



IV-188 - CARACTERIZAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA COLETADAS EM COBERTURAS DE DIFERENTES MATERIAIS VISANDO SEU APROVEITAMENTO

Bárbara Cristina Castro de Melo Rocha⁽¹⁾

Mestranda em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás.

José Vicente Granato de Araújo⁽²⁾

Ph.D. em Recursos Hídricos e Saneamento, Professor da Escola de Engenharia Civil - Universidade Federal de Goiás e Gerente de Hidrogeologia da Saneamento de Goiás S/A-SANEAGO.

Ricardo Prado Abreu Reis⁽³⁾

Mestre em Engenharia Civil, Professor da Escola de Engenharia Civil - Universidade Federal de Goiás.

Endereço⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾: Escola de Engenharia Civil – UFG, Pç. Universitária, Avenida Universitária 1488, Qd. 86, Lt. Área, Setor Universitário, Goiânia–GO, CEP: 74.605-220, Brasil, Tel: (62) 32096084-e-mail: jvgranato@yahoo.com.br

RESUMO

A crescente redução da disponibilidade hídrica para atendimento dos seres humanos tem, cada vez mais, evidenciado a necessidade de tomada de decisões urgentes sobre o abastecimento de água a nível mundial. O crescimento populacional, com o aumento nas últimas décadas da concentração nos centros urbanos, assim como a necessidade de expansão das fronteiras agrícolas e o desenvolvimento industrial tem requerido o aumento da demanda por água, não obstante o fato de o próprio homem contribuir intensamente para o aumento da poluição dos poucos recursos hídricos disponíveis. Este trabalho propõe a utilização de água de chuva para fins não potáveis como uma alternativa para minimizar os problemas decorrentes da escassez de água e de enchentes urbanas. A caracterização da água de chuva captada de telhados constituídos de diferentes tipos de materiais, (cerâmica, cimento amianto e metálica), em uma mesma localidade, foi realizada por meio de análises físicas, químicas e bacteriológicas, visando a sua utilização para consumo não potável. Foram coletadas amostras dos telhados em 11 eventos distintos, onde as águas do primeiro evento de chuva foram desprezadas por conterem excessiva carga de poluentes e sólidos, decorrentes do grande número de dias anteriormente sem chuva. Da mesma forma foi coletada a água de chuva que não escoou por telhados (in natura) para posterior avaliação e comparação de suas características. Os resultados se apresentaram promissores observando-se uma grande queda na concentração de elementos entre a primeira e a última coleta. Entretanto, para que esta água esteja completamente adequada à utilização humana deverá ocorrer um pré-tratamento e desinfecção, cujo nível será definido pelo resultado final da caracterização das águas.

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamento de água de chuva, qualidade de água de chuva, conservação de água.

INTRODUÇÃO

Atualmente a grande preocupação global é que a crescente demanda por água adequada para consumo, somada a degradação hídrica, impossibilite a renovação natural da água em tempo hábil, capaz de preservar o equilíbrio natural do meio ambiente e, ao mesmo tempo, consiga suprir todas as demandas necessárias para a manutenção do desenvolvimento humano. Como consequência desta elevada demanda associada à degradação dos recursos hídricos potencialmente utilizáveis pode ser gerado um estado de escassez crônica de água em grande parte do planeta, levando a humanidade a uma verdadeira guerra em busca desse precioso recurso natural, indispensável à maioria dos seres vivos.

Segundo Tucci (2002), mesmo não conhecendo a origem da água e o funcionamento dos fenômenos naturais, as civilizações antigas puderam explorar os recursos hídricos por meio de projetos de irrigação como os utilizados no Egito e Mesopotâmia, pela construção de aquedutos para abastecimento de água pelos romanos e por projetos de irrigação e controle de inundação pelos chineses.

O aproveitamento de águas de chuva para fins não potáveis tem se tornado um dos procedimentos mais viáveis de suprimento alternativo que visam à conservação de água no planeta, principalmente pela sua



utilização na irrigação, no abastecimento humano, em processos industriais e, ainda, para o restabelecimento do balanço hídrico que contribui para diminuir os riscos de enchentes em grandes áreas impermeabilizadas.

