



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
CAMPUS DE JI-PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL



AMANDA QUINHONES BENTO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA CAPTADA POR TELHADO
PARA FINS NÃO POTÁVEIS**

Ji-Paraná

2014

AMANDA QUINHONES BENTO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA CAPTADA POR TELHADO
PARA FINS NÃO POTÁVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, *Campus* de Ji-Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Ana Lúcia Denardin da Rosa

Ji-Paraná

2014

Bento, Amanda Quinhones
B478a Avaliação da qualidade da água da chuva captada por telhado para
2014 fins não potáveis / Amanda Quinhones Bento; orientadora, Ana Lúcia
Denardin da Rosa. -- Ji-Paraná, 2014
58 f. : 30cm

Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Ambiental. –
Universidade Federal de Rondônia, 2014
Inclui referências

1. Engenharia ambiental. 2. Água de chuva - Avaliação. 3. Água de
chuva - Qualidade. 4. Água não-potável - Utilização. I. Rosa, Ana Lúcia
Denardin da. II. Universidade Federal de Rondônia. III. Título

CDU 628.1.037

Bibliotecária: Marlene da Silva Modesto Deguchi CRB 11/ 601



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
CAMPUS DE JI-PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL



TÍTULO: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA CAPTADA POR TELHADO PARA FINS NÃO POTÁVEIS.

AUTOR: AMANDA QUINHONES BENTO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi defendido como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e aprovado pelo Departamento de Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, *Campus* de Ji-Paraná, no dia 12 de fevereiro de 2014.

Profa. Dra. Beatriz Machado Gomes
Universidade Federal de Rondônia

Raissa Fonseca Ferreira
Engenheira Ambiental

Profa. Ma. Ana Lúcia Denardin da Rosa
Universidade Federal de Rondônia

Ji-Paraná, 12 de fevereiro de 2014.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais Luismar Rodrigues Bento e Rozelene Maria Quinhones Bento e à minha irmã Caroline Quinhones R. Bento pelo apoio e incentivo que me deram para a conclusão dessa etapa e por todo o amor, carinho e dedicação que tiveram por toda a minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida e por todas as bênçãos, oportunidades e aprendizados que me proporciona.

Agradeço a toda minha família pelo apoio, carinho e motivação, especialmente ao meu pai Luismar Rodrigues Bento, à minha mãe Rozelene Maria Quinhones Bento e minha irmã Caroline Quinhones R. Bento por me darem todo o suporte para a conclusão dessa etapa. Agradeço ao meu noivo João Marcos Tassi por toda a sua compreensão e carinho, e por me dar ânimo e força pra superar os momentos difíceis.

Agradeço aos meus amigos Ana Paula Alves Gonçalves, Emanuel F. C. S. Schott, Jéssica Gella de Oliveira, Jéssica Gomes P. Pavanello, Patrícia Fernanda de Lima, que por esses cinco anos, além de proporcionar grandes aprendizados, tornaram meus dias mais leves e divertidos.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para a minha formação acadêmica, em especial a professora Renata Gonçalves Aguiar pelo seu exemplo de responsabilidade e ética, a professora Elisabete Lourdes do Nascimento por toda a dedicação e comprometimento com seus alunos. Agradeço a minha orientadora professora Ana Lúcia Denardin da Rosa, que além da grande contribuição na minha formação acadêmica, foi essencial para o desenvolvimento dessa pesquisa, provendo tudo que fosse necessário, do material ao ânimo.

Agradeço aos laboratórios da Universidade Federal de Rondônia (Unir): no *campus* de Ji-Paraná ao Laboratório de Limnologia (LABLIM) e Laboratório de Hidrogeoquímica, em especial a professora Beatriz Machado Gomes, e no *campus* de Porto Velho ao Laboratório de Biogeoquímica Ambiental, assim como ao Núcleo de Estudos de Agroecologia (NEA) e a professora Andreza Pereira Mendonça do Instituto Federal de Rondônia (IFRO), *campus* de Ji-Paraná, pelo imenso apoio e todo o suporte para a realização dessa pesquisa.

Agradeço também a todos que auxiliaram nessa pesquisa. A Vanessa Helena de Andrade, Eloiza Ruschel Cremonese, Raissa Fonseca Ferreira, Lury Bernardino Leitão e Aurelino Helwecyo da Silva Lopes pela inestimável ajuda nos trabalhos de laboratório. Ao senhor Milton Pereira dos Reis, servidor público da UNIR, e ao Wesley Jan Kasprzak, aluno do IFRO, pela montagem e manutenção dos equipamentos.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta conquista. Muito obrigada!

