

IV-279 - TRATAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA ATRAVÉS DE FILTRAÇÃO RÁPIDA ASCENDENTE EM TRIPLA CAMADA E RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

Felipe Amaral Silva⁽¹⁾

Bacharel em Química pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Mestre em Saneamento e Recursos Hídricos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Celimar Azambuja Teixeira⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP). Doutora em Engenharia Hidráulica e Sanitária pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli/USP). Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Karina Querne de Carvalho⁽³⁾

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP). Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP). Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Endereço⁽¹⁾: Rua Guilherme Lunardon, 68 - Pilarzinho - Curitiba - PR - CEP: 82110-240 - Brasil - Tel: (41) 9148-7818 - e-mail: felipeamaral_tfi@hotmail.com

RESUMO

A escassez e deterioração da qualidade dos mananciais tem sido problema global e o aproveitamento da água da chuva destaca-se por ser uma solução simples e barata. Em alguns locais, a água da chuva escoada de telhados tem sido utilizada para fins potáveis e não potáveis e a água da chuva *in natura* apresenta qualidade superior ao de águas superficiais e subterrâneas. Mesmo a água da chuva apresentando qualidade físico-química dentro dos padrões de potabilidade, é necessário melhorar sua qualidade para utilizá-la. Assim neste trabalho é avaliado tratamento da água da chuva por filtro rápido (volume de 35,4L) com meio suporte de 0,50m de seixo rolado e camada filtrante composta de 0,15m de brita, 0,25m de areia e 0,55m de carvão ativado para remoção de turbidez, sólidos suspensos e íons dissolvidos e desinfecção por radiação UV. Para melhorar a qualidade da água antes de chegar ao filtro foi instalado um dispositivo de primeiro descarte com volume de 41,40L. Para caracterização da água antes e após o tratamento foram determinados o pH, condutividade, temperatura, cor, oxigênio dissolvido, turbidez, amônia, nitrito, nitrato, fosfato, sulfato, sólidos, DQO e coliformes. Os valores médios e do desvio padrão obtidos para os parâmetros pH, cor, O.D, turbidez, nitrito, nitrato, amônia e sulfato para as amostras da água da chuva coletadas no pós-tratamento (cisterna 2) atendem aos padrões estabelecidos pelo CONAMA (2005), Ministério da Saúde (2012) e USEPA (2012). A eficiência do tratamento para a remoção de cor foi de 42%, de turbidez 67%, de DQO 73%, de nitrito 16,7%, de nitrato 48%, de amônia 60%, de fosfato 96,8% e de sulfato 50%. De acordo com a Resolução 357/05 (BRASIL, 2005), a água da chuva tratada se encaixa na classe 1 da classificação dos corpos d'água doce.

PALAVRAS-CHAVE: Fontes Alternativas, Aproveitamento, Desinfecção.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o aumento das atividades agrícolas aumentaram a demanda por água e ao mesmo tempo, a deterioração da qualidade dos recursos hídricos. A demanda de água urbana deverá sofrer um aumento drástico em todo o mundo passando de 3,3 milhões em 2007 para 6,4 milhões em 2050.

A deterioração dos recursos hídricos seguida da escassez de água e a dificuldade de tratamento, dentre outros fatores, são causas do comprometimento da qualidade da água fornecida para a população que depende deste recurso para a manutenção das condições de saúde e longevidade.

Com os problemas de escassez de água e deterioração dos recursos hídricos na atualidade, o uso de fontes alternativas é apontado como uma solução. Dentre estas fontes destaca-se o aproveitamento de água da chuva, o reuso das águas servidas e dessalinização da água do mar. Porém a utilização da água da chuva tem destaque por ser uma solução simples e barata para produzir água de melhor qualidade.

