



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

QUALIDADE DA ÁGUA PROVENIENTE DA CHUVA COLETADA EM DIFERENTES TIPOS DE TELHADOS

Oberdan Everton Zerbinatti¹; Ivan Ulisses Lara de Souza²; Ademir José Pereira³; Adriano Bortolotti da Silva⁴; Rosicler Aparecida de Oliveira Renato⁵

RESUMO

Reuso de água é uma técnica que objetiva a preservação de recurso natural, buscando alternativa capaz de atender o aumento de demanda da população, pensando também na necessidade das gerações futuras. Diante desse cenário e buscando ter água em quantidade e qualidade para suprir as necessidades diárias, o reaproveitamento de água da chuva vem demonstrando ser uma alternativa viável. Esta captação e reutilização da água é uma técnica milenar realizada para fins agrícolas e domésticos. A técnica, ao longo do tempo, se tornou menos comum à medida que os sistemas de água encanada vinham se expandindo. Atualmente, devido ao aumento de necessidade, o reaproveitamento de água vem sendo resgatado e praticado com mais frequência. É crescente no país o número de indústrias que estão se adequando às legislações ambientais e obtendo certificações no conjunto de normas ISO 14000. Estas adequações também passam pela captação e reutilização de água da chuva. Estados como São Paulo e Rio de Janeiro, leis obrigam indústrias com área de 500m² a fazer a captação da água das chuvas, medida que visa não só o reaproveitamento da água, como também a diminuição da eminência de enchentes. Neste contexto, este trabalho objetivou avaliar, além da importância do reaproveitamento da água proveniente da chuva, o problema da eventual contaminação da mesma por metais pesados que inviabilizasse qualquer tipo de reaproveitamento, realizando-se análise química, física e microbiológica da água. Comparando-se os resultados, a água coletada diretamente da chuva apresentou qualidade superior.

Palavras-chave: captação; reutilização; qualidade de água.

RAINWATER QUALITY COLLECTED FROM DIFFERENT ROOF TYPES

Re-utilization of water is a technique which aims to preserve a natural resource, seeking for an alternative that is capable of fulfilling the population's demand while minding the needs of future generations. In such context, the re-utilization of rain water has been proving to be a viable alternative, as far as having sufficient water in feasible quality and quantity so as to fulfil daily demands is concerned. Water collecting and re-utilizing is an ancient technique performed for both home and agricultural-related aims. Such technique became less common as time went by, as the modern piped water systems became increasingly available. Nowadays, due to an increase in water needs, the alternative of re-utilization of water is being brought back and more often used. The number of industrial companies in the process of adapting to environmental laws and granting ISO 14000 certification is increasing. Such adaptations include rain water collecting and re-utilization. In states such as São Paulo and Rio de Janeiro laws oblige industrial companies with areas of 500 square meters or larger to collecting rain water, which not only aims at re-utilizing it but also at decreasing the risks of potential floods. In this context, this work aimed to assessing both the importance of rain water re-utilization and the problem of casual contamination of water by heavy metals which would render any re-use alternatives as not feasible, by carrying out chemical, physical and microbiological analyses. When comparing results, rain water featured higher quality.

Keywords: collection; re-utilization; water quality.

Trabalho recebido em 04/02/2011 e aceito para publicação em 24/07/2011.

¹ Professor no IF Sul de Minas Campus Inconfidentes. Mestrando em Sistemas de Produção na Agropecuária - UNIFENAS, oberdanzerbinati@yahoo.com.br

² Tecnólogo em Gestão Ambiental. Formado em 2010 pelo IF Sul de Minas Campus Inconfidentes

³ Professor, Doutor, Diretor do Instituto Federal Sul de Minas Campus Inconfidentes, ademir.pereira@ifs.ifsuldeminas.edu.br

⁴ Professor, Doutor, da Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS, adriano.silva@unifenas.br

⁵ Professora do IF Sul de Minas Campus Machado. Mestranda em Sistemas de produção na Agropecuária - UNIFENAS

1. INTRODUÇÃO

Sabemos que a água é essencial a qualquer tipo de vida, e mesmo o Brasil sendo um dos países mais ricos do mundo em relação ao número de rios, devemos preservar esse recurso natural, principalmente pelo fato do mesmo ser um recurso finito. Vem sendo de extrema importância o desenvolvimento de técnicas como o reaproveitamento das águas oriundas de um fenômeno natural, ou seja, a água das chuvas, com fins de colaborar de forma significativa para a diminuição da escassez da mesma em tempos atuais, não apenas em termos de qualidade, mais também em quantidade com qualidade.

Este estudo discorre quanto à reutilização da água das chuvas, coletadas por meio de telhados, o fator poluição, recursos hídricos e o embasamento sobre a reutilização da água das chuvas e sua importância, como forma de ajudar na preservação do meio ambiente, evitando desperdícios e superexploração da água.

De frente com a realidade, está cada vez mais clara a importância da preservação dos recursos naturais, buscando fontes alternativas capazes de atender o aumento de demanda da população, se preocupando também na necessidade das gerações futuras. Diante desse cenário e buscando ter água em quantidade e qualidade para suprir suas

necessidades diárias, o reaproveitamento da água da chuva vem demonstrando ser uma alternativa viável.

