

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
CENTRO DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL - CEP
CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA

Alini Patricia Pereira

Lajeado, novembro de 2014

Alini Patricia Pereira

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA

Trabalho apresentado na disciplina de estágio, do Curso de Técnico em Química, como parte da exigência para a obtenção do título de Técnico em Química.

Orientadora: Cláudia Andréia Gräff

Lajeado, novembro de 2014

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA

Alini Patricia Pereira ¹

Cláudia Andréia Gräff ²

Resumo: Sabe-se da vital importância que a água representa para os seres vivos, de modo que vem a tona uma latente preocupação buscando a sua preservação, tratamento e reaproveitamento. O grande desafio atual é utilizar a água de uma forma mais eficiente. Sendo assim o reuso da água da chuva é de grande importância para as indústrias aonde essa água pode ser utilizada para vários fins. A utilização da água da chuva traz vários benefícios e caracteriza-se por uma das soluções mais simples e barata para preservar a água potável. Realizaram-se análises físico-químicas e microbiológicas de água da chuva coletada da atmosfera e também de telhado numa indústria alimentícia. Obteve-se resultados físico-químicos satisfatórios quando comparados com a qualidade da água de abastecimento e da água de poço utilizada na indústria. Na água da chuva coletada do telhado observou-se contaminação microbiológica através de coliformes. Concluiu-se que será necessária apenas a remoção de matéria orgânica e de microrganismos para a utilização da água da chuva para fins não potáveis na indústria alimentícia.

Palavras-chave: Água da chuva. Reuso. Indústrias.

1 INTRODUÇÃO

A água encontra-se disponível sob várias formas e é uma das substâncias mais comuns existentes na natureza, cobrindo cerca de 70% da superfície do planeta. É encontrada principalmente no estado líquido, constituindo um recurso natural renovável por meio do ciclo hidrológico. Todos os organismos necessitam de água para sobreviver, sendo sua disponibilidade um dos fatores mais importantes a moldar os ecossistemas. São fundamentais que os recursos hídricos apresentem condições físicas e químicas adequadas para sua utilização pelos organismos, eles devem conter substâncias essenciais à vida além de estar isentos de outras substâncias que possam produzir efeitos os organismos que compõem as cadeias alimentares. Assim, disponibilidade de água significa que ela está presente não somente em quantidade adequada em uma dada região, mas também que sua qualidade deve ser satisfatória para suprir as necessidades de um determinado conjunto de seres vivos (biota).

¹ Estudante do Curso Técnico em Química, do CEP - UNIVATES, de Lajeado/RS.

² Professora do CEP - UNIVATES.

Atualmente, com o aumento da demanda devido ao crescimento populacional, a água tem se tornado um recurso natural cada vez mais escasso. Uma das maneiras viáveis para a minimização do problema é a captação de água de chuva, onde a água captada pode ser utilizada para fins domésticos, tais como descargas em vasos sanitários, torneiras de jardins, lavagens de roupas, de calçadas, automóveis e até para o consumo humano, desde que receba o devido tratamento. Com um sistema de captação de água de chuva é possível reduzir o consumo de água potável e conseqüentemente os gastos, minimizar alagamentos, enchentes, racionamentos de água e ainda preservar o meio ambiente reduzindo a escassez dos recursos hídricos, além de minimizar o arraste de lixos e resíduos de automóveis para os corpos hídricos através das águas pluviais. Através de análises físico-químicas e microbiológicas é possível avaliar a qualidade da água da chuva para aproveitamento em substituição à água potável de abastecimento.

1.1 Tema

1.2 Problema

A água da chuva possui características físico-químicas e qualidade microbiológica que permitam a sua utilização para fins não potáveis em uma indústria alimentícia?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade da água da chuva através de análises físico-químicas, como pH, cloretos, alcalinidade total, dureza, turbidez e matéria orgânica, e também análises microbiológicas como *Escherichia coli* e coliformes totais.

1.3.2 Objetivos específicos

- Coletar a água da chuva diretamente da atmosfera;

- Coletar a água da chuva do telhado da plataforma do recebimento de caminhões;
- Comparar os resultados obtidos com a legislação de água potável;
- Comparar os resultados obtidos com a qualidade da água de poço utilizada na empresa.

1.4 Justificativa

A preservação ambiental tem sido nos tempos atuais uma das preocupações maiores pelos pesquisadores como a escassez da água. O Brasil possui cerca de 12% da água doce no mundo sendo que 68% dos recursos hídricos estão na região norte enquanto no Nordeste temos 3,3%, Sudeste 6%, no sul 6,5% no centro Oeste 15,7%. Porém, o Brasil tem bastante água, mas a mesma está muito mal distribuída, pois aonde existe muita água existe pouca população e aonde a muita população existe pouca água. No entanto o mau uso, o desperdício e a poluição dos rios e lençóis freáticos ameaçam o abastecimento e aumentam o custo da água tratada da rede pública principalmente nos grandes centros.

Em todos os países há uma preocupação comum porque água pura está se transformando no produto mais precioso do mundo, as previsões estimam que dois terços da população sofrerão com a escassez da água (Tomaz, 2001).

O ano de 2014 tem sido marcado pela estiagem na região sudeste do país. A seca ocasionou a redução do nível das represas do sistema Cantareira principal fonte de água que abastece mais de nove milhões de pessoas na grande São Paulo. Em Itu, cidade que fica 101 km de São Paulo, o racionamento de água durou mais de 8 meses e recebia água a cada 2 dias. Com a falta de chuva o sistema da Cantareira bateu o recorde negativo, o reservatório operou com 3% da sua capacidade. A Prefeitura incentivava o reuso de águas em prédios, os empreendimentos que instalavam sistemas de reuso bem como os moradores que reduziam em até 20% o consumo tiveram benefícios como descontos nos impostos (FOLHA, 2014). De acordo com dados internos da empresa, o custo do m³ de água do rio está em torno de R\$ 3,31. Considerando que a água da chuva, segundo a literatura, apresenta características físico-químicas e microbiológicas próximas da potabilidade, e que as águas dos mananciais devem

ser preservadas, este trabalho pretende demonstrar a viabilidade de uso da chuva. Desta forma a empresa poderá ter ganhos econômicos e de responsabilidade ambiental.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 História da água da chuva

O aproveitamento da água da chuva é uma prática antiga, existem relatos de milhares de anos atrás, antes mesmo da era cristã.

