



APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA CONSUMO HUMANO DIRETO

Mônica Maria Campos ¹

Flávio Rocha Azevedo ²

RESUMO

É inegável no cenário atual a crescente demanda por água devido às suas mais diversas aplicações: abastecimento público, abastecimento industrial, preservação da flora e da fauna, atividades agropastoris, geração de energia elétrica, navegação, etc. Sabendo-se que este recurso natural é um bem finito o aproveitamento de águas pluviais para consumo humano surge como um importante instrumento de gestão e de conservação dos recursos hídricos. Neste sentido, o presente trabalho visa analisar os múltiplos usos da água, bem como as possíveis formas de desinfecção e tratamento de águas pluviais destinadas ao consumo humano, e também avaliar os principais parâmetros de potabilidade exigidos pelo Ministério da

1 Mônica Maria Campos (monicamcampos@yahoo.com.br) é aluna do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental das Faculdades Integradas Vianna Júnior – Juiz de Fora /MG.

Endereço: Rua Ana Pittella, 446 - Bairro da Glória – Santos Dumont/MG.

Telefone: (032)9935-1152

2 Flávio Rocha Azevedo (fazevedo@viannajr.edu.br) é Especialista em Análise Ambiental e Mestre em Ecologia, ambos pela Universidade Federal de Juiz de Fora, e professor do Curso de Gestão Ambiental das Faculdades Integradas Vianna Júnior – Juiz de Fora /MG.

Saúde para que a água atinja os padrões físico-químicos e microbiológicos aceitáveis.

PALAVRAS-CHAVE: ÁGUA. PLUVIAL. CONSUMO. APROVEITAMENTO. POTABILIDADE.

INTRODUÇÃO

A água é um bem finito e essencial à sobrevivência de todos os seres vivos. Considerando a crescente demanda por água provocada principalmente pela ocupação desordenada dos centros urbanos e poluição dos mananciais, a redução de água potável no mundo gera muitas preocupações em relação ao futuro, como: risco de desabastecimento, racionamentos, alto custo da água tratada, impermeabilização do solo e inundações (HESPANHOL, 2003).

Essa realidade tem alavancado pesquisas e inovações tecnológicas voltadas para o tratamento e consumo de águas pluviais que permitem: redução dos gastos com captação e transporte de água destinada a consumos secundários; melhoria da qualidade ambiental; aumento da segurança hídrica para atender o aumento populacional; controle de vazões nos corpos hídricos e redução de enchentes (HESPANHOL, 2003).

Existem em alguns países como Alemanha, Austrália, Estados Unidos e Japão sistemas de aproveitamento de água de chuva que geram economia superior a 30%. Esse valor pode variar de acordo com a área da edificação, tipo do telhado (cerâmica, fibrocimento e metálica) e precipitação (TOMAZ, 2003). O Brasil apesar de possuir um grande potencial hídrico enfrenta graves problemas de escassez e desperdício de água devido à alta concentração populacional em áreas onde há pouca água que poderiam ser solucionados com políticas e programas de reuso de água.

A água de chuva em geral é considerada de boa qualidade, mas dependendo da região onde ela ocorre pode apresentar alta concentração de poluentes,

necessitando assim de tratamento prévio de filtração e desinfecção. Portanto, é relevante a representatividade deste estudo como instrumento de gestão dos recursos hídricos, já que seus aspectos qualitativos e quantitativos são pontos de partida para as diversas dimensões da Gestão Ambiental.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo principal avaliar a possibilidade do uso potável direto de águas pluviais captadas em redes individuais (telhados), mediante tratamentos convencionais de água; propor formas de tratamento e desinfecção eficazes; analisar os parâmetros de potabilidade que deverão apresentar segundo a Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde a fim de garantir a aceitação do consumidor.

1 A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

A água é que sustenta a vida na Terra. Está distribuída nos estados líquido, sólido e gasoso pelos oceanos, rios e lagos, nas calotas polares e geleiras, no ar e subsolo. Faz parte da constituição bioquímica dos seres vivos e através do ciclo hidrológico surge como um fenômeno global realizando uma circulação fechada entre continentes, oceanos e atmosfera, sofrendo ação direta da energia solar e da gravidade (SILVEIRA apud TORDO, 2004) “A água é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva: no homem representa 60% do seu peso, nas plantas atinge 90% e em certos animais aquáticos esse percentual atinge 98%” (PHILIPPI JR; ROMÉRO; BRUNA, 2004).

