

INFLUÊNCIA DOS TIPOS DE TELHADOS NA QUALIDADE DA ÁGUA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PLUVIAL LOCALIZADOS NA REGIÃO INSULAR DE BELÉM

Nascimento, Thays Valente¹; Fialho, Hilton César Pimentel²; Ferreira, Fernanda DI Paula Belo³

RESUMO - Um dos grandes problemas enfrentados, ao longo dos anos, é o da disponibilidade de água potável, decorrentes de fatores como a poluição dos mananciais superficiais e subterrâneos, o aumento populacional e o desperdício deste recurso hídrico. Desta forma, surge a necessidade de se buscar formas alternativas para se obter água potável. O objetivo geral deste trabalho foi o de analisar qualitativamente a água de chuva coletada nos três diferentes tipos de telhados – Cerâmico, Fibrocimento e Palha – e sua aceitabilidade para fins potáveis. Foram analisados os sistemas de captação de água pluvial das ilhas Jutuba, Nova e Urubuoca, próximas ao Distrito de Icoaraci, quanto aos aspectos físico-químicos e bacteriológicos das águas armazenadas nos reservatórios. Os parâmetros analisados foram: cor aparente, turbidez, pH, alcalinidade, sólidos dissolvidos totais, condutividade elétrica, dureza total, coliformes totais e *Escherichia Coli*. Com base nos resultados obtidos com a caracterização da água de chuva nos três diferentes tipos de superfícies, observou-se que o telhado de fibrocimento é o mais aconselhável a ser utilizado.

ABSTRACT - The big problem over the years, the availability of drinking water, due to factors such as pollution of surface and ground water sources, population growth and waste of this resource. Thus arises the need to seek alternative ways to obtain drinking water. The aim of this study was to analyze qualitatively the rainwater collected in three different types of roofs - Ceramic, Fiber cement and straw - and its acceptability for drinking. We analyzed the systems to capture rainwater Jutuba islands, and New Urubuoca, near the District Icoaraci in regard to its physical, chemical and bacteriological water stored in reservoirs. The parameters analyzed were apparent color, turbidity, pH, alkalinity, total dissolved solids, conductivity, total hardness, total coliforms and *Escherichia coli*. Based on the results of the characterization of rainwater in three different types of surfaces, it was observed that the roof of cement is most advisable to use.

Palavras-Chave: Abastecimento Doméstico, Qualidade da água, Água de Chuva.

1) Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA, e-mail: thays_valente@hotmail.com

2) Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UFPA, Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo IFPA, e-mail: hailtoncesar.pa@gmail.com

3) Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo IFPA, e-mail: fernanda.di.paula@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas enfrentados, ao longo dos anos, é o da disponibilidade de água potável, decorrentes de fatores como a poluição dos mananciais superficiais e subterrâneos, o aumento populacional e o desperdício deste recurso hídrico. Desta forma, surge a necessidade de se buscar formas alternativas para se obter água potável.

Neste contexto, a captação de água de chuva é uma fonte alternativa para o fornecimento de água potável. Esta prática já é muito antiga, sendo utilizada tanto para fins potáveis como para os não potáveis.

Na região insular de Belém a situação, em relação á água potável, não é diferente. Algumas das ilhas próximas ao município de Belém não dispõem com facilidade de água potável. É o caso das ilhas: Jutuba, Nova e Urubuoca, que ficam localizadas próximas ao Distrito de Icoarací (Belém-PA).

Devido à falta de água potável, a população dessas ilhas tinha que percorrer grandes distâncias, para terem acesso à água potável, isso implicava numa situação desconfortável. Toda essa situação resultou na elaboração do Projeto “Água em casa, limpa e saudável”, pela Cáritas Metropolitana de Belém (CAMEBE), que consiste na implantação de sistemas de captação e tratamento de água de chuva nas casas das ilhas Jutuba, Nova e Urubuoca, visando à garantia de água potável para o abastecimento doméstico destas comunidades.

Segundo Andrade Neto (2004), na maioria dos locais do mundo, especialmente em áreas rurais e em pequenas cidades, os níveis de poluição e contaminação da atmosfera são baixos e não atingem concentrações capazes de comprometer significativamente a qualidade da água das chuvas, que é geralmente a água natural disponível de melhor qualidade.

Entretanto a qualidade da água de chuva pode ser afetada devido à influência das diferentes superfícies de captação (telhados). Nessa ótica, este trabalho apresenta um estudo sobre a influência dos diferentes tipos de telhados na qualidade da água de chuva. A pesquisa consistiu em avaliar qualitativamente a água coletada em três diferentes tipos de superfícies: cerâmico, fibrocimento e palha, existentes nas três ilhas em estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área em estudo

O presente trabalho foi realizado nas ilhas Jutuba, Urubuoca e Nova, onde foram implantados os microssistemas de captação e tratamento de água de chuva, para suprir as necessidades de água potável dos moradores dessas ilhas. Estas ilhas ficam a cerca de 5 km do município de Icoarací

(Belém-PA).