RESUMO

As crescentes pressões antrópicas como o crescimento populacional, os grandes aglomerados urbanos, a industrialização, a falta de consciência ambiental tem comprometido quali-quantitativamente as fontes de recursos hídricos. E uma forma que tem se sobressaído ao combate da escassez hídrica é o aproveitamento da água da chuva, por ser relativamente barato, além de abranger diversos usos não potáveis como: descarga em bacias sanitárias, lavagem de calçadas e veículos, fins ornamentais entre outros, de maneira que diminui o consumo de água tratada e de alta qualidade, configurando-se uma forma de sustentabilidade. De tal modo, o armazenamento e a utilização da água da chuva trazem vantagens não somente econômicas ao usuário, mas também sob o ponto de vista da qualidade ambiental e de controle de enchentes urbanas, visto que essa água não é mais lançada na rede de drenagem pluvial. Para o emprego da água da chuva é imprescindível o conhecimento de suas características qualitativas, de modo a definir adequadamente seu uso, visto que a sua qualidade é diretamente influenciada pela superfície por onde a água passa para ser captada, pois esta retém impurezas e outros materiais que quando carregados pela água alteraram sua qualidade. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade da água da chuva com captação em telhado, com a finalidade de indicar quantos milímetros do início de cada evento de precipitação precisam ser descartados para sua utilização. A área de estudo está localizada no *campus* de Ji-Paraná da Universidade Federal de Rondônia, onde foram analisados 12 eventos de precipitação com coleta da água através de telhado e armazenamento dos cinco primeiros milímetros (individualmente) do início da chuva. Foram realizadas análises químicas, físicas e biológicas, com o intuito de comparar com os padrões de qualidade dispostos na legislação brasileira para a definição da quantidade de milímetros do início de cada evento de precipitação que devem ser descartados para seu enquadramento na NBR 15527/2007, Resolução CONAMA nº 357/2005 e nº 274/2000. Com os resultados obtidos, observou-se que os valores de coliformes totais e *Escherichia coli* estiveram acima do previsto pelas normatizações, entretanto uma solução simples que possibilita o uso da água é seu tratamento através da cloração. Os resultados também demonstraram o decrescente acúmulo de impurezas no decorrer dos primeiros milímetros de chuva, assim aconselha-se o descarte do primeiro milímetro de cada evento de precipitação, o que acarretará uma considerável minimização dos coliformes e conseqüentemente da quantidade de cloro necessária para a desinfecção.

Palavras-chave: Precipitação, Sustentabilidade, Aproveitamento.

QUALITY ASSESSMENT OF RAINWATER CAPTURED BY ROOF FOR PURPOSES NON-POTABLE

ABSTRACT

The increasing anthropogenic pressures such as population growth, large urban areas, industrialization, lack of environmental awareness has compromised qualitative and quantitative sources of water resources. And one way that has excelled at fighting water scarcity is the use of rainwater, it is relatively cheap, besides covering various non-potable uses such as: discharge toilets, wash sidewalks and vehicles, among other ornamental purposes, so that reduces the consumption of treated water and high quality, setting a shape sustainability. So, storage and use of rainwater not only bring economic benefits to the user, but also from the point of view of environmental quality and control urban flooding, as the water is not released in the rainwater drainage network. For the use of rain water is essential to know its qualitative characteristics, in order to properly define its use, since its quality is directly influenced by the surface through which water passes to be captured, as these retain impurities and other materials when adduced by altered water quality. This research aimed to evaluate the quality of rainwater in roof to capture, in order to indicate how many millimeters the beginning of each precipitation event must be discarded for your use. The study area is located on the campus of Ji-Paraná Federal University of Rondônia, where 12 rainfall events with water collection and storage through the roof of the first five millimeters (individually) the onset of rain were analyzed. Chemical, physical and biological analyzes were performed in order to compare with the quality standards prepared under Brazilian law to define the number of millimeters of the top of each precipitation event that should be discarded for your environment in the NBR 15527/2007, CONAMA Resolution No. 357/2005 and No 274/2000. With the results obtained, it was observed that the values of total coliforms and *Escherichia coli* were above the norms laid down by, however a simple solution that enables the use of water is its treatment through chlorination. The results also showed the decrease in the accumulation of impurities during the first millimeters of rain, so it is advisable to discard the first millimeter of each precipitation event, which will entail a considerable minimization of coliforms and consequently the amount of chlorine required for disinfection.