No cenário mundial, os números com relação o utilização da água são preocupantes e a previsão para o futuro é que potências mundiais não mais disputarão pela hegemonia nuclear e petrolífera, e sim pela detenção de reservas hídricas que atendam a demanda de consumo de seus países (GOMES, 2011).

A Organização das Nações Unidas apresentam dados alarmantes (6º FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA, 2012):

- 1,7 bilhões de pessoas não tem acesso à água potável – equivalente a 18% da população mundial;
- 2,2 milhões morrem a cada ano por causa de doenças de veiculação hídrica;

- Até 2025, se for mantido o padrão de consumo e os altos índices de poluição, dois terços da população do planeta poderá sofrer escassez moderada ou grave de água;
- A previsão para 2050 é que apenas um quarto da humanidade terá água para satisfazer suas necessidades básicas.

Nesse contexto o aproveitamento de águas pluviais aparece como um importante instrumento de gestão que adotado juntamente com políticas públicas de preservação de mananciais e controle da poluição, poderão satisfazer a crescente demanda por água nos grandes centros urbanos e também amenizar os problemas de escassez em regiões mais secas e da ineficiência de abastecimento.

1.1 A disponibilidade hídrica no Brasil

Disponibilidade hídrica superficial é a quantidade de água disponível em mananciais associadas a eventos pluviométricos. O Brasil é um dos países mais ricos em recursos hídricos do planeta: 12% de água doce superficial do planeta estão em território brasileiro com vazões que totalizam 180mil m³/s, ao passo que em regiões da Europa, como Portugal e Espanha, além de Oriente Médio e grande parte da África, a escassez de água é crônica. As reservas renováveis de águas subterrâneas correspondem a 24% do escoamento médio dos rios em território nacional ou 42,3 mil m³/s. O país também apresenta grande variabilidade de aspectos climáticos e socioeconômicos (ATLAS, 2010).

O Brasil é o quinto país do mundo em extensão territorial com 8,5 milhões Km² divididos em cinco regiões geográficas, totalizando 5565 municípios e doze regiões hidrográficas. Recebe uma abundante pluviometria que varia sobre mais de 90% do seu território (ATLAS, 2010).

Segundo Matos (2007), “o Brasil é rico em disponibilidade hídrica, mas apresenta variação temporal e espacial das vazões”. Bacias hidrográficas localizadas em áreas que possuem baixa disponibilidade hídrica e grande utilização de recursos hídricos enfrentam situações de escassez e uma série de problemas sociais causados pela falta de água.

A Região Norte concentra 68,5% da disponibilidade dos recursos hídricos brasileiros e habita cerca de 7% da população brasileira. Na Região Sudeste encontram-se 6% desses recursos, com quase 43% da população. Já a Região Nordeste possui um pouco mais de 3% da reserva hídrica do país e concentra 29% da população. Enquanto a Região Amazônica apresenta disponibilidade hídrica elevada alcançando vazões de 74mil m³/s, a Região Semiárida Nordestina apresenta valores inferiores a 100m³/s. E o que compromete o abastecimento de água é justamente o fato de existir altas concentrações populacionais onde a oferta de água é desfavorável. Projeções para 2025 mostram um acréscimo em torno de 28% para o abastecimento da população urbana brasileira com valores médios entre 630m³/s e 695m³/s (ATLAS, 2010).

De acordo com Hespanhol (2003), “a água se tornou um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola provocando alterações significativas na qualidade de vida das pessoas.” Então o aproveitamento de águas pluviais torna-se viável até mesmo para minimizar os problemas urbanos e as ameaças de possíveis conflitos sociais.

Ano	Demanda por Região Geográfica (m ³ /s)					Total Brasil (m ³ /s)
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	
2005	34	115	33	247	65	494
2015	45	136	39	275	75	570
2025	54	151	44	298	83	630

Quadro 1.1: Demandas médias para abastecimento urbano

Fonte: ATLAS (2010)

1.2 Conservação e reuso de água

Conservação da água engloba uma série de ações ligadas à redução de consumo e desperdício de água e, ao aumento da eficiência na utilização desse recurso juntamente com a evolução de técnicas apropriadas de reciclagem e reuso de água que sejam economicamente viáveis, seguras e garantam acima de tudo a segurança e saúde de seus usuários. Segundo Tomaz (2003), na Austrália o

objetivo dessas ações é proporcionar uma economia de 25% da água do serviço público utilizada em residências através do aproveitamento de água de chuva.