A população que habita estas ilhas são, em sua maioria, jovens e adultos analfabetos, que vivem em casas precárias e sobrevivem da coleta do açaí e da pesca. Além disso, possuem carências em relação ao saneamento básico devido à inexistência de uma infraestrutura que atenda, de fato, suas necessidades básicas.

Para suprir a necessidade de água, antes da realização projeto, os moradores precisavam se deslocar em pequenas embarcações a remo, percorrendo grandes distâncias em direção a ilhas próximas, como Cotijuba (cerca de 22 km da capital), por exemplo, para comprarem água. Eles levavam essa água em tambores de 20 L, e a utilizavam para usos domésticos. Para os usos higiênicos, como banho, lavagem de roupas e outros muitos utilizavam a própria água do rio. A Figura 1 apresenta um mapa que mostra a localização das ilhas em estudo.



Figura 1 - Localização das ilhas do projeto

O sistema de captação

A água da chuva escoar pela área de captação que nas ilhas em estudo são os telhados, que podem ser de material de fibrocimento, cerâmico ou de palha. Depois escoar para as calhas (Figura 2), cujo material é de cloreto de polivinila (PVC), que por não possuir um sistema de descarte a água é diretamente direcionada para o reservatório de fibra de vidro. Os reservatórios são apoiados em suportes de madeira (Figura 3) e, possuem um extravasor e uma torneira para a retirada da água armazenada.



Figura 2 – Componentes dos sistemas de captação: calha



Figura 3 – Componentes dos sistemas de captação: reservatório

A Figura 4 apresenta um esquema do sistema de captação de água de chuva implantado nas áreas do projeto.

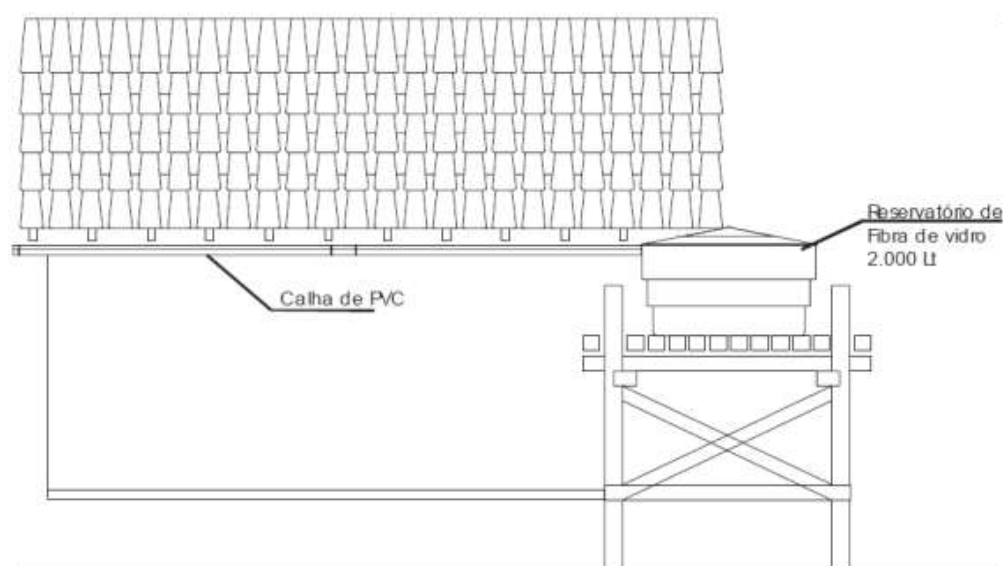


Figura 4 - Esquema completo do sistema de captação

A captação da água pluvial nas ilhas alvo do projeto é feita através dos telhados das casas. Nestas ilhas são utilizados três tipos diferentes de telhados: cerâmico, fibrocimento e palha, sendo este último encontrado em apenas uma casa na ilha Nova. A Figura 5 detalha os três tipos de telhados estudados.