No oriente médio uma das inscrições mais antigas é conhecida como Pedra Moabita aonde o rei Meshá dos Moabitas sugere ser feito um reservatório pra aproveitamento da água da chuva (Tomaz, 2003). A 3000 a.C nesta região tem inúmeros reservatórios para armazenamento da água da chuva e aproveitamento para consumo humano.

Em países como a China e a Índia já existiam tanques e cacimbas para o armazenamento da água da chuva a relatos do uso da água da chuva por vários povos como os Incas os maias e os astecas.

As cisternas no século X como era chamada pelos Maias eram escavadas no subsolo e revestidas com reboco impermeável. No Irã o sistema de captação da água da chuva era o *abanbar* conhecido como tradicional sistema de captação da água da chuva comunitário.

Com o passar do tempo e a tecnologia avançando a coleta e o aproveitamento da água da chuva perdeu força pela sociedade, desenvolvendo técnicas para aproveitamento de águas subterrâneas construções de barragens implementações de sistemas de abastecimento e irrigação encanada.

A utilização da água da chuva está fazendo parte de grandes cidades e países desenvolvidos, países como a Europa a Ásia utilizam a água da chuva em várias áreas como a agricultura residências e nas indústrias, pois a mesma possui qualidade compatível e também considerada um meio simples e eficaz minimizar o problema ambiental e a escassez da água.

Países como Estados Unidos, Jordânia e Jerusalém possuem mais de 2000 reservatórios para o aproveitamento da água da chuva, o volume dos reservatórios na Jordânia

varia entre 35 mil litros a 200 mil litros e em Jerusalém existem reservatórios com capacidade 2,7 milhões de litros.

Países como Japão e Alemanha são oferecidos financiamentos para a construção de reservatórios para captação da água da chuva.

No Estado de Hamburgo na Alemanha foi o primeiro a instalar sistemas de aproveitamento da água da chuva destinando para irrigação de jardins descargas de bacias sanitárias uso comercial e industrial.

Acredita-se que futuro o aproveitamento das águas da chuva será feito por companhias de água potável e companhia privada (Tomaz, 2003).

2.2 Água no mundo

Estima-se que a massa total de água existente no planeta seja aproximadamente igual a 265.400 trilhões de toneladas, mas nem toda a água é aproveitada pelo homem (Braga 2002).

Conforme o gráfico 1,97% é água salgada que precisa ser dessalinizada para o abastecimento, mas esse processo é bastante caro comparado com o tratamento de água doméstico. Os 2,5% restantes são água doce. Porém 68% dessa água estão congeladas nas calotas polares do Ártico, Antártida e nas regiões montanhosas. A água subterrânea compreende 30,8% do volume total da água doce do planeta. Sendo assim 0,3% é representada pela água de rios lagos e reservatórios, (significa que 0,0007% do total de água doce e salgada do planeta).O restante da água doce está na biomassa e na atmosfera em forma de vapor (Tomaz, 2003).

Quanto à utilização da água no mundo, conforme Macêdo (2001) o grande vilão é agricultura, principalmente nos países de terceiro mundo, 70%. O consumo industrial atinge o segundo lugar com 22%, enquanto na Europa e na América do Norte a indústria consome 55% e 48% respectivamente. Já o uso doméstico consome 8%, porém a Oceania é o único país e que 64% da água está concentrados no setor doméstico.

Dentre das atividades agrícolas, a irrigação é uma das grandes vilãs devido a quantidade utilizada para este fim (Tomaz, 2001).

Segundo Camdessus (2005), primeira causa do aumento contínuo do consumo de água é o crescimento demográfico. Estima-se que a população mundial deverá passar de 6,6 bilhões atuais, para 9,3 bilhões em 2050. Contudo em função das mudanças dos hábitos de higiene e bem - estar da vida moderna, o consumo de água quase dobrará no período. Conforme o quadro 1 podemos observar esta evolução.

Quadro 1 – Evoluções do consumo per capita de água pelo homem.

Homem	Volume
100 anos a.C.	12
Romano	20
Século XIX (cidades pequenas)	40
Século XIX (cidades grandes)	60
Século XX	800

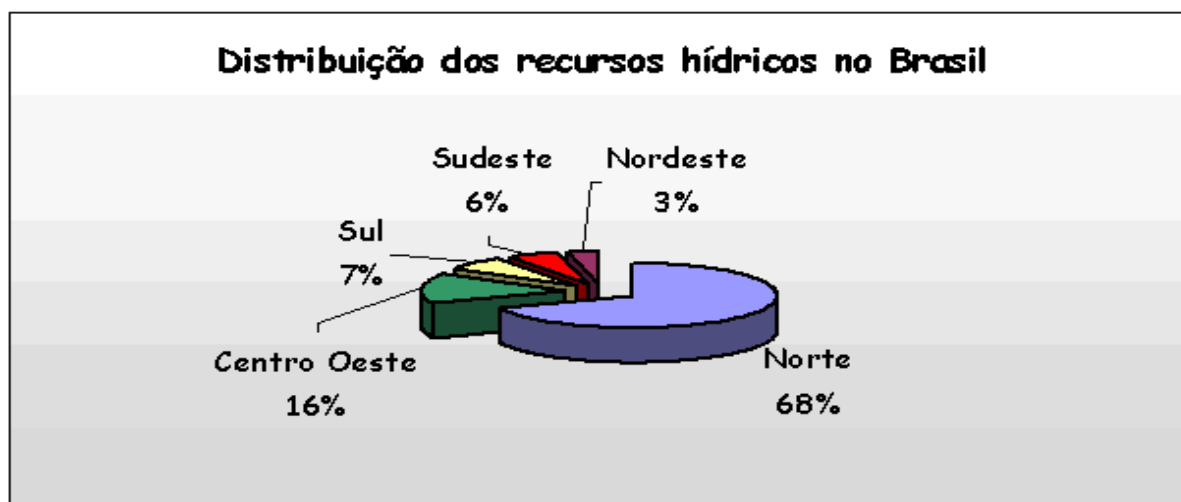
Fonte: Macedo (2001, p. 2).