Diversos trabalhos tem sido realizados na temática água da chuva. Souza (2011), avaliou a qualidade da água de chuva captada em telhado com telhas cerâmicas, armazenada em reservatório de fibra de vidro, na cidade de Maceió/AL através do monitoramento de parâmetros físico-químicos (pH, temperatura, cor, turbidez, sólidos dissolvidos totais, O.D, cloretos e dureza) e microbiológicos, além disso, avaliou o desempenho da filtração lenta no tratamento da água de chuva. Mostrou através da análise da água da chuva que alguns parâmetros físico-químicos e todos os microbiológicos não se enquadravam nos limites estabelecidos pela antiga Portaria do Ministério da Saúde 518/2004. Os resultados do tratamento da água da chuva por filtração lenta apresentaram uma melhora na qualidade dos parâmetros microbiológicos, mas sem atingir aos níveis estabelecidos pela antiga legislação brasileira para potabilidade de água.

Bastos (2007), avaliou o tratamento de água da chuva por filtração lenta e desinfecção ultravioleta e analisou 12 parâmetros físico-químicos (temperatura, pH, turbidez, cor, sólidos suspensos, dissolvidos e totais, acidez e alcalinidade, dureza e cloretos) e microbiológicos (Coliformes termotolerantes e totais e *E. coli*). Os seus resultados para a água da chuva antes do tratamento mostraram que ela pode ser classificada segundo o CONAMA 357/05 como de classe 1, sendo necessário tratamento para consumo humano. A qualidade da água da chuva, pós filtração lenta, em comparação com a portaria 518/2004, mostrou-se satisfatória e a desinfecção ultravioleta apresentou boa eficiência na remoção dos microrganismos.

A utilização da água da chuva traz várias vantagens como, a redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento, evita a utilização de água potável onde não há necessidade, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc, os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água de chuva na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento é positivo, é de sentido ecológico e financeiro não desperdiçar um recurso natural escasso, ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios e incentiva a conservação de água, a auto-suficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da atualidade.

Embora o aproveitamento da água da chuva seja atraente do ponto de vista ecológico, os riscos potenciais para a saúde da ingestão da água da chuva coletada relacionada com contaminantes microbiológicos devem ser considerados.

A precipitação em forma de chuva carrega os elementos presentes na atmosfera e ao escorrer pelo telhado também incorpora poluentes, os quais poderão interferir na qualidade desta água. Isso leva a uma necessidade de tratamento desta água.

Dentro deste contexto, neste trabalho é avaliada a eficiência do tratamento da água da chuva de um protótipo composto por filtração rápida ascendente em tripla camada seguido de desinfecção por radiação ultravioleta.

MATERIAIS E MÉTODOS

O aparato experimental para tratamento da água da chuva foi instalado no bloco II da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Curitiba, sede Ecoville, localizada no bairro CIC, região centro-oeste de Curitiba, Paraná (Figura 1). Este câmpus da UTFPR está localizado na latitude 25°26'37"S e longitude 49°21'12"W.

O clima de Curitiba é o subtropical úmido sem a presença de estação seca, com verões suaves e invernos com geadas frequentes e ocasionais precipitações de neve (última ocorrência em 23/07/2013) e apresenta temperaturas médias abaixo de 18°C. As precipitações são abundantes durante o ano todo, mas o verão é onde ocorre o maior número de chuvas.

A região possui poucas indústrias na proximidade, sendo predominantemente residencial e com presença de vegetação em torno do câmpus da universidade.