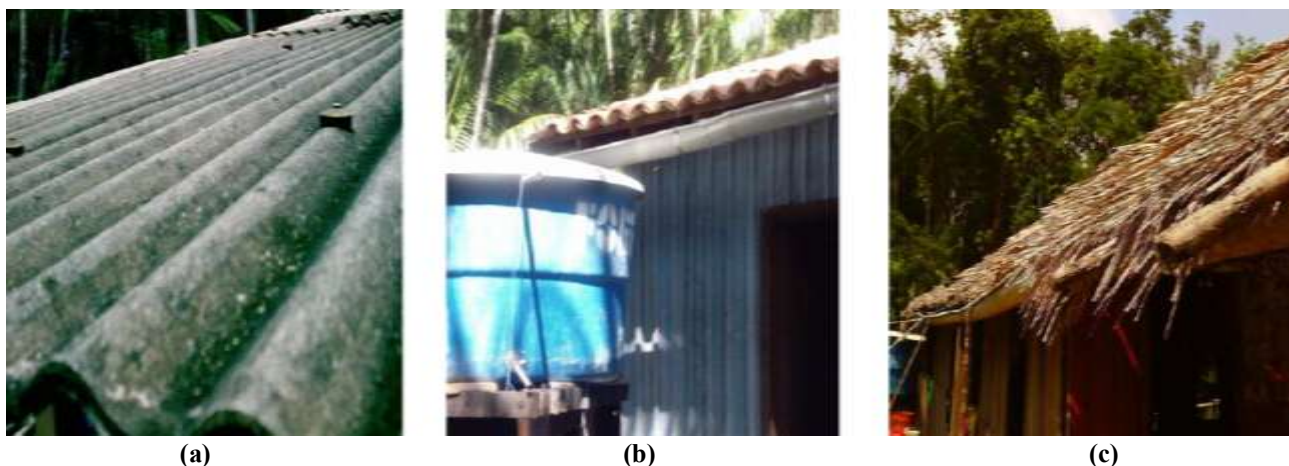


Figura 5 - Tipos de telhados estudados: (a) telhado de fibrocimento; (b) telhado de cerâmico; (c) telhado de palha

Como um dos fatores que influenciam a qualidade da água é o material dos telhados, este se torna o foco deste trabalho.

Tratamento da água de chuva

O tratamento da água de chuva captada e armazenada é constituído por um processo de desinfecção por radiação solar e ultravioleta (UV) conhecido como sistema SODIS (Figura 6).

Segundo Botto (2007), a desinfecção solar é uma técnica de tratamento de água que vem sendo estudada e aplicada em países em desenvolvimento como uma tecnologia segura para o tratamento microbiológico.



Figura 6 - Sistema SODIS

O processo consiste em encher garrafas PET (Polietileno tereftalato), com capacidade de 1,5 L ou 2 L, com a água armazenada nos reservatórios. Estas garrafas devem ter um de seus lados pintados de tinta óleo de cor preta. Após serem cheias as garrafas são colocadas num suporte de madeira com a superfície pintada para baixo e ficam expostas à luz do sol durante 6 horas.

A necessidade de se pintar um dos lados da garrafa consiste em aumentar a temperatura da água na garrafa mais rapidamente e com isso inativar e destruir os organismos patogênicos existentes na água.

Este método utiliza tanto a radiação ultravioleta, que é a responsável pela inativação dos microrganismos que absorvem essa luz de alta energia, como utiliza também a radiação infravermelha que é responsável pela elevação da temperatura da água nas garrafas. Com a ação conjunta dessas duas formas de radiação o processo de desinfecção torna-se mais eficiente, pois aumenta a porcentagem de inativação dos microrganismos presentes na água.

Para tanto devem ser tomadas certas precauções para se obter resultados satisfatórios como, por exemplo, o cuidado com o período de exposição das garrafas ao sol e o cuidado com o manuseio da água após ser retirada das garrafas.

O método do SODIS, por ser um método extremamente simples e barato, pode ser considerado viável a ser aplicado em pequenas comunidades que são desprovidas de saneamento básico. Além disso, torna-se muito bem aplicável ao tratamento de água de chuva já que estas, em geral, possuem baixas turbidez.

Os pontos de coleta

Foram analisados os sistemas de captação de água pluvial em 6 pontos quanto aos aspectos físicos, químicos e bacteriológicos das águas armazenadas nos reservatórios.

Dos 6 pontos de coleta de água de chuva, 4 são na ilha Jutuba, sendo dois pontos com telhados cerâmicos e dois com telhados de fibrocimento; 1 ponto na ilha Urubuoca, com telhado cerâmico; e 1 ponto na ilha Nova com telhado de palha. Como é detalhado na Tabela 1.

Tabela 1 – Detalhamento dos pontos de coleta

PONTOS DE COLETA	ILHA	TIPO DE TELHADO
1º	Jutuba	Cerâmico
2º	Jutuba	Cerâmico
3º	Jutuba	Fibrocimento
4º	Jutuba	Fibrocimento
5º	Urubuoca	Cerâmico
6º	Nova	Palha

Análises da água de chuva

Foram realizados coletas de amostras em 3 casas com telhados cerâmicos, 2 com telhados de fibrocimento e 1 com telhado de palha.

Estas amostras foram levadas ao Laboratório de Análises de Água do IFPA, para serem analisadas.