Keywords: Precipitation, Sustainability, Exploitation.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	09
OBJETIVOS	11
OBJETIVO GERAL	11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1 REFERENCIAL TEÓRICO	12
1.1 A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA	12
1.2 CICLO HIDROLÓGICO	14
1.3 APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA	15
1.4 QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA	16
1.4.1 Parâmetros	16
1.4.2 Importância do Conhecimento das Características Qualitativas	18
1.5 SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS	19
1.6 LEGISLAÇÃO SOBRE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA	22
2 MATERIAL E MÉTODOS	28
2.1 LOCAL DE ESTUDO	28
2.2 COLETORES	28
2.3 ANÁLISES DA QUALIDADE DA ÁGUA	31
2.4 DADOS DE PRECIPITAÇÃO	33
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.1 INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DA PRECIPITAÇÃO SOBRE A VARIÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA	34
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA.....	35
CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS	54
APÊNDICE A	58

INTRODUÇÃO

A água é essencial à vida do ser humano e fundamental para a manutenção do ambiente que o cerca, entretanto a humanidade vem passando por drásticas transformações em suas formas de produção e de consumo e fatores como o crescimento populacional, industrialização, grandes aglomerados urbanos, poluição de mananciais de captação e falta de consciência ambiental torna a conservação da água um grande desafio.

A carência de água de qualidade em diversas regiões do mundo e até mesmo ocorrência de conflitos devido a sua escassez, torna a água um bem valioso, e desperta a necessidade de harmonizar as suas formas de consumo em prol da manutenção do suprimento das necessidades humanas e a sustentação dos seres vivos.

A manutenção das necessidades humanas inclui diversos usos da água, entretanto somente abastecimento doméstico e industrial requer água de alta qualidade, necessitando assim de tratamento prévio. Todos os demais são flexíveis em relação a qualidade da água.

Dessa forma uma opção que tem se mostrado muito viável para esses usos secundários é a utilização da água da chuva. Ela configura-se como uma forma de sustentabilidade, pois é empregada para fins não potáveis enquanto a água tratada e de alta qualidade é reservada para usos nobres, minimizando seu consumo.

Além dos benefícios ambientais de conservação dos recursos hídricos e dos benefícios econômicos ao usuário, por diminuir o uso de água do sistema de distribuição de água tratada, a captação e utilização da água de chuva também é uma forma de prevenção da saúde pública, pois o não lançamento dessa água na rede de drenagem pluvial pode minimizar a ocorrência de enchentes urbanas.

Para o armazenamento da água, a precipitação incide e escoar por uma área de captação, geralmente o telhado da edificação, e as impurezas ali retidas, com a passagem da água são lixiviadas alterando assim a qualidade da água, além de alterações pela influência

das condições atmosféricas locais. Essa alteração da qualidade da água pode torná-la imprópria para certos usos.

Diante desse fato vê-se a fundamental necessidade de se conhecer as características qualitativas da água da chuva, de modo a determinar de que forma seu armazenamento e uso sejam seguros e para quais fins ela pode ser destinada.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade da água da chuva com captação em telhado, com a finalidade de indicar quantos milímetros do início de cada evento de precipitação precisam ser descartados para a utilização em fins não potáveis.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Realizar análises dos cinco primeiros milímetros de eventos de precipitação dos seguintes parâmetros físicos, químicos e biológicos: sólidos totais dissolvidos, turbidez, oxigênio dissolvido, condutividade, pH, amônia, nitrito, nitrato, fósforo total, fósforo inorgânico, cloreto total, sulfato, coliformes totais e *Escherichia coli*;
- b) Comparar os resultados das análises com os padrões de qualidade dispostos na legislação brasileira vigente, levando em consideração o uso a que se destina;
- c) Definir a quantidade de milímetros do início de cada evento de precipitação que devem ser descartados, de modo que possibilite sua utilização conforme enquadramento nos padrões de legislação.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

A água é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva: no homem, mais de 60% do seu peso são constituídos por água, e em certos animais aquáticos esta porcentagem sobe a 98% (VON SPERLING, 2005). A água é fundamental para a manutenção das necessidades fisiológicas do homem, assim como para o suporte dos padrões de vida associado ao ser humano, que de acordo com Von Sperling (2005), consistem em abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais, preservação da flora e fauna, recreação, lazer, harmonia paisagística, entre outros. Destes, apenas o abastecimento doméstico e o industrial estão comumente associados com tratamento prévio, visto a alta qualidade da água requerida para esses usos.