É importante ressaltar que, nos dias de hoje o consumo de água difere de país para país. Enquanto que em Nova York, Estados Unidos, o consumo atinge cerca de 2.000 litros/hab/dia, na África, a média do continente é de 15 litros/hab/dia (Macedo, 2001). Ainda conforme o mesmo autor, 29 países não possuem água doce para toda população. Em 2025, segundo a ONU (Organizações das Nações Unidas), serão 48 países e em 2050 serão 50 países sem água em quantidade para toda população.

2.3 Água no Brasil

O Brasil possui cerca de 12% da água doce do mundo, (Tomaz, 2001) verifica-se na figura 1 a seguir como ela está distribuída por regiões.

Figura 1 – Distribuição dos recursos hídricos do Brasil por região.



Fonte: <www.geografiageral.com.br>

O Brasil é considerado um país rico em água possuindo uma disponibilidade hídrica de 35.732m³/hab/ano. Atualmente a disponibilidade dos recursos hídricos no mundo e está entre 6.000 m³/hab/ano 7.000 m³/hab/ano. O quadro 2 apresenta a distribuição da água no país. Mas no Estado de Pernambuco tem 1.270 m³/hab/ano (menor disponibilidade hídrica do Brasil), enquanto que em Israel possui 470m³. Existe falta de água em Pernambuco e não existe em Israel, o que nos faz observar o mau gerenciamento da água naquela unidade de nossa nação (Tomaz, 2001).

Quadro 2 – Distribuição dos recursos Hídricos e da população (em % do total do país).

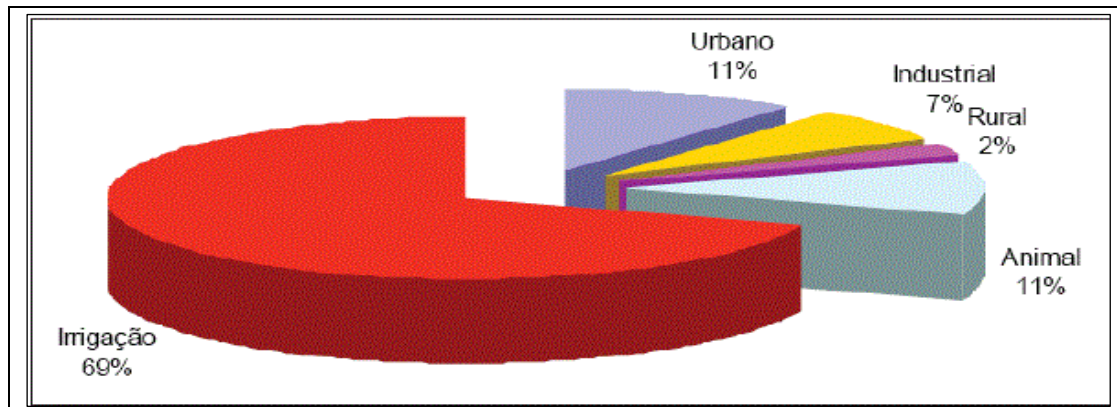
Região	Recursos Hídricos	População
Norte	68,5%	6,83%
Centro-Oeste	15,70%	6,43%
Sul	6,50%	15,07%
Sudeste	6,00%	42,73%
Nordeste	3,30%	28,94%

Fonte: Tomaz, 2001

A demanda de água cresce constantemente. À medida que cresce a população, as fábricas e as irrigações têm um crescimento notável. Portanto, uma coisa é certa, precisa de quantidade cada vez maiores de água é a única fórmula que se conhece até agora, para se conseguir um equilíbrio entre oferta e demanda na área considerada é passar a dar um uso mais eficiente para a água.

No Brasil, conforme mostra a figura 2, a grande maioria de água é utilizada na irrigação é 69%, já na área urbana e para dessedentação animal é de 11%. As indústrias utilizam 7% e no consumo rural o percentual é de 2%.

Figura 2 – Usos da água no Brasil



Fonte: Ana 2007

Em relação ao desperdício, estima-se que em São Paulo, as perdas cheguem a alcançar 40%. Em países desenvolvidos estas perdas chegam a 30%. Só os vazamentos levam a perdas de 20%, que é o dobro aceita por padrões internacionais. As perdas em São Paulo, transformadas em números alcançam valores de 10m³ de água por segundo, o que representa o abastecimento de aproximadamente 3 milhões de pessoas por dia (Macêdo, 2001).

Ao lado de tamanho desperdício e descaso com a poluição há, contraditoriamente, regiões desabastecidas, como o semi-árido e 11 milhões de brasileiros que não tem nem sequer água limpa para beber. Isso sem contar a falta de saneamento básico.

