



MARCELA DE CARVALHO ALBUQUERQUE

**QUALIDADE DA ÁGUA COLETADA EM DIFERENTES TIPOS DE
TELHADO**

INCONFIDENTES – MG

2010

MARCELA DE CARVALHO ALBUQUERQUE

**QUALIDADE DA ÀGUA COLETADA EM DIFERENTES TIPOS DE
TELHADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Ademir José Pereira.

INCONFIDENTES – MG

2010

MARCELA DE CARVALHO ALBUQUERQUE

**QUALIDADE DA ÀGUA COLETADA EM DIFERENTES TIPOS DE
TELHADO**

Data de Aprovação: 08 de Junho De 2010

**Orientador: Prof^o. Dr. Ademir José Pereira
(IFSULDEMINAS, Campus Inconfidentes)**

**Prof^o. Odilon França de Oliveira Neto
(IFSULDEMINAS, Campus Inconfidentes)**

**Prof^a.Dra. Lilian Vilela Andrade Pinto
(IFSULDEMINAS, Campus Inconfidentes)**

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me fortificado e me amparado em todos os momentos, e me mostrado o caminho correto a seguir.

Ao meu professor orientador Ademir José Pereira por mostrar interesse, pela paciência, amizade e incentivo em cada passo deste trabalho.

Ao meu co-orientador Odilon França de Oliveira Neto por ter dedicado seu tempo, pela amizade e pela paciência em me orientar e realizar as análises contidas neste trabalho.

A professora Lilian Vilela Andrade Pinto, por aceitar fazer parte da banca e pelo carinho, amizade durante todos esses anos de estudo.

Aos meus pais Berzelai e Regina pela vida, amor, confiança e pelo apoio fazendo com que todos os momentos de dificuldades fossem superados.

Aos meus irmãos Marcelo e Gustavo pelo apoio e compreensão.

Ao meu namorado André e seus pais Neuza e José por ter me apoiado e me ajudado na coleta da água da chuva utilizada neste trabalho.

A todos os meus familiares, colegas, professores, amigos que torceram por mim e que me ajudaram a realizar este grande passo na minha vida.

“O temor do senhor é o principio da sabedoria. Os insensatos desprezam a sabedoria e a doutrina.”

Livro Provérbios, Cap.1;7

RESUMO

Na busca por fontes alternativas de recursos naturais é uma urgência para a população atual, devido ao aumento populacional e ao alto padrão de consumo. A água é um bem vital para a vida dos seres vivos, e se for utilizada de forma desordenada poderá não atender a demanda futuramente. A captação de água de chuva é uma técnica milenar e que vem sendo abandonada ao longo do tempo. O reaproveitamento dessa água traz diversos benefícios como por exemplo, reduz os problemas de enchentes no meio urbano e conseqüentemente sua utilização para vários fins. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade físico-química da água passada pelos diferentes tipos de telhado (telhado de amianto, telhado de barro novo e telhado de barro velho). As análises contidas neste trabalho foram realizadas no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Sul de Minas – Campos Inconfidentes. As amostras da água da chuva foram coletadas no Município de Bueno Bandão - MG. Entre os resultados obtidos o melhor local de coleta foi a água armazenada diretamente da chuva, pois em todas os telhados a qualidade da água da chuva foi alterada.

Palavras chaves: Chuva, Potencial Hidrogeniônico, Turbidez, e Oxigênio dissolvido.

ABSTRACT

In the search for alternative sources of natural resources it is an urgency for the current population, had to the population increase and the high standard of consumption. The water is a vital good for the life of the beings living creature, and it will have been used of disordered form will be able not to take care of the demand future. The rain water captation is one millenarian technique and that it comes being abandoned throughout the time, the reuse of this water brings diverse benefits as for example, it consequently reduces the flood problems in the urban way and its use for some ends. The objective of this work is to evaluate the quality physiscist-chemistry of the water passed for the different types of roof (roof of asbestos, new adobe roof and old adobe roof). You analyze them contained in this work was carried through in the Federal Institute of Education, Sciences and Technology of the South of Mines - Inconfidentes Fields, the samples of the water of rain had been collected in the City of Bueno Brandão - MG. Between the gotten results optimum treatment was the collected water directly of rain, therefore in all the roofs the quality of the water of rain was modified.