A água é um requisito primário e possui influência direta para a saúde, o desenvolvimento e a qualidade de vida do ser humano. Marengo (2008) cita que, segundo previsões da UNESCO, 1,8 bilhão de pessoas podem enfrentar escassez crítica de água em 2025, e ainda podem ser afetadas por esse problema dois terços da população mundial no mesmo ano.

Apesar de o Planeta Terra possuir a maior parte de sua superfície coberta por água, quando se fala em água disponível para o consumo humano os dados são alarmantes; pois se observa o consistente crescimento da demanda mundial por água de qualidade, a uma taxa superior à taxa de renovabilidade do ciclo hidrológico, menciona Freitas (2001), e também que este crescimento tende a se tornar uma das maiores pressões antrópicas sobre os recursos naturais do planeta no próximo século.

Segundo Von Sperling, (2005), aproximadamente 97,0% da água no planeta é salgada, 2,2% esta na forma de geleiras e apenas 0,8% de água doce disponível mais facilmente para o abastecimento público, desta pequena fração de 0,8% apenas 3% apresentam-se na forma de água superficial, de extração fácil. Ressaltando assim a grande importância de se preservar os recursos hídricos na Terra, e de se evitar a contaminação da pequena fração mais facilmente disponível.

No Brasil, a disponibilidade de água é numericamente a mais confortável do mundo com 11% de todo o seu recurso hídrico superficial, segundo Tucci (2001). Entretanto essa grande disponibilidade de água ocorre de forma mal distribuída pelo país, onde as regiões com maior concentração populacional possuem as menores reservas de água. Como

observado na Figura 1, a região Nordeste, que apresenta menor disponibilidade hídrica do país, se depara com uma densidade demográfica de 34,15 habitantes por Km², a terceira maior do Brasil, sendo superada pelas regiões Sudeste com 86,92 habitantes por Km², e Sul com 48,58 habitantes por Km², conforme IBGE (2010), regiões estas que também encontram-se com as menores disponibilidades hídricas, 6% e 7% respectivamente. Fato que coloca esse recurso sob pressão de um uso intenso, acelerando ainda mais sua deterioração.

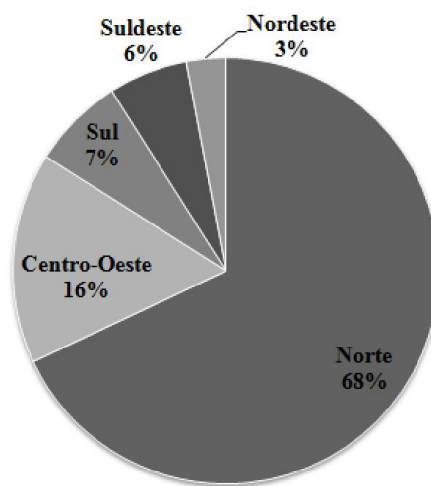


Figura 1 – Distribuição dos recursos hídricos no Brasil por região.
Fonte: Adaptado de ANA (2009).

Nas últimas décadas a preocupação com a quantidade e qualidade da água disponível para as atividades humanas vem aumentando substancialmente, fato que pode ser explicado principalmente pelo crescimento populacional, os grandes aglomerados urbanos, a industrialização, a falta de consciência ambiental e pela poluição de mananciais de captação superficial, fatores que comprometem os recursos hídricos ao longo dos anos, tornando assim a água potável um bem escasso e conseqüentemente mais valioso.

Para atenuar o problema da escassez hídrica, Hagemann (2005) explica que diversos países, inclusive o Brasil, além de incentivarem programas de combate ao desperdício buscam a utilização de fontes alternativas de água, como o reúso das águas servidas e o aproveitamento da água de chuva. Esta última tem se destacado por ser relativamente barata e pela possibilidade de abranger diversos usos não potáveis e até mesmo usos potáveis, desde que seja observado o tratamento adequado.

1.2 CICLO HIDROLÓGICO

A água é a única substância na Terra naturalmente presente nas formas líquida, sólida e gasosa (COLLISCHONN, 2008). E a circulação dessa água de um meio e estado físico para outro com a sua circulação entre a atmosfera e a superfície terrestre é denominado ciclo hidrológico.