2.4 Reaproveitamento em indústrias de alimentos

O Abastecimento de água potável é de capital importância para as indústrias de alimentos as quais devem dispor da água potável em quantidade suficiente para o desenvolvimento de suas atividades e que atenda os padrões fixados pela legislação vigente, (Circular 175/2005/DIPOA).

Seja água usada como parte do processo de produção ou uso geral como limpeza, esterilização, resfriamento e para geração de vapor, a água ser usada deve possuir padrão específico. A água não deve ter sabor, odor ou coloração. No entanto, a água como se

encontra na natureza, contém impurezas em solução ou suspensão. A determinação e remoção de tais impurezas é o objetivo de todo o sistema de tratamento de água.

Por isso há uma grande preocupação com a qualidade da água utilizada na indústria alimentícia e, portanto, faz-se um acompanhamento com base em resultado analítico. A água é considerada insumo básico de quase todos os processos industriais e é vital para a produção de alimentos.

Em uma indústria alimentícia típica, a distribuição do consumo de água é assim: 52% água de resfriamento, 28% para o processo industrial, 16% para abastecimento de caldeiras e 4% para uso doméstico e outras (Tomaz 2001). Mas, as variações e o consumo das indústrias são muito grandes, mesmo considerando uma determinada categoria. Isto deve ao maquinário existente, tecnologia aplicada, número de funcionários etc.

2.5 Reciclagem e reuso de água

2.5.1 Reciclagem de água

É o reuso da água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição, para servir como uma fonte suplementar de abastecimento do uso original, tendo como objetivo a economia de água e o controle de poluição.

2.5.2 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, (Macuso, 2003p.25).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, têm-se as classificações:

2.5.3 Reuso indireto

Ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrânea e utilizada novamente a jusante, de forma diluída.

2.5.4 Reuso direto

É o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, recarga de aquífero e água potável.

O termo água de reuso passou a ser utilizado com maior frequência na década de 1980, quando as águas de abastecimento foram tornando cada vez mais caras, onerando o produto final quando usado no processo de fabricação. Com o preço do produto, ao lado de sua qualidade, fator determinante para o sucesso da empresa, assim a indústria passou a procurar dentro de sua própria planta solução para o problema, reaproveitando seu próprio efluente (Macuso, 2003).

O novo século traz crise de falta de água e o homem precisa discutir o futuro da água e da vida. Além da necessidade de economia, reciclagem e a reutilização aparecem como alternativas para o uso racional da água. A reciclagem pode ser definida como o reaproveitamento de uma água utilizada para determinada função, apesar de suas qualidades físico-químicas e microbiológicas e função do uso. O reaproveitamento pode ser feito antes que a água atinja a rede esgoto (Macêdo, 2001).

O acordo com o mesmo autor, a nível industrial a reciclagem é uma realidade, pois é economicamente viável em função de redução dos custos envolvidos com a própria água e atualmente por reduzir o volume de efluentes lançados em um recurso hídrico.

2.6 Captação e tratamento da água da chuva

Geralmente a captação ocorre através de telhados de casas ou de indústrias. As telhas podem ser de cerâmica, de fibrocimento, de zinco, galvanizadas, de concreto armado, de

plásticos, etc. O telhado pode estar inclinado pouco inclinado ou plano, para a captação da água de chuva são necessárias calhas e coletores de águas pluviais que podem ser de PVC ou metálicos. Para remover materiais de suspensão, usam-se peneiras com tela de 0,2 mm a 1,0 mm. Os reservatórios podem estar apoiado, enterrado ou elevado podem ser de concreto armado alvenaria de tijolos comuns, alvenaria de bloco armado, plásticos, poliéster, etc. Tratamento pode ser feito por filtro de areia e cloração (Tomaz, 2003)

2.6.1 Água do rio

A água de abastecimento provém de manancial de superfície, captada do rio taquari através de bombeamento com capacidade de, aproximadamente 65 m³/hora durante 8 horas cada dia. Na ETA a água recebe dosagem de sulfato de alumínio para iniciar o processo de floculação é homogeneizada, posteriormente recebe polímero orgânico aniônico para aumentar o tamanho do flocos e enviada ao decantador. A água é clarificada e enviada ao filtro de areia, após a sua passagem pelo filtro de areia as águas são destinadas a reservatórios. Através de bombas dosadoras contínuas é realizado o processo de desinfecção.

2.6.2 Água de poço tubular profundo

Água de poço tubular profundo é utilizada por toda indústria, como no laboratório, vestiários, caldeiras, etc. Conforme a Fepam, dessa água pode ser utilizado um volume de até 300 m³/dia. A cada turno verifica-se a dosagem de cloro.

2.6.3 Legislações

A ABNT NBR 15527 foi elaborada pela comissão de Estudo Especial Temporária de Aproveitamento da água de chuva. Esta norma fornece os requisitos para o aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis. Ou seja, a água da chuva pode ser utilizada após um tratamento adequado como, por exemplo, descargas de bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas, lavagem de veículos, limpezas de calçadas e ruas, limpeza de pátios e usos industriais.

A Portaria Nº 2.914 de 2011, dispõem sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A água a ser consumida pelo homem não pode conter substâncias dissolvidas em níveis tóxicos e nem transportar em suspensão microrganismos patogênicos que provocam doença.

Geralmente, a água contém diversos componentes, os quais provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir das atividades humanas. Por isso que para caracterizar uma água são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso (Mota, 2004).

Conforme o Ministério da Agricultura os parâmetros para a água de abastecimento industrial são realizadas análises físico-químicas, como pH, Cloretos, Matéria Orgânica, Dureza, Sólidos dissolvidos totais, Turbidez e para microbiológicas Coliformes a 45°, Coliformes a 35° e bactérias heterotróficas, conforme o Decreto nº 30.691 de 1952 (RIISPOA).