As coletas foram realizadas em duas etapas: no período chuvoso de 13/04 a 14/05 de 2009 e no período seco de 14/09 a 07/12 de 2009. O intervalo de tempo entre as coletas foram de 15 dias. As águas foram coletadas diretamente dos reservatórios, pois o sistema não possui dispositivo de descarte das primeiras águas da chuva.

As amostras de água para análises físico-químicas foram coletadas separadas das amostras para as análises bacteriológicas. Estas amostras foram levadas ao Laboratório de Análises de Água do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), para serem analisadas.

Os parâmetros analisados foram: cor aparente, turbidez, pH, alcalinidade, sólidos dissolvidos totais, condutividade elétrica, dureza total, coliformes totais e *Escherichia Coli*.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Regime de chuvas em Belém

Foram obtidos os dados pluviométricos da cidade de Belém, no período de janeiro a novembro de 2009, junto ao Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM). A partir desses dados, foi elaborado o gráfico apresentado na Figura 7.

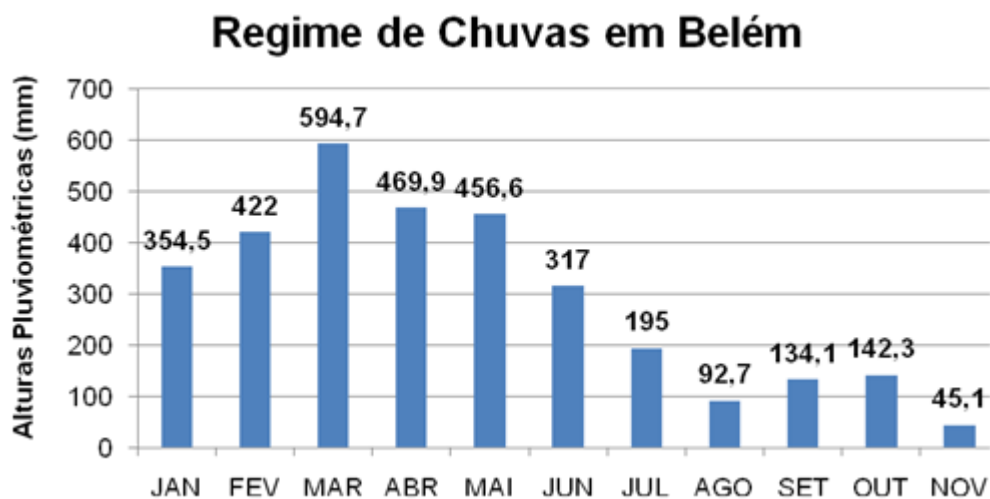


Figura 7 – Regime de chuvas em Belém no ano de 2009

Em janeiro e fevereiro, as precipitações alcançaram 354,5 e 422,0 mm, respectivamente. Enquanto que, no mês de março, apresentou a máxima precipitação do ano, chegou a 594,7 mm.

Nos meses de abril e maio houve pouca variação pluviométrica, apresentando 469,9 e 456,6 mm, respectivamente. Em junho as precipitações alcançaram 317,0 mm, mas reduziu em julho para 195,0 mm e em agosto para 92,7 mm. Houve aumento, em setembro para 134,1 mm e em outubro para 142,3 mm, mas voltou a reduzir em novembro, que alcançou a menor precipitação do ano, 45,1 mm. Portanto, nesses 11 meses de 2009, totalizaram-se 3223,9 mm.

Observa-se com a análise desses dados, que na região de Belém torna-se viável a implantação de sistemas de captação de água de chuva, já que se trata de uma região de constantes precipitações, até mesmo no período de estiagem, quando se apresentou a mínima precipitação de 45,1 mm, o que em outras regiões a mínima chega bem abaixo desse valor, como foi demonstrado por estudos desenvolvidos por Cipriano (2004) na região de Blumenau, onde a mínima precipitação alcançou apenas 9,3 mm no ano de 2003. Oliveira, Frederico (2008), apresentou em estudos desenvolvidos na região de Ouro Preto, que a mínima mensal é bastante crítica, sendo de 0 mm, no ano de 2004.

Análise da água de chuva dos diferentes tipos de telhados

As análises qualitativas da água foram realizadas nos períodos de abril a maio de 2009 e de agosto a dezembro de 2009, sendo que, entre os períodos referidos observou-se a necessidade de se realizar um processo de educação ambiental nas ilhas estudadas. Isto porque foram obtidos alguns resultados não satisfatórios em relação aos aspectos microbiológicos e, além disso, verificou-se a falta de informações de alguns moradores das ilhas em relação ao funcionamento e a manutenção (limpeza dos telhados, limpeza dos reservatórios e aplicabilidade do sistema SODIS) do sistema de captação de água de chuva, o que, provavelmente, estaria influenciando nos resultados obtidos.