O ciclo hidrológico pode ser definido como o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado pela radiação solar associada à gravidade e a rotação terrestre, constituindo-se em um processo contínuo de transporte de massas de água (FELTRIN, 2009).

Os fenômenos que regem este ciclo são, segundo Von Sperling (2005), precipitação, escoamento superficial, infiltração, evaporação e transpiração, como se encontra esquematizado na Figura 2. A precipitação compreende toda a água que cai da atmosfera na superfície da Terra, suas principais formas são chuva, neve, granizo e orvalho. No escoamento superficial, a precipitação que atinge o solo escoam na superfície, ele é responsável pelo deslocamento da água sobre o terreno, formando córregos, lagos e rios e eventualmente atingindo o mar.



Figura 2 – Ciclo hidrológico.

Fonte: Von Sperling (2005).

Já o fenômeno da infiltração, ainda conforme Von Sperling (2005), corresponde à água que atinge o solo, formando os lençóis d'água, a água subterrânea é grandemente responsável pela alimentação dos corpos d'água superficiais, principalmente nos períodos

secos. E a evapotranspiração consistir na transferência da água para o meio atmosférico e se dá através de dois mecanismos, a evaporação que é a transferência da água superficial do estado líquido para o gasoso, e a transpiração onde a água que as plantas retiram do solo pelas raízes e chegam as folhas e então evapora.

1.3 APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

A diminuição das reservas de recursos hídricos gera preocupações que visam o racionamento e à busca de soluções alternativas para o suprimento da carência de água de qualidade. Uma alternativa que vem sendo muito estudada atualmente é a captação e aproveitamento da água da chuva, que tem se apresentado muito viável.

Hagemann (2009), afirma que sua utilização é especialmente viável para indústrias, edifícios públicos, escolas, universidades, e outros que apresentem baixo consumo de água potável e grandes áreas de telhado para a captação da água.

Andrade (2013) comprova essa viabilidade através de uma pesquisa em que realizou simulação de eficiência do aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na região amazônica – Rondônia. O estudo utilizou 40 estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA), distribuídas pelo estado de Rondônia, de onde os dados foram adquiridos, organizados e simulados, de modo a permitir a verificação da eficiência do sistema de captação. A simulação foi realizada considerando dois perfis de consumo, a demanda para descarga sanitária em residências unifamiliares e demanda para lava a jatos. Para residência unifamiliar, utilizou-se área de captação variando de 50 a 100 m² e volume de reservatório de 1.000 a 10.000 litros, e a eficiência foi obtida considerando uma demanda fixa de 360 litros de consumo diário, o que corresponde ao consumo referente à descarga sanitária para o número de cinco pessoas em uma residência. Já para lava a jatos a área de captação simulada variou 100 a 600 m², com demanda média de 3200L diários.

Andrade (2013) constatou, por exemplo, que para a demanda de 360 L/dia de uma residência no município de Ji-Paraná que possui área de telhado de 80 m² e um reservatório de 5m³, a eficiência de suprimento da demanda é de aproximadamente 75%. Para a demanda de 3200L de lava a jatos em Ji-Paraná, com área de telhado de 400 m² e reservatório de 20 m³, mais de 40% de sua demanda diária seria atendida. Constatando assim o potencial da região do suprimento parcial da demanda de água através da utilização da precipitação.

Um exemplo da captação e utilização da água da chuva é a do Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha, com a captação da água pela cobertura e pelo piso permeável em

volta do estádio e o armazenamento em cinco cisternas localizadas em seu interior, assim como um lago de retenção no entorno. Todo o sistema tem capacidade para 6,84 milhões de litros de água e sua utilização será em vasos sanitários e mictórios, irrigação do gramado e lavagens em geral, o que representa 80% da demanda de água do estádio, informa o Governo do Distrito Federal (2013).

Contudo as tecnologias dos sistemas de captação de água da chuva são extremamente antigos, sua coleta foi inventada independentemente em diversas partes do mundo e em diferentes continentes há milhares de anos, cita Gnadlinger (2006).

Conforme afirma Tomaz (2013), o primeiro registro que se tem do uso da água de chuva é verificado na pedra Moabita, com data de 830 a.C., que foi achada na antiga região de Moab, perto de Israel, nesta pedra o rei dos Moabitas, Mesa, inscreveu a determinação de que em cada residência fosse construído um reservatório para coletar a água da chuva.