TABELA 1 – Parâmetros da Legislação para água de consumo humano

Parâmetro	Limite	Referência
pH	6,0 a 9,0	Portaria nº 2914 de 2011 – Ministério da Saúde
Turbidez	5,0 UT	
Aspecto	Límpido	
Alcalinidade	-	
Dureza	500 mg/L	
Cloretos	250 mg/L	
Matéria orgânica	Máx. 2,0 mg/L	Decreto nº 30.691 de 1952
Coliformes totais	Ausência em 100 mL	Portaria nº 2914 de 2011 – Ministério da Saúde
<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 100 mL	

2.7 Características físicas, químicas e microbiológicas da água

2.7.1 Turbidez

É a alteração da penetração da luz pelas partículas em suspensão, que provocam a sua difusão e absorção como argila, substâncias orgânicas finamente divididas (pesticidas, alguns tipos de detergentes), organismos microscópicos e outras partículas. A unidade de turbidez é denominada NTU, ou seja, unidades nefelométricas de turbidez. É evidente ser mais alta nos cursos de água, nos quais a água está em constante agitação, e menor nos lagos, nos quais o repouso da água permite sedimentação das matérias em suspensão.

Na água filtrada, a turbidez assume uma função de indicador sanitário e não meramente estético. A remoção de turbidez por meio da filtração indica a remoção de partículas em suspensão, incluindo cistos e oocistos de protozoários.

2.7.2 pH (potencial de hidrogeniônico)

Representa o equilíbrio entre íons H^+ e íons OH^- varia de 0 a 14, sendo ácida abaixo de 7, neutra igual a 7 e alcalina acima de 7. O pH da água depende de sua origem e características naturais, mas podem ser alterados pela introdução de resíduos, e sem dúvida um dos mais importantes parâmetros a serem determinados no tratamento de água.

2.7.3 Alcalinidade

Causada por sais alcalinos, principalmente de sódio e cálcio, mede a capacidade da água de neutralizar com ácidos, em teores elevados, pode proporcionar sabor desagradável a água. Normalmente, a alcalinidade é encontrada nas águas de forma de carbonatos e bicarbonatos. Portanto é raramente encontrada em águas naturais.

2.7.4 Dureza

Resulta da presença, principalmente de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), ou outros metais bivalentes, em menor intensidade, em teores elevados, causam sabor desagradável e efeitos laxativos, reduz a formação da espuma de sabão, aumentando o seu consumo, provoca incrustações nas tubulações e caldeiras. De modo geral, em nossas águas, a dureza refere-se a dissolução de rochas de calcárias pelas águas que com elas entram em contato. Essas trazem consigo o gás carbônico, dissolvem o calcário CaCO_3 :

Quando for $< 50 \text{ mg/L CaCO}_3$: água mole

Entre 50 e 150 mg/L CaCO_3 : água com dureza moderada

E, quando for $> 300 \text{ mg/L CaCO}_3$: água muito dura

2.7.5 Cloretos

Os 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 confere sabor salgado água e propriedades laxativas, além de aumentar o poder corrosivo da água. São encontrados em níveis baixos em águas naturais.

2.7.6 Matéria orgânica

É necessário aos seres heterótrofos, na sua nutrição, e aos autótrofos, como fonte de sais minerais e gás carbônico, em grandes quantidades, no entanto podem causar alguns problemas como cor, odor, turbidez, consumo de oxigênio dissolvido, pelos organismos decompositores (BRASIL, 1981).

2.7.7 Coliformes totais

São indicadores da presença de microrganismos patogênicos na água. Os coliformes fecais existem em grande quantidade nas fezes humanas e, encontrados nas águas, significa

que a mesma recebeu esgoto doméstico, podendo conter microrganismos causadores de doença.

2.7.8 *Escherichia coli*

Parte da flora intestinal do homem está sempre presente nas fezes sem causar nenhum sintoma, exceto em crianças pequenas. São bactérias Gram - negativas, anaeróbias facultativas, com temperatura ótima de crescimento de 35 a 37°C e pH ótimo de 6,5 a 7,5.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas 3 coletas de amostras para a realização deste trabalho.

3.1 Coleta das amostras para análise microbiológica e físico-química

Tomou-se os devidos cuidados na coleta das amostras microbiológicas para não haver contaminação da mesma. Colocou-se luvas, máscara e com álcool etílico a 70% higienizou-se o local da coleta das amostras (quando possível), bem como as mãos antes da abertura dos frascos esterilizados. Utilizou-se frasco esterilizado contendo tiosulfato de sódio.

Coletou-se 100 mL de água em frasco estéril, mantendo as amostras refrigeradas até serem analisadas. As amostras microbiológicas foram analisadas por profissionais do laboratório de outra unidade da empresa.

As análises físico-químicas foram realizadas logo em seguida à coleta. Para as coletas de físico-química utilizou-se frascos plásticos de 4 litros.

As amostras foram coletadas nos seguintes pontos identificados na tabela 2.

Tabela 2 – Identificação das amostras

AMOSTRAS	PONTO DE COLETA	PERÍODO DE COLETA
Amostra 1	Água do Rio Taquari	Agosto, Setembro e Outubro
Amostra 2	Água do Poço tubular profundo	
Amostra 3	Água da chuva	
Amostra 4	Água da chuva - plataforma de caminhões	
Amostra 5	Água de abastecimento público	

3.2 Parâmetros microbiológicos

Destas amostras foram analisados os microrganismos coliforme totais e *E.coli*. A análise baseia-se no método ONPG/MUG de acordo com Standard Methods (2005). Adiciona-se o meio de cultura fornecido em pó, agita-se suavemente até homogeneização do meio. A amostra é incubada em estufa bacteriológica a 35° C por 24 horas. Após retira-se a amostra da estufa e observa-se a coloração formada: se apresentar coloração amarela igual ou mais intensa que o padrão de cor, o resultado é positivo para coliformes totais. Em seguida faz-se o teste para determinar *E. coli* expondo a amostra à luz UV-366nm. Se houver a produção de fluorescência azul, o resultado é positivo para *E. coli*. Os resultados são expressos como presença ou ausência em 100 mL.

