

AVALIAÇÃO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS DE CHUVA COLETADAS EM TELHADO DE CIMENTO AMIANTO, UTILIZANDO FILTRAÇÃO E DESINFECÇÃO POR UV E CLORO

EVALUATION OF TREATMENT SYSTEM OF RAINWATER COLLECTED IN ASBESTOS CEMENT ROOFING USING FILTRATION AND DISINFECTION BY UV AND CHLORINE

Bárbara Cristina Castro de Melo Rocha¹, Ricardo Prado Abreu Reis²,
José Vicente Granato de Araújo³

Recebido em 26 de agosto de 2011; recebido para revisão em 30 de agosto de 2011; aceito em 10 de novembro de 2011; disponível on-line em 09 de janeiro de 2012.

PALAVRAS CHAVES:

Aproveitamento de água de chuva;

Tratamento de água de chuva;

Desinfecção por UV e Cloro.

KEYWORDS:

Rainwater use;

Rainwater Treatment;

UV disinfection and chlorine.

RESUMO: Diversas pesquisas vêm sendo realizadas embasadas na necessidade de desenvolvimento e consolidação de tecnologias de construção de baixo impacto ambiental. Estas pesquisas têm auxiliado o meio técnico a observar de forma mais crítica as tecnologias atualmente empregadas e ajudado a promover novas formas de conceber os sistemas prediais seguros para o usuário e de maior desempenho operacional e ambiental. No caso dos sistemas prediais de suprimento de água, a busca por fontes alternativas de abastecimento de água, tais como o aproveitamento de água da chuva, vem sendo amplamente solicitada pela população em geral, com o apoio das mídias de comunicação. No entanto, esta técnica tem sido empregada em prédios urbanos, sem rigor científico adequado, necessário para atingir água com a qualidade adequada para o seu uso. Assim, esta pesquisa tem como objetivo avaliar um sistema de tratamento de água de chuva instalado em um prédio localizado na Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás – Goiânia - GO, cuja água de chuva interceptada por um telhado de cimento amianto, passa por um sistema de descarte e depois é encaminhada para o sistema de tratamento, visando assim, avaliar sua possibilidade de aproveitamento. O sistema experimental para o tratamento da água da chuva é composto de dois módulos de filtração por membranas de celulose, de 25microns seguido por uma unidade de desinfecção UV e outro seguido por uma unidade de desinfecção com bomba dosadora de cloro. Os resultados dos testes físico-químicos e bacteriológicos mostram que ambos os métodos são eficazes para a obtenção de água com uma maior qualidade.

ABSTRACT: The need for the development of building technologies with low environmental impact has been promoting new ways of designing building hydraulic fittings systems. The search for alternative sources of water supply, such as the use of rainwater, has been requested by the general population. However, this technique has been employed in urban buildings without proper scientific rigor, necessary to achieve water with the quality suitable for its use. Thus, this research aims to evaluate a treatment system of rainwater in a building with asbestos cement roof. The experimental system for the treatment of rainwater consists of two modules for membrane filtration of 25 microns followed by an UV disinfection unit and the other followed by a chlorine disinfection unit. The results of physical-chemical and bacteriological tests show that both methods are effective for obtaining water with a higher quality.

* Contato com os autores:

¹ e-mail : barbaracristinarocha@gmail.com (B. C. C. M. Rocha)

Arquiteta, Mestre em Engenharia Ambiental, Professora do IF-GO.

² e-mail : rpais@gmail.com (R. P. A. Reis)

Professor MSc. da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás

³ e-mail : jvgranato@yahoo.com.br (J. V. G. Araújo)

Professor PhD. da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás

ISSN: 2179-0612

© 2012 REEC - Todos os direitos reservados.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório do World Economic Forum, McKinsey (2009), em 2009 pelo menos um terço da população dos países em desenvolvimento já não tinham acesso à água potável. Além disso, há uma projeção de crescimento acentuado de demanda de água em áreas urbanas até o ano de 2030. Os gráficos das Figuras 1 e 2 ilustram a projeção de aumento de demanda de água nas Américas do Norte e Latina, entre o ano 2000 e 2030. Por meio dos gráficos é possível notar a grande importância do desenvolvimento de técnicas de conservação e uso racional de água no ambiente urbano.