Atualmente o sistema de captação de água da chuva vem sendo utilizado mais comumente nos países Europeus e Asiáticos. Nesses países são oferecidos financiamentos para a construção e utilização deste sistema. No Brasil, as águas pluviais são mais amplamente utilizadas nos estados do Nordeste, devido à insuficiência de recursos hídricos, onde essa água captada é usada como fonte de suprimento.

Um exemplo é a implementação, em julho de 2003, do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semi-Árido: um Milhão de Cisternas Rurais - P1MC, o programa é destinado às famílias com renda de até meio salário mínimo por membro da família e residentes permanentes da área rural. Desde que surgiu até os dias atuais, já foram construídas mais de 400 mil cisternas, beneficiando mais de 2 milhões de pessoas.

A cisterna em questão é uma tecnologia simples, com captação da água da chuva através de calhas instaladas no telhado da casa, a cisterna possui formato cilíndrico e é coberta e semienterrada, confeccionada de cimento pré-moldado e construídas pela própria comunidade. Sua capacidade de armazenamento é de até 16 mil litros de água, quantidade suficiente para o suprimento de uma família de 5 pessoas, por um período de 6 a 8 meses – época da estiagem na região.

1.4 QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA

1.4.1 Parâmetros

A qualidade e as alterações do grau de pureza da água são decorrentes dos diversos componentes presentes na água, e podem ser tratados, de maneira ampla, em termos das suas

características físicas, químicas e biológicas, as quais podem ser traduzidas em parâmetros de qualidade da água, afirma Von Sperling (2005).

Dentre os parâmetros físicos, que indicam a presença de sólidos e gases na água, destacam-se:

- a) **Sólidos:** são definidos como todas as impurezas presentes na água, exceto os gases dissolvidos. Eles podem ser classificados em suspensos e dissolvidos, de acordo com o tamanho das partículas. Os sólidos suspensos são constituídos principalmente de matéria orgânica e sedimentos de erosão e compõem a fração das partículas que fica retida após a passagem de uma amostra de volume conhecido por uma membrana filtrante com poro igual a 1,2 μm . Os sólidos dissolvidos representam a fração da amostra que passa pela membrana de 1,2 μm ;
- b) **Turbidez:** representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, dando-lhe uma aparência turva. Seu constituinte são os sólidos em suspensão;
- c) **Condutividade:** é definida como a capacidade da água de transmitir corrente elétrica. Sendo os sólidos dissolvidos os constituintes responsáveis pela condutividade que pode ser utilizada como medida indireta da presença de sais.

Já nos parâmetros químicos, que indicam a presença de alguns elementos ou compostos químicos, destacam-se:

- a) **pH:** potencial hidrogeniônico, representa a concentração de íons hidrogênio H^+ (em escala antilogarítmica), indicando a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14. Para pH menores que 7, as condições são ácidas, pH igual a 7 indica neutralidade e pH acima de 7 indica condições básicas;
- b) **Oxigênio Dissolvido:** é de essencial importância para os organismos aeróbios (que vivem na presença de oxigênio). Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio;
- c) **Nitrogênio:** na água, o nitrogênio pode ser encontrado nas formas de nitrogênio molecular (N_2), escapando para a atmosfera, nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão), amônia (livre NH_3 e ionizada NH_4^+), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-). Em corpos d'água, a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição (poluição recente está associada ao

nitrogênio na forma orgânica ou de amônia, enquanto uma poluição mais remota está associada ao nitrogênio na forma de nitrato);

- d) **Fósforo:** aparece em corpos hídricos, devido principalmente às descargas de esgotos sanitários, apresenta-se na forma de sólidos em suspensão e dissolvidos e é encontrado como ortofosfato (forma mais simples, diretamente disponível), polifosfato (forma mais complexa) e fósforo orgânico.
- e) **Cloreto:** são advindos da dissolução de sais como o cloreto de sódio. Em determinadas condições imprime um sabor salgado à água. Em águas naturais encontram-se em níveis baixos e são encontrados em maiores concentrações na água do mar;
- f) **Sulfato:** é constituído por sólidos dissolvidos. Seu íon pode ser indicador de poluição de uma das fases da decomposição da matéria orgânica e dependendo da concentração pode produzir efeitos laxativos.