3.3 Parâmetros físico-químicos

Foram analisados os seguintes parâmetros: pH, turbidez, matéria orgânica, dureza, alcalinidade e cloretos. Utilizou-se a metodologia do Lanara (BRASIL, 1981) para a matéria orgânica e as demais análises seguiram as metodologias do Standard Methods (2005).

3.3.1 Turbidez

Com o turbidímetro devidamente calibrado, conforme seu manual de instruções (Turbidímetro, modelo AP 2000, Policontrol série nº 1.405) efetuou-se a medida da turbidez. Colocou-se a amostra na cubeta, secou-se a com papel absorvente, agitou-se suavemente a amostra por inversão 3 vezes. Introduziu-se a cubeta na célula de leitura. Fechou-se a tampa e

aguardou-se a leitura estabilizar-se. O valor indicado no visor é, portanto a medida da turbidez da amostra.

3.3.2 pH

Calibrou-se o phmetro conforme procedimento de seu manual de instrução, (Marca: Digimed modelo DM20). Em seguida lavou-se e secou-se o eletrodo e o compensador de temperatura e mergulhou-se em um béquer de 100 mL contendo a amostra.

3.3.3 Determinação da alcalinidade total

Mediu-se com auxílio de uma proveta, de 25 mL de amostra. Adicionaram-se algumas gotas do indicador solução mista (vermelho de metila com verde de bromocresol) e homogeneizou-se. Após titulou-se com H_2SO_4 até a mudança de cor verde para rosa. Calculou-se da seguinte maneira:

$$\text{mg/L de alcalinidade total} = \text{volume de } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 0,02 N gasto na titulação} \times 40$$

3.3.4 Dureza

Mediu-se com auxílio da proveta, 25 mL da amostra. Adicionou-se 1mL de solução tampão, (para manter o pH constante durante a análise). Adicionou-se 0,1g de negro eriocromo T (indicador na presença de cálcio e magnésio, a amostra adquire coloração rósea violeta). Homogeneizou-se e titulou-se com EDTA 0,01 M até a mudança da cor rósea para azul. Calcula-se:

$$\text{mg/L da dureza total} = \text{volume do EDTA gasto na titulação} \times 40.$$

3.3.5 Cloretos

Mediu-se com o auxílio de uma proveta, 25 mL de amostra transferiu-se para um erlenmeyer de 250mL. Adicionaram algumas gotas do indicador cromato de potássio 5% (K_2CrO_4). Homogeneizou-se. Titulou-se com nitrato de prata 0,0141 N até mudança de cor amarela vivo para mostarda. Calcula-se:

$$\text{mg/L de cloretos} = (\text{volume de AgNO}_3 \text{ gasto na titulação} - \text{branco}) \times 20.$$

3.3.6 Matéria orgânica

Pipetou-se volumetricamente, 100 mL da amostra e transferiu-se para um erlenmeyer de 250 mL, após adicionou-se 5 mL de ácido sulfúrico a 25% isento de matéria orgânica. Aqueceu-se em banho – maria até o início da fervura (80° C). Adicionou-se por meio de uma bureta, 10 mL de permanganato de potássio 0,0125 N (o permanganato de potássio em meio ácido e aquecido, libera oxigênio ativo que libera matéria orgânica presente na amostra). Continuou-se o aquecimento por exatamente 10 minutos. Depois de decorrido o tempo, retirou-se o erlenmeyer do banho – maria e adicionou-se 10 mL de oxalato de sódio 0,0125 N. Titulou-se com permanganato de potássio 0,0125 N até o aparecimento da cor rósea. A temperatura no final da titulação não deve ser menor que 60° C.

Calculou-se pela seguinte expressão:

$$\text{mg de O}_2 \text{ consumido /L} = (N \times V \times KMnO_4) - (10 \times N \text{ oxalato de sódio}) \times 80$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 3 – Resultados de turbidez (UT) das amostras de água analisadas

Amostra	Agosto	Setembro	Outubro	Média
A1	0	0	0	0
A2	0	0	0	0
A3	2,27	1,84	1,59	1,9
A4	4,14	3,62	1,84	3,2
A5	0	0	0	0

Observando todos os resultados em geral as amostras ficaram dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação em vigor, a portaria 2914/2011. Ou seja, dentro do permitido de 5 UT.

Comparando a água da chuva coletada ao ar livre com aquela coletada do telhado constata-se que em todas as amostras água coletada do telhado foi maior.

Houve comportamento esperado visto que provavelmente pela sujidade que foi carregada pela água

Conforme Botega (2007) pode-se notar que com o passar do tempo, o telhado vai sendo lavado pela água da chuva e, portanto, a água captada das calhas da indústria vai ficando mais limpa.

Segundo a autora, o armazenamento da água da chuva, proporciona a sedimentação dos sólidos presentes na água da chuva, melhorando a qualidade da mesma em termos físicos, ou seja, o armazenamento da água da chuva por alguns dias, proporciona a separação de fases sólido-líquido, fazendo com que o reservatório funcione como um decantador. Por isso é muito importante a captação dessa água que é considerada uma ótima opção para as indústrias.

4.1 pH

Observando os resultados em geral, constata-se que todas as amostras se apresentam dentro do parâmetro estabelecido pela legislação em vigor para água de consumo humano, a portaria 2914/2011. Ou seja, dentro da faixa de 6,0 a 9,0.