O Brasil conta com 12% do total de água doce disponível no planeta, embora haja uma má distribuição geográfica da mesma. Segundo Borsoi (1996) a distribuição regional dos recursos hídricos é de 70% para a região Norte, 15% para o Centro-Oeste, 12% para as regiões Sul e Sudeste, que apresentam o maior consumo de água, e 3% para o Nordeste. Essa região, além da carência de recursos hídricos, tem sua situação agravada por um regime pluviométrico irregular e pela baixa permeabilidade do terreno cristalino.

Por outro lado, Schistek (2000), afirma que o subsolo cristalino do Nordeste é altamente adequado para reservatórios naturais de água tipo "caldeirão", para a escavação de caxios e para a construção de cacimbas-cisterna, o que vem minorando o problema de escassez de água em muitas regiões do semi-árido nordestino. Gnadlinger (2006) demonstra em seu trabalho que, a captação de água de chuva e o seu armazenamento em cisternas com diferentes tipos de execução, se introduzida em larga escala, pode aumentar consideravelmente o abastecimento existente de água a um custo relativamente baixo, e contribuir para o desenvolvimento de uma agropecuária sustentável em regiões semi-áridas, além de passar para as comunidades o próprio gerenciamento de seu abastecimento de água.

Segundo Sickermann (2003), novas tecnologias e políticas públicas voltadas para a concepção de sistemas prediais de reutilização de águas residuárias e de aproveitamento de água de chuva têm sido estudadas em todo o mundo em busca de soluções para o problema da escassez. A água de chuva é um recurso disponível na maior parte das regiões e seu aproveitamento contribui para a solução de problemas urbanos na medida em que minimiza a ameaça de conflitos sociais decorrentes do aumento do consumo de água.

Fewkes (1999) realizou uma pesquisa onde demonstra a importância da coleta de água de chuva em Nottingham, Reino Unido, para uso em descarga sanitária, pois aproximadamente 30% da água potável disponível no país estaria sendo usada para esta finalidade.

Coombes, Kuczera e Kalma (2000) realizaram um experimento, durante dois anos em Figtree Place, que é uma reconstrução composta de 27 unidades residenciais localizadas em Hamilton, no interior de Newcastle, NSW, Austrália, onde as águas coletadas de telhados, armazenadas em tanque e passadas por um sistema de água quente, obtiveram resultados de análises satisfatórios para sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, cloreto, nitrato, nitrito, sulfato, cálcio, sódio, amônia, chumbo, ferro e cádmio, em tanques para água quente, estando somente o pH abaixo do exigido pela Legislação local.

May e Prado (2004) e Tordo (2004) apresentam trabalhos realizados respectivamente em São Paulo, SP e Blumenau, SC, onde as coletas de água de chuva de telhados tiveram resultados satisfatórios para a sua utilização não potável.

Paralelamente a realização de pesquisas para a concepção de novas tecnologias, Oliveira (1999) busca respostas para a contribuição dos sistemas prediais para a redução de volumes utilizados e de desperdícios de água, através de ações econômicas com incentivos e desincentivos, ações educativas com campanhas e conscientização dos usuários e ações tecnológicas, dentre elas a utilização e reutilização de água.

CONSUMO DE ÁGUA

O consumo de água potável para usos menos nobres como lavagem de pisos externos, irrigação de jardins e descarga de bacias sanitárias é bastante significativo em todas as partes do mundo, o que enfatiza a importância de utilização de fontes alternativas de suprimento de água, tais como: a reutilização de águas ou aproveitamento de água de chuva para estas destinações.

A Tabela 1 mostra dados referentes a três situações em diferentes partes do planeta, para o consumo interno de água em uma residência.

No Brasil, os estudos sobre consumo individualizado de água são quase inexistentes. De acordo com Oliveira (2006), foi realizado um experimento na cidade de Goiânia, onde os dados apresentados confirmam o grande consumo de água para usos não potáveis em residências, como descarga em bacia sanitária.



De acordo com DeOreo; Mayer (1999) apud Barreto (2008), o consumo interno de uma casa nos Estados Unidos se apresenta de maneira diferente do que foi notado nas residências brasileiras. Isto se deve ao fato de rendas salariais e os costumes de vida de um grupo e outro ser diferente.

Do mesmo modo, o consumo de água residencial na Alemanha, de acordo com o livro The Rainwater Technology Handbook, 2001, Alemanha apud Tomaz (2003), também demonstra a grande quantidade de utilização de água em bacias sanitárias, chuveiro e banheira. Estes dados demonstram que a necessidade de utilização de água de chuva em substituição da água tratada pelo poder público, para determinados consumos, é urgente.