Os parâmetros biológicos indicam a presença de seres vivos na água e os mais usualmente analisados são:

- a) **Coliformes Totais:** as bactérias do grupo coliforme são utilizadas como organismos indicadores de contaminação, comumente não são patogênicas, mas indicam a possibilidade da presença de organismos patogênicos. Os coliformes totais indicam as condições higiênicas e podem estar presentes também em águas e solos não contaminados;
- b) **Coliformes Termotolerantes:** grupo de bactérias originário predominantemente do intestino humano e de animais de sangue quente. A principal bactéria do grupo é *Escherichia coli*. Sua presença na água constitui indicação de contaminação por fezes e algumas espécies de *Escherichia coli* são patogênicas.

1.4.2 Importância do Conhecimento das Características Qualitativas

O emprego das águas pluviais é uma fonte alternativa com qualidade razoável para vários usos, afirma Hagemann (2009), sempre usos não potáveis como descarga em bacias sanitárias, lavagem de calçadas e veículos e fins ornamentais. Entretanto o conhecimento das características qualitativas da água da chuva é importante para definir os usos a que ela pode ser destinada, bem como a necessidade e o tipo de tratamento a ser feito para torná-la própria a certas aplicações. A qualidade da água da chuva é diretamente influenciada pelas condições

atmosféricas locais e pela superfície por onde a água passa para ser captada. As áreas de captação retêm impurezas e outros materiais que quando carregados pela água podem alterar a sua qualidade, de forma que a torne imprópria para certos usos.

São múltiplos os fatores que influenciam a qualidade da água da chuva, descreve Philippi (2006 apud Hagemann, 2009), dentre estes se destacam: a localização geográfica da área de captação (proximidade do oceano, áreas urbanas ou rurais), a presença de vegetação, a presença de carga poluidora e a composição dos materiais que formam o sistema de captação e armazenamento (telhados, calhas e reservatório). Além das condições meteorológicas como intensidade, duração e tipo de chuva, o regime de ventos e a estação do ano também têm forte influência sobre as características das águas pluviais.

De acordo com Jaques (2005) as águas de chuva são interpretadas pela legislação brasileira como esgoto, pelo fato de geralmente escoarem por telhados que a contaminam com diversas impurezas, sendo carregadas então provavelmente para um corpo hídrico, ou simplesmente deixando-se infiltrar no solo. Entretanto apesar de a água ser contaminada, estudos confirmam que somente os primeiros milímetros de chuva carregam estas impurezas, de modo que normalmente com pouco tempo esta adquire características que possibilitam o seu armazenamento.

1.5 SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Para a utilização de água da chuva, a captação geralmente é feita através da precipitação que incide sobre uma superfície impermeável (normalmente telhado) e o armazenamento é realizado em reservatórios ou cisternas. Esse armazenamento traz vantagens, não somente econômicas ao usuário, mas também sob o ponto de vista da qualidade ambiental e de controle de enchentes urbanas, visto que essa água não é mais lançada na rede de drenagem pluvial.

São diversos os tipos de sistemas de aproveitamento da água da chuva, mas segundo a norma brasileira NBR 15527/07 – Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos, de 24 de outubro de 2007, é essencial que a concepção do projeto do sistema de coleta e aproveitamento de águas pluviais estejam em conformidade aos requisitos da NBR 10844/89 – Instalações Prediais de Águas Pluviais – Procedimento e da NBR 5626/98 – Instalação Predial de Água Fria.

Mesmo existindo diversos formatos e composições de sistemas de coleta e armazenamento de água de chuva, há um conjunto básico presente na maioria dos sistemas compostos por:

- a) **Área de captação:** geralmente o telhado das residências ou indústrias, e podem ser constituídos de diferentes materiais como fibrocimento, telha cerâmica, plástico, aço galvanizado, entre outros. O conhecimento da composição do material do telhado é importante para evitar a contaminação da água através da lixiviação de componentes tóxicos, assim como para a definição do coeficiente de escoamento superficial, que é o fator que determina a quantidade de água precipitada que será escoada, afirma Hagemann (2009), telhados de maior porosidade comumente diminuem o escoamento, levando a uma diminuição do volume aproveitável das águas pluviais;
- b) **Calhas e condutores:** tem a função de colher e encaminhar a água da chuva, as calhas são constituídas geralmente de material metálico e os condutores de PVC. Também é indicado o uso de grades nas calhas, ou filtro nos condutores para a retenção de material grosseiro que pode obstruir o sistema e degradar a qualidade da água;
- c) **Dispositivo de descarte dos primeiros milímetros de chuva:** pode ser constituído de um pequeno reservatório para armazenamento e posterior descarte da chuva inicial, a qual contém a concentração das impurezas que estavam no telhado e foram lixiviadas com a precipitação. Somente após o total preenchimento desse dispositivo, a continuação da precipitação é encaminhada para o reservatório, um exemplo da localização desse pequeno reservatório pode ser visto na Figura 3. O dispositivo é fundamental para desviar a água contaminada e assegurar que a água reservada seja segura para a utilização. Tomaz (2013) denomina essa água a ser descartada de *first flush*, e afirma que a quantidade pode variar de 0,4 L/m² de telhado a 8 L/m² de telhado, conforme o local. A Norma Brasileira 15527/2007 Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos, recomenda o descarte (*first flush*) de 2 L/m² de área do telhado, que é o correspondente a 2 mm de chuva inicial, para locais que não possuem dados sobre a qualidade da água da chuva;
- d) **Reservatório:** este possui a função de armazenar e acumular a água captada. Hagemann (2009), cita que pode estar apoiado no solo ou enterrado, e preferivelmente estar localizado nas proximidades dos pontos de consumo para