keywords: Rain, Hydrogen potential, Turbidity and Dissolved oxygen

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1. A Importância da Água.....	4
3.2 Normas de Qualidade da Água.....	5
3.3 Parâmetros de Qualidade	7
3.3.1. Potencial hidrogeniônico (ph)	8
3.3.2. Oxigênio Dissolvido (OD)	9
3.3.3. Turbidez.....	9
3.3.4. Condutividade Elétrica	10
3.3.5 Sólidos Totais Dissolvidos	11
3.3.6. Sólidos Totais	11
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
4.1. Coleta das Amostras de Água.....	12
4.1.1. Pontos de Coleta	13
4.2 Parâmetros Analisados	16
4.2.1. Ph.....	16
4.2.2. Oxigênio Dissolvido (OD)	16
4.2.3. Turbidez.....	16
4.2.4. Condutividade elétrica.....	16
4.2.5. Sólidos Totais Dissolvidos	16
4.2.6. Sólidos Totais	17
4.3. Análise Estatística	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
6. CONCLUSÕES	21
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a vida humana e dos seres vivos em geral que habitam nosso planeta. Apesar de $\frac{3}{4}$ do planeta ser coberto por esse bem, apenas menos de 1% encontra-se em rios, lagos e pântanos, estando em condições mais acessíveis para ser captada para o abastecimento humano.

A busca por fontes alternativas de recursos naturais é uma urgência para a população atual, devido ao aumento populacional e ao alto padrão de consumo. A água é um bem vital para a vida dos seres vivos, e se for utilizada de forma desordenada poderá não atender a demanda futuramente.

O Brasil possui cerca de 12% da água doce disponível no globo terrestre, mas a má distribuição do líquido entre as diversas regiões brasileiras faz que o problema da falta de água não esteja ainda resolvido no país (TOMAZ, 2001).

Mediante esse cenário, a busca por alternativas torna-se fundamental para que a população futura possa ter água em quantidade e qualidade para suprir suas necessidades diárias. A água da chuva pode ser uma alternativa viável e se dá através da água proveniente do vapor da atmosfera, depositada na superfície terrestre, no estado líquido ou sólido. A chuva é uma das precipitações de água na forma líquida que mais ocorre no Brasil.

A captação de água de chuva é uma técnica milenar e que vem sendo abandonada ao longo do tempo, à medida que os sistemas de água encanada vêm se

expandindo. Atualmente vem se buscando um resgate desta prática com a adoção de novas tecnologias, porém, é preciso ser elaborados mais estudos para definir suas utilizações nos diversos usos que o homem faz da água.

A utilização da água de chuva advém de mais de 2.000 anos onde a população já captava a água para utilização na agricultura, para seus animais e para fins domésticos (TOMAZ, 2003). A captação de água de chuva é prática bem difundida em alguns países principalmente Alemanha, Austrália, Estados Unidos, Japão e outros que vem desenvolvendo novas tecnologias para aperfeiçoar a captação e qualidade dessa água, com projetos viáveis na relação custo-benefício e simplicidade operacional.

As águas pluviais apresentam de um modo geral boa qualidade, devido ao seu processo de destilação natural, ligado ao ciclo hidrológico, e aos processos de evaporação e condensação. Entretanto, em regiões próximas a grandes centros urbanos ou industriais a chuva pode apresentar poluentes que inviabilizem a sua utilização, devido a presença de altas concentrações de óxido de enxofre e nitrogênio (CAMPOS, 2004).

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água chuva proveniente de diversos tipos de telhados.

2.2. Objetivos Específicos

Avaliar as características físico-químicas da água da chuva coletada em diferentes tipos de telhado.

Avaliar se os telhados de diferentes materiais influenciam na qualidade da água.

Avaliar o potencial de uso da água proveniente da chuva de acordo com CONAMA 20/86.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. A Importância da Água

A água é um recurso vital para a sobrevivência dos seres. Ela representa um elo entre todos os ecossistemas do planeta. Caindo em forma de chuva, é um excepcional solvente, que carrega os nutrientes essenciais á vida (Ferreira, 2003).

Através da água que a vida floresceu, seria difícil imaginar a existência de qualquer forma de vida na ausência deste recurso vital. Nosso planeta está inundado d'água; um volume de aproximadamente 1,4 bilhões de Km³ cobre cerca de 71% da superfície da Terra (Grassi, 2001). Como os demais recursos da biosfera, a água esta escassa e o seu uso racional compreende tanto a sua preservação como a conservação da quantidade e qualidade (Jaques, 2005).

A ONU – Organização das Nações Unidas – considera que o volume de água suficiente para a vida em comunidade e exercício das atividades humanas, sociais e econômicas, é de 2,5 metros cúbicos de água/habitante/ano. Em regiões onde a disponibilidade de água/habitantes/ano esta abaixo de 1,5 metros cúbicos, a situação é considerada critica. A medida de consumo de água/habitantes/dia considerada ideal para regiões de clima tropical é de 200 litros (Kelman, 2004).