Tabela 1 – Comparativo de consumo de água por equipamentos em três localidades

Consumo de água residencial / Porcentagem de utilização por equipamento	Goiânia, Brasil	Colorado , EUA	Alemanha
Chuveiro e Banheira	43%	18,5%	36%
Pia	17%	1,4%	10%
Máquinas e tanques de lavar	12%	21,7%	12%
Lavatório	6%	15,7%	-
Bacia Sanitária	19%	26%	27%
Outros	3%	15,9%	15%

De acordo com os dados apresentados, o percentual de utilização de água para usos não potáveis é em média 25% do total utilizado nas residências, viabilizando o uso de fontes alternativas de água, proporcionando a conservação de água potável.

A norma Brasileira ABNT NBR 15.527 de 2007 trata dos usos não potáveis em que as águas de chuva captadas em coberturas podem ser utilizadas após tratamento adequado, como em descargas em bacias sanitárias, irrigação de jardins, limpeza de áreas externas e usos industriais, e foi criada para dar suporte a este sistema de utilização de água.

Este trabalho tem como objetivo caracterizar qualitativamente as águas de chuva coletadas em telhados de diferentes tipos de materiais em uma mesma localidade, visando à determinação de parâmetros locais para a concepção mais criteriosa de sistemas de aproveitamento de água de chuva. O trabalho se justifica pela importância da utilização deste recurso natural, relacionado ao seu potencial de conservação da água no ambiente construído, contribuindo para o restabelecimento do balanço hídrico natural, minimizando as cheias urbanas, promovendo a recarga de aquíferos e devido ao seu grande potencial para irrigação e utilização não potável em residências ou indústrias.

O desenvolvimento deste trabalho conta com o apoio e a participação da Concessionária de Águas do Estado de Goiás (SANEAGO) e da Agência Nacional de Águas (ANA).

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho consiste na captação de uma parcela da água de chuva escoada sobre três coberturas de diferentes tipos de materiais (cerâmico, fibrocimento e metálico), localizados no pátio interno da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia. O local, como mostram as Figuras 1 e 2, é bastante arborizado e com pouco movimento de veículos pois somente a parte posterior dos edifícios é junto ao muro de divisa do terreno voltado para uma rua de pouco movimento.



Figura 1 - Vista do pátio interno da EEC-UFG



Figura 2 - Vista aérea posterior dos telhados

Os telhados se localizam em edificações próximas uma das outras num raio de 18,00 metros, de acordo com a Figura 3, permitindo que as características do local fossem exatamente as mesmas para os três tipos de amostras coletadas.

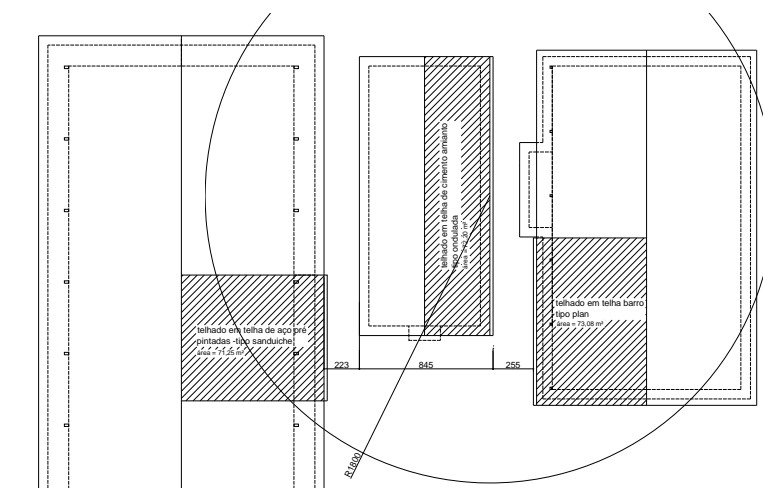


Figura 3 - Planta de cobertura das edificações de onde serão captadas as águas de chuva

Foram instaladas em cada telhado a ter a água pluvial captada, calhas de folha de zinco com medidas tal que igualam a área de captação de cada telhado em torno de 70,00 m².