“O reaproveitamento ou reuso da água é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim. Essa reutilização pode ser direta ou indireta, decorrente de ações planejadas ou não” (MANCUSO; SANTOS, 2003). Embora a conservação e o uso racional da água em edificações encontre arcabouço

jurídico somente nas cidades de Curitiba³ e Campinas⁴, planejadores e entidades gestoras dos recursos hídricos procuram novas fontes para complementar a disponibilidade hídrica desfavorável em algumas regiões. O reuso de água encontra no Brasil uma gama significativa de aplicações potenciais: abastecimento público doméstico, utilização em processos industriais, irrigação na agricultura, recarga em aquíferos subterrâneos e manutenção de vazões mínimas em corpos d'água. (PHILIPPI JR; ROMÉRO; BRUNA, 2004).

De acordo com Mancuso e Santos (2003) os tipos de reuso podem ser: indireto, direto e reciclagem interna.

- Reuso indireto: é a utilização da água já usada em alguma atividade humana, que é descartada nos corpos hídricos e novamente reaproveitada à jusante de forma diluída.

- Reuso direto: é o uso planejado da água para o seu reaproveitamento em atividades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e consumo de água potável.

- Reciclagem interna: é o reuso da água em instalações internas que visam e economia e melhoria da qualidade ambiental.

Westerhoff (apud MANCUSO, 2003) ainda classifica reuso de água em duas grandes categorias que tem sido adotadas e amplamente divulgadas pela

3 Lei nº 10785 de 18 de setembro de 2003. Cria no Município de Curitiba - PR o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações - PURAE.

4 Lei nº 14.018, de 28 de junho de 2005. Institui o Programa Municipal de Conservação e Uso Racional da Água em Edificações em Campinas – SP e dá outras providências.

Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES): potável e não potável.

- Reuso potável: inclui um intensivo programa de amostragem que recebe tratamento avançado de filtração, desinfecção e cloração com o objetivo de eliminar agentes nocivos à saúde humana e animal, e assim garantir a sua posterior reutilização no sistema de água potável.

- Reuso não potável: a água é tratada e reutilizada para fins que exigem padrões menos restritivos, como: atividades domésticas (descargas sanitárias); recreacionais (irrigação de jardins e parques públicos); agrícolas (silvicultura, pastagens); industriais (lavagem de equipamentos). Sem contar a inegável importância desse sistema de reuso para a manutenção de vazões dos cursos d'água com o objetivo de diluir as cargas poluidoras a ele aportadas e também possibilitar a conservação das vazões mínimas em épocas de estiagem.

Como lembra Matos (2007), são consumidos no país em média 246 m³/habitante/ano considerando todos os usos da água: 46% das vazões de retirada são destinadas à irrigação, 26% para abastecimento urbano, 18% para indústria, 7% para animal e apenas 3% para abastecimento rural.

A grande concentração de indústrias e o elevado grau de urbanização geram conflitos sociais e grandes anseios por novas fontes de abastecimento e implantação de sistemas fechados de utilização da água, com vistas à reciclagem do que até então era considerado como resíduos descartáveis, ampliando assim, o seu reaproveitamento para fins produtivos. Então o reuso de água tem sido uma alternativa plausível para satisfazer as necessidades menos restritivas como em indústrias e agricultura, e também para usos mais nobres como abastecimento doméstico.

No Brasil 200 litros diários de água são destinados ao consumo doméstico, assim distribuído: 27% consumo (cozinhar e ingerir água), 25% higiene (banho e escovar os dentes), 12% lavagem de roupa; 3% outros (lavagem de carro) e 33% em descargas das bacias sanitárias. A economia poderá chegar a 1/3 caso exista duas redes de reuso: uma de água de chuva e outra resultante dos banhos e lavagens (NOGUEIRA apud TORDO, 2004).

Diante desse cenário de consumo, o aproveitamento de águas pluviais aparece como um importante instrumento de gestão dos recursos hídricos capaz de

proporcionar conservação, economia e contribuir para a diminuição de picos de enchentes em regiões muito impermeabilizadas. (TOMAZ, 2003).

2 O APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA FINS POTÁVEIS

O aproveitamento de água de chuva é uma prática bem antiga. Começou no Oriente Médio, data de 850 a.C., quando o rei Mesha dos Moabitas deixa gravado na Pedra Moabita o desejo de implantação de um reservatório para o aproveitamento de água de chuva em cada casa. Ela se difundiu e ganhou força ao longo dos séculos em vários países como Estados Unidos, Japão, Alemanha e Austrália. Nesses lugares são oferecidos financiamentos para a construção de áreas de captação de água de chuva. Os Estados Unidos, por exemplo, possuem mais de 200 mil reservatórios para aproveitamento de águas pluviais. No Japão, na cidade de Sumida, a água de chuva é uma alternativa para garantir uma maior segurança no abastecimento em potenciais situações de emergência. Atualmente essas potências utilizam um sistema duplo de distribuição de água fria que geram uma economia de água superior a 30%: um para fins potáveis e outro para fins não potáveis. Estes últimos destinados principalmente às bacias sanitárias (TOMAZ, 2003).