De acordo com Sperling (1995) os principais usos da água são os seguintes: abastecimento industrial, abastecimento domestico, irrigação, dessedentação de animais, preservação da flora e da fauna, recreação e lazer, geração de energia elétrica, navegação, e diluição de despejo. A água é um recurso natural de valor econômico, social e estratégico, necessária para e existência e bem estar do homem, e à manutenção dos ecossistemas do planeta, sendo de bem comum a toda a humanidade.

No Brasil existe a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Nº 9.433/1997 onde define que a água é um bem de domínio público, constituído um recurso natural limitado, dotado de valor econômico.

Segundo Jaques (2005) a generosidade da natureza fazia crer em inesgotáveis mananciais, abundantes e renováveis. Hoje, o mau uso, aliado à crescente demanda pelo recurso, vem preocupando especialistas e autoridade no assunto, pelo evidente decréscimo da disponibilidade de água limpa no planeta.

Por isso se torna importante a utilização da água da chuva para vários fins, como por exemplo, utilização em vasos sanitários, lavagem de veículos, sistema de ar condicionado e controle de incêndios, lavagem de pisos e na irrigação de jardins. Em indústrias e estabelecimento comerciais, essa água pode ser utilizada para resfriamento de maquinas e telhados, climatização interna, lava jatos de carros, ônibus, caminhões, limpeza e lavanderia industrial.

Como a chuva esta disponível em varias regiões do país, sua retenção e aproveitamento reduz problemas como das enchentes no meio urbano e no meio rural reduzindo conflitos sociais pelo uso da água.

Segundo Soares et al. (1999), a utilização da água de chuva torna-se atraente principalmente nos casos de áreas de precipitação elevada, áreas com escassez de abastecimento e áreas com alto custo de extração de água subterrânea.

3.2 Normas de Qualidade da Água

A qualidade da água apresenta um conjunto de características físicas, químicas e biológicas de acordo com a sua utilização. Os padrões de classificação mais usados classificam a água de acordo com a sua potabilidade, a segurança que apresenta para o ser humano e para o bem estar dos ecossistemas. Assim, de acordo com a sua utilização, existe um conjunto de criterios e normas para a qualidade da água, que varia com a sua finalidade, seja pelo, uso industrial ou agrícola, consumo humano, lazer ou manutenção do equilibrio ambiental (Wikipédia, 2010).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente, no uso das atribuições que lhe confere o art. 70, inciso IX, do decreto 88.351, de 10 de junho de 1983, e o que estabelece a Resolução do CONAMA nº 003, de 05 de junho de 1984, estabeleceu a

seguinte classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional, de acordo com a Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986 (Diário Oficial, seção 1, 30/07/1986, p. 11356 – 11360). (CONAMA, 20/86).

A resolução do CONAMA 20/86, classifica a água como:

Águas Doces:

Classe 1 – águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho), 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 criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 2 - águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 3 – águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras e à dessedentação de animais.

Classe 4- águas destinadas à navegação, à harmonia paisagística e aos usos menos exigentes.

Águas Salinas:

Classe 5 – águas destinadas à recreação de contato primário, à proteção das comunidades aquáticas e à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 6 – águas destinadas à navegação comercial, à harmonia paisagística e à recreação de contato secundário.

Águas salobras:

Classe 7 – águas destinadas à recreação de contato primário, à proteção das comunidades aquáticas e à criação natural ou/e intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 8 – águas destinadas à navegação comercial, à proteção das comunidades aquáticas e à recreação de contato secundário.

Ainda segundo a resolução do CONAMA 20/86, para se determinar a classe da água, é necessário obedecer os seguintes limites ou condições:

Classe 1 ou Classe especial - óleos e graxas, substâncias que formem depósitos objetáveis, deverão estar ausentes, DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) a 20°C deverá conter até 3mg/L O², Oxigênio Dissolvido (OD) não inferior a 6 mg/L O², Turbidez até 40 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) e Cor deverá ser de cor natural do corpo de água em mg Pt/L.

Classe 2 - são estabelecidos os mesmos limites ou condições da classe 1 com exceção dos seguintes: não será permitida a presença de corantes artificiais que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais, Cor: até 75 mg Pt/L e Turbidez até 100 UNT, DBO a 20°C devida ser de até 5 mg/L O², Oxigênio Dissolvido acima de 5 mg/L O².

Classe 3 - apresenta os mesmos limites e condições da classe 1 com exceção do DBO a 20°C até 10 mg/L O², Oxigênio Dissolvido superior a 4 mg/L O², Turbidez até 100 UNT e Cor até 75 mg Pt/L.

Classe 4 - mesmos parâmetros da classe 1, exceto, Oxigênio Dissolvido: superior a 2,0 mg/L O² em qualquer amostra.