Visando contribuir para a mitigação do problema de escassez de água, atualmente é possível observar o empenho do meio técnico e científico na criação de novas metodologias e formas de concepção de sistemas prediais hidráulico-sanitários mais eficientes. A meta é proporcionar a o desenvolvimento de tecnologias de baixo impacto ambiental que promovam a conservação e o uso racional de água em edificações urbanas, tornando assim, os sistemas mais sustentáveis.

Dentre as técnicas de conservação de água, os sistemas de captação e aproveitamento das águas de chuva para fins não potáveis, consistem em alternativas de grande potencial para o suprimento de água em diversas tipologias de edificações. Esta água, proveniente da chuva que escoar sobre as coberturas das edificações urbanas, é considerada uma fonte alternativa de suprimento e, pode ser utilizada em substituição da água proveniente das concessionárias em pontos de utilização e procedimentos que não necessitem o emprego de água potável. O emprego em larga escala de sistemas de suprimento alternativo de água possibilitaria uma menor utilização da água que possui maior valor agregado, a água potável, dando a ela maior amplitude para o atendimento de demandas para fins mais nobres.

Porém, é importante ressaltar a necessidade de conhecimentos técnicos sobre a concepção desses sistemas e, também, sobre os padrões de qualidade das águas, para conceber um sistema de forma mais criteriosa

que funcione adequadamente e não promova riscos à saúde do usuário e não cause deterioração das instalações hidráulicas e sanitárias.

Também é importante saber que as águas captadas de superfícies de telhados, na maioria das vezes carregam elevada carga de poluentes que podem inviabilizar o uso direto sem tratamento, ainda que a água seja disponibilizada apenas para usos menos nobres.

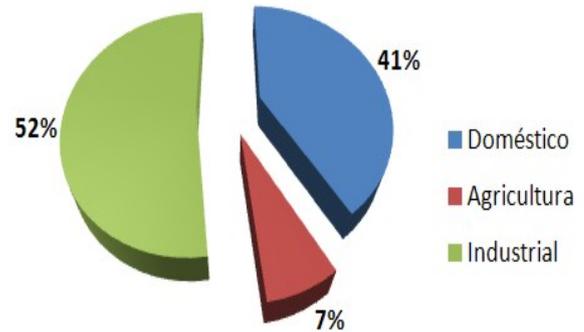


Figura 1: Projeção de aumento do consumo de água na América do Norte, McKinsey (2009).

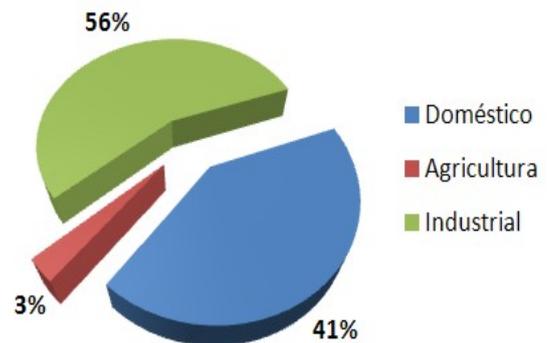


Figura 2: Projeção de aumento da consumo de água na América Latina, McKinsey (2009).

Segundo Richter e Netto (2003) as técnicas de tratamento de água visam remover as impurezas existentes na água de forma que ele atenda a padrões de qualidade que garantam sua utilização de forma segura. Dentre os procedimentos convencionais de tratamento de água existentes, podem ser citados: (1) aeração, (2) sedimentação, (3) coagulação, (4) filtração, (5) desinfecção, (6) correção de dureza, dentre outras.

De acordo com Souza (2000), o controle de doenças veiculadas à água está diretamente ligado à sua desinfecção antes da distribuição à população. Dentre as técnicas mais utilizadas na desinfecção de água, podem ser citadas a aplicação de cloro, a utilização de ozônio, a aplicação de íons de prata a radiação

ultravioleta, e outros. Dentre os vários agentes de desinfecção utilizados no tratamento da água, o cloro é um dos o mais comumente empregados e, proporciona um dos mais bem sucedido processos de desinfecção. De acordo com Pádua (2006), a adição de cloro na água promove a oxidação dos microrganismos patogênicos e, seu efeito residual impede que novos organismos se desenvolvam durante um determinado período após sua aplicação.