A captação e reutilização da água de chuva é uma técnica milenar realizada para fins agrícolas e domésticos. Esta reutilização da água vinha sendo abandonada ao longo do tempo à medida que os sistemas de água encanada vinham se expandindo. Atualmente devido o aumento de necessidade, essa técnica vem sendo resgatada e praticada com mais frequência, unindo-se a novas tecnologias para preservar nossos recursos naturais que é direito e dever da população como um todo e não somente das entidades ambientais.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este estudo tem como objetivo geral descrever a importância do reaproveitamento da água proveniente da chuva, para diferentes atividades de forma responsável e consciente, ou seja, sem desperdícios.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o potencial de uso da água proveniente da chuva;

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

Classificação da água de acordo com a Resolução do CONAMA 20/86.

3. REVISÃO DE LITERATURA

O reuso da água é uma forma necessária de exploração sustentável, sendo realizada conforme a população atual tem suas necessidades mais urgentes, tendo o cuidado assim de não comprometer as necessidades das gerações futuras, porém de acordo com Mancuso (2003), “nas atividades econômicas do homem, o conceito de qualidade é invariavelmente associado ao uso de um bem ou serviço”.

Segundo a ONU, o saldo da mistura é de 5,3 milhões de vítimas nos países em desenvolvimento, não entrando nesta contagem os problemas mais simples na saúde, que na maioria das vezes acabam resultando em doenças mais graves. A poluição na água gera uma mistura explosiva, que afeta a saúde pública (MACEDO, 2000).

Ainda segundo Macedo (2000), referente ao desperdício estima-se que as perdas em países desenvolvidos alcancem 30% enquanto em regiões como São Paulo tem-se um valor de cerca de 40%. Só em vazamentos levam a uma perda na ordem

de 20% que é o dobro da taxa aceita por padrões internacionais.

De acordo com Luz (2005), “o uso racional dos recursos hídricos, com reciclagem da água, eliminação de desperdícios, reaproveitamento das águas servidas e das águas da chuva, gera economia de recursos, pois se reduz o volume de água tratada e a demanda da mesma”.

3.1 ÁGUA NO BRASIL

De acordo com o IBGE (1996), o território brasileiro é considerado o quinto no mundo em extensão territorial. Possui uma área de 8.547.403 Km², ocupando 20,8% do território das Américas e 47,7% da América do Sul.

Por outro lado, a falta de abastecimento de água também é uma realidade que de acordo com UNIÁGUA⁵ (2005), alerta que mais de um sexto da população mundial, ou seja, 18% correspondente a 1,1 bilhões de pessoas, não tem abastecimento da água, e nem mesmo saneamento básico, um problema real para muitas pessoas, do mundo inteiro.

Os dados apontados pela UNIÁGUA (2005), dependem das medidas adotadas pelos governos o qual faz parte do relatório da UNESCO (Organização das Nações

⁵ UNIÁGUA, Universidade da Água: Disponível em: <http://www.uniagua.org.br/websiteagua planeta.htm>
Acesso em: 04.01.11

Unidas para a Educação, Ciência e Cultura), órgão responsável pelo Programa Mundial de Avaliação Hídrica, como a

preparação para o 3º Fórum Mundial de Água, que aconteceu em Kyoto, Japão em março de 2003.

Tabela 1-Distribuição dos recursos hídricos, da superfície e da população em porcentagens.

Região	Recursos Hídricos (%)	Superfície (%)	População (%)
Norte	68,5 %	45,3 %	6,98 %
Centro-oeste	15,7 %	18,8 %	6,41 %
Sul	6,5 %	6,8 %	15,5 %
Sudeste	6 %	10,8 %	42,65 %
Nordeste	3,3 %	18,3 %	28,91 %
TOTAL	100 %	100 %	100 %

Fonte: DNAEE, 2000

O quadro demonstra que a Região Norte apresenta maior índice de porcentagem, (68,5%), dos recursos hídricos em relação a outros estados, bem como maior superfície, com apenas 6,98% da população. A região Sudeste apresenta uma população maior, ou seja, 42, 65 % mas com apenas 6% dos recursos hídricos e superfície de 10,8%.

Em 2003, a ONU (Organização das Nações Unidas), através da Resolução CONANA promoveu uma campanha para a preservação dos recursos hídricos declarando o dia 23 de março como sendo o “Dia Mundial da Água”.

Em dezembro de 2000, a importante Resolução 155; 196 da Assembléia Geral das Nações Unidas decretaram o ano de 2003 como o Ano Internacional da Água Doce, que tinha como objetivos:

- a) Chamar a atenção da humanidade para um problema global;
- b) Incentivar a ação internacional em todos os níveis para a resolução dos vários problemas que estão ligados á água e ao seu uso. Freitas (2002).

Sendo assim estas medidas de extrema importância, atuando como ferramenta para a conscientização da sociedade em relação ao uso consciente e a preservação dos nossos recursos hídricos.

3.3 O REÚSO DA ÁGUA

Segundo Lavrador Filho (1987), “o reuso da água é o aproveitamento de águas previamente utilizadas uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original. Pode ser direto ou

indireto, bem como decorrer de ações, planejadas ou não planejadas.”