Apesar da importância e eficácia dos sistemas de reuso de água no Brasil e no mundo, muitos estudiosos consideram o aproveitamento de água de chuva para fins potáveis como uma alternativa associada a riscos muito elevados e muitas vezes, inaceitáveis, pois as águas pluviais possuem concentrações de poluentes que variam de acordo com a localização geográfica do ponto de amostragem; com a intensidade, duração e tipo de chuva; regime de ventos; estação do ano; e com a presença ou não de vegetação. Em locais onde acontece a queima de combustíveis fósseis é emitido para atmosfera óxidos de enxofre e nitrogênio, onde são oxidados para ácido sulfúrico e nítrico e/ou convertidos em aerossóis de sulfato e nitrato que mais tarde irão retornar ao solo/água como forma de chuva ácida (TUCCI apud TORDO, 2004).

Tomaz (2003) em seu estudo sobre a qualidade da água de chuva antes de atingir o solo, encontrou os seguintes parâmetros:

- Em regiões próximas ao oceano foram encontrados elementos como cálcio, cloro, magnésio, potássio e sódio em concentrações proporcionais as encontradas na água do mar. Já nas áreas distantes da costa os elementos são semelhantes aos encontrados no solo: alumínio, ferro e sílica. E também os de origem biológica: enxofre, fósforo e nitrogênio.

- Nos centros industriais foram encontradas altas concentrações de componentes ácidos: dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, chumbo, zinco e outros. Estes componentes reagem com alguns gases presentes na atmosfera e aumentam a incidência de um problema ambiental muito sério: a chuva ácida.

- Algumas áreas do Brasil que vão do Estado do Espírito Santo até o Rio Grande do Sul são propícias para eventos de chuvas ácidas. Estas apresentam em geral pH menor que 5,6.

No Brasil além do pH, outros parâmetros foram estudados para caracterização da qualidade da água de chuva. São eles: Cl⁻ (cloro), SO₄²⁻ (sulfato), NO₃ (nitrato), NH₄ (amônia), K⁺ (potássio), Ca²⁺ (cálcio), Na⁺ (sódio), Mg²⁺ (magnésio), H⁺ (hidrogênio), cor, turbidez, coliformes fecais e coliformes totais. Os resultados mostram que em geral as chuvas são levemente ácidas. (TORDO, 2004). Em algumas regiões foram verificadas também a presença de alguns metais como Fe (ferro), Mn (manganês) e Zn (zinco).

Considerando os riscos do consumo da água de chuva para fins potáveis, as particularidades de cada região onde elas ocorrem e a existência de um projeto de norma da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) para o reuso de água de chuva no Brasil, este estudo aparece como uma alternativa revolucionária que poderá atender necessidades de consumo de usuários cada vez mais exigentes, utilizando-se de técnicas de captação de água eficientes e tratamentos adequados que garantam acima de tudo qualidade e segurança.

2.1 Captação de águas pluviais

A detenção das águas de chuva coletadas nas coberturas das edificações, residências e indústrias, constitui um importante instrumento de gestão dos recursos hídricos capaz de controlar cheias urbanas, reduzir os custos com captação e tratamento de água pelas empresas de saneamento e atuar juntamente com um sistema duplo de distribuição: um para fins menos restritivos e outro para consumo humano direto (TORDO, 2004).

Portanto para a coleta de água de chuva, é essencial a presença de alguns componentes. São eles: área de captação, calhas e condutores, dispositivo *by pass*, peneira, reservatório e extravasor (TOMAZ, 2003).

A área de captação é constituída por coberturas que podem ser: telhas cerâmicas, de fibrocimento, de zinco ou alumínio e até mesmo impermeabilizadas com manta asfáltica. O telhado pode estar inclinado, pouco inclinado ou plano. As calhas e os coletores podem ser de PVC ou metálicos, dimensionados de acordo com os valores de precipitação de cada região. Estes componentes são utilizados para separar a água de chuva inicial que contém excessivas concentrações de matéria orgânica e sólidos dissolvidos, depositados pelo vento, pássaros e insetos (TOMAZ apud TORDO, 2004).