Para uma boa eficiência desta técnica de desinfecção, é recomendada que a cloração seja efetuada em pH inferior a 8,0 e com um tempo de contato mínimo de 30 minutos. A desinfecção da água por meio da adição de cloro também consiste em um procedimento de baixo custo, entretanto, o seu uso incorreto e o manuseio por pessoas não capacitadas podem ocasionar riscos à vida devido a sua elevada toxicidade.

Outro processo de desinfecção que vem sendo bastante utilizado é a desinfecção por irradiação ultravioleta. Segundo Richter e Netto (2003), este método promove a desinfecção da água por meio de agentes físicos e, consiste na exposição de um filme de água, com espessura de aproximadamente 120 a 300mm à luz ultravioleta produzida por lâmpadas de vapores de mercúrio com bulbo de quartzo. Tais lâmpadas produzem irradiação dentro de um comprimento de onda em torno de 2537 Å que são caracterizadas pela sua ação bactericida. Segundo WEF (1996), apud Bastos, (2007) a desinfecção por UV atua diretamente nos componentes orgânicos moleculares essenciais ao funcionamento da célula. A ação germicida da radiação UV está associada às alterações estruturais que esta provoca no material genético (DNA e RNA) das células, promovendo sua inativação. De acordo com Pádua (2006), apesar de boa eficiência, este processo de desinfecção não produz efeito residual, assim, não impede o desenvolvimento de novos microrganismos após o processo de desinfecção. Apesar de ser uma técnica mais segura para usuários leigos, este procedimento não é indicado para águas que ficarão grandes intervalos de tempo armazenadas em reservatórios antes de sua utilização. Pádua (2006) ainda ressalta que as reações que ocorrem na presença de matéria orgânica, decorrentes do processo de desinfecção por UV, diferentemente do cloro, não promovem a geração de subprodutos que fazem mal à saúde dos seres vivos nem ao meio ambiente. Sugere, então, que se faça um uso combinado dos dois tipos de desinfecção para que se obtenha melhores resultados de qualidade da água.

Quanto aos processos de desinfecção da água de chuva sugeridos pela NBR 15.527 (ABNT, 2007), que trata da concepção de sistemas de aproveitamento de água de chuva captada em coberturas de edificações para fins não potáveis, a referida norma dá maior ênfase à desinfecção pela adição de cloro e, estabelece um limite entre 0,5 a 3,0 mg/L de cloro residual livre presente na água após sua desinfecção. Apesar disso, ela sugere que possam ser adotados outros métodos de desinfecção, tais como o UV e o ozônio.

Verificada a necessidade de tratamento da água de chuva para viabilizar seu aproveitamento, o objetivo deste trabalho consiste em avaliar a eficiência de um sistema de tratamento de água de chuva coletada de uma cobertura constituída por telhas de fibrocimento, após o descarte de 150 litros de água escoada, aplicando técnicas de filtração em membranas de celulose e desinfecção por irradiação UV e adição de cloro.

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi executado um sistema experimental de aproveitamento de água de chuva, captada de uma cobertura com telhas em cimento amianto, em uma edificação localizada no pátio interno da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, (EEC-UFG), em Goiânia - GO.

Dentre as unidades do sistema de aproveitamento de água de chuva, foram instalados sistemas de descarte, filtração para a retenção e eliminação de partículas em sólidos superiores a 0,28 mm e armazenamento em bombona de 200L, de acordo com o sistema ilustrado pela Figura 1.

Para que fosse avaliada a qualidade das águas de chuva após passar pelo sistema de tratamento proposto, foi montada uma unidade experimental de tratamento interligada ao reservatório de armazenamento de água de chuva (bombona de 200L) ilustrado na Figura 1. O sistema de tratamento experimental é constituído por dois módulos de tratamento independentes, contendo filtração e desinfecção. O sistema foi instalado no interior do Bloco J - Laboratório de Sistemas Prediais (LSP) da Escola de Engenharia Civil (EEC) da Universidade Federal de Goiás (UFG), local da coleta da água de chuva, que receberia as águas de chuva, após o devido descarte.