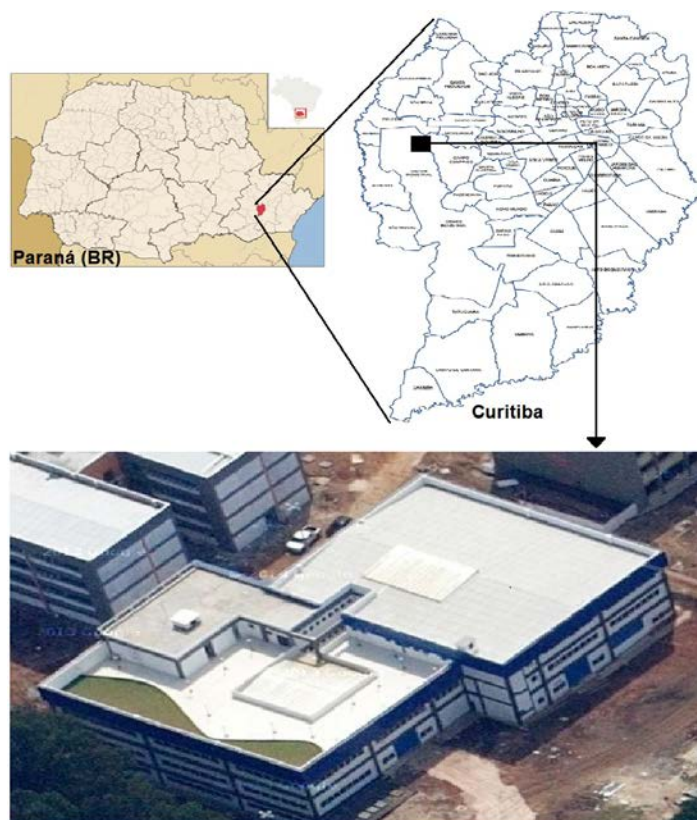


Figura 1. Esquema da localização do bloco IJ da UTFPR.

Na Figura 2 é possível observar um desenho esquemático do aparato experimental composto por telhado de fibrocimento com área de captação de 20,70 m², calhas e tubulações, pré-filtro, dispositivo de primeiro descarte e cisterna 1 instalado no telhado do 2º andar e filtro rápido, reator UV e cisterna 2 instalados no térreo do bloco IJ (Figura 2).

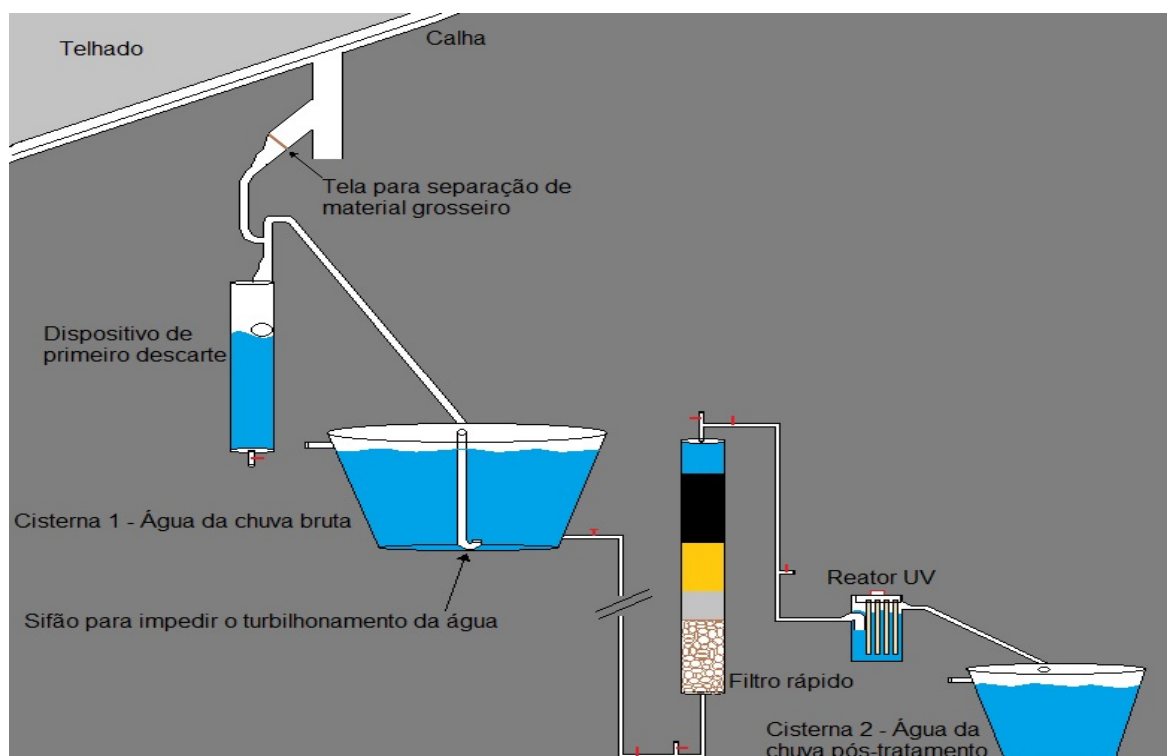


Figura 2. Desenho esquemático do aparato experimental para tratamento da água da chuva.