O dispositivo chamado *by pass*, dispõe no final do coletor, de uma válvula para o descarte dos primeiros 4mm de água. Esse processo é necessário para garantir a segurança dos usuários, já que a primeira água contém uma série de microrganismos, alguns naturais, carregados pelo vento, e outros, que proliferaram no próprio meio e podem ser prejudiciais à saúde humana, como por exemplo, alguns patógenos (TORDO, 2004).

Outro componente essencial para a eficiência da coleta de água de chuva são as peneiras com tela de 0,2mm a 1,0mm utilizadas para remover sólidos em suspensão. Elas não retêm micróbios e contaminantes químicos, mas removem sólidos grosseiros impedindo maiores contaminações.

Conforme Tomaz (2003) "o reservatório deverá ter um extravasor mínimo de 200mm. O tubo da descarga do reservatório destinado à limpeza deverá ser no mínimo de 100mm". Alguns cuidados com a tampa e os equipamentos de bombeamento usados no reservatório também devem ser aplicados: a tampa, por exemplo, deverá ter 600mm e ficar 200mm acima da superfície superior do reservatório. Os equipamentos de bombeamento deverão permanecer 100mm

abaixo da superfície da água para evitar a remoção de partículas sólidas presentes no fundo do reservatório.

Já Ganayem (apud TOMAZ, 2003), aponta outro cuidado importante: a distância do reservatório para evitar possíveis contaminações deverá ser de 10m a 15m da fonte contaminante (fossa séptica, por exemplo).

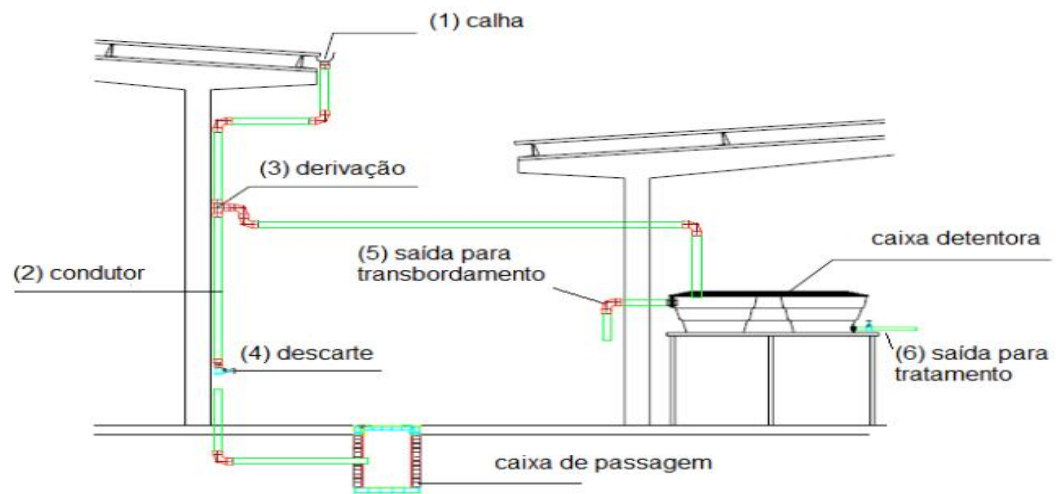


Figura 1.1 Sistema de coleta de água de chuva

Fonte: TORDO (2004)

A figura 1.1 mostra o desenho esquemático de como funciona o sistema de coleta de água de chuva: (1) a água escorre do telhado (pode ser de cerâmica, metálico, fibrocimento) para as calhas e depois para o (2) condutor. Neste condutor existe uma (3) derivação que conduz a água para o (4) sistema descarte na rede pública e para a caixa de armazenamento. A caixa possui uma (5) saída de transbordamento, que elimina a primeira água, e uma (6) saída de tratamento no qual a água será conduzida para os processos de filtração e desinfecção.

2.2 Os processos de tratamento das águas pluviais

“O tratamento de água é o conjunto de processos e operações, cuja finalidade é adequar as características físico-químicas e biológicas da água bruta, com padrão organolepticamente agradável que não ofereça riscos à saúde humana” (CIPRIANO, 2004).

As águas pluviais apresentam poluentes que podem ser potencializados de acordo com o tipo de telhado, condições atmosféricas e com os eventos que ocorrem ao redor de onde estas chuvas caem. Mas é a contaminação microbiológica

que apresenta maiores riscos à saúde, pois podem atuar como patógenos oportunistas, sendo nocivos principalmente para indivíduos imunologicamente debilitados.