O primeiro módulo de tratamento de água de chuva avaliado é composto por dois filtros de fibra de celulose de 25 micra, instalados em série, que

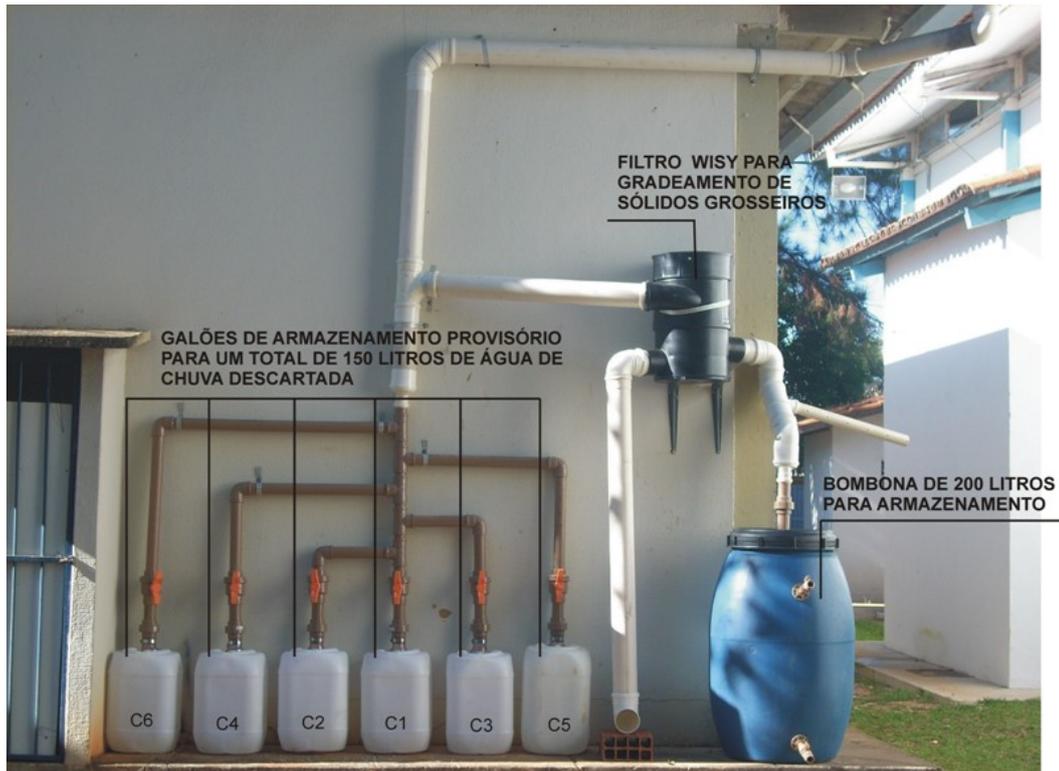


Figura 1: Sistema de captação, descarte, filtração para retenção de sólidos grosseiros e armazenamento de água de chuva, na cobertura em telhas de cimento amianto.

possibilita uma vazão de até 1.200L/h, conforme apresenta a Figura 2. Após passar pelo sistema de filtração, a água armazenada em um reservatório tipo bombona seguia para a unidade de desinfecção por UV, conforme pode ser visto na Figura 3.

O segundo módulo de tratamento de água de chuva avaliado é composto pelos mesmos 2 filtros de fibra de celulose de 25 micra seguido por desinfecção



Figura 2: Sistema de filtração constituído de dois filtros de celulose de 25 micras.

por adição de cloro estabilizado, aplicado por meio de uma bomba dosadora, ilustrada pela Figura 4.

Durante um período chuvoso a água de chuva é conduzida automaticamente para os módulos de tratamento 1 e 2 que promovem a filtração e a desinfecção e, posteriormente é armazenada em duas bombonas que são utilizadas para a coleta de amostras de água, conforme ilustra a Figura 5.

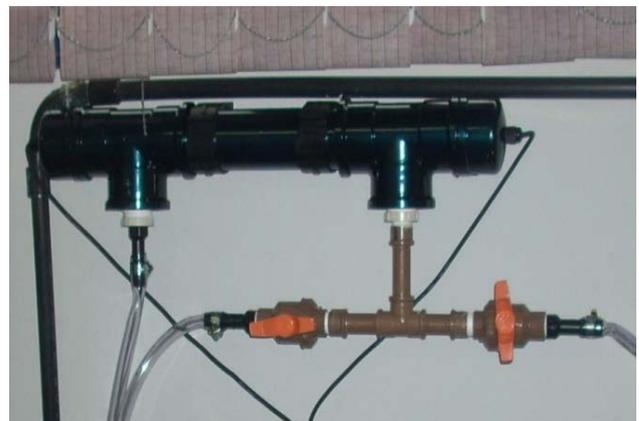


Figura 3: Unidade de desinfecção por UV.



