reservação e tratamento domiciliar da água de chuva para consumo humano**

**RESUMO:** A água é de fundamental importância para a vida no planeta, pois constitui um dos elementos mais essenciais para os seres vivos. Porém se contaminada, pode trazer vários prejuízos para a saúde do homem. Dentro desse contexto este trabalho objetivou apresentar a importância da água para a saúde humana, sua forma captação, reservação e tratamento para uso domiciliar. Para isso, foi realizada uma pesquisa em artigos científicos, teses, leis e manuais, disponíveis em sites da internet e livros de acervo pessoal, buscando descrever as técnicas de tratamento de água e a legislação vigente no Brasil. O tratamento da água para consumo é de fundamental importância, especialmente quando se trata da água da chuva, devido a incorporação de poluentes oriundos de deposição por carreamento natural fazendo com que nenhuma delas atenda aos padrões de potabilidade recomendados pela Organização Mundial da Saúde e pela portaria 518. Estes padrões são de suma importância para a prevenção de doenças causadas por veiculação hídrica. De acordo com estudo realizado os benefícios são notórios e podem abranger todas as classes de consumo de água, no qual podem evoluir desde a prevenção de doenças até melhorias na economia financeira, no tocante ao consumo de água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Uso consciente da água; Contextualização; Química ambiental.

**Collection, reservation and home treatment of Rainwater for human consumption**

**ABSTRACT:** Water is fundamental importance for life on the planet, as it is one of the most essential elements for living things. But if contaminated, it can bring several damages to the health of the man. Within this context, this work aimed to present the importance of water for human health, its form of abstraction, reservation and treatment for home use. For this, a research was done on scientific articles, theses, laws and manuals, available on internet sites and personal collection books, in order to describe water treatment techniques and the legislation in force in Brazil. The treatment of water for comsumption is of fundamental importance, especially when it comes to rainwater, due to the incorporation of pollutants from natural deposition causing none of them to meet the standards of potability recommended by the World Health Organization and by the ordinance 518. These standards are of paramount importance for the prevention of diseases caused by waterborne diseases. According to a study carried out the benefits are notorious and can cover all classes of water consumption, in which they can evolve from the prevention of diseases to improvements in the financial economy, regarding the consumption of water.

**KEY WORDS:** Conscious use of water; Contextualization; Environmental Chemistry.

**INTRODUÇÃO**

No nordeste brasileiro a disponibilidade hídrica é um grave problema devido à irregularidade temporal e espacial das precipitações. Para se ter uma idéia, ao longo do ano, apenas em um período curto de 3 a 4 meses ocorrem precipitações, sendo que se observam períodos longos, da ordem de 8 a 9 meses sem precipitação (período de estiagem) (LIMA, 2012).

A água escassa torna-se um fator cada vez mais limitante par o desenvolvimento agrícola, industrial e urbano. Em regiões onde os recursos hídricos sempre foram abundantes, constata-se uma preocupação com a disponibilidade de água em longo prazo, visto que os impactos ambientais nos meios hídricos já podem ser considerados um problema em todo o mundo (ANDRADE NETO, 2013).

O desenvolvimento urbano, as atividades humanas e a industrialização têm provocado a deterioração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas. O tratamento de água assume, assim, importância fundamental para diversos fins, sejam eles industriais, alimentícios ou domésticos, buscando garantir que a água captada do meio-ambiente atenda às necessidades humanas, estando isenta de qualquer tipo de poluição e contaminação (RICHTER, 2009).

O consumo da água pode ser dividido em: atividades agrícolas: 59%, indústria: 30% e afazeres domésticos cerca de 11%. Nas indústrias, além de garantir que os parâmetros de qualidade sejam atendidos, o tratamento da água também pode propiciar a reutilização da água como uma alternativa para minimizar os impactos ambientais e consequentemente minimizar os custos de produção com a redução da demanda de água dos sistemas públicos de distribuição. Nas residências a falta de água é uma constante, sobretudo nas zonas rurais do semi-árido nordestino onde são instaladas cisternas como paliativo à falta de água (LIMA, 2012).

Os requisitos de qualidade, bem como a segurança sanitária, estão diretamente relacionados com o uso que será dado à água, visto que a principal preocupação está em fazer com que a água apresente características sanitárias e toxicológicas adequadas, tais como estar isenta de organismos patogênicos e de substâncias tóxicas, para a prevenção de danos à saúde e ao bem-estar do homem (BRAGA et al., 2005).