Classe 5 - mesmos parâmetros da classe 1, exceto, DBO a 20°C até 5 mg/L O².

Classe 6 - DBO a 20°C, deverá estar até 10 mg/L O², Oxigênio Dissolvido superior a 4 mg/L O², em qualquer amostra e o pH: 6,5 à 8,5.

Classe 7 - DBO a 20°C: até 5 mg/L O², o Oxigênio Dissolvido devida estar superior a 5 mg/L O², em qualquer amostra, o pH entre 6,5 a 8,5.

Classe 8 - pH de 5 a 9, o Oxigênio Dissolvido devida se superior a 3,0 mg/L O², em qualquer amostra.

3.3 Parâmetros de Qualidade

As águas de chuva são encaradas pela legislação brasileira como esgoto, pois ela normalmente vai dos telhados, e dos pisos para as bocas de lobo, carreando todo tipo de impurezas, dissolvidas, suspensas, ou simplesmente arrastadas mecanicamente, para um córrego que vai acabar levando ao rio e conseqüentemente suprimindo uma captação para Tratamento de Água Potável. Apesar de a água sofrer um processo natural de diluição e autodepuração, ao longo de seu percurso hídrico, nem sempre é o suficiente para depurá-la.

A importância de se fazer o planejamento da utilização do sistema de aproveitamento de água de chuva para verificar a quantidade da água que poderá ser coletada e armazenada e para verificar a necessidade de seu tratamento para que esta seja devidamente armazenada, filtrada, tratada e que garanta uma qualidade compatível com os usos previstos é destacada por Iwanami (1985).

Normalmente a água da chuva é excelente para muitos usos, inclusive para beber, a não ser em locais com alta poluição atmosférica, densamente povoada ou industrializada.

Neto (2003) alerta que os metais pesados, especialmente chumbo, são potencialmente perigosos em áreas de densidade de tráfego alta ou nas redondezas de indústrias. Substâncias químicas orgânicas, como organoclorados e organofosfatados, usadas em venenos, praguicidas e herbicidas, quando em altas concentrações na atmosfera, também podem contaminar a água da chuva. A contaminação atmosférica da água das chuvas geralmente é limitada a zonas urbanas e industriais fortemente poluídas e, mesmo nestes locais, a água de chuva quase sempre tem uma boa qualidade química (dureza, salinidade, alcalinidade, etc.) para vários usos, inclusive para diluir águas duras ou salobras.

Os parâmetros, potencial hidrogeniônico (pH), Turbidez, Oxigênio Dissolvido (OD), Condutividade Elétrica, Sólidos Totais e Sólidos Totais Dissolvido, são utilizados para determinar as características físico-químico d'água os quais irão resultar no índice de qualidade da água.

3.3.1. Potencial hidrogeniônico (ph)

O pH é uma medida que estabelece a condição ácida, alcalina ou neutra da água. De acordo Campos (2004), a água da chuva normalmente é neutra, com pH variando entre 5,8 e 8,6, estando em conformidade com as exigências nacionais de diversos países e com normas internacionais, tais como as da WHO (World Health Organization), como relata Campos (2004). Mas ela pode ser alterada por vários fatores com condições climáticas do local, da localização e do tipo de material da área de captação (Boulomytis, 2007).

Milano et al. (1989) observou valores de pH inferiores a 4,00 para água de chuva da cidade de Porto Alegre. Entretanto, Lisboa et al. (1992) apresentaram os resultados

da água de chuva em Florianópolis, onde 43,48% das amostras classificando-as como ácidas ($\text{pH} < 5,6$) e 26,09% como muito ácidas ($\text{pH} < 5,0$).

Segundo Jaques (2005), valores de pH inferiores a 5,60 indicam, freqüentemente, que a chuva encontra-se poluída com ácidos fortes, que são originados por oxido de enxofre e nitrogênio que produzem os ácidos sulfúricos (H_2SO_4) e o ácido nítrico (HNO_3), e eventualmente com outros tipos de ácidos como o (HCL) e os ácidos orgânicos como o gás sulfídrico (H_2S) e o ácido nítrico (HNO_3) e eventualmente com outros tipos de ácidos como o (HCl_3) e os ácidos orgânicos.

May (2004) observou que a análise de pH das amostras da água da chuva após passado pelo telhado, apresentaram variações de 5,8 a 7,6. Já a análise do pH da água de chuva sem ter passado pelo telhado apresentou média de 4,9, apresentando maior acidez. Indicando que essa variação é devido à presença elevada de limo e bactérias na água que passa pelo telhado e pela composição dos materiais da edificação.

3.3.2. Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido é de extrema importância para avaliar as condições naturais da água, e ecologicamente é necessário para a respiração da maioria dos organismos que habita na água.