O aparato experimental funciona por gravidade com a água que escorrendo pelo telhado sendo captada pela calha que a conduz até uma tubulação de PVC de 150 mm. Parte da água da chuva é encaminhada para o sistema de águas pluviais e parte é conduzida para o sistema de tratamento por meio de uma derivação em Y. Antes do tratamento, a água é encaminhada para uma tela para separação (pré-filtro) do material grosseiro (galhos e folhas) e é conduzida para o dispositivo do primeiro descarte por tubulação em PVC de 50 mm. Neste dispositivo são descartados os primeiros dois milímetros de chuva, e assim que o dispositivo de primeiro descarte tem seu volume completado, a água é encaminhada para a primeira cisterna por uma conexão em T. Desta cisterna a água é encaminhada para o filtro rápido por uma tubulação de PVC de 32 mm. Após a filtração, a água é encaminhada para o reator UV e para a segunda cisterna onde é feito seu armazenamento.

DISPOSITIVO DE PRIMEIRO DESCARTE (FIRST-FLUSH)

Foi confeccionado um dispositivo automático de descarte do escoamento inicial de acordo com procedimentos descritos na NBR 15.527/2007 para descarte dos dois primeiros milímetros da precipitação inicial que possui impurezas. O dispositivo possui volume de 41,40 L para área da captação estudada.

O dispositivo de primeiro descarte foi construído em PVC, utilizando tubulação de 1,30 m e 200 mm de diâmetro com uma registro de gaveta em sua parte inferior, para que após a cada evento de chuva fosse possível realizar seu esgotamento. Na parte superior do dispositivo foi instalado um cap com redução para 100 mm e em seu interior há uma bola de isopor com 12 cm de diâmetro para fechamento do dispositivo após seu preenchimento. No cap com redução para 100 mm foi acoplada uma redução para 50 mm e um tê que direciona a água para a cisterna 1.

A cisterna 1 de PVC tem volume de 1000 L e é composta por um sifão na entrada da água, para que não ocorra o turbilhonamento da água, evitando que materiais depositados no fundo fiquem em suspensão, e um extravasor. A saída da água para o restante do sistema de tratamento está localizada a 5 cm do fundo para evitar o carreamento do material sedimentado.

FILTRO RÁPIDO

O filtro rápido foi construído em PVC com volume de 35,40 L composto por uma camada suporte de 0,50 m de seixos rolados com diâmetro de 2,5 a 3,8 cm, uma camada de 0,15 m de brita, uma camada de 0,25 m de areia e uma camada de 0,55 m de carvão ativado granular.

Areia, brita e os seixos rolados foram lavados e secos e o carvão foi ativado em estufa a 300 °C por 24 h antes da montagem do filtro.

Foi feita caracterização dos materiais filtrantes areia e brita com determinação da granulometria, índice de vazios, massa específica, pH, teor de materiais voláteis, teor de cinzas, teor de umidade e massa unitária.

Para o carvão ativado foram realizadas as mesmas determinações da areia e da brita e o número de iodo.

REATOR ULTRAVIOLETA

Para a construção do reator UV foi utilizada uma caixa de gordura cilíndrica de PVC com volume útil de 19,8 L e quatro lâmpadas UV germicidas de 8 W cada. A desinfecção ultravioleta utilizada no trabalho é por contato direto com a água, então cada lâmpada foi colocada dentro de um tubo de quartzo e vedada com silicone e 2 caps de PVC de 25 mm. As lâmpadas foram fixadas na tampa da caixa de gordura e ligadas em série.

O tempo de contato da água com a radiação deve ser de no mínimo um minuto. A água após passar por desinfecção é direcionada e armazenada na cisterna 2, a qual é de PVC com volume de 500L com extravasor instalado.

PLUVIÔMETRO

Foi construído um pluviômetro do tipo Ville de Paris constituído por área de captação, reservatório e registro de gaveta.