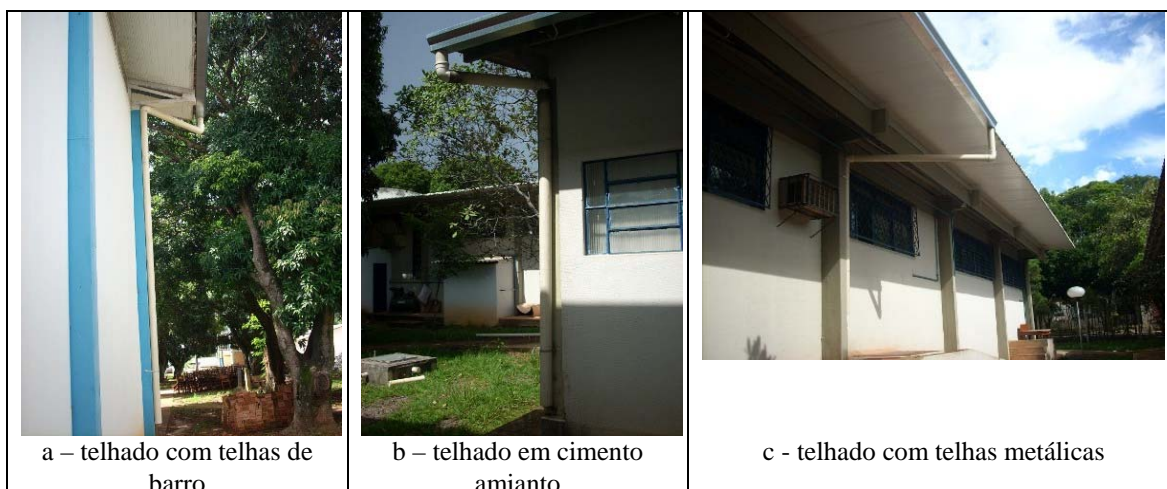


Figura 4 - Disposição das calhas nas edificações



A água captada pelas calhas é conduzida por um sistema de tubulações verticais em PVC diâmetro 100 mm, de onde foram coletadas diretamente em frascos de 0,5 L para análises físico-químicas e em frascos autoclavados de 125 mL, fornecidos pelo Laboratório da SANEAGO, para análises bacteriológicas.

Ainda foram coletadas as águas da atmosfera que não escoaram por nenhuma superfície através de recipiente estéril colocado ao ar livre durante as precipitações, transpostos para frascos estéreis e enviados ao laboratório.

Por meio das amostras coletadas foram analisados parâmetros de Turbidez, Cor Aparente, pH, Alcalinidade, Dureza, Condutividade, Sólidos Totais, Sólidos Dissolvidos, Ferro e número de Coliformes Totais e *E.Coli*. Estes parâmetros de qualidade da água foram comparados aos requisitos sugeridos da Norma Brasileira para aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - ABNT NBR 15527/2007, para verificação de sua qualidade.

Comparando visualmente as Figuras 4 e 5, que mostram as amostras de água de chuva coletadas e armazenadas em recipientes plásticos de 3,6 L, pode-se claramente afirmar que há maior concentração de poluentes nas águas captadas durante a primeira chuva. Isto se deveu ao fato do longo período sem chuvas ocorridas até o momento da primeira coleta, mesmo com o descarte devido, segundo Tordo (2004) e May (2004), dos primeiros quinze minutos de precipitação.

As coletas posteriores apresentaram visualmente, cada vez mais, uma grande diferença na concentração de poluentes.

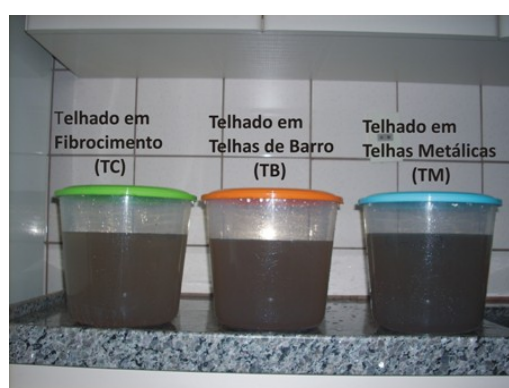


Figura 4 – Amostras de água de chuva coletadas das coberturas durante a primeira chuva.



Figura 5 – Amostras de água de chuva coletadas das coberturas durante a segunda chuva.