O processo de educação ambiental foi desenvolvido nas ilhas, prioritariamente nas casas pré-selecionadas, no período de junho a agosto de 2009, por uma equipe específica composta de uma professora especialista na área de educação ambiental e 5 alunas do IFPA.

Foram realizadas palestras com a comunidade, onde foram distribuídas cartilhas sobre as condições sanitárias, abordando temas como reciclagem, lixo e disposição de rejeitos. Além disso, as cartilhas continham assuntos relacionados à lavagem das garrafas PET, utilizadas no sistema SODIS; limpeza das calhas, dos telhados e reservatórios. Foi mostrada à população a importância de um tratamento contínuo do sistema SODIS, pois foi verificado que alguns moradores não estavam se preocupando com a manipulação correta das garrafas “PET”, no sentido de colocá-las ao sol para a desinfecção, ou seja, alguns moradores estavam consumindo a água direto do reservatório sem uma prévia desinfecção.

Nessas palestras os proprietários das casas pré-selecionadas foram capacitados em relação ao sistema, para que aprendessem e repassassem as informações obtidas.

O objetivo das palestras era sensibilizar a população sobre a importância da aplicação do sistema de captação e tratamento de água, e a importância de se inserir novos hábitos no cotidiano, para que essa população possa se adaptar melhor com a adoção dessa nova alternativa de abastecimento de água potável.

As coletas foram realizadas em 6 pontos de coleta, conforme descrito no capítulo 3. Devido a distância entre os pontos de coleta e o Laboratório do IFPA, assim como, as dificuldades encontradas para chegar a qualquer uma das três ilhas não possibilitaram manter o período de coleta no intervalo de 15 dias. Na Tabela 2, são apresentados os valores médios dos parâmetros realizados.

Tabela 1 – Valores médios dos parâmetros analisados

PARÂMETROS	CERÂMICO	FIBROCIMENTO	PALHA
Cor Aparente (uH)	18,62	35,88	72,20
Turbidez (uT)	0,60	1,03	2,24
pH	6,38	6,97	6,36
Alcalinidade (mg/L)	9,50	25,13	20,77
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	8,27	21,77	10,84
Condutividade Elétrica (µS/cm)	18,89	57,50	23,45
Dureza (mg/L)	7,87	8,77	10,80
Coliformes Totais (NMP/100mL)	193,60	261,74	605,12
<i>Escherichia Coli</i> (NMP/100mL)	67,85	4,81	294,48

Observa-se que a cor aparente obtida (Figura 8), nos três tipos de telhados varia muito. Foi no telhado de palha que se encontraram os maiores valores, 72,20 uH, enquanto que, no telhado cerâmico apresentou-se o menor valor, 18,62 uH.

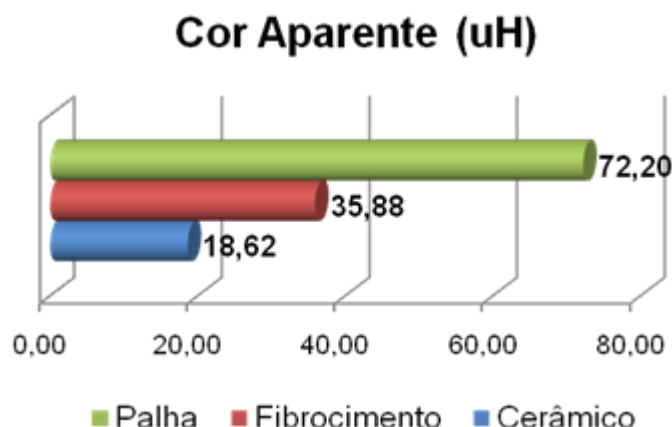


Figura 8 – Valores médios de cor aparente na água de chuva de diferentes superfícies.

O baixo valor de cor para a cobertura cerâmica deve-se ao fato de que os moradores de dois dos três pontos de coleta com esse tipo de telhado possuíam o hábito de limpá-los periodicamente, reduzindo desta maneira o excesso de matéria orgânica presente neste tipo de superfície.

As três superfícies de captação apresentaram baixos valores de turbidez. Conforme pode ser observado na Figura 9, o valor para a superfície cerâmica foi de 0,60 uT; para a superfície de fibrocimento, 1,03 uT e 2,24 uT para a superfície de palha. Desta forma, verifica-se que a superfície de palha possui a maior capacidade de reter substâncias em suspensão.