Estudos feitos por Gould (apud TORDO, 2004), indicam a presença de bactérias, metais pesados e produtos químicos nos telhados e calhas que podem conferir sabor e odor desagradáveis à água. Logo, esta água não apresenta os padrões de potabilidade da Organização Mundial de Saúde para fins potáveis.

Já Yaziz et al (apud, TORDO, 2004), afirma que o calor seco existente nas coberturas metálicas elimina os organismos patogênicos. Este tipo de cobertura geralmente apresenta níveis microbiológicos mais baixos em relação aos outros telhados.

Outro fator muito discutido que também pode contribuir para a proliferação das doenças de veiculação hídrica é a ausência de alguns cuidados essenciais para evitar a contaminação da água, como: limpeza dos reservatórios de coleta e armazenamento de água pelo menos uma vez por ano para remover o lodo de fundo; existência de uma pequena declividade no fundo do reservatório para facilitar a descarga da lama; a tampa de inspeção sempre fechada; deve-se evitar a penetração de luz solar nos reservatórios para impedir o crescimento de algas; e a instalação de grade na saída do extravasor para conter a entrada de pequenos animais (TOMAZ, 2003).

Estas ocorrências geram medo e resistência na implantação de projetos que realizem o aproveitamento de águas pluviais para consumo direto. As empresas de saneamento e alguns estudiosos da área ambiental, sanitária e química são a favor da utilização da água de chuva somente para descargas sanitárias, lavagem de calçadas e irrigação. No entanto, estudos comprovam que água de chuva pode apresentar excelente qualidade para os seus consumidores. E para que os resultados sejam satisfatórios e atinja o padrão de potabilidade exigido pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, é necessário que ela receba um tratamento adequado de filtração, desinfecção e cloração.

A filtração tem como finalidade remover as partículas suspensas, coloidais e os microorganismos a elas associados através de filtros constituídos por uma ou mais camadas de areia, instaladas sobre um sistema de drenagem, denominado fundo-falso. “Em geral, a filtração é a principal responsável pela produção de água

com qualidade condizente com o Padrão de Potabilidade” (DI BERNARDO apud TORDO, 2004).

Segundo Sperling (apud CIPRIANO, 2004), existem vários tipos de filtros, mas o que apresenta melhor desempenho na redução de coliformes são os filtros lentos. Eles conseguem potabilizar águas de excelente qualidade cujos parâmetros de turbidez e cor sejam menores que 50uT (Unidade Nefelométrica de Turbidez).

Um meio filtrante bastante utilizado para purificar a água é o sistema de carvão ativado. Ele é um excelente adsorvente utilizado para remover moléculas orgânicas pequenas que conferem à água sabor, odor e cor desagradáveis. “Os antigos egípcios usaram recipientes revestidos com carvão vegetal para armazenar água para beber” (BAIRD apud CIPRIANO, 2004).

Outro tratamento bastante eficaz na remoção de contaminantes é a desinfecção por ultravioleta. A radiação por ultravioleta atua por meio físico através de comprimentos de onda UV que atingem principalmente os ácidos nucleicos dos microrganismos e promovem reações fotoquímicas que inativam os vírus e bactérias através de uma reação de oxidação. Neste processo valores mais baixos de cor e turbidez também interferem positivamente na eficácia do tratamento, pois a penetração da luz é fator determinante para a eliminação dos patógenos (DANIEL apud CIPRIANO, 2004).

Já a cloração aparece também como um tratamento de desinfecção. O cloro é um dos gostos mais percebidos e associados ao tratamento da água. No caso de suspeita de contaminação da água do reservatório, deve-se adicionar hipoclorito de sódio a 10% ou água sanitária (TOMAZ, 2003).