Os resultados das análises de água coletadas da primeira chuva apresentados foram, portanto, descartados em função do alto índice de concentração de elementos. Na Tabela 2, os dados de valores máximos, médios e mínimos obtidos a partir do resultado de todos os parâmetros analisados ao longo das onze coletas válidas, permitem a comparação da característica da água precipitada sobre os diferentes tipos de telhados e da água coletada diretamente da atmosfera.

Podemos observar, por meio dos valores apresentados na Tabela 2, que a água coletada de todos os telhados teve seu pH modificado ao longo das coletas, dando uma diferença significativa entre o máximo e o mínimo. A amostra de água de chuva, segundo Coelho (2004) é neutra, como mostra em seu trabalho onde captou águas de dois pontos diferentes do município de Goiânia, obtendo resultados com índices de 6,1 a 7,15, estando de acordo com o índice da água coletada para o presente trabalho.

A concentração de Coliformes Totais e *E. Coli* aumentou em todas as amostras, de acordo com o período de estiagem antes da coleta ou do volume de água da precipitação. Assim como esteve presente também na água coletada diretamente da atmosfera, mesmo esta tendo sido efetuada em dias onde ocorreram chuvas de grande intensidade e com longa duração.



Tabela 2: Resultados da qualidade das águas coletadas nos telhados de Telhas de Cimento, Telhas de Barro e Telhas Metálicas

Parâmetros (unidades)	Telhas Cimento			Telhas Barro			Telhas Metálicas			Chuva	VMP
Temperatura (°C)	Vmax	Vmed	Vmin	Vmax	Vmed	Vmin	Vmax	Vmed	Vmin	20,8	-
Turbidez (uT)	23,7	21,27	19,7	24,30	21,20	19,70	22,30	20,64	19,70	1,34	< 5
Cor Aparente (uH)	30,3	7,53	1,02	42,30	7,33	1,00	11,50	3,88	1,07	4,80	< 15
Sólidos D (ppm)	52,3	21,27	2,3	41,00	16,30	4,50	30,50	9,35	2,60	2,53	-
Ferro (ppm)	33,66	22,82	12,8	9,4	4,89	2,47	13,75	5,61	1,04	0,01	-
pH	0,3	0,14	0,02	0,58	0,28	0,03	0,56	0,20	0,01	7,06	-
Alcalinidade (mg/LCaHCO ₃)	7,86	7,18	5,91	7,54	6,93	5,97	8,30	6,37	4,23	6,00	-
Dureza (mg/LCaHCO ₃)	36	19,09	3	10,00	5,05	2,00	7,00	4,00	3,00	4,00	-
Condutiv. (µS/c)	24,72	16,41	0,2	6,18	3,03	0,20	6,00	2,47	0,20	4,60	-
Sólidos Totais (mg/L)	61,2	34,46	2,9	23,00	7,69	3,60	27,40	7,85	1,10	1,30	-
Índice de Coliformes (NMP 100 mL)	99	41,08	8,5	80,00	22,20	4,00	110	28,27	2,70	17	Ausen-te
Índice de E. Coli (NMP 100 mL)	5400	837	13	16000	3197	6,80	170	57,98	7,80	2	Ausen-te
	2200	202	1,8	1300	132	1,80	9,20	2,93	1,80		

Vmax: Valor máximo encontrado; Vmed: Valor médio dos parâmetros; Vmin: Valor mínimo encontrado; VMP: Valor Máximo Permitido
 Fonte: Laboratório Central da SANEAGO – ETA Jaime Câmara

RESULTADOS

Até o presente momento, os resultados de qualidade das águas precipitadas sobre os telhados, foram obtidos por meio da análise das amostras coletadas em onze eventos de chuva ocorridos no município de Goiânia após um período de aproximadamente quatro meses de estiagem.

Os resultados apresentados nos Gráficos 1 ao 4 abaixo, ilustram a grande diferença dos dados entre as primeiras e últimas coletas, com um decréscimo considerável da concentração dos elementos ao longo do tempo.

Quanto à turbidez e cor aparente, o aumento das concentrações observadas em determinados períodos, justifica-se devido ao número de dias sem chuva que antecederam as coletas, tendo como consequência o aumento da quantidade de matéria orgânica acumulada nos telhados, fato ocorrido com maior intensidade nos telhados de cimento amianto.

Este telhado ainda apresenta um índice de alcalinidade sempre mais alto que os outros tipos de telhados, assim como a concentração de sólidos totais, devido a sua própria constituição e porosidade o que propicia maior retenção de matéria orgânica.