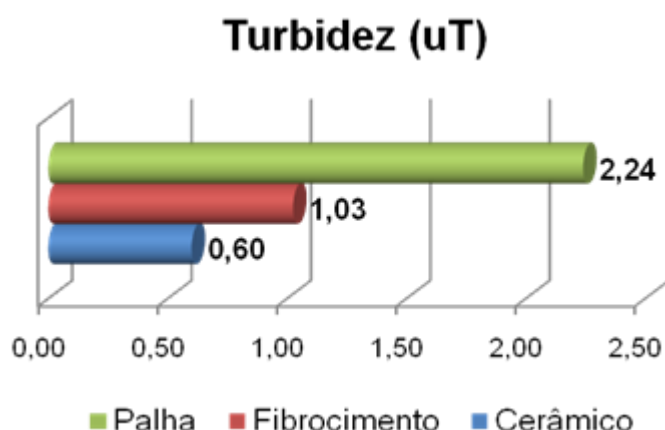


Figura 9 – Valores médios de turbidez na água de chuva de diferentes superfícies.

Com relação ao pH, os valores apresentados não caracterizam a chuva como ácida, cujo pH é <5,65 segundo Di Bernardo et al (2002). O pH não variou muito entre os três tipos de telhados estudados, apresentando um pH levemente alcalino. A superfície de palha e a cerâmica

apresentaram o pH de 6,36 e 6,38, respectivamente. Enquanto que, superfície de fibrocimento apresentou pH de 6,97.

A alcalinidade total da água mostrou-se mais elevada na cobertura de fibrocimento, com valor de 25,13 mg/L, não variando muito da cobertura de palha, com 20,77 mg/L. Porém, a cobertura cerâmica apresentou o menor valor, 9,50 mg/L.

As Figuras 10 e 11 mostram os valores de pH e alcalinidade, respectivamente.

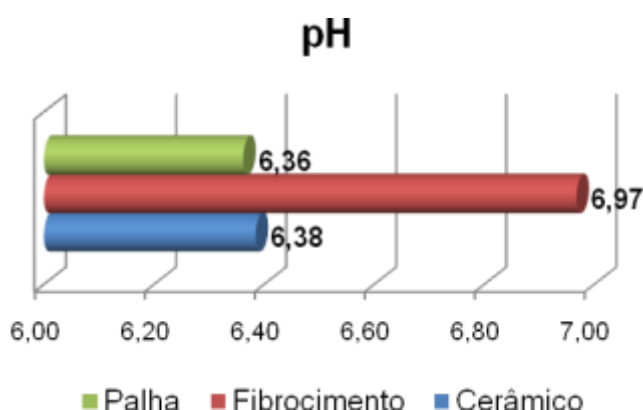


Figura 10 – Valores médios de pH na água de chuva de diferentes superfícies

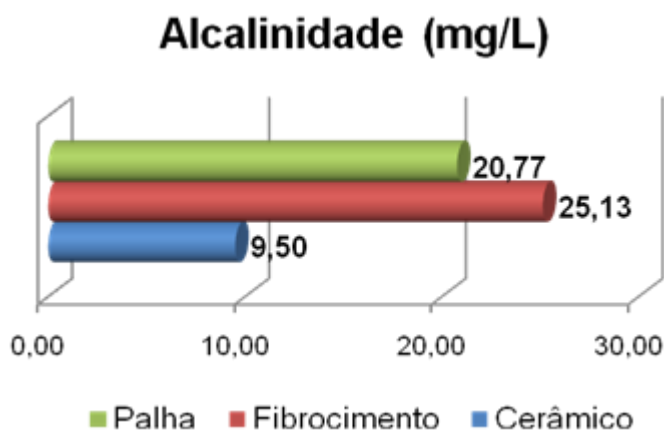


Figura 11 – Valores médios de alcalinidade na água de chuva de diferentes superfícies.

A variação de alcalinidade obtida deve-se, provavelmente, a quantidade de matéria orgânica depositada nos telhados e, conseqüentemente, carregada para os reservatórios. Com isso, pode ocorrer a geração de gases a partir da decomposição dessa matéria.

Constata-se que os resultados de pH obtidos estão de acordo com os apresentados por Tordo (2004), em relação às coberturas cerâmicas e de fibrocimento. No qual o telhado de fibrocimento apresentou uma maior capacidade de neutralizar ácidos do que o telhado cerâmico.

Como mostram as Figuras 12 e 13 a quantidade de sólidos dissolvidos encontrada na superfície cerâmica, foi a menor 8,27 mg/L e, conseqüentemente a menor condutividade elétrica,

18,89 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Entretanto, aumentou consideravelmente na superfície de fibrocimento, 21,77 mg/L com uma condutividade de 57,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

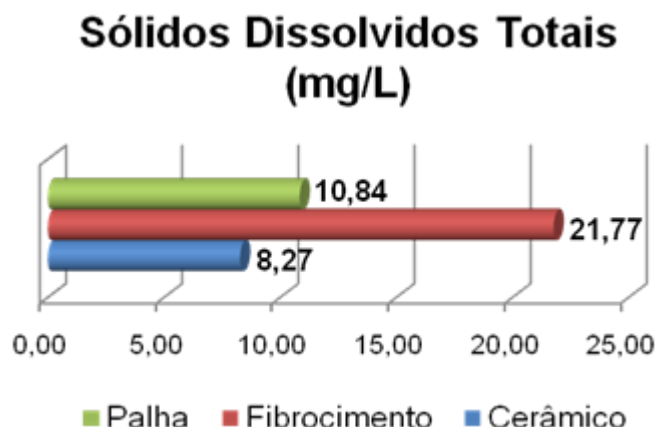


Figura 12 – Valores médios de sólidos dissolvidos totais na água de chuva de diferentes superfícies.