Nota-se também que os pontos de menor variação em relação à média foi nas amostras 4 e 5. A água do ponto 5 é tratada e portanto espera-se que tenha um comportamento padronizado. Já para a água da chuva (amostra 4) coletada do telhado é possível que o fato dela entrar em contato com uma superfície justifique o comportamento dos resultados. Apesar de que os valores diferem pouco entre a água da chuva coletada diretamente da atmosfera com aquela coletada do telhado, e em média são próximos.

Na comparação dos resultados entre os pontos, verifica-se que a água do rio (amostra 1) e a água de abastecimento público (amostra 5) em média apresentam a maior semelhança

entre si. Além disso, ambas mantiveram-se estáveis durante as três coletas realizadas com exceção da coleta de agosto em que a água do rio apresentou uma leitura menor.

Tabela 4 – Resultados de pH das amostras de água analisadas

Amostra	Agosto	Setembro	Outubro	Média e desvio
A1	7,01	7,27	7,28	7,19 ± 0,15
A2	7,27	6,92	6,84	7,01 ± 0,23
A3	6,75	6,68	6,50	6,64 ± 0,13
A4	6,58	6,56	6,65	6,60 ± 0,05
A5	7,23	7,20	7,17	7,20 ± 0,03

A água do poço tubular profundo (amostra 2) apresentou a maior variação nos resultados das três coletas realizadas entre todos os pontos. As leituras demonstraram diminuição do pH ao longo do tempo. Como as características da água de profundidade dependem da formação rochosa, sugere-se que possa ser um comportamento natural. Analisando também os resultados de alcalinidade e de dureza do mesmo ponto de coleta, percebe-se que houve um comportamento semelhante, ou seja, um declínio na concentração. Como a alcalinidade e a dureza medem respectivamente a quantidade de hidróxidos e carbonatos e, íons de cálcio e de magnésio logo conclui-se que o pH obtido está diretamente relacionado com estes dois parâmetros e portanto está justificado.

Já a água da chuva apresentou os menores valores em todas as coletas e nos dois pontos coletados (amostra 3 e amostra 4), caracterizando-se mais ácida portanto em relação às demais amostras. Conforme Tordo (2004) a qualidade da água de chuva está relacionada com a atmosfera de sua formação: nas redondezas de áreas industriais e em áreas urbanas há uma maior presença do gás carbônico que forma o ácido carbônico, resultando em água de pH menor. Portanto os resultados obtidos estão de acordo com o esperado para esse tipo de água.

4.2 Alcalinidade

Analisando os resultados obtidos, verifica-se que se obteve um comportamento esperado quando se leva em consideração o tipo de água. Ou seja, a água do poço apresenta os maiores valores porque é uma característica natural vista o contato com a formação rochosa.

Tabela 5 – Resultados de Alcalinidade (mg/L CaCO₃) das amostras de água analisadas

Amostra	Agosto	Setembro	Outubro	Média e desvio
A1	32	24	28	28 ± 4
A2	140	120	120	127 ± 12
A3	40	40	40	40 ± 0
A4	8	8	8	8 ± 0
A5	108	104	80	97 ± 15

Comparando os resultados da água da chuva coletada ao ar livre com a água da chuva coletada do telhado, sugere-se que os resultados da água do ponto A4 sejam menores pelo contato com a superfície do telhado. Já que se utilizou os mesmos tipos de frascos de coleta.

Comparando os resultados de alcalinidade com os resultados de dureza para os mesmos pontos de coleta ao longo do tempo, observa-se que com exceção dos resultados das amostras da água da chuva houve uma interferência na análise porque os resultados de alcalinidade teoricamente devem ser maiores que os resultados de dureza.

Além disso, observa-se que as amostras do poço e do rio apresentaram o maior desvio padrão em ambos os ensaios.

4.3 Dureza

Os resultados obtidos para a dureza atendem ao parâmetro da legislação em vigor para água potável para todos os pontos de coleta.

Tabela 6 – Resultados de Dureza (mg/L CaCO₃) das amostras de água analisadas

Amostra	Agosto	Setembro	Outubro	Média
A1	32	32	32	32 ± 0
A2	164	140	132	145 ± 17
A3	12	12	12	12 ± 0
A4	8	8	8	8 ± 0
A5	136	128	120	128 ± 8

Tem-se o mesmo comportamento dos resultados de alcalinidade, ou seja, a água da chuva apresenta os menores valores seguidos da água do rio e por fim da água do poço. Em

ambos os parâmetros observa-se que a água de poço pós-tratamento (amostra 5) apresenta teor de dureza e de alcalinidade menor.

Observando os resultados em geral, constata-se que todas as amostras se apresentam dentro do parâmetro estabelecido pela legislação em vigor para água de consumo humano, a portaria 2914/2011. Ou seja, máximo de 500 mg/L.

4.4 Cloretos

Observando os resultados em geral identifica-se que a água da chuva apresentaram menores valores.

Tabela 7 – Resultados cloretos (mg/L) das amostras de água analisadas

Amostra	Agosto	Setembro	Outubro	Média
A1	18	12	12	14
A2	14	10	14	12,7
A3	2	8	2	4
A4	8	4	3	5
A5	20	18	16	18

Também observa-se que os resultados foram baixos e variaram de 2 a 20 mg/L, quando o parâmetro da legislação permite até 250 mg/L.

Em relação ao resultado do aspecto todos estão de acordo com a legislação.

Os resultados das análises microbiológicas obteve-se um comportamento homogêneo na avaliação individual se cada ponto. Nota –se que somente a água da chuva (amostra 3) e a água de abastecimento (amostra 5) apresentaram ausência de contaminação para os parâmetros avaliados.

Os resultados estão conforme o esperado porque as amostras 1 e 2 foram coletada antes do tratamento. E a amostra 4 provavelmente apresentou contaminação através de fezes de animais que podem estar na superfície do telhado.