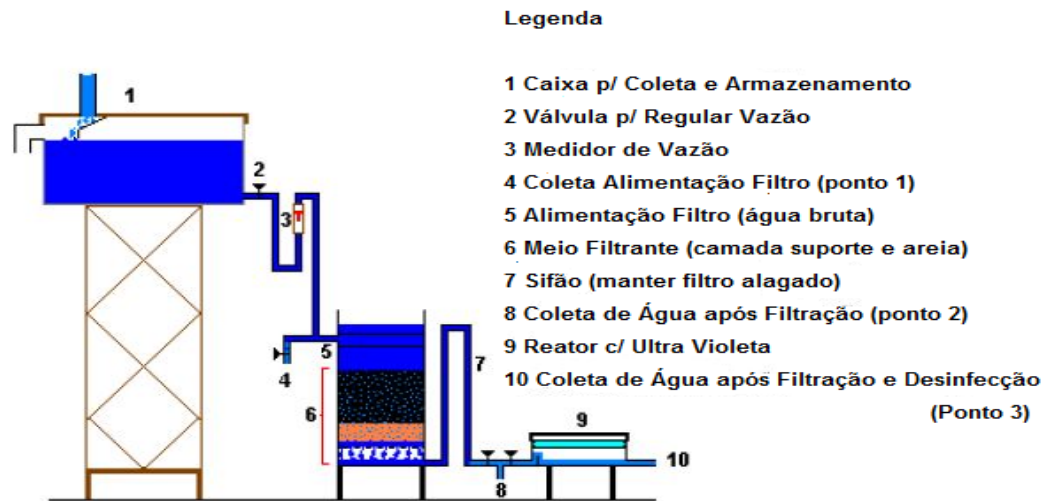


Figura 1.2 Representação Esquemática da Instalação Piloto do Tratamento de Água de Chuva.

Fonte: CIPRIANO (2004)

A figura 1.2 representa o esquema da instalação piloto para tratamento de água de chuva onde a água é coletada e segue para o reservatório de detenção (1). Logo após vai para um medidor de vazão (3) e é conduzida para um filtro, constituído por meio filtrante de areia e/ou carvão ativado (6). Após o filtro, a água é desinfetada por radiação ultravioleta (9).

De acordo com trabalhos realizados por Sperling, Mancuso e Santos, Di Bernardo, Richter e Netto, Gonçalves et al., Metcalf & Eddy e "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" (apud TORDO, 2004), os parâmetros analisados em comparação com os estabelecidos pela antiga Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 (agora alterada para Portaria nº 2914 de 12 de dezembro 2011) foram:

- Cor. É uma característica que define a profundidade de penetração da luz e a presença de alguns íons dissolvidos, como ferro e manganês. Ela também controla a fotossíntese das algas presentes.

- Turbidez. É a medida de interferência à passagem da luz, provocada pelas matérias em suspensão. As partículas em suspensão podem ser: sílica, argila, matéria orgânica finamente dividida em microorganismos.

- Temperatura. É a sensação relativa de quente ou frio produzida por um corpo. As águas de abastecimento têm temperatura que varia de 15° a 21 °C. Valores superiores a 27°C, geralmente são desagradáveis ao paladar. A temperatura é um parâmetro que influi nas reações de hidrólises de coagulante, na eficiência da desinfecção e na solubilidade dos gases.

- Potencial Hidrogeniônico (pH). É a condição ácida, neutra ou alcalina que uma solução aquosa apresenta. Mede a concentração do íon hidrogênio ou sua atividade. Águas de chuva apresentam pH em torno de 5,0.

- Alcalinidade e acidez. A alcalinidade é a capacidade da água de neutralizar ácidos (predominam os íons OH), e a acidez, a capacidade de neutralizar bases (predominam os íons H+).

- Dureza. Caracterizada pela presença de sais alcalino-terrosos e alguns metais, em menor intensidade. A dureza impede a formação de espuma na água devido à presença de cálcio e magnésio que reagem com o sabão formando ácidos graxos. Uma água que apresenta dureza elevada pode aumentar o consumo doméstico. Para utilização industrial, a água com estas propriedades provoca muitas incrustações.

- Cloretos e sulfatos. Indica a presença de sólidos totais dissolvidos. Estes íons são fortes indicadores de poluição, como a decomposição da matéria orgânica no ciclo do enxofre. Cloretos em concentrações elevadas podem ser prejudiciais às pessoas portadoras de moléstia cardíaca ou renal.

- Ferro e manganês. Na água sua presença está associada a bicarbonatos e cloretos. O ferro não costuma causar problemas ao ser humano, porém, quando oxidado, traz inconvenientes sérios, como manchas em sanitários e roupas, e ainda favorece o crescimento de algumas bactérias. Estes íons conferem à água sabor amargo adstringente.

- Coliformes totais. Incluem bactérias capazes de fermentar a lactose com produção de gás em 24-48 horas. Este grupo inclui cerca de 20 espécies, entre as quais se encontram tanto bactérias originárias do trato gastrointestinal de humanos, como também diversos gêneros e espécies de bactérias não entéricas.

- Coliformes fecais. Estudo mais representativo do que o de coliformes totais, pois indica a contaminação fecal por humanos e animais de sangue quente. Neste grupo a bactéria mais conhecida é a *Escherichia coli*. Ela consegue fermentar a

lactose, com produção de ácido e gás em 24 horas. Ela é o melhor indicador de contaminação fecal conhecido até o momento, sendo nociva à saúde humana.