Os resultados apresentados pelo telhado de telhas metálicas são os mais promissores para utilização não potável, com baixa turbidez e cor aparente e baixa alcalinidade. Os sólidos nas telhas metálicas são rapidamente escoados junto com as águas das primeiras precipitações mantendo-as mais limpas já que são sempre descartados os 2 mm de início de cada chuva. Porém é interessante observar que existe um aumento de cor a cada coleta efetuada após um período sem chuva.

Apesar deste trabalho ainda se encontrar em andamento, pode-se notar por meio da avaliação dos resultados já obtidos, que há uma grande diferença nos parâmetros avaliados durante o período de estudo, ressaltando



assim, a importância do monitoramento contínuo dos padrões de qualidade da água de chuva para a concepção, operação e manutenção de sistemas prediais de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis.

No trabalho de May e Prado (2004), sobre a análise da viabilidade do aproveitamento de águas de chuva para fins não potáveis em edificações, foi sugerido que deve haver um processo de desinfecção simples, antes da utilização da água coletada.

Gráfico 1 - Turbidez ao longo de 11 coletas

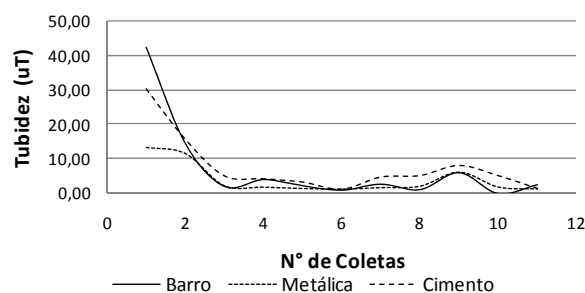


Gráfico 2 - Cor Aparente ao longo de 11 coletas

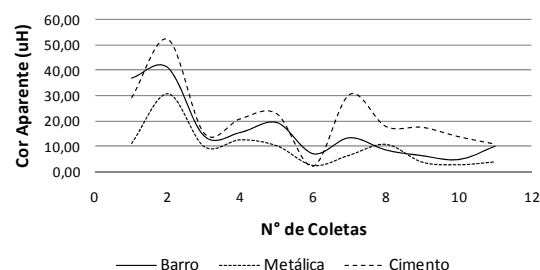


Gráfico 3 - Alcalinidade ao longo de 11 coletas

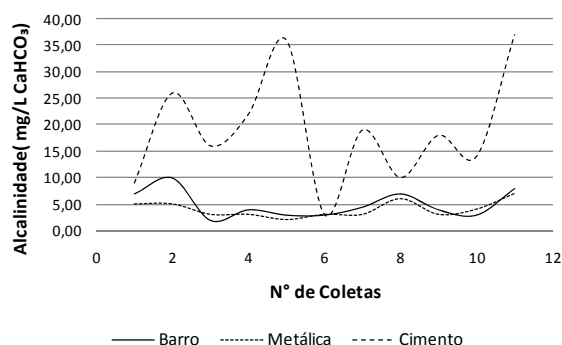
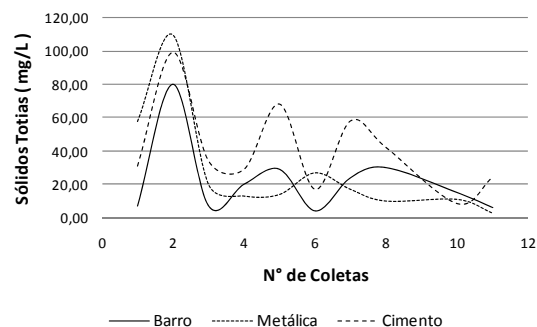


Gráfico 4 - Sólidos Totais ao longo de 11 coletas



Tomaz (2001) afirma que a água de chuva não deve ser usada como água potável, sem um tratamento prévio, descrevendo o único caso conhecido de utilização de água de chuva para fins potáveis acontecido na Namíbia, África onde os resultados não foram recomendados para outros países.

A NBR 15527/2007 sugere para desinfecção, a utilização de derivado clorado, raio ultravioleta, ozônio e outros e em aplicações onde é necessário um residual desinfetante, deve ser usado derivado clorado.