Dentro desse contexto, este trabalho objetivou apresentar a importância da forma adequada de captação, reservação e tratamento de água de uso domiciliar. Para isso foi realizada uma revisão de literatura em artigos científicos, teses, leis e manuais, disponíveis em sites como Scielo, Google Acadêmico e Funasa, e livros de acervo pessoal, buscando descrever técnicas de tratamento de água e a legislação vigente no Brasil.

**PROCEDIMENTO METODOLÓGICO**

Trata-se de um estudo explanatório e retrospectivo no qual foi realizada uma pesquisa bibliográfica em artigos provenientes de periódicos, monografias, dissertações, leis e manuais dos anos de 1934 a 2018, disponíveis nas bases de dados Google acadêmico, Scielo e Funasa. Para a busca dos artigos foram utilizados os seguintes descritores: qualidade da água, formas de tratamento de água e legislação brasileira inerente ao tema em questão. Foram encontrados 69 artigos. A leitura dos títulos e resumos possibilitou a seleção de 18 artigos que foram incluídos na pesquisa e lidos em sua totalidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

**CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA DE CHUVA**

As características da qualidade de água da chuva e a composição da atmosfera estão diretamente relacionadas às atividades predominantes na região. Desta forma, a qualidade da água da chuva é influenciada pela localização geográfica, ocorrência de vegetação e fonte poluidoras, além da estação do ano. A água, devido a suas características físicas e químicas, no seu caminho natural através do ciclo hidrológico (evaporação/transpiração) e das nuvens à terra (precipitação), faz o que se pode classificar de uma lavagem da atmosfera, incorporando a maioria das substâncias presentes, quer de origem natural ou resíduos da atividade humana, fator atribuído às suas características físico-químicas (LOPES; NETO; KRÜGER, 1997).

De forma geral, a incorporação de poluentes atmosféricos na água da chuva ocorre por duas vias principais: a deposição seca e a deposição úmida. A deposição úmida ocorre quando a chuva dissolve os gases solúveis e os arrasta junto à água da chuva. Porém, fora dos eventos de chuva a atmosfera também sobre processo de limpeza resultante da deposição seca, que tende a predominar em relação à deposição úmida nas proximidades das fontes poluidoras, especialmente em regiões secas. A deposição seca corresponde à sedimentação gravitacional e à interceptação do material particulado ou absorção dos gases por superfícies como solo, água e vegetação. Nesse caso o vento e os processos de difusão gasosa são responsáveis pelo transporte deste material para a superfície terrestre, resultando em uma atmosfera mais limpa (FORNARO, 2006).

A água do mar tem dissolvida uma grande quantidade de sais como: NaCl, CaSO4, MgSO4, KCl, entre outros. Pelo atrito do vento com a superfície do mar, formam-se borrifos de água que são lançados na atmosfera, formando o que se chama de aerossóis de origem marinha. Já na atmosfera, essas pequenas gotinhas perdem sua água pela evaporação, restando, então, cristais de sais muito pequenos. São formados principalmente cristais de NaCl, CaSO4, 2H2O, e MgSO4. Essas partículas de sais funcionam como um núcleo sobre os quais pequenas gotas de água condensam e aumentam a velocidade de formação das nuvens. Portanto é normal encontrar na água da chuva compostos de Na+, Ca+, Mg+, K+, Cl-, além de gases dissolvidos e produtos de reações que ocorrem na atmosfera (LIMA, 2012).

Segundo Callegaro et al., (2015), o pH da água de chuva é levemente ácido, com valores em torno de 5,6, devido à presença do dióxido de carbono na atmosfera durante a precipitação. O autor ainda ressalta que em regiões preservadas e sem grandes alterações humanas o pH apresenta-se em torno de 5,0 tanto devido à presença de dióxido de carbono (CO2) como de íons de sulfato (SO4-) que reagem com a água da chuva formando ácidos que diminuem o pH. De acordo com Baines (1992), os mais importantes componentes da chuva ácida são o enxofre e o nitrogênio, sendo transformados em ácidos nítricos e sulfúricos quando entram na atmosfera e reagem com o vapor de água, podendo cair como deposições secas ou úmidas.

**CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DESINFECÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA: RESERVAÇÃO E SEGURANÇA SANITÁRIA DE CISTERNAS**

Cisternas são tanques construídos sob ou sobre o solo com a finalidade de armazenar água da chuva, como mostra a figura a seguir (figura 1). Para esse armazenamento é necessário que haja uma calha vinda do telhado da residência. Essa prática está se tornando um hábito cada vez mais comum no cenário brasileiro, sobre tudo nos nove estados do Nordeste (ANDRADE NETO, 2013; LIMA, 2012).

Figura 1: Cisterna no semi-árido nordestino



Fonte: MAGALHÃES, 2015.

De acordo com Lima (2012), mais de um milhão de cisternas foram instaladas em pouco mais de dez anos, estocando 22 bilhões de litros de água para os mais diversos usos. Esta quantidade seria suficiente para abastecer, durante dois meses, quase 3 milhões de pessoas.

A água das chuvas é geralmente excelente para vários usos inclusive para beber, exceto em locais com forte poluição atmosférica, densamente povoada ou industrializada. Metais pesados, especialmente chumbo, são potencialmente perigosos em áreas de densidade de tráfico alta ou nas redondezas de indústrias. Substâncias químicas orgânicas, como organoclorados e organofostados, usadas em venenos, praguicidas e herbicidas, quando em altas concentrações na atmosfera, também podem contaminar a chuva (COHIM et al., 2008).

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 tem boa qualidade química para vários usos, inclusive para diluir águas dura ou salobras. A contaminação microbiológica na atmosfera é ainda mais rara que a contaminação química. 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 de água e no manuseio para os vários usos, ocorre com freqüência.

Quando escoa sobre a superfície de captação, a água da chuva lava esta superfície carreando a sujeira (pequenos animais mortos, fezes de aves e roedores, folhas, detritos, poeira e microorganismos) acumulada no intervalo entre duas chuvas. Quanto maior o tempo desde a última chuva, maior a quantidade de sujeira acumulada, e das condições de exposição a sujeiras (PADRÃO, 2014).

Embora límpida, essa água contém impurezas vindas do telhado, da calha e até mesmo do percurso pelo ciclo hidrológico. Essas impurezas decorrem da ação humana, compreendem matéria mineral e orgânica em três formas, progressivamente das maiores para as mais finas: suspensão, estado coloidal e solução. Diferentes processos de tratamento podem ser necessários para a sua remoção ou redução a limites aceitáveis pelos padrões de potabilidade (RICHTER, 2009 p. 66).

É recomendável que se trate a água para que seu risco de contaminação diminua cada vez mais. Uma das formas de evitar a contaminação em cisternas consiste em retirar o cano da calha para que a água das primeiras chuvas que estão sujas com impurezas do telhado e da própria calha não entre na cisterna; comparadas com as águas das tradicionais cisternas sem segurança 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 desde que se tenha as devidas providências no seu manejo correto (ANDRADE NETO, 2013).

Uma precaução eficaz é a utilização do desviUFPE (Desvio desenvolvido pela Universidade Federal de Pernambuco) que é uma solução para os primeiros volumes de chuva. O dispositivo consiste em um conjunto de tubos e conexões em PVC (Policloreto de Vinil) como mostra a figura a seguir, que recebe os primeiros litros de água da chuva, comprometidos pela sujeira dos telhados das residências. Após acumular uma certa quantidade, retém a sujeira e deixa o restante da água de melhor qualidade descer para uma cisterna (LIMA, 2012).

Figura 2: Desvi UFPE



Fonte: PADRÃO, 2014 potáveis (SIMMONS et al. 2001; CHANG, McBROOM e BEASLEY, 2004; ZHU et al., apud LIMA).

**LEGISLAÇÃO**

A legislação brasileira acerca do uso da água começou a se desenvolver na década de 30, com a edição em 1934 do Código de Águas. Embora seja considerado avançado para a época que foi criado, o Código de Águas, ainda em vigor, necessita de atualizações em conformidade coma Carta Magna de 1988 e a Lei 9.433/97, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos através de princípios, normas e padrões da gestão da água. A Lei de Recursos Hídricos prevê os fundamentos e objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos e as diretrizes gerais de ação para sua implementação (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004).