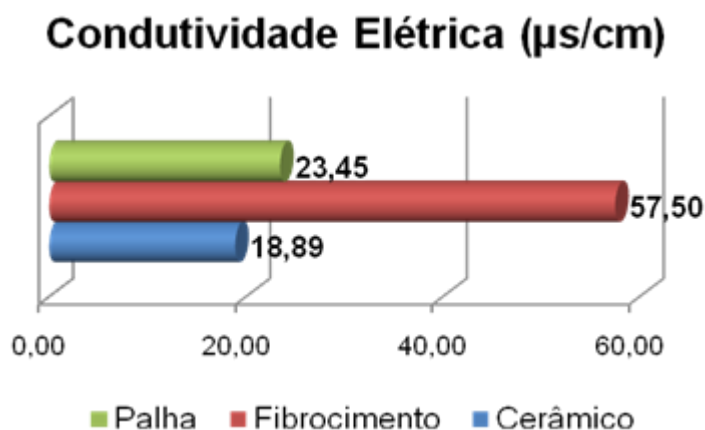


Figura 13 – Valores médios de condutividade elétrica na água de chuva de diferentes superfícies.

Os valores de dureza total da cobertura de palha, apresentados na Figura 14, demonstram uma soma de sais de cálcio e magnésio mais elevado, 10,80 mg/L, que os valores da cobertura cerâmica e de fibrocimento, 7,87 e 8,77 mg/L, respectivamente. Evidencia-se que essas águas são classificadas como muito moles. De acordo com Tordo (2004), independentemente do material utilizado na cobertura, as águas moles (Dureza < 50 mg/L) são indicadas para o consumo humano, por não causar sabor desagradável.

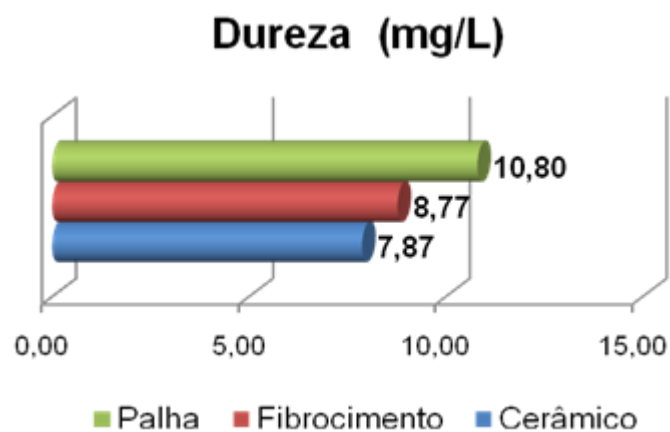


Figura 14 – Valores médios de dureza na água de chuva de diferentes superfícies.

Nas amostras analisadas, houve a presença de coliformes totais e *Escherichia Coli*, em todos os pontos de coleta. No telhado de palha há os maiores valores, como mostram as Figura 15 e 16.

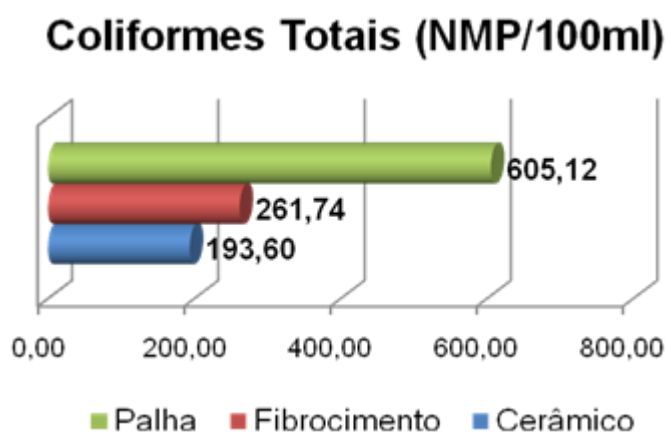


Figura 15 – Valores médios de coliformes totais na água de chuva de diferentes superfícies.