O reservatório foi construído por uma garrafa PET com volume de 10 L e abertura com medida padrão de área de 400 cm². A distância da área de captação (abertura do pluviômetro) em relação ao chão deve ser de 1,50 m.

A quantidade de chuva foi determinada pela medida do volume de água armazenada no reservatório, com uma proveta graduada. Esta medida foi realizada ao final de cada evento de chuva ou de cada dia.

MONITORAMENTO DO APARATO EXPERIMENTAL

As amostras foram coletadas da chuva *in natura* (água captada no pluviômetro), água do dispositivo de primeiro descarte (*first-flush*), água da cisterna 1 e da água da cisterna 2 (pós-tratamento).

Os parâmetros físico-químicos determinados nas amostras coletadas foram pH, temperatura, cor, oxigênio dissolvido, turbidez, DQO, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, fosfato e sulfato segundo metodologia descrita pelo *Standard Methods for Examination of Water & Wastewater* (APHA, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS FILTRANTES

Um resumo dos resultados da caracterização dos materiais filtrantes areia, brita e carvão ativado granular são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização areia e brita.

Materiais	pH	Teor de Material Volátil (%)	Teor de Umidade (%)	Teor de Cinzas (%)	Massa Específica (g/cm³)	Massa Unitária (g/cm³)	Índice de vazios (%)	Número de iodo (mg/g)
Areia	6,8	1	2,4	1,11	2,61	1,47	43,8	-
Brita	8,8	29,6	0,05	6,96	2,69	1,38	48,8	-
CAG	6,7	51	49	6,25	0,63	37	33	665,86

Loureiro, (2012), avaliou a adsorção de herbicidas em carvão ativado e os valores médios obtidos para as análises físico-químicas do carvão ativado granular do seu estudo estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2: Valores médios para o carvão ativado granular obtido por Loureiro (2012).

Características Físico-químicas	Valores médios
pH	7,93
Teor de Material Volátil (%)	0,293
Teor de Umidade (%)	14,50
Teor de Cinzas (%)	5,71
Massa Específica (g/cm³)	0,59
Número de iodo (mg/g)	654,51

O pH ácido ou básico do carvão ativado depende da sua fabricação e dos grupos químicos ligados em sua superfície. Observando-se a Tabela 2 podemos confirmar a característica alcalina do carvão ativado utilizado no trabalho.

Frequentemente é requerido o teor de umidade do carvão ativado para definir e expressar suas propriedades com relação ao peso líquido de carbono. Segundo Piza, (2008), a umidade do carvão ativado não deve ultrapassar de 8%, carvões ativados que ultrapassam esta porcentagem de umidade apresentam um indicativo de que em sua superfície estão presentes grupos químicos oxidados. O carvão ativado estudado obteve um valor de 49% de umidade, o que indica a presença de grupos químicos oxidados em sua superfície.

Cinzas são impurezas acrescidas ao carvão ativado durante a sua fabricação e a procedência dessas impurezas é o resultado da combinação entre os materiais orgânicos e inorgânicos. Um baixo teor de cinzas acarreta num poder de adsorção maior (Piza, 2008). O teor de cinzas do carvão ativado comercial segundo Jaguaribe et al., (2005), é de 15%. O carvão ativado utilizado na pesquisa tem um teor de cinzas de 6,25% o que o caracteriza com um alto poder de adsorção.

As combinações do carbono com outros átomos que possibilitam a formação de gases é o que dá origem à presença de materiais voláteis. Se o carvão ativado apresentar um alto teor de voláteis significa que ele apresenta baixa área superficial, comprometendo a sua capacidade de adsorção. O resultado de 51% para material volátil indica que o carvão ativado estudado apresenta baixa área superficial específica.

Segundo Loureiro, (2012), o número de iodo é utilizado como indicador padrão da capacidade de absorção em diferentes materiais. Para uma boa capacidade de absorção do carvão ativado este número não deve ser menor que 500 mg/g de carvão. O valor do número de iodo, de 665,86 mg/g, obtido para o carvão ativado usado no filtro rápido mostra a sua boa capacidade de absorção. Para Piza, (2008), quanto maior o número de iodo maior será a capacidade de adsorção do carvão ativado.