- Sabor e odor. São muito difíceis de serem avaliados, pois apresentam características subjetivas. Estão inteiramente ligados com a temperatura da água e também com alguns eventos como: presença de algas, desenvolvimento de bactérias e transformação de certas substâncias inorgânicas.

O quadro 1.2 mostra os parâmetros para água de chuva analisados por Cipriano (2004) na Fundação Universidade Regional de Blumenau após coleta, armazenamento e tratamento prévio de filtração lenta e radiação por ultravioleta.

Parâmetros	Alimentação	Água após tratamento	Portaria 2914/2011
pH	5,74	6,21	6,0 a 9,5
Alcalinidade (ppm)	12	14	
Cloretos (ppm)	4,23	3,29	250
Cor Aparente (uH)	13	22	15
Dureza Total (ppm)	12	20	500mg/L
Ferro Total (ppm)	0,03	0,14	0.3
Sílica (ppm)	1,88	1,07	
Temperatura °C	25	25	
Turbidez (uT)	0,87	0,53	5
Escherichia coli (NMP/100mL)	22	AUSENTE	AUSENTE
Coliformes Totais (NMP/100mL)	>=1600	AUSENTE	AUSENTE

Quadro1.2 - Parâmetros da Chuva Coletada após armazenamento, filtração lenta e desinfecção por radiação ultravioleta (vazão de 90L/h).

Fonte: (CIPRIANO apud TORDO, 2004).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros avaliados neste estudo, exceto o parâmetro cor, estão dentro dos padrões de potabilidade exigidos pela Portaria nº2914/2011, do Ministério da Saúde. Os processos de tratamento por filtração lenta e desinfecção por radiação ultravioleta mostraram-se eficientes na remoção de sólidos suspensos, dissolvidos e

principalmente na inativação de 100% dos coliformes totais e fecais. O ph também atingiu valores satisfatórios. Mas, fatores como a presença de vegetação, urbanização, presença de indústrias próximas aos pontos de coleta, movimento de veículos e tipos de telhado continuam influenciando nas propriedades organolépticas da água, dificultando-se assim a sua aceitação para o consumo humano direto (preparo de alimentos e bebidas).

Recomenda-se então a intensificação dos tratamentos propostos neste trabalho a fim de melhorar o sabor, odor e a cor das águas pluviais coletadas em redes individuais.

REFERÊNCIAS

ATLAS 2010: abastecimento urbano de água. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/atlasbrasil>>. Acesso em 26 de maio de 2012.

CIPRIANO, R. P. **Águas de Chuva escoada em Telhado**: caracterização e Tratamento para Fins Potáveis. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro de Ciências Tecnológicas e Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Regional de Blumenau. – FURB; Blumenau, 2004.

GOMES, M. A. F. Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã. [S. l.] **Embrapa**, 2011. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/down_hp/464.pdf>. Acesso em: 14 de maio de 2012.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **BAHIA ANÁLISE & DADOS** Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, p. 411-437, 2003.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reuso de Água**. Barueri, SP: Manole, 2003.

MATOS, B. A. et al. Disponibilidade e demandas de recurso hídricos nas 12 regiões hidrográficas do Brasil. **XVII Simpósio de Recursos Hídricos**. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.pt.scribd.com/doc/46878665/Disponibilidade-hidrica-e-demanda-das-12-regioes-hidrograficas-brasileiras>>. Acesso em: 26 de maio de 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU divulga 4. edição do relatório sobre recursos hídricos. **6º Fórum Mundial da Água**. VEJA. Abril: 2012. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/onu-apresenta-relatorio-sobre-recursos-hidricos-em-forum-mundial-da-agua>>. Acesso em 07 de julho de 2012.

PHILIPPI JR. A.; ROMERO, M. A.; BRUNA G. C. **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri, SP: Manole, 2004.

PORTARIA N. 2914 (12 de dezembro de 2011), do Ministério da Saúde, Brasília-DF. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.agenciapcj.org.br/novo/images/stories/portaria-ms-2914.pdf>>. Acesso em 26 de maio de 2012.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**: 1. ed. São Paulo: Navegar Editora, 2003. 180 p.

TORDO, O. C. **Caracterização e avaliação do uso de águas de chuva para fins potáveis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro de Ciências Tecnológicas e Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2004.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: Ciência e Aplicação: 2. ed. Porto Alegre: Ed.Universidade/UFRGS: **ABRH**, 2001. 943 p.