3.4 A IMPORTÂNCIA DA REUTILIZAÇÃO

A coleta das águas da chuva em graus de pureza de acordo com cada local

de amostragem deve ser reutilizada cada qual para um fim como apresenta Fendrich & Oliynik (2002) no quadro abaixo especificando cada uma destas formas de reutilização das águas pluviais.

QUADRO 1 – Graus de pureza e utilização das águas pluviais

Grau de Pureza	Área de Coleta das Águas Pluviais	Utilização das Águas Pluviais
A	Telhados (locais não usados por pessoas ou animais).	Vaso sanitário, regar plantas, outros usos. Se tratadas podem ser usadas para consumo
B	Cobertura, sacadas (locais usados por pessoas ou animais).	Vaso sanitário, regar plantas, outros usos, mas impróprias para consumo.

Fonte: FENDRICH (2002) citando GROUP RAINDROPS (1995)

Segundo Appan (1999), o uso não nobre das águas da chuva advindas de telhados, por exemplo, para uma região urbana, em média anual, corresponde a ordem de 2250 mm.

A utilização da água de chuva, tratada sem acompanhamento microbiológico, pode influenciar, de forma negativa, os processos de indústrias que exigem uma qualidade microbiológica mais elevada (FREITAS, 2002).

A técnica mais comum de coleta da água da chuva para reutilização, segundo Lee et al. (2000), são feitas por meio da superfície de telhados, justamente por apresentar uma qualidade melhor, além de

ser uma técnica simples comparada aos sistemas que coletam água no solo.

Ao que se refere à intensidade da água da chuva, classifica-se em: leve (1 a 5 mm/h), forte (15 a 20mm/h) ou tempestuoso (100mm/h). Para cada um dos tipos, a velocidade de queda é de 2,0, 5,5 e 8,0m/s, e o diâmetro das gotas de 0,2, 0,45, 1,5 e 3,0mm, respectivamente (CEBRAPROT, 2003).

O aproveitamento da água da chuva ocorre em grande parte das populações no mundo inteiro, principalmente em regiões denominadas semi-áridas que equivalem a 30% da superfície da Terra. (GNADLINGER, 2000).

Azevedo Netto (1991) diz que, o sistema de água da chuva pode suprir outros elementos importantes como a redução da energia elétrica e tratamentos de outras águas em sistemas duplos.

Segundo Barros (1995), a água da chuva é geralmente armazenada em cisternas captadas da chuva e que escoam de determinado terreno. Esta água pode ser utilizada para irrigação de culturas comercializáveis como verduras, ervas medicinais, flores e árvores frutíferas (GNADLINGER, 2000).

No ano de 1999, devido à 9ª Conferência Internacional de Sistemas de Captação da água da Chuva, realizados em Petrolina, criou-se, então, com o 2º Simpósio Brasileiro Sobre Sistemas de Captação de Água de chuva, a Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água da Chuva (ABMAC) (SICKERMANN, 2002).

A partir daí empresas de grande importância no Brasil, como a Ford, vem realizando o aproveitamento das águas da chuva, utilizando as mesmas em seus processos internos para fabricação de acessórios metálicos, entre outras empresas que também estão adotando este sistema como a Tecksid do Brasil.

3.5 LEGISLAÇÃO SOBRE O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

No Brasil, ainda não há normas técnicas em relação ao reaproveitamento da água da chuva, tanto para fins potáveis, como para fins não potáveis. Porém em alguns estados foram instituídas legislações referentes à coleta da água da chuva, tendo como objetivo, controlar enchentes, conservar a água e fazer o uso racional da mesma evitando assim contaminar e desperdiçar esse recurso tão precioso.

Em São Paulo (Lei Nº 13.276/02) e no Rio de Janeiro (Decreto Municipal Nº 23.940/04), a coleta da água da chuva é obrigatória para os empreendimentos com área impermeabilizada superior a 500 m², com o objetivo de evitar inundações. A chuva coletada deve ser encaminhada a um reservatório de retenção para posterior infiltração no solo ou para ser despejada na rede de drenagem após uma hora de chuva, ou ainda para ser conduzida a outro reservatório, podendo ser utilizada para fins não nobres.

O Decreto Municipal Nº. 23.940/04 do Rio de Janeiro faz algumas ressalvas quanto à utilização da água da chuva, alertando para que, quando sua utilização é para fins não potáveis, deva-se proceder a identificação do sistema com sinalização

de alerta, para evitar o consumo indevido; garantir padrões de qualidade da água apropriados ao tipo de utilização previsto, definindo os dispositivos, processos e tratamentos necessários para a manutenção da sua qualidade; impedir a contaminação do sistema predial de a água potável proveniente da rede pública, sendo proibido qualquer comunicação entre este sistema e o sistema predial destinado a água não potável.

Em Curitiba, a Lei Nº. 10.785/03 criou o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações, com o objetivo de conservar e fazer uso racional da mesma, utilizando fontes alternativas para captação de água e fazendo a conscientização dos usuários. Esta lei prevê a utilização de aparelhos e dispositivos economizadores de água e medição individualizada de água nos apartamentos.