Pelo motivo de o carvão ativado granular apresentar grupos químicos oxidados em sua superfície e apresentar baixa área superficial específica, foi feito um tratamento em estufa a 300 °C por 24 horas.

DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Os dados pluviométricos da região da sede Ecoville da UTFPR durante o período de junho/2014 a março/2015 estão representados na Figura 3.

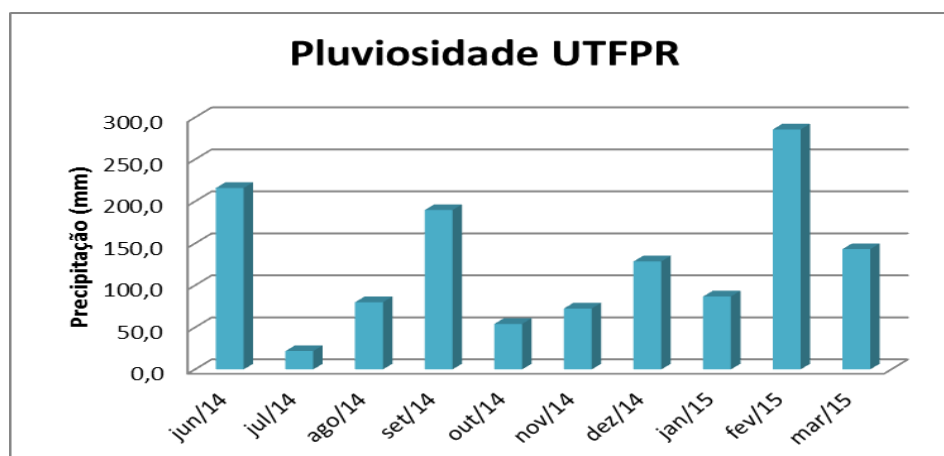


Figura3: Dados pluviométricos da região da sede Ecoville.

Com os dez meses de pluviosidade da região estudados, é possível observar que os meses com maiores índices pluviométricos foram junho de 2014 (216 mm) e fevereiro de 2015 (286 mm) e o de menor índice foi julho de 2014 (22 mm). A pluviosidade foi bem distribuída durante o período estudado e o total de chuvas do período foi de 1278,4 mm.

RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA DA CHUVA

Na Tabela 3 são apresentados os resultados das análises físico-químicas dos quatro pontos de amostragem e a comparação com valores estabelecidos na Resolução 357/2005 CONAMA (BRASIL, 2005), USEPA/2012 e Portaria n° 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Tabela 3: Resultados das análises físico-químicas da água da chuva nos 4 pontos de amostragem.

Parâmetros	Média e Desvio Padrão				Diretrizes
	<i>In natura</i>	<i>First-flush</i>	1ª Cisterna	2ª Cisterna	
pH	6,5 ± 1,2	7,4 ± 0,2	7,2 ± 0,3	6,9 ± 0,1	USEPA → 6,0 – 9,0 MS → 6,0 – 9,5 CONAMA → 6,0 – 9,0
Temperatura (°C)	26,6 ± 2	23,8 ± 3	24,2 ± 4	24,2 ± 5	Sem indicação
Cor (UPC)	10, 2 ± 8	43 ± 24	17 ± 7,6	9,8 ± 2,5	MS → ≤ 15 UPC
OD (mg/L)	6,6 ± 0,6	6 ± 1,3	6,2 ± 0,6	6,8 ± 0,8	CONAMA → ≥ 6 mg/L
Turbidez (UNT)	0,6 ± 0,3	2 ± 1,1	0,7 ± 0,3	0,23 ± 0,05	USEPA → ≤ 2 UNT MS → ≤ 0,5 UNT CONAMA → ≤ 40 UNT
DQO (mg/L)	3,4 ± 4,3	10,4 ± 7,9	5,2 ± 4,3	1,4 ± 0,8	Sem indicação
Nitrito (mg/L)	0,01 ± 0	0,03 ± 0,015	0,012 ± 0,004	0,01 ± 0,0	MS → ≤ 1 CONAMA → ≤ 1 mg/L
Nitrato (mg/L)	4,7 ± 5,6	3 ± 1,9	2,9 ± 1,7	1,5 ± 1,9	MS → ≤ 10 mg/L CONAMA → ≤ 10 mg/L
Amônia (mg/L)	0,5 ± 0,09	0,7 ± 0,5	0,5 ± 0,5	0,2 ± 0,02	MS → ≤ 1,5 mg/L CONAMA → ≤ 2 mg/L
Fosfato (mg/L)	0,3 ± 0,2	1 ± 0,5	6,2 ± 11,8	0,2 ± 0,1	Sem indicação
Sulfato (mg/L)	4 ± 6	0,1 ± 0	2 ± 3,5	1 ± 1,9	MS → ≤ 250 mg/L CONAMA → ≤ 250 mg/L