Normalmente o oxigênio dissolvido desaparece quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis. Assim quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microorganismos decompositores e, conseqüentemente, maior o consumo de oxigênio.

Segundo o CONAMA (1986), na resolução n° 20 de 18 de junho de 1986, o parâmetro oxigênio dissolvido não deve ser $\leq 6 \text{ mg/L}$, para a água se enquadrada na Classe I.

3.3.3. Turbidez

A turbidez é caracterizada pela presença de partículas suspensas na água independentemente do tamanho. A presença destas partículas provoca a absorção e a dispersão da luz, dando a água uma aparência nebulosa, sendo indesejável esteticamente.

Ministério da saúde, portaria n° 1469 de 29 de dezembro de 2000, artigo 16°, sendo o valor máximo permitido de turbidez é de 5 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez). Segundo Hespanhol (2003), o valor de turbidez da água deve ser de ≤ 2 UNT.

Boulomytis (2007) obteve seis amostras, sendo nos dias 10, 14, 15, 21, 24 e 25 de março de 2007, onde na 1ª amostra com resultou o maior valor de turbidez, com 86,3 UNT, onde foi o período sem ocorrência de chuvas, anteriores ao início do experimento, de aproximadamente 20 dias, causando maior acúmulo de sedimentos sobre a cobertura de telhados cerâmicos. Na 2ª amostra o resultado foi de 85,6 UNT, na 3ª amostra foi de 23,4 UNT. Na 3ª amostra foi de 5,25 UNT, na 4ª amostra foi de 8,06 e a última amostra, obtendo o melhor valor que foi de 2 UNT, devido a chuva lavar o telhado. o valor utilizado pelo CONAMA 20/86 é de até 40 UNT, contudo neste trabalho foi utilizado o valor de turbidez do CONAMA20/86 para fazer a classificação das classes.

3.3.4. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água.

Segundo Jaques (2005), em seu trabalho realizado em Florianópolis - SC, onde seus resultados sobre a condutividade da água de chuva sem passar pelos telhados variou de 10 a 23 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Os valores das amostras que passaram pelos telhados variaram de 11 a 75 μS , indicando que as modificações ocorreram principalmente ao depósito de sais nos mesmos. A condutividade para as amostras coletadas nos reservatórios teve média de 29,70 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Klumb et al (2009), com um trabalho realizado em Pelotas - RS, não encontrou valores altos na condutividade da água da chuva de 182 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Segundo o autor a partir de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ podem provocar características corrosivas à água, contudo essa água deveria ser descartada, ou seja esse valor é da primeira amostra, sendo coletada a partir da primeira chuva a cair no telhado.

3.3.5 Sólidos Totais Dissolvidos

Segundo Jordão & Pessoa (1995), os sólidos em suspensão compõe a parte que é retirada, quando um certo volume da amostra de efluente é filtrada através de um filtro apropriado. A fração que passa pelo filtro compõe a matéria sólida dissolvida, ou seja, sólidos dissolvidos. A principal influencia é na diminuição da transparência da água, impedindo assim a penetração da luz. Segundo Hespanhol (2003), sólidos totais em suspensão devera ser $\leq 5\text{mg/L}$.

3.3.6. Sólidos Totais

E ainda segundo Jordão & Pessoa (1995), os sólidos totais são definidos como a matéria que permanece com resíduo após evaporação a 103°C . As substancias orgânicas se volatilizam e as minerais permanecem em formas de cinzas, representando assim, a matéria sólida volátil, sendo sólidos fixos. O menor valor encontrado é o que representa qualidade melhor da água.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

As análises foram realizadas no IF Sul de Minas, na cidade de Inconfidentes - MG, a 869 metros de altitude, o clima da região é do tipo Cwb, mesotérmica de verões brandos e úmidos, com media anual de 18°C e as coordenadas geográficas da cidade são: latitude S 22°19'01" e longitude O 46° 19'40" (Wikipédia, 2010).

4.1. Coleta das Amostras de Água

A água da chuva para a realização deste trabalho foi coletada no município de Bueno Brandão – MG (figura 1), localizado na Serra da Mantiqueira, com altitude de até 1600m (sede do município a 1200m) as coordenadas geográficas do local são: latitude S 22° 26'27" e longitude O 46° 21'03" (Wikipédia , 2010), possui clima tropical de altitude, característica climática do tipo Cwb, mesotérmica de verões brandos e úmidos, media anual de 16,5°C, com índice pluviométrico médio de 1605,2 mm/ano (Boulomytis, 2007).