Figura 4: Bomba dosadora de cloro.



Figura 5: Interior da bombona de armazenamento 2.

A Figura 6 apresenta o sistema experimental de tratamento montado no interior do LSP – EEC – UFG utilizado para tratar a água de chuva coletada durante o período de estudo.

A bombona 1, ilustrada na Figura 6, com 200L de capacidade de armazenamento, encontra-se interligada ao sistema de captação de água de chuva situado na parte exterior do Bloco do LSP. Durante uma precipitação ambos os reservatórios, interno e externos, enchem com água de chuva, aqui denominada água bruta, coletada após o descarte correspondente a uma precipitação acumulada de 2 mm de chuva. Seguindo, assim, os critérios estabelecidos pela NBR 15.527 (ABNT,2007). Após o descarte a água de chuva armazenada também passa por uma unidade de filtração WFF-150, que consiste em um sistema de retenção de partículas maiores que 0,28mm, fabricado pela empresa alemã Wisy®.

A bombona de número 2, também apresentada na Figura 6, armazena água de chuva proveniente da bombona 1, após passar pelo duplo sistema de dupla filtração e pela unidade de desinfecção. O sistema de desinfecção deste primeiro módulo de tratamento é constituído por uma unidade de UV com lâmpada de 15W, que pode ser utilizada para uma vazão de até 2.500L/h. O sistema de desinfecção funcionava durante 8 horas diárias, interligado a um *timmer*, recirculando a água tratada, a fim de mantê-la isenta de microrganismos patogênicos, já que o sistema UV não gera residual para a inibição da proliferação de microrganismos patogênicos no interior do reservatório de armazenamento.

O segundo módulo de tratamento é constituído pela bombona de número 3, que contém

apenas água proveniente do sistema de dupla filtração.

Na seqüência, durante períodos chuvosos, a água de chuva filtrada que entra na bombona 3 é conduzida por meio de um sistema de bombeamento automatizado para o interior da bombona de número 4. Durante o acionamento da bomba que conduz a água de uma bombona para a outra, uma bomba dosadora de cloro é acionada simultaneamente, promovendo a adição de cloro na água da bombona 4. Para tanto, uma solução de cloro concentrado é preparada e armazenada em um reservatório hermeticamente fechado de menor dimensão, conforme mostra a Figura 6. A solução de cloro é preparada com cloro estabilizado utilizado no tratamento de piscinas e, sua concentração foi calculada para atender as recomendações de teor de cloro residual estabelecidas pela NBR 15.527 (ABNT, 2007).

Foram feitas duas análises da qualidade das águas de cada bombona do sistema de tratamento separadamente. As amostras de água de chuva tratada foram coletadas em um intervalo de quatro semanas, sendo que as dosagens de cloro foram ajustadas antes de cada coleta.

As análises das águas coletadas nas bombonas foram feitas no Laboratório de Sistemas Prediais da EEC-UFG para avaliação dos seguintes parâmetros: turbidez, cor aparente, pH, condutividade, sólidos dissolvidos e ferro. Os parâmetros coliformes totais e E.coli tiveram sua avaliação realizada pelo Laboratório Central da ETA Jaime Câmara Filho da Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO, concessionária dos serviços de saneamento básico no Estado de Goiás.

Visando aproximar o experimento de uma situação real, é importante ressaltar que foi adotado como procedimento o descarte diário de parte da água tratada armazenada nas bombonas de forma a simular sua utilização contínua da água, conforme ocorreria em uma edificação que realizasse o aproveitamento de água de chuva.



Figura 6: Sistema experimental de tratamento de água de chuva (A) filtro de celulose (B) unidade de desinfecção por UV (C) bomba dosadora de cloro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de descarte instalado antes da unidade de tratamento se mostrou de extrema importância para a geração de água com qualidade superior a água de escoamento inicial. O descarte dos primeiros 2 mm de água de chuva precipitadas sobre a cobertura estudada, permitiu a lavagem das mesmas, proporcionando uma redução da carga poluidora carregada para dentro dos reservatórios de armazenamento. Assim, esta unidade foi capaz de prolongar a vida útil das membranas filtrantes, evitando sua colmatação prematura e, também, promoveu um melhor desempenho da unidade de

desinfecção por UV e adição de cloro, devido a redução da turbidez, cor e teor de matéria orgânica presentes na água de chuva escoada diretamente da cobertura da edificação.