É possível notar na Tabela 3 que os valores médios e do desvio padrão para os parâmetros pH, cor, OD, turbidez, nitrito, nitrato, amônia e sulfato para as amostras da água da chuva coletadas no pós-tratamento (cisterna 1) atendem aos padrões estabelecidos nas referidas diretrizes. Os parâmetros temperatura, DQO e fosfato não são mencionados em qualquer uma destas resoluções, sendo utilizados para comparar a eficiência do tratamento.

Comparando-se a água da chuva do *first-flush* com a água da chuva da primeira cisterna, pode-se observar uma melhora da qualidade na maioria dos parâmetros físico-químicos, exceto para fosfato. Notando-se a importância deste dispositivo. Lee et al., (2010), fez o estudo da qualidade da água na cidade de Gangneung, Coreia do Sul, em dois pontos principais, água da chuva após ter passado pelo telhado e água do reservatório após passar por um dispositivo de primeira descarga. Obteve os seguintes valores médios para pH de 5,3, nitrato de 2,2 mg/L, sulfato de 2,4 mg/L e fosfato não detectado para água da chuva após ter passado pelo telhado e valores médios para pH de 7,8, nitrato de 7,6 mg/L, sulfato de 8,4 mg/L e fosfato de 0,48 mg/L para a água da chuva do reservatório. Concluindo que dispositivo de primeira descarga é uma das melhores formas de se manter os sistemas de aproveitamento de água da chuva limpos e seguros.

Os resultados de pH das amostras da água da chuva coletadas no *first-flush*, cisterna 1 e cisterna 2 apresentaram variações de 6,8 a 7,6 e da água da chuva *in natura* de 6,5, indicando maior acidez. De acordo com Lee et al., (2010), a tendência que reduz um pouco o pH é o aumento da concentração dos íons nitrato e sulfato. Pode ser observado na Tabela 4 que a água da chuva *in natura* apresenta os maiores valores médio para nitrato e sulfato. May, (2004), estudou o aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis nas edificações e analisou a qualidade da água da chuva em três pontos: água da chuva após ter passado pelo telhado, no dispositivo de primeiro descarte e em reservatórios. E observou que o pH da água da chuva após ter passado pelo telhado, no dispositivo de primeiro descarte e nos reservatórios apresentou variação de 5,8 a 7,6. Já o pH da chuva *in natura* apresentou um valor médio de pH de 4,9, reforçando a característica ácida deste ponto.

Pode-se observar eficiências de tratamento para remoção de cor com 42%, turbidez com 67%, DQO com 73%, nitrito com 16,7%, nitrato com 48%, amônia com 60%, fosfato com 96,8% e sulfato com 50% comparando os resultados obtidos nas amostras coletadas na cisterna 1 (água bruta) e cisterna 2 (pós-tratamento). Bastos, (2007), utilizou um sistema de tratamento com filtração lenta e radiação UV para água da chuva e obteve valores médios de remoção de turbidez de 95% e de cor de 80%.

Com relação ao oxigênio dissolvido, só o CONAMA (2005) trata desse parâmetro, que para rio classe 1 a quantidade de OD dissolvido deve ser não inferior a 6 mg/L e, por tanto, a média de OD da cisterna 2 está de acordo com essa norma.

De acordo com a Resolução 357/05 (BRASIL, 2005), a água da chuva tratada se encaixa na classe 1 da classificação dos corpos d'água doce.