Observando os resultados, as amostras 3 e 5 ficaram dentro do padrão estabelecido pela legislação em vigor para consumo humano. Ou seja Ausência em 100mL.

Conforme Botega 2007 foram encontradas bactérias do grupo coliforme na água da chuva coletada do telhado, obtendo-se resultado positivo tanto para *Escherichia coli* quanto para coliformes totais, isso se deve a presença de fezes de animais na superfície de captação da chuva. Porém, da água captada diretamente da atmosfera, sem passar por nenhuma superfície não apresentou nenhum tipo de coliformes.

Tabela 8 – Resultados matéria orgânica das amostras de água analisadas

Amostra	Agosto	Setembro	Outubro	Média
A1	1,02	0,48	1,28	1,22
A2	0,48	1,55	0,39	0,81
A3	0,75	2,63	2,54	1,97
A4	1,64	4,33	3,17	1,97
A5	0,30	0,14	0,35	0,26

Observou-se presença de matéria orgânica em todas as amostras analisadas. A amostra do ponto 5 apresentaram resultado menores valores ao longo do tempo e as amostra da água da chuva coletada no mês de setembro e outubro apresentaram maior índice de matéria orgânica . Comparando com água coletada a o ar livre sugere-se que a diferença se a sujidade do telhado.

Com exceção do mês de agosto a água da chuva dos 2 pontos de coleta ficaram acima do padrão estabelecido para água de abastecimento industrial.

Segundo Botega 2007 os resultados obtidos, observa-se um aumento em todos os parâmetros analisados na água da chuva após passar pela superfície de captação, ou seja, pelo telhado. Esse aumento se deve às características do material depositado sobre o telhado durante o período de estiagem, carregado no momento da chuva e também foi causada pela presença de limo e bactérias na água que passa pelo telhado bem como pela composição dos materiais da edificação.

5 CONCLUSÃO

Levando em conta os resultados encontrados conclui-se que é possível utilizar a água da chuva para fins não potáveis. Porque observou-se na comparação dos resultados com a legislação da água potável e com a qualidade da água do poço que torna-se necessário somente o tratamento para remoção de matéria orgânica e de microrganismos.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 15527, 2007. **Água da chuva** – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

BOTEGA, Graziela Cláudia Caliarí. **Estudo e proposta de reciclagem das águas em indústria alimentícia**. Monografia. UNIVATES: 2007.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução a engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). Portaria nº 01, de 07 de outubro de 1981. Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes métodos físicos e químicos. Brasília: 1981.

Disponível em: <<http://www.geografiageral.com.br>>. Acesso em: 24 set. 2014.>

Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2014/11/1541857-reuso-de-agua-passa-a-ser-rotina-de-moradores-de-sp-durante-a-seca.shtml>>. Acesso em: 01 set. 2014

MACÊDO, Jorge A. B. de. **Águas & águas**. São Paulo: Livraria Varela, 2001.

MOTA, Suetônio. **Introdução à Engenharia ambiental**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora ABES, 2003.

STANDARD METHODS for the examination of water & wastewater- 21 st edition. Washington: Centennial Edition, 2005.

TOMAZ, Plínio. **Economia de água para empresas e residências**: Um estudo atualizado sobre o uso racional da água. São Paulo: Editora Hermano & Bugelli Ltda., 2001.

TORDO, Olga Catarina. **Caracterização e avaliação do uso de águas de chuva para fins potáveis**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau. 2004.

APÊNDICES

Tabela geral dos resultados obtidos em cada coleta.

Tabela 9 – Resultados obtidos das análises feitas no mês de agosto de 2014.

Análises Realizadas / Pontos de coleta	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5
Turbidez	Zero	Zero	2,27	4,14	Zero
pH	7,01	7,27	6,75	6,58	7,23
Alcalinidade Total	32	140	40	8	108
Dureza	32	164	12	8	136
Cloretos	18	14	2	3	20
Aspecto	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido
Coliformes Totais	PRESENÇA	PRESENÇA	AUSENCIA	PRESENÇA	AUSENCIA
E.Coli	PRESENÇA	PRESENÇA	AUSENCIA	PRESENÇA	AUSENCIA
Matéria Orgânica	1,02	0,48	0,75	1,64	0,30

Fonte: Elaborado pela Autora.

Tabela 10 – Resultados analíticos obtidos no mês de setembro de 2014

Análises Realizadas / Pontos de coleta	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5
Turbidez	Zero	Zero	1,84	3,62	Zero
Ph	7,27	6,92	6,68	6,56	7,20
Alcalinidade Total	24	120	40	8	104
Dureza	32	140	12	8	128
Cloretos	12	10	8	4	18
Aspecto	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido
Coliformes Totais	PRESENÇA	PRESENÇA	AUSENCIA	PRESENÇA	AUSENCIA
E.Coli	PRESENÇA	PRESENÇA	AUSENCIA	PRESENÇA	AUSENCIA
Matéria Orgânica	1,37	1,55	2,63	4,33	0,14

Fonte: Elaborado pela Autora.

Tabela 11 – Resultados analíticos obtidos no mês de outubro de 2014

Análise Realizadas / Pontos de coleta	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5
Turbidez	Zero	Zero	1,59	1,84	Zero
Ph	7,28	6,84	6,50	6,65	7,17
Alcalinidade Total	28	120	40	8	80
Dureza	32	132	12	8	120
Cloretos	12	14	2	3	16
Cor	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido
Coliformes Totais	PRESENÇA	PRESENÇA	AUSENCIA	PRESENÇA	AUSENCIA
E.Coli	PRESENÇA	PRESENÇA	AUSENCIA	PRESENÇA	AUSENCIA
Matéria Orgânica	1,28	0,39	2,54	3,17	0,35

Fonte: Elaborado pela Autora.