Figura 1. Imagem Via Satélite do Município de Bueno Brandão-MG

4.1.1. Pontos de Coleta

A água da chuva foi coletada nos dias sete e oito de maio de 2010, em coberturas residenciais, granja e direto da chuva. Os tipos de telhas nas quais as águas foram coletadas foram: amianto, barro novo e barro velho. Para a coleta da água dos telhados foram utilizados quatro recipientes de plástico com capacidade de um litro cada e uma bacia de plástico com capacidade de dois litros, uma vez que essa bacia foi utilizada para coletar a água direto da chuva, sem interferência do telhado e a água coletada foi colocada no recipiente menor de um litro para ser transportada.

Os pontos de coletas foram:

Coleta 1. Água coletada do telhado de barro novo

O primeiro ponto coletado foi em um local residencial sendo um telhado de barro novo (figura 2). Esta residência está localizada no Bairro Boa Vista Dos Vicentes – Zona Rural do município de Bueno Brandão. As características principais do local é que apresenta árvores ao entorno e poeira podendo assim afetar a qualidade da água. Para coletar a amostra foi usado o recipiente de plástico de um litro, foi coletado a primeira água que escorreu pelo telhado, não dando tempo para que o telhado fosse lavado pela água da chuva. O recipiente foi cheio até a superfície, tampado e armazenado na geladeira até a realização das respectivas análises.



Figura 2. Telhado de Barro Novo

Coleta 2. Água direto da chuva

O ponto de coleta foi na mesma região do ponto de coleta 1, porém foi utilizado a bacia de plástico para coletar a água direto da chuva. Para a coleta, a bacia foi colocada em um local em que não houvesse interferência de nenhum outro material. Ao termino da coleta, a amostra foi acondicionada em recipiente plástico lacrado e conservado em geladeira até o momento das análises.

Coleta 3. Telhado de amianto

O ponto de coleta também foi na mesma região do ponto de coleta 1, porém aproximadamente 50 m do local da residência, onde o telhado é de amianto (figura 3). As principais características do local são: rodeado por árvores, telhado apresenta folhas, local apresentava uma pequena granja e está localizado na zona rural. A amostra foi coletada no recipiente de plástico, contendo um litro. Assim que coletado foi tampado e armazenado na geladeira até as respectivas análises.



Figura 3. Telhado de Amianto

Coleta 4. Telhado de barro velho

O ponto de coleta 4, diferentemente dos demais, foi realizado na cidade de Bueno Brandão – zona urbana. O telhado era de barro velho (figura 4), sendo um local residencial, não apresentando diferenças físicas nas proximidades, diferente dos demais pontos de coleta. Para se coletar a água foi utilizado o recipiente de plástico contendo um litro. Logo em seguida da coleta, o recipiente foi tampado e armazenado na geladeira como os demais até o momento das análises.



Figura 4. Telhado de Barro Velho

4.2 Parâmetros Analisados

4.2.1. Ph

Foram realizadas três leituras em cada amostra de água. Utilizado o aparelho pH metro digital PG 1800 da marca Gehaka calibrado, usando a solução tampão de pH 7 com variação de +/- 0,02%. A partir dos resultados foi feita uma média do valor esperado.

4.2.2. Oxigênio Dissolvido (OD)

Para a determinação do Oxigênio dissolvido foi utilizado o aparelho Oxímetro Digital, marca Alfa KIT, realizando três análises para cada amostra para que se obtenha a media final. A unidade utilizada neste parâmetro é miligramas por litro (mg/L).

4.2.3. Turbidez

O aparelho utilizado para determinar a turbidez foi um Turbidímetro Plus microprocessador digital da Alfa KIT. Foram realizados três repetições para cada amostra e posteriormente calculado a média. A unidade utilizada é UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez).

4.2.4. Condutividade elétrica

Para a realização das análises desse parâmetro foi utilizado o aparelho Condutímetro Digital 150 calibrado com solução padrão 146,9 $\mu\text{/cm}$ com +/- 0,5% de variação. Foi realizado três análises para cada amostra, para assim tirar à média.

4.2.5. Sólidos Totais Dissolvidos

Foi utilizado o aparelho Condutímetro Digital 150 calibrado com solução padrão 146,9 $\mu\text{/cm}$ com +/- 0,5% de variação. Esse aparelho tem múltiplas funções,

realizando outras análises além da Condutividade Elétrica e Sólidos Totais Dissolvidos, como já visto, mas também percentual de cinzas e açúcares.