CONCLUSÕES

A água é imprescindível para todo o tipo de vida no planeta. E a água da chuva é uma fonte alternativa de água muito promissora.

A adição de dispositivos de *first-flush* no sistema de tratamento de água da chuva é uma boa forma de se manter uma boa qualidade da água, a primeira descarga pode resolver o acúmulo de partículas e de vários contaminantes problemáticos.

O tratamento da água da chuva através de filtração rápida obteve bons resultados de eficiência de tratamento com remoção de cor com 42%, turbidez com 67%, DQO com 73%, nitrito com 16,7%, nitrato com 48%, amônia com 60%, fosfato com 96,8% e sulfato com 50% comparando-se os pontos de análise da água bruta (cisterna 1) com o da água tratada (cisterna 2).

Os parâmetros físico-químicos analisados para a água da chuva após o tratamento atende os padrões estabelecidos pelo CONAMA (BRASIL, 2005), Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) e USEPA (2012). Por

tanto a água da chuva após tratamento pode ser utilizada para fins não potáveis (rega de jardins, lavagem de automóveis e pisos, em lavanderias e vasos sanitários).

A água da chuva após tratamento enquadra-se na classificação de corpos de água doce de classe 1 da Resolução 357/05 (BRASIL, 2005) e pode ser utilizada segundo esta resolução para o abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000, à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

Os resultados dos parâmetros físico-químicos obtidos atendem os padrões da portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, mas não se pode dizer que a água da chuva tratada é potável, pois deve ser analisada uma série de parâmetros físico-químicos aqui não realizados. E falta ainda a análise de coliformes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pela bolsa do mestrando Felipe Amara Silva, ao PPGE e a UTFPR pela infra-estrutura para realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA –AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Ed. 1999.
2. ASSAYED, A.; HATOKAY, Z.; AL-ZOUBI, S.; AZZAM, S.; QBAILAT, M.; AL-ULAYYAN, A.; SALEEM, A.; BUSHNAQ, S.; MARONI, R. On-site rainwater harvested to achieve household water security among rural and peri-urban communities in Jordan. Resources, Conservation and recycling, v. 73, p. 72-77, 2013.
3. BASTOS, P. F.; Tratamento de água da chuva através de filtração lenta e desinfecção UV. 2007. 135 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, Espírito Santo. 2007.
4. BRAGA, G. M. F. Dupla filtração em filtros ascendentes de pedregulho e filtros descendentes de areia aplicada à remoção de algas: Influência da taxa de filtração e granulometria do filtro de areia. 2005. 203 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília. Distrito Federal, Brasília. 2005.
5. CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005, publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 13/04/2015.
6. JAGUARIBE, E. F.; et al. The performance of activated carbons from sugarcane bagasse, babassu, and coconut shells in removing residual chlorine. Brazilian Journal of Chemical Engineering. v. 22, n. 1, Sao Paulo, Jan./Mar., 2005.
7. LEE, Y. J.; YANG, J. -S.; HAN, M.; CHOI, J. Comparison of the microbiological and chemical characterization of harvested rainwater and reservoir water as alternative water resources. Science of the Total Environment, v. 408, p. 896-905, 2010.
8. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
9. SAZAKLI, E., ALEXOPOULOS, A.; LEOTSINIDIS, M. Rainwater harvesting, quality assessment and utilization in Kefalonia Island, Greece. Water Research, v. 41, p. 2039-2047, 2007.
10. SOUZA, V.C. de. Avaliação da qualidade da água de chuva em Maceió/AL coletada em telhados: tratamento através de filtração lenta e possíveis utilizações. 2011. 104 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas. Maceió, Alagoas. 2011.
11. UN, United Nations. World Urbanization Prospects. The 2007 Revision. Highlights. Disponível em: <http://www.un.org/esa/population/publications/wup2007/2007WUP_Highlights_web.pdf> Acesso em: 05 Jan. 2015.
12. USEPA, United States Environmental Protection Agency. Guidelines for Water Reuse. EPA/600/R – 12/618. Setembro 2012.