As ações de utilização de fontes alternativas compreendem a captação, armazenamento e utilização de água proveniente das chuvas e a captação e armazenamento e utilização de águas servidas, orientando que as fontes alternativas de água devem ser aproveitadas em atividades que não requeiram o uso de água tratada, como rega de jardins e hortas, lavagem de roupa,

lavagem de veículos, lavagem de vidros, calçadas e pisos.

3.5.1 Padrões de Qualidade de Água

Para aproveitarmos todo o benefício da coleta e utilização da água da chuva de forma segura, é necessário que se estabeleçam os padrões de qualidade que a mesma deve atender, sendo de acordo com os usos em que a mesma será destinada.

A legislação federal brasileira estabelece padrões de qualidade para a água tratada destinada ao consumo humano, através da Portaria Nº518/04 do Ministério da Saúde (MS), além disso, a Resolução CONAMA Nº357/05 estabelece os padrões de qualidade para corpos d'água.

Na falta desses padrões de qualidade de água de chuva, pode-se tomar como referência as legislações descritas acima, ou ainda a NBR 13.969/97 - Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos, da ABNT.

Outra referência é a publicação "Conservação e Reuso da Água em Edificações" de 2005, realizada pela Agência Nacional de Águas (ANA) em conjunto com a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) e com o Sindicato da Indústria da Construção Civil

do Estado de São Paulo (SINDUSCON-SP).

ao consumo humano deve atender segundo a Portaria N°518/04 do MS.

3.5.1.1 Padrão de Potabilidade

A Tabela 2 sintetiza alguns padrões de qualidade que a água tratada destinada

Tabela 2 – Padrões de qualidade da água tratada destinada ao consumo humano.

Parâmetros	Unidade	VMP
pH	-	6,0 a 9,5
Turbidez	UNT	5
Cor aparente	µH	15
SDT	mg/L	1.000
Dureza	mg/L	500
Nitrato (Como N)	mg/L	10,0
Nitrito (Como N)	mg/L	1,0
Amônia (NH ₃)	mg/L	1,5
Sulfato (SO ₄)	mg/L	250
Cloretos	mg/L	250
Escherichia coli e Coliformes Totais	NMP/100 ml	Ausente

Nota 1- Valor Máximo Permitido- Fonte: Portaria N°518/04 do MS-1995.

Legenda: VMP - Valor Máximo Permitido; µH - Unidades Hanzen de Cor; pH - Potencial Hidrogeniônico; UNT - Unidades Nefelométricas de Turbidez; SDT - Sólidos Dissolvidos Totais; mg/L – Miligrama por Litro; NMP/100 ml – número mais provável por 100 mililitros

3.5.1.2 Padrões para Corpos D'Água

A Resolução CONAMA N°357/05 dispõe sobre a classificação, dando diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos d'água superficiais, estabelecendo os padrões de qualidade para estas águas definindo suas

classes com respectivos usos a que se destinam.

A Tabela 3 sintetiza alguns padrões de qualidade para água doce estabelecidos por esta resolução.

Tabela 3 – Padrões para corpos d'água.

Parâmetros	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
DBO	mg/L	≤ 3	< 5	≤ 10	-
OD	mg/L	≤ 6	≥ 5	> 4	≥ 2
Turbidez	UNT	40	100	100	-
Cor verdadeira	µH	-	75	75	-
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
SDT	mg/L	500	500	500	-
Fósforo total	mg/L	0,025	0,05	0,075	-
Nitrato	mg/L	10,0	10,0	10,0	-
Nitrito	mg/L	1,0	1,0	1,0	-
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	3,7	3,7	13,3	-
Sulfato	mg/L	250	250	250	-
Cloretos	mg/L	250	250	250	-
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	200	1.000	4.000	-

Legenda: DBO – Demanda Biológica de Oxigênio; OD - Oxigênio Dissolvido; µH - Unidades Hazen de Cor; pH - Potencial Hidrogeniônico; UNT - Unidades Nefelométricas de Turbidez; SDT - Sólidos Dissolvidos Totais; mg/L – Miligramas por Litro; NMP/100 ml – número mais provável por 100 mililitros.

Fonte: CONAMA N°357/05

Abaixo estão descritas as classes para água doce da resolução CONAMA N°357/05 e seus respectivos usos:

Classe 1 – Abastecimento para consumo humano, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças;

Classe 2 – Abastecimento para consumo humano, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças, aquicultura e atividades de pesca;

Classe 3 – Abastecimento para consumo humano, irrigação de culturas arbóreas, pesca, recreação de contato secundário, dessedentação de animais;

Classe 4 – Navegação e harmonia paisagística.

3.5.1.3 Padrões de Reuso

A NBR 13.969/97 discorre sobre o reuso de esgoto doméstico tratado, indicando o seu uso para fins que exigem qualidade de água não potável e sanitariamente segura, tais como irrigação dos jardins, lavagem de pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagísticas dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas e pastagens, entre outros fins.

A Tabela 4 mostra os padrões de qualidade para água de reuso estabelecidos

pela NBR 13.969/97, de acordo com as seguintes classes e fins a que se destinam:

Classe 1 – Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes;

Classe 2 – Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes;

Classe 3 – Reuso nas descargas dos vasos sanitários; _

Classe 4 – Reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.