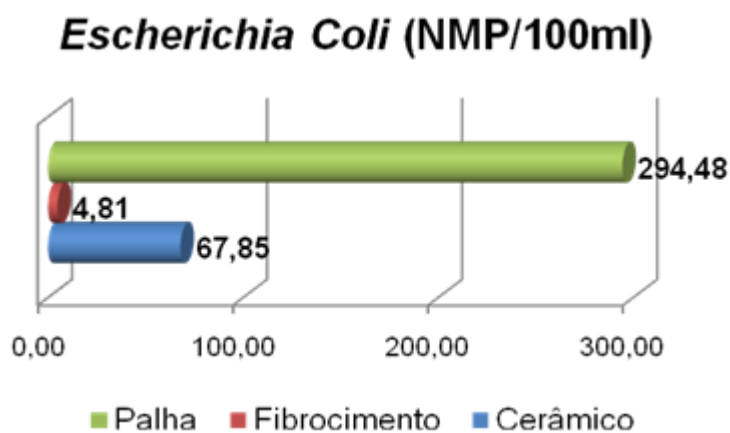


Figura 16 – Valores médios de *Escherichia Coli* na água de chuva de diferentes superfícies.

O telhado de fibrocimento foi o que apresentou o menor valor em relação à E. Coli. Isso se deve ao fato de que este tipo de material aquece mais em relação aos outros quanto fica exposto ao sol, o que pode favorecer a inativação desses microrganismos.

Observa-se com estes resultados que os telhados de fibrocimento são mais viáveis para a captação de água de chuva do que as outras duas superfícies. Segundo Tomaz (2005), os melhores telhados quanto ao aspecto bacteriológico são, na ordem:

Metálico > fibrocimento > plásticos > telhas cerâmicas

Isto mostra que a água de chuva escoada pelos telhados não devem ser usada para o consumo humano sem passar por um tratamento de desinfecção.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos com a caracterização da água de chuva em três tipos diferentes de superfícies: cerâmica, fibrocimento e palha foram possíveis desenvolver as conclusões deste trabalho.

Com relação à cobertura de palha, os resultados obtidos foram os esperados, demonstrado que esta é a superfície menos viável a ser usada para captar a água de chuva para consumo humano.

Em relação às outras duas superfícies, os aspectos físico-químicos do telhado cerâmico apresentaram resultados mais satisfatórios do que o telhado de fibrocimento. Entretanto, em relação aos aspectos bacteriológicos a cobertura de fibrocimento apresentou resultados melhores.

Portanto, levando-se em consideração a qualidade microbiológica da água de chuva, sendo essa considerada a mais importante, observa-se que o telhado de fibrocimento é a superfície mais aconselhável a ser utilizada.

Contudo a pesquisa mostrou que a água de chuva escoada pelos diferentes tipos de telhados não deve ser usada para consumo humano sem antes passar por um processo de tratamento por desinfecção. Evidenciou-se, também, a necessidade de eliminar as primeiras águas de chuva captada, para que esta adquira características melhores ao ser armazenada.

Neste contexto, recomenda-se o uso da superfície de fibrocimento como área de captação, assim como a implantação de um sistema automático para o desvio do primeiro fluxo da água de chuva nos sistemas de captação existentes nas Ilhas Jutuba, Nova e Urubuoca.

Recomenda-se, ainda, a intensificação do processo de educação ambiental, sensibilizando a população destas ilhas a realizarem não só o tratamento da água, mas também a limpeza dos telhados, de forma que a água de chuva captada apresente características melhores. E, com isso,

recomendam-se estudos futuros para caracterizar a água de chuva após a implantação do dispositivo de descarte nos sistemas de captação de água pluvial e a avaliação do custo da mudança dos telhados de palha e cerâmico pelo telhado de fibrocimento.

BIBLIOGRAFIA

ANDRADE NETO, C.O. de (2004). "*Proteção sanitária das cisternas rurais*" in Anais do Simpósio Luso-brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Natal, Mar. 2004.

BOTTO, M. P. (2007). "*Avaliação da viabilidade técnico e social da desinfecção solar (SODIS) em águas de cisternas de placa – estudo de caso Camurim (Itaiçaba)*" in Anais do Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Belo Horizonte, Jul. 2007.

CIPRIANO, R. F. P. *Tratamento das águas de chuva escoadas sobre telhado e avaliação do seu uso*. 2004. 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2004.

DI BERNARDO et al. (2002). *Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água*. Rima, São Carlos - SP.

OLIVEIRA, F. M. B. (2008). *Aproveitamento de água de chuva para fins potáveis no campus da Universidade Federal de Ouro Preto*. 114f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto,.

TOMAZ, P. (2005). *Aproveitamento de água de chuva: aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis*. 2 ed. Navegar, São Paulo – SP, 180 p.

TORDO, O. C. (2004). *Caracterização e avaliação do uso de águas de chuva para fins potáveis*. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2004.