Como avaliação de desempenho do sistema de tratamento foi comparada a eficiência de tratamento da água de chuva de cada unidade experimental. Quanto a avaliação dos resultados de qualidade de água, pode-se observar por meio da Tabela 1 a eficiência de cada unidade de tratamento. Os resultados de análise para água bruta (água de chuva sem tratamento) indicaram a presença de coliformes totais e E.coli como previsto por ser o primeiro volume de água armazenado logo após o descarte inicial.

Tabela 3: Necessidade de volume de descarte de acordo com o grau de turbidez e cor aparente

Parâmetros de qualidade da água	Média dos resultados de análise dos parâmetros de qualidade das águas					
	Água Bruta	Após unidade de filtração	Após unidade de cloração	Eficiência da unidade de cloração (%)	Após unidade de U.V.	Eficiência da unidade de U.V. (%)
Turbidez (uT)	0,91	1,0	0,82	10	0,62	31
Cor Aparente (uH)	9,28	10,51	5,53	40	6,07	34
pH	8,08	7,66	7,92	-	7,32	-
Condutividade (µS/cm)	48,01	46,04	37,39	22	28,63	40
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	31,44	31,11	25,27	22	19,35	40
Ferro (mg/L)	0,01	0,01	0,01	-	0,01	-
Coliformes Totais (NMP 100 mL)	57	34,12	<18	100	<18	100
E. coli (NMP 100 mL)	<18	<18	<18	100	<18	100

Foram verificadas ainda a presença de microrganismos patogênicos na água filtrada. Na água que passou pelas unidades de desinfecção UV e na água que recebeu diferentes dosagens de cloro não foram detectadas a presença de coliformes totais e/ou E.coli. Os parâmetros físico-químicos analisados estiveram dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde (Brasil, 2004), que estabelece os padrões de potabilidade para as águas destinadas ao consumo humano. O que não assegura o uso como água potável antes de um estudo mais aprofundado e de longo prazo.

4. CONCLUSÕES

Esta pesquisa evidenciou que o processo de descarte constitui um fator importante para prolongar o tempo de vida útil do sistema de tratamento. O filtro de membrana de celulose, por si só, apesar de melhorar a qualidade da água de chuva não foi capaz de eliminar todos os microrganismos presentes na água. Por fim os processos de desinfecção por UV e por cloro se mostraram eficientes na inativação de coliformes totais e E.coli, presumindo-se, de acordo com Pádua (2006), a ausência de organismos patogênicos.

A eficiência na diminuição dos valores de turbidez, cor aparente e condutividade não foi representativa devido ao baixo valor destes parâmetros nas amostras de água coletadas.

5. AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa contou com o apoio financeiro e institucional das seguintes entidades: Agência Nacional de Águas – ANA, Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO, Secretaria das Cidades do Estado de Goiás, Universidade Federal de Goiás – UFG e Tigre S/A.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA; AWWA; WEF. *Standard methods for the examination of water and Wastewater*. 21 Ed. Washington D.C., EUA, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527: Água de chuva – Aproveitamento de cobertura em áreas urbanas para fins não potáveis** – Requisitos, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria N. 518**, de 25 de março de 2004: Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências. Diário Oficial da União, n. 59, 26/03/2004, p. 266-270.

McKinsey. **World Economic Forum: Renewable Water Resources** – Water Economics Team, 2009.

PÁDUA, V., L., FERREIRA, A., C., S., **Introdução ao tratamento de água in: Abastecimento de águas para consumo humano**, organizado por Heller L. & Pádua V. L., Ed. UFMG, Belo Horizonte, 2006.

RICHTER, Carlos A., NETTO, José M. de Azevedo. **Tratamento de Água: Tecnologia atualizada**. Ed. Edgard Bluncher Ltda. 5ª reimpressão. São Paulo, 2003. 332p.

SOUZA, J.B., SARTORI, L., DANIEL, L.A., **Influência da cor e turbidez na desinfecção de águas de abastecimento utilizando-se cloro e radiação ultravioleta**. In: 27º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre, RS, 2000.