Tabela 4 - Padrões de qualidade para água de reuso

Parâmetros	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
pH	-	6,0 a 8,0	-	-	-
Turbidez	UNT	< 5,0	< 5,0	< 10,0	-
Coliforme fecal	NMP/100ml	< 200	< 500	< 500	< 5.000
SDT	mg/L	< 200	-	-	-
Cloro Residual	mg/L	0,5 a 1,5	> 0,5	-	-
OD	mg/L	-	-	-	> 2,0

Legenda: OD – Oxigênio Dissolvido; pH - Potencial Hidrogeniônico; UNT - Unidades Nefelométricas de Turbidez; SDT - Sólidos Dissolvidos Totais; mg/L – Miligrama por Litro; NMP/100 ml – número mais provável por 100 mililitros

Fonte: NBR 13.969/97

O manual “Conservação e Reuso da Água em Edificações” (ANA, FIESP & SindusCon-SP, 2005) também estabelece as classes da água de reuso e os fins a que se destinam, conforme descrito abaixo:

Classe 1 – Destinadas a descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos e fins ornamentais (chafarizes, espelhos de água etc.) e lavagem de roupas e de veículos;

Classe 2 – Os usos preponderantes nesta classe são associados às fases de construção da edificação, como a lavagem de agregados, a preparação de concreto, a compactação do solo e o controle de poeira;

Classe 3 – Irrigação de áreas verdes e rega de jardins;

Classe 4 – Resfriamento de equipamentos de ar condicionado (torres de resfriamento).

Desenvolver normas e estabelecer critérios de uso e conservação da água da chuva nas edificações é extremamente necessário nos dias atuais, tendo em vista as grandes vantagens trazidas por esse sistema, como a conservação da água, através da redução do consumo de água potável e o controle de enchentes, auxiliando os sistemas de drenagem.

Segundo Soares e Gonçalves (2001 apud MAY, 2004), para a implantação efetiva de sistemas de reuso de águas servidas e de aproveitamento de água de chuva, é necessários que o governo institua uma política de incentivo à instalação desses sistemas, subsidiando taxas ou impostos como forma de incentivo à população.

3.6 CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA PARA CONSUMO

Esta é outra medida importante para estabelecer definições e procedimentos sobre o controle da qualidade de água, referente à coleta das águas da chuva, as disposições a seguir são determinadas de acordo com a Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde (Norma de qualidade de água para consumo humano).

- ABNT NBR 5626:1998 – Instalação predial de água fria;

- ABNT NBR 10844:1989 – Instalações prediais de águas pluviais;

- ABNT NBR 12217:1994 – Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público.

Definições:

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as seguintes definições:

- a) água de chuva: Água coletada em áreas impermeáveis, tais como telhados e pisos;
- b) água não potável: Água para usos que não resultem em ingestão ou contato direto da água captada com os usuários;
- c) área de captação (m²): Área da superfície impermeável onde a água é captada;
- d) coeficiente de escoamento superficial (C): Coeficiente que representa a relação entre o volume total de escoamento superficial e de precipitação e que varia conforme a superfície;
- e) demanda: Consumo médio a ser utilizado para fins não potáveis (mensal ou diário);
- f) escoamento inicial (*first flush*): Água proveniente da área de captação suficiente para carregar a poeira, fuligem, folhas, galhos e detritos;

g) método de Rippl: Usado em hidrologia e adaptado para o dimensionamento de reservatórios para armazenamento de águas de chuva (ver anexo A);

h) parâmetros de qualidade: Consideram o bom desempenho dos sistemas e componentes que irão veicular a água, bem como a garantia do desempenho da atividade no qual esta água será utilizada;

i) volume aproveitável de água de chuva:

Volume efetivamente captado.

3.6.1 Parâmetros de Qualidade da Água

3.6.1.1 Parâmetros Físicos

- **Temperatura:** Geralmente reconhecemos três grupos de temperatura: água fria, água morna e água quente.

- **Turbidez:** é a medição da resistência da água à passagem de luz, sendo caracterizada pela presença de partículas suspensas na mesma. A água pode ser turva ou límpida. De acordo com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde o valor máximo permissível de turbidez na água distribuída é de 5,0 UNT.

- **Cor:** é uma medida que indica a presença na água de substâncias dissolvidas, ou finamente divididas (material em estado coloidal). De acordo com a Portaria 518/04 do Ministério da

Saúde o valor máximo permissível de cor na água distribuída é de 15,0 µH.

- **Sólidos:** em suspensão: resíduo que permanece num filtro de asbesto após filtragem da amostra. Podem ser divididos em: Sólidos sedimentáveis, Sólidos não sedimentáveis, Sólidos dissolvidos, material que passa através do filtro. Representam a matéria em solução ou em estado coloidal presente na amostra de efluente.

- **Sabor e odor:** Resultam de causas naturais (algas; vegetação em decomposição; bactérias; fungos; compostos orgânicos) e artificiais (esgotos domésticos e industriais).

De acordo com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, a água deve ser insípida, incolor e inodora.

3.6.2 Parâmetros Químicos

- **pH (potencial hidrogeniônico):** 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).