O art. 3º da lei elenca as diretrizes e, em seu inciso I, trata da gestão sistemática dos recursos hídricos, sem a dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade. No art. 32º da lei supracitada estão dispostos os objetivos e a composição do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos criado pela mesma lei. Dentre os objetivos, o mais importante para a gestão adequada da água é o previsto pelo inciso IV, que trata do planejamento, regulamentação e controle do uso, preservação e recuperação dos recursos hídricos (MIRANDA; MONTEGGIA, 2007).

A lei estabelece também os campos de ação do poder público, sendo necessário ressaltar a disposição do art. 31º sobre a responsabilidade dos Poderes Executivos do Distrito Federal e Municípios em promover a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federais e estaduais de recursos hídricos. Ou seja, cabe ao Poder Executivo, em geral, agir conjuntamente com as esferas estaduais e municipais para garantir a eficácia da Política Nacional de Recursos Hídricos e o beneficiamento da água para uso da população brasileira de acordo com os padrões mínimos de saúde exigidos pelo Ministério da Saúde.

As exigências mínimas do Ministério da Saúde, estabelecidos a partir de recomendações da Organização Mundial de Saúde, estão dispostas na Portaria 518 de 25 de março de 2004. Mais precisamente, esta portaria estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

A norma de qualidade da água para consumo humano é um documento anexo a Portaria e por ela aprovado, que trata, por exemplo, dos deveres e responsabilidades, a nível federal, estadual e municipal no controle de qualidade da água. Aventa também sobre o padrão de potabilidade da água, que define as exigências mínimas de qualidade da água. A norma possui várias tabelas que tem por base os requisitos mínimos dos indicadores físicos, químicos e biológicos da água (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004).

**MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DESINFECÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA**

Fervura: A fervura é o processo de desinfecção da água mais antigo. A 100º C, durante 20 minutos, é possível eliminar microorganismos de forma simples e eficaz. Como a ebulição origina a libertação dos gases dissolvidos, podendo tornar a água um pouco desagradável ao paladar, recomenda-se o seu arejamento, passando-a de um recipiente limpo para outro (BRANDÃO, 2013).

Filtração domiciliar da água: É utilizada, sobretudo para retenção de impurezas, devendo, portanto, ser o primeiro processo caseiro de tratamento da água. A sua capacidade de retenção de microorganismos é limitada e depende do tipo de filtro usado. No mercado existe uma grande variedade de filtros domésticos, de cerâmica porosa (filtros de vela), de carvão vegetal, e de areia ou saibro, este último menos eficaz na retenção de microorganismos (LOPES; NETO; KRÜGER, 1997).

Hipoclorito de sódio: Desinfecção através de hipoclorito de sódio é um tipo de cloração. Muitos microorganismos desenvolvem resistência contra o cloro, por isso o desinfetante não é adicionado continuadamente à água de resfriamento, mas dosado em choque com concentrações de até 10 ppm (partícula por milhão). Tratamento periódico com um segundo biocida orgânico é usual para evitar a criação de resistências. Para uma desinfecção eficiente de água de resfriamento com cloro, um valor de pH de no máximo 7,5 é necessário, apesar de que por razões de proteção contra corrosão, são desejados frequentemente valores de pH mais elevados. A dosagem de hipoclorito de sódio é feita diretamente na água, nesta aplicação o tempo de contato é fundamental para manutenção de cloro residual produzindo o ácido hipocloroso, como descreve a equação a seguir (FUNASA, 2014).

 NaOCl + H2O NaOH + HOCl

O hipoclorito é um forte agente oxidante, usado em ambientes domésticos para eliminar vírus e bactérias, uma vez que estes são extremamente sensíveis à oxidação. Por ser um forte oxidante, deve ser ministrado com cuidado, uma vez que, os produtos da sua oxidação são corrosivos e podem ocasionar queimaduras na pele e nos olhos, principalmente quando em altas transformações. A reação de hipoclorito de sódio com compostos orgânicos é violenta e dá origem a substâncias tóxicas e até cancerígenas. Misturas de hipoclorito com urina, por exemplo, devem ser evitadas, pois a reação desse composto com a amônia dá origem à cloramina, substância tóxica ao organismo (CARDOSO, 2014).

**CONCLUSÃO**

É inegável que a água tem importância fundamental no avanço da indústria e devido aos períodos sem precipitações ao longo do ano, em especial na região do nordeste brasileiro, este recurso vem a cada dia sendo mais limitado.