4.2.6. Sólidos Totais

Para a avaliação dos Sólidos Totais (ST) foram utilizados os cadinhos, balança de alta precisão e a mufla para secar e retirar a umidade contida no cadinho, durante três horas com temperatura de aproximadamente 150°C. Logo em seguida os cadinhos foram retirados e pesados. Em cada cadinho foi colocado um volume de 50 ml das amostras de água da chuva e assim retornados a mufla por 24h a 105°C. Foram colocados dois cadinhos para cada amostra, logo após a secagem foi pesado para que se possa obter os resultados dos Sólidos Totais através da fórmula do cálculo abaixo, e assim obter um resultado final.

$$ST = \frac{PR - PZ}{V} = \text{mg/L}$$

Onde :

PR: peso do cadinho com resíduo

PZ: peso do cadinho vazio

V: volume de água em litros

4.3. Análise Estatística

Os resultados obtidos dos parâmetros de qualidade da água analisados foram submetidos a análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar pelos resultados obtidos para pH diferenças altamente significativas entre os locais de coleta da água (Tabela1). A água oriunda da chuva diretamente, apresentou menor pH, quando comparado com as água coletadas do telhado de barro novo, barro velho e telhado de amianto, respectivamente. O valor observado do pH da água da chuva se mostrou mais ácido, quando comparado com os demais. De acordo com Lisboa et al. (1992), valores de pH inferiores a 5,60 indicam, freqüentemente, que a chuva encontra-se poluída com ácidos fortes, como o gás sulfídrico (H_2S) e o ácido nítrico (HNO_3) e eventualmente com outros tipos de ácidos como o (HCl) e os ácidos orgânicos.

Jaques (2005) em trabalho realizado em Florianópolis SC também encontrou o pH ácido para as amostras de água de chuvas coletadas sem passarem pelos telhados onde o valor mínimo encontrado foi de 4,92 e o máximo de 5,80, indicando chuva ácida. Nestas condições, o fato do pH da água da chuva ser levemente ácido, é considerado normal, pois mesmo em áreas inalteradas o pH encontra-se próximo a 5,00.

Tabela 1- Valores médios de parâmetros físico-químico da água coletada em diferentes tipos de telhados, IFSMG, 2010.

Pontos de Coleta	pH	Turbidez (UTM)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Condut. Elétrica (µS/cm)	Sólidos Totais dissolv. (mg/L)	Sólidos Totais (mg/L)
Diretamente da Chuva	5,18 a	1,56 a	10,02 a	7,16 a	3,48 a	0,0340a
Telhado de Barro Velho	5,83 b	27,29 c	9,85 a	43,15 b	11,01 b	0,0830a
Telhado de Barro Novo	5,76 b	26,75 c	8,16 b	73,43 c	36,55 c	0,0920a
Telhado de Amianto	6,40 c	9,99 b	0,00 c	231,86 d	113,7 d	0,2150 b

Medidas seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% probabilidade.

Para Turbidez, os valores encontrados apresentaram diferença altamente significativa entre os locais de coleta (Tabela 1), a água da chuva apresentou um bom resultado na análise de turbidez, sendo que o menor valor de turbidez indica que a água apresenta maior transparência. Segundo a classificação do CONAMA 20/86 todos os resultados alcançados através das análises de turbidez estão classificados na Classe 1, uma vez que o resultado deverão ser de até 40 UNT. O valor mais alto encontrado nas análises foi do telhado de barro velho, devido a presença de limo seco na calha e no telhado.

O pior valor encontrado na análise de oxigênio dissolvido foi para o telhado de amianto, com 0,00 mg/L, onde o menor valor encontrado é considerado o pior valor, devido a presença de folhas, galhos e de fases de aves, retirando o oxigênio contido na água. O oxigênio desaparece quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis. Assim quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microorganismos decompositores e, conseqüentemente, maior o consumo de oxigênio Já nos outros telhados apresentaram um resultado melhor, como mostra a tabela 1, sendo o melhor resultado foi o da água diretamente da chuva.

Para a classificação do CONAMA 20/86, os valores encontrados para a água diretamente da chuva, passada pelo telhado de barro novo e telhado de barro velho se encaixam na Classe 2.

O melhor valor encontrado para a análise de condutividade elétrica foi da água diretamente da chuva expressa em 7,16 $\mu\text{S}/\text{cm}$, seguidos do telhado de barro velho com 46,15 $\mu\text{S}/\text{cm}$, telhado de barro novo com 73,43 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e o pior valor foi o telhado de amianto com o valor de 231,86 $\mu\text{S}/\text{cm}$ devido o telhado ser mais velho e apresentar presenças de folhas, galho e a presença de aves no local, contaminando assim o telhado. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água.

A água diretamente da chuva apresentou o melhor valor de sólidos totais dissolvidos com 3,48 mg/L, seguidos do telhado de barro velho com 11,01 mg/L, o telhado de barro novo com 36,55 mg/L, sendo o telhado de amianto o pior tratamento com 113,7 mg/L, devido à presença de materiais sólidos, como poeira, folhas e galhos, onde o menor valor encontrado representa o melhor valor, onde o valor de sólidos totais em suspensão deveria ser $\leq 5\text{mg}/\text{L}$ (Hespanhol, 2003).