De acordo com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde a faixa recomendada de PH na água distribuída é de 6,0 a 9,5.

Indicando ser neutra em torno de 7, acida abaixo de 6, e básica de 8 pra cima.

- **Alcalinidade:** Causada por sais alcalinos, principalmente de sódio e cálcio.

- **Dureza:** Resulta da presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), ou de outros metais bivalentes. Classificação das águas, em termos de dureza (em CaCO_3):

Menor que 50 mg/1 CaCO_3 - água mole

Entre 50 e 150 mg/1 CaCO_3 - água com dureza moderada

Entre 150 e 300 mg/1 CaCO_3 - água dura

Maior que 300 mg/1 CaCO_3 - água muito dura

- **Cloretos:** geralmente, provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar; podem, também, advir dos esgotos domésticos ou industriais; em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas.

- **Ferro e Manganês:** Podem originar-se da dissolução de compostos do solo ou de despejos industriais; causam coloração avermelhada à água, no caso do ferro, ou marrom, no caso do manganês, manchando roupas e outros produtos industrializados; conferem sabor metálico à água; as águas ferruginosas favorecem o desenvolvimento das ferrobactérias, que causam maus odores e coloração à água e obstruem as canalizações

- **Oxigênio Dissolvido (OD):** É uma medida da capacidade que a água tem para sustentar organismos aquáticos. A água com conteúdo de oxigênio dissolvido muito baixo, que é geralmente causada por lixos em excesso ou imprópriamente tratados, não sustentam peixes e organismos similares. Um rio considerado limpo, por exemplo, em condições normais tem entre 8 a 10 miligramas de oxigênio por litro.

- **Matéria Orgânica:** O consumo de oxigênio é um dos problemas mais sérios do aumento do teor de matéria orgânica, pois provoca desequilíbrios ecológicos, podendo causar a extinção dos organismos aeróbios. Geralmente, são utilizados dois indicadores do teor de matéria orgânica na água: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO)

3.6.3 Componentes Inorgânicos

Alguns componentes inorgânicos da água, entre eles os metais pesados, são tóxicos ao homem: arsênio, cádmio, cromo, chumbo, mercúrio, prata, cobre e zinco; além dos metais, podem-se citar os cianetos; esses componentes, geralmente, são incorporados à água através de despejos industriais ou a partir das atividades agrícolas, de garimpo e de mineração.

3.6.3.1 Componentes Orgânicos

Alguns componentes orgânicos da água são resistentes à degradação biológica, acumulando-se na cadeia alimentar; entre esses, citam-se os agrotóxicos, alguns tipos de detergentes e outros produtos químicos, os quais são tóxicos.

3.6.3.4 Flúor

O flúor é um elemento químico adicionado à água de abastecimento, durante o tratamento, devido à sua comprovada eficácia na proteção dos dentes contra a cárie.

3.6.4 PARÂMETROS BIOLÓGICOS

3.6.4.1 Algas

As algas desempenham um importante papel no ambiente aquático, sendo responsáveis pela produção de grande parte do oxigênio dissolvido; em grandes quantidades, como resultado do excesso de nutrientes (eutrofização), trazem alguns inconvenientes: sabor e odor; toxidez, turbidez e cor; formação de massas de matéria orgânica que, ao serem decompostas, provocam a redução do oxigênio dissolvido; corrosão; interferência nos processos de tratamento da água: aspecto estético desagradável.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras foram coletadas no dia 20/09/10, e as análises feitas no dia seguinte 21/09/10, respeitando um período máximo de 24 horas. As mesmas foram realizadas pelos técnicos Eduardo de Oliveira Rodrigues e Odilon França de Oliveira Neto, responsáveis pelo Laboratório de Bromatologia do instituto IF Sul de Minas Campus Inconfidentes, situado na cidade de Inconfidentes – MG, a 869 metros de altitude, com um clima típico da região, o Cwb, mesotérmica de verões brandos e úmidos, com media anual de 18° C. As coordenadas geográficas do município são: latitude S 22 19 40 e longitude O 46 19 40. Inconfidentes tem área de 145 km², tendo o rio Mogi Guaçu como principal curso d'água, pertencente da bacia do rio Mogi Guaçu e Pardo (GD6)

A água da chuva para a realização desse trabalho foi coletada simultaneamente na fazenda do instituto, em coberturas de alguns empreendimentos sala de aula com os diferentes tipos de telhado: fibro cimento, barro novo e barro velho, descartando os primeiros 10 minutos de chuva, tempo suficiente para lavar as impurezas que se alojam sobre a superfície do telhado. Para a coleta foram utilizados recipientes plásticos recicláveis, com capacidade de um litro e uma bacia de plástico com capacidade de 2 litros, uma

vez que a mesma foi utilizada para a captação direta da chuva, ou seja, sem interferência do telhado.

Os pontos de coleta foram:

Coleta 1: água coletada em telhado de barro novo

O primeiro ponto coletado foi em uma sala de aula sendo um telhado de barro novo. As características principais do local é que apresenta arvores ao entorno e poeira, podendo assim afetar a qualidade da água. Os recipientes foram cheios até a superfície, tampados e armazenados na geladeira até a realização das respectivas análises. Todas as coletas foram realizadas respeitando 10 (dez) minutos após o início das chuvas, tempo suficiente para lavar as impurezas.