Quanto ás reservas e fontes de captação, devido a esses fatores é de suma importância o reaproveitamento da água da chuva, pois esta possui formas de tratamento muito simples, podendo ser difundido facilmente através de treinamentos fornecidos a agricultores, em residências do meio rural e até mesmo na cidade.

Esta proposta pode trazer benefícios em todos os campos de utilização, por exemplo, quando se instala um sistema de reaproveitamento de água da chuva, esta devidamente armazenada em uma cisterna, pode ser utilizada na hidratação de animais, na irrigação, nos afazeres domésticos, bem como para consumo humano, após tratamento com os métodos descritos neste trabalho, afim de evitar danos à saúde.

Dessa forma, por meio do reaproveitamento da água da chuva, pode-se perceber um modo de subsistência na ausência de água encanada, assim como uma economia financeira, ao intercalar a água da chuva armazenada e o sistema encanado, além da água não se “perder” nos lençóis freáticos ou esgotos e córregos, se tratando de cidades, o que vem a dificultar o reaproveitamento da água.

Na indústria, esta economia seria ainda maior, a depender de sua viabilidade e capacidade de utilização desse recurso, onde esse reaproveitamento não se daria apenas em armazenar água da chuva, mas sim tratar e reutilizar a água de rejeito da própria indústria.

**REFERÊNCIAS**

ANDRADE NETO, C. O. Segurança sanitária de águas de cisternas rurais. In: 4º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Juazeiro, 2003. Anais. Bahia: ABCMAC, 2003. 1 CD-ROM.

BAINES, J. *Preserve a atmosfera.* Itapecerica da serra: Editora Scipione, 1992.

BORIN, G.; BECKER, A. N.; OLIVEIRA, E. P. M. A história do hipoclorito de sódio e a sua importância como ferramenta auxiliar no preparo químico mecânico de canais radiculares. Revista de endodontia pesquisa e ensino online, n.5, p. 1-5, 2007.

BRAGA, B. et al. Introdução á engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável. 2 Ed. Revisada. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRANDÃO, V. A. C. A Importância do Tratamento Adequado da Água para Eliminação de Microorganismos. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura, Biologia). Universidade de Brasília, 2011.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado Desenvolvido pela Funasa / Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014.

CALLEGARO, R. M.; ANDRZEJEWSKI, C.; GOMES, D. R.; TURCHETTO, F.; MEZZOMO, J. C.; GRIEBELER, A. Efeitos da Chuva Ácida em Recursos Florestais. Revista do Departamento de Biologia da Universidade de Santa Cruz do Sul, n. 3, v. 27, p. 13-20, 2015.

COHIM, E.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A. Captação e Aproveitamento de Água de chuvas: Dimensionamento de Reservatórios. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 9., 2008, Salvador. Anais... Salvador, 2008.

FORNARO, A. Águas de Chuva: Conceitos e Breve Histórico. Há chuva ácida no Brasil?. REVISTA USP, São Paulo, v.70, p. 78-87. 2006.

LIMA, J. C. A. L. Avaliação do desempenho de dispositivo de desvio das primeiras águas de chuva utilizado em cisternas no semiárido pernambucano. 2012. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco UFPE, 2000.

LOPES, C. V. M.; NETO, O. G. Z.; KRÜGER, V. *Águas.* Porto Alegre: UFRGS, s.d.

MAGALHÃES, V. Sem cisterna. Revista Veja, editora Abril, 2015. Disponível em: https://veja.abril.com.br/blog/radar/sem-cisterna/. Acesso em: 30/08/2018.

MIRANDA, L. A. S.; MONTEGGIA, L. O. Sistemas e processos de tratamento de águas de abastecimento. Porto Alegre (s. n.) 2007.

PADRÃO, M. Universidade de PE cria dispositivo para retirar sujeiras da água da chuva. São Paulo: UOL, 2014. Disponível em: https://www.google.com.br/amp/s/noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2014/12/11/pequisa-da-ufpe-cria-dispositivo-para-retirar-sujeiras-da-agua-da-chuva.amp.htm. Acesso em: 30/08/2018.

PORTARIA MS nº 518/2004. Série E. Legislação Saúde, Ministério da Saúde, Brasília (2005).

RICHTER, C. A. *Água métodos e tecnologias de tratamento.* São Paulo: Editora Blucher, 2009.