CONCLUSÕES

Os resultados das análises preliminares apresentaram grandes diferenças qualitativas, das amostras coletadas durante a primeira chuva e as chuvas consecutivas, ocorridas nos meses de setembro de 2008 a março de 2009. Espera-se que as últimas análises confirmem uma conclusão positiva da melhora na qualidade das águas coletadas após a primeira chuva, ressaltando a necessidade de descarte das primeiras chuvas e sugerindo um potencial de utilização seguro da água proveniente das chuvas consecutivas para fins não potáveis.

Comparando a qualidade de água escoada pelas três coberturas avaliadas, pode-se dizer que o telhado com telhas metálicas apresentou melhores resultados na concentração de sólidos com rápida lavagem dos telhados, assim como para coliformes, enquanto que o telhado em cimento amianto apresentou altos índices de alcalinidade e aumento de sólidos a cada período com pouca chuva.



Com base nas análises de qualidade da água de chuva captada nas coberturas das edificações em estudo, os resultados mostraram-se promissores e servirão para a identificação do grau de tratamento necessário para atender aos limites máximos permitidos dos parâmetros estabelecidos pela norma NBR 15527/2007.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Água de chuva – Aproveitamento de cobertura em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. NBR 15527, 2007.
2. BARRETO, D., Perfil do consumo residencial e usos finais de água, Ambiente Construído, Porto Alegre, v.8, n.2, p. 23-40, abr./jun. 2008.
3. BORSOI, Z.M.F., TORRES, S. D. A., A política de recursos hídricos no Brasil, Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/revista/rev806.pdf>. Acesso em 05 set 2008.
4. COELHO, E. E., PEREIRA, L. A., NOZAKI, N. K. S., PASQUALETTO, A., Análise da Acidez da chuva no município de Goiânia (Go) Disponível em: <http://www2.ucg.br/nupenge/pdf/artigo001.pdf> . Acesso em 12 jan 2009
5. COOMBES, P.J., KUCZERA, G., KALMA, J.D.. *Rainwater quality from roofs, tanks and hot water systems at Figtree Place. 2000.*
6. FEWKES, A.. The use of Rainwater for WC flushing: the Field testing of a collection system. Building and Environment, v. 34, n.9, p. 765-772, 1999.
7. GNADLINGER, J., Tecnologias de captação e manejo de água de chuva em regiões semi-áridas em Tecnologias Apropriadas para Terras Secas - Manejo sustentável de recursos naturais em regiões semi-áridas no Nordeste do Brasil, Fortaleza-Ce, Fundação Konrad Adenauer, GTZ, 2006
8. MAY, S.; PRADO, Racine T. A. Estudo da Qualidade da Água de Chuva para Consumo não Potável em Edificações In: clacS'04 ENTAC'04, 2004, São Paulo. Construção Sustentável, 2004. v. 1. p. 1-1.
9. OLIVEIRA, L. H. ; CAMPOS, Luiza Cintra ; SIQUEIRA, Eduardo Queija ; PARKINSON, Jonathan . Guia de conservação da água em domicílios. Goiânia 2006 (Manual).
10. OLIVEIRA, L. H.; ORESTES, M. G., Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água de edifícios, Boletim técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 1999.
11. ROCHA, A. L., BARRETO, D., Perfil do consumo de água de uma habitação unifamiliar, 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, 10 a 14 de 1999.
12. SCHISTEK, H., Caldeirão, Caxio e Cacimba: Três Sistemas Tradicionais de Captação de Água de Chuva no Nordeste Brasileiro, Disponível em: http://www.ieham.org/html/docs/clicks.asp?url=Caldeirao_Caxio_Cacimbo.doc/ Acesso em mar/2009
13. SICKERMANN, J. M. Gerenciamento das águas de chuva: imprescindível para o futuro das grandes cidades do Brasil, Disponível em: < <http://www.água-de-chuva.com> >. Acesso em: 20 ago 2008.
14. TOMAZ, P., Economia de água para empresas e residências – Um estudo atualizado sobre o uso racional da água. São Paulo, Navegar Editora, 2001
15. TOMAZ, P., Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis, 2ª Edição, São Paulo, Navegar Editora, 2003.
16. TORDO, O. C., Caracterização e avaliação do uso de águas de chuva para fins potáveis, Dissertação de Mestrado do Curso de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade Regional de Blumenau, FURB, Santa Catarina, 2004.
17. TUCCI, C.E.M., Hidrologia: ciência e aplicação, 3ª Edição, Editora da UFRGS, Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4, Porto Alegre, 2002.