Coleta 2. Água coletada em telhado de barro velho:

A coleta 2 foi realizada no telhado de uma sala de aula, onde ao seu redor não apresentava diferenças física próximas, tais como, edificações e árvores, cabíveis de modificação, diferente dos demais pontos de coleta. Os recipientes foram cheios até a superfície, tampados e armazenados na geladeira até o momento da análises. Seguindo os mesmos passos da primeira coleta.

Coleta3: Água coletada em telhado de Fibro Cimento.

O ponto de coleta dessa amostra foi em outra sala de aula onde o telhado é de fibro cimento. As características principais do local é que apresenta arvores ao entorno com a presença constante de pássaros e poeira, podendo assim afetar a qualidade da água. Os recipientes foram cheios até a superfície, tampados e armazenados na geladeira, até o momento da análises.

Coleta 4: Água coletada direto da chuva.

O ponto de coleta foi numa área em comum aos outros pontos, porém utilizando duas bacias plásticas com capacidade de 2 litros, onde a amostra foi coletada diretamente da chuva. Para a coleta, a bacia foi colocada em um local em que não houvesse interferência de telhado, árvore ou outro material. Ao termino da coleta, a amostra foi acondicionada em recipientes plásticos com capacidade de um litro, tampados e armazenados em geladeira até o momento das análises. Considerando que a intensidade da chuva neste dia foi de 46mm, e a coleta de amostra foi realizada 50 (cinquenta) minutos após o início da chuva.

4.1 PARÂMETROS ANALISADOS

1. pH

Foram realizadas três leituras em cada amostra de água, utilizando o aparelho pHmêtro digital PG1800 da marca Gehaka calibrado, usando a solução de pH 7 com variação de +/- 0,02%. A partir dos resultados foi feita uma média dos valores obtidos.

2. Oxigênio Dissolvido OD

Para a determinação do Oxigênio Dissolvido foi utilizado o aparelho Oxímetro Digital da marca Alfa KIT, realizando três análises para cada amostra, com finalidade de obter uma média final. A unidade utilizada neste parâmetro é miligramas por litro (mg/L)

3. Turbidez

O aparelho utilizado para determinar a turbidez foi o turbidímetro Plus microprocessador digital da Alfa Kit. Foram realizados três repetições para cada amostra e posteriormente calculados a média. A unidade utilizada é UNT (Unidade Nefelométrica Turbidez)

4. Condutividade elétrica

Para a realização das análises desse parâmetro foi utilizado o aparelho Condutivímetro Digital 150 calibrado com solução 146, u/cm +/- 0,5% de variação. Foi realizado três análises para cada amostra, para assim obtermos uma média.

5. Sólidos Totais Dissolvidos

Foi utilizado o aparelho Condutivímetro digital 150 calibrado com solução 146, u/cm +/- 0,5% de variação. Esse aparelho tem múltiplas funções realizando assim outras análises além da condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos, a partir dos resultados foi obtido uma média final.

5. RESULTADOS

Observando os valores obtidos para pH notam-se diferenças significativas entre os locais de coleta da água (Tabela 7). Segundo Campos (2004), a água da chuva normalmente é neutra, com pH variando entre 5,8 e 8,6.

A água captada diretamente da chuva foi a que apresentou maior pH, quando comparado com as amostras de água coletadas nos demais telhados. Onde, os melhores resultados para pH foram obtidos no telhado de barro velho e na água coletada diretamente da chuva, obtendo um CV de 1,42% entre os diferentes tipos de telhado.

Tabela 6 – Avaliação da qualidade físico-químico da água da chuva coletada em diferentes tipos de telhados, IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, 2010.

Tipos de telha	Parâmetros de Qualidade				
	pH	Turbidez (UNT)	Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	Condutividade (µs.cm ⁻¹)	OD (mg.L ⁻¹)
Barro Novo	4,81 c	36,21 c	14,00 a	35,44 b	6,51 d
Barro Velho	6,00 a	41,97 d	24,60 b	49,37 b	9,92 b
Fibro Cimento	5,72 b	23,38 b	27,48 c	54,90 c	7,61 c
Direto da Chuva	6,18 a	14,40 a	24,58 b	35,41 a	10,59 a
CV (%)	1,42	3,72	3,58	3,94	1,92

NOTA: Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, onde os melhores valores são indicados pelas letras a, b, c, e d respectivamente.

O oxigênio dissolvido apresentou um CV de 1,92%, obtendo o melhor resultado para o telhado de amianto, com 10,59 mg/L, ilustrado na (tabela 7), onde o menor valor encontrado é considerado o pior devido à presença de alguns materiais orgânicos biodegradáveis como: galhos, folhas, e fezes de aves, que eliminam o oxigênio presente na água. Para a classificação do CONAMA 20/86, todos os valores encontrados se encaixam Classe 2.