O melhor valor encontrado através da análise de sólidos Totais, foi na água diretamente da chuva com 0,0340 mg/L, apresentando assim o menor valor, ou seja, a menor quantidade de resíduos, o pior valor encontrado foi da água passada pelo telhado de amianto com 0,2150 mg/L. O menor valor encontrado é o que representa a melhor qualidade da água.

6. CONCLUSÕES

A água coletada diretamente da chuva apresentou a melhor qualidade dos parâmetros físico-químicos avaliados e a água coletada do telhado de amianto apresentou a pior qualidade deste parâmetros;

O material do telhado não influenciou na qualidade da água, mas as condições dos telhados influenciaram na qualidade físico-químico da mesma.

As águas coletadas indiretamente não apresentaram qualidade que atendam as normas do CONAMA 20/86 para a utilização humana sem o prévio tratamento;

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APOLO 11. satmaps.. **Imagens Via Satélite**.Online. Disponível em:
http://Apolo11.com/satmaps2_cidades. Acessado em: 18 de maio de 2010

BOULOMYTIS, V. T. G..Estudo da Qualidade da Água de Chuva Captada em Telhado Residencial na Área Urbana para Fins de Irrigação de Alface.In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA, 5, 2007.

CAMPOS, M. A.S. **Aproveitamento de Água Pluvial em Edifícios Residenciais Multifamiliares na Cidade de São Carlos**. São Carlos, 2004. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 20 de 18 de junho de 1986. **Estabelece a Classificação das Águas Doces, Salobras e Salinas do Território Nacional**. Online. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 17 de maio de 2010.

FERREIRA, C. M.. Importância da Água e sua Utilização em Ranários Comerciais. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Peixes Ornamentais. Publicado na **Revista Panorama da Aqüicultura**, v. 13, n.79, p. 15 - 17, 2003.

GRASSI, M. T.. As Águas do Planeta Terra. **Caderno Temático de Química Nova na Escola**. Edição especial - Maio 2001.

HESPANHOL, I. **Revisão da Resolução em Elaboração do CONAMA para Efluentes Classe III**. São Paulo, 4 nov. 2003. Anotações pessoais, São Paulo, 2003.

IWANAMI, H.. Rainwater Utilization System in Building. In: CIBW62 SEMINAR. Tokyo Japan. **Proceeding**. 1985.

JAQUES, R. C. **Qualidade da Água de Chuva no Município de Florianópolis e sua Potencialidade para Aproveitamento em Edificações**. Florianópolis, 2005. 102 p.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) Programa de Pós- Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A.. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 1995.

KELMAN, G., **Revista Aguaonline**, Online. Disponível em: <http://www.sosmatatlantica.org.br>. Acessado em 15 de maio de 2010.

KLUMB, A.K., et al, **Aproveitamento de Água de Chuva na Cidade de Pelotas – RS para Uso Não Potável**, XVIII CIC. XI EMPOS. I amostra científica, 2009.

LISBOA, H.M., COSTA, R.H.R., WALTORTT, L.M.B., Análise da Qualidade das Águas de Chuva no Campus Universitário da UFSC. Maio, 1991 a Janeiro,1992, CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7. v.2, p.961-865, São Paulo.

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo não Potável em Edificações**. São Paulo, 2004. p. 159. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

MILANO, L.B.M.; LUCA, S.J.; ROSAURO, N.M.L.; & CASTRO, C.M.B. (1989). Análise da Qualidade da Água de Chuva na Região Metropolitana de Porto Alegre e Fatores Meteorológicos Associados. **Revista Brasileira de Engenharia**, caderno de Recursos Hídricos, v. 7. n. 2.

NETO, A. C. O.. Segurança Sanitária das Águas de Cisternas Rurais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, 4, 2003.

SOARES, D. A. F. *et al.*. Considerações a Respeito da Reutilização das Águas Residuárias e Aproveitamento das Águas Pluviais em Edificações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., Vitória, 1999. Anais. Vitória: ABRH, 1999.

SPERLING, M.V.; **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**, v 1, 1ª Edição, Belo Horizonte DESAUFMG, p.240 , 1995.

TOMAZ, P., **Aproveitamento da Água de Chuva**. Editora Navegar. São Paulo, 2003, 180 p.

WIKIPÉDIA, A Enciclopédia Livre. **Qualidade da Água**. Online. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Qualidade_da_%C3%A1gua. Acessado em 14 de Maio de 2010.