Em relação à turbidez, os valores encontrados também apresentaram uma diferença altamente significativa com um CV de 3,72% entre os tipos diferentes de telhado como ilustrado na (Tabela 1), a água coletada diretamente da chuva foi a que apresentou um melhor resultado na análise de laboratorial, sendo que o menor valor de indica que a água apresenta maior transparência. De acordo com a classificação do CONAMA 20/86 os

resultados alcançados na água coleta diretamente da chuva e para os telhados de barro novo e fibro de cimento, estão classificados na Classe 1, uma vez que o resultado deverão ser de até 40 UNT.

O valor mais alto encontrado nas análises laboratoriais foi do telhado de barro velho, devido à presença de limo seco na calha e no telhado, se classificando na Classe2, devido à turbidez ser superior a 41 UNT.

Nos valores obtidos nas análise laboratoriais referente à condutividade elétrica, o melhor foi na amostra da água diretamente da chuva expressa em 35,41 µS/cm, seguidos do telhado de barro novo com 35,44 µS/cm, telhado de barro velho com 49,37 µS/cm, e o pior valor foi o telhado fibro de cimento com o valor de 54,90 µS/cm devido o telhado ser mais velho e apresentar presenças de folhas, galho e a presença de aves no local,

contaminando assim o mesmo. Os diferentes tipos telhado apresentaram um CV de 3,94%, e quanto maior for à quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água.

A análise laboratorial para os sólidos totais apresentou um CV de 3,58%, onde a água que passou pelo telhado de barro novo apresentou o melhor resultado com 14,00 mg/L, em seguida a água coletada diretamente da chuva, com 24,58 mg/L, seguidos do telhado de barro velho com 24,60 mg/L, e o telhado de fibro de cimento com 27,48 mg/L, devido à presença de materiais sólidos, como poeira, folhas e galhos, onde o menor valor encontrado representa o melhor valor.

6. CONCLUSÕES

Levando em consideração os resultados obtidos através das análises laboratoriais, a água coletada diretamente da chuva foi a que apresentou uma qualidade superior, em relação as outras amostras, considerando os parâmetros físico-químicos avaliados, e a amostra que apresentou uma qualidade inferior as demais, foi a água coletada da chuva que passou pelo telhado de fibro cimento.

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

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

7. REFERÊNCIAS

- APPAN, A. **A dual-mode system for harnessing roof water for non-potable uses.** *Urban Water*, v. 1, n. 4, p. 317-321, 1999.
- BARROS, R. T. V. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios** volume 2. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. ISBN 85.8266.02.3.
- CAMPOS, M. A. S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residências multifamiliares na cidade de São Carlos.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Universidade Federal de São Carlos. 2004
- CENTRO BRASILEIRO DE APERFEIÇOAMENTO DE PROFISSIONAIS DE TOPOGRAFIA – CEBRAPROT. **Hidrometria e Batimetria.** Criciúna: Lucas Eventos Ltda., p. 1875-1897, 2003.
- CONAMA, Resolução, 357, Brasília, MNA, 2005.
- DNAEE - **Departamento Nacional de águas e Energia Elétrica.** Plano Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, Viva, 138p. 2000.
- FENDRICH, R; OLIYNIK, R. **Manual de Utilização das Águas Pluviais – 100 Maneiras Práticas.** - 1. ed. - Curitiba: Livraria do Chain Editora, 2002.
- FREITAS, V.P. **Águas: aspectos jurídicos e ambientais.** 2ª Ed. Curitiba: Juruá, 2002.
- GNADLINGER, J. **Coleta de água de chuva em áreas rurais.** In: FÓRUM

- MUNDIAL DA ÁGUA, 2., 2000, Holanda. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <http://irpaa.org.br/colheita/indexb.htm>. Acesso em: 24 ago. 2010
- IBGE –**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** – Centro de Documentação e Disseminação de Informações. O Brasil e números. Rio de Janeiro, IBGE, 1992/1995/1996.
- LAVRADO, R.F.J. Contribuição para **entendimento do reuso planejado da água e algumas considerações sobre possibilidades de uso no Brasil**. São Paulo: Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 198 p. 1987.
- LEE, K. T. et al. *Probabilistic design of storage capacity for rainwater cistern systems*. J. agric. Engng Res, v. 3, n. 77, p. 343-348, 2000.
- LUZ, L. A. R, de. **A reutilização da água mais uma chance para nós**. Rio de Janeiro: Qualitymarck, 2005.
- MACEDO, A. B. de. **Águas & Águas**. Brasil: Ortofarma – Laboratório de Controle de Qualidade, 2000. 505.p.
- MANCUSO, S. C. P; SANTOS, H.F. dos Santos. **Reúso da água**. editores. Barueri, São Paulo, Manole, 2003.
- MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- SICKERMANN, J. M. **Gerenciamento das águas de chuva** – Imprescindível para o futuro das grandes cidades do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. 4., 2003, Juazeiro. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <http://www.aguadechuva.hpg.ig.com.br/4simposio/abc.htm>. Acesso em: 02 mar. 2004.
- UNESCO. **Água para todos. Água para La vida. Informe de las Naciones Unidas sobre El Desarrollo de las Recursos Hídricos em El Mundo**, 36 p.2003.
- UNIÁGUA-Universidade da Água. **Água no planeta**. Disponível em: www.uniagua.org.br;aguaplaneta.htm. Acesso em: 15/12/2010.