facilitar o transporte da água, os materiais habitualmente utilizados são concreto, alvenaria, ferro-cimento, metal galvanizado, fibra de vidro e polipropileno, eles podem ser construídos no local ou adquiridos pré-fabricados, sendo estes constituídos de placas de concreto, e ainda tendo como vantagem a possibilidade de diminuição da acidez da água, devido à presença de cálcio.

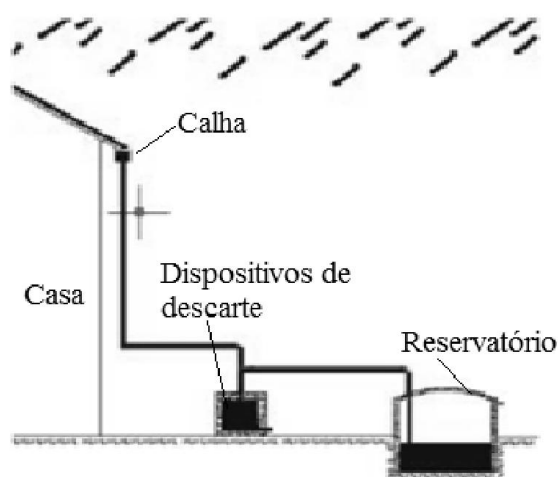


Figura 3 – Exemplo de sistema de coleta de águas pluviais.

Fonte: Adaptado de Souza (2011).

Sobre o dimensionamento dos sistemas de aproveitamento de água pluvial o Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações, elaborado em conjunto pela Agência Nacional das Águas – ANA, a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP e o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo – SindusCon (ANA, FIESP & SindusCon-SP, 2005), cita fatores que devem ser considerados, como:

- a) área disponível para coleta;
- b) vazão de água calculada pela fórmula racional, considerando o índice pluviométrico médio da região;
- c) estimativa de demanda para o uso previsto;
- d) dimensionamento da reserva de água, considerando os períodos admissíveis de seca.

O Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações também descreve as etapas de uma metodologia básica para projeto de sistemas de coleta, tratamento e uso de água pluvial, sendo:

- a) determinação da precipitação média local (mm/mês);
- b) determinação da área de coleta;

- c) determinação do coeficiente de escoamento superficial;
- d) caracterização da qualidade da água pluvial,
- e) projeto do reservatório de descarte;
- f) projeto do reservatório de armazenamento;
- g) identificação dos usos da água (demanda e qualidade);
- h) estabelecimento do sistema de tratamento necessário;
- i) projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações etc.).

A utilização da água da chuva após o descarte dos primeiros milímetros, os quais concentram-se os contaminante lixiviados do telhado, pode ser destinada para fins não potáveis como descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos, fins ornamentais (chafarizes, espelhos de água), lavagem de veículos, e outros. O que gera benefícios de redução do consumo de água tratada e da preservação dos recursos hídricos, assim como redução dos problemas de inundações e alagamentos causados pela impermeabilização dos solos.

1.6 LEGISLAÇÃO SOBRE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

No Brasil são encontradas algumas iniciativas, na forma de leis municipais, em prol da captação da água da chuva na configuração de incentivos ou exigências, objetivando a minimização de problemas ambientais como as enchentes.

Como exemplo, o município de Ponta Grossa/PR que através da lei municipal nº 8718/2006 instituiu no município o Programa de Captação, Armazenagem, Conservação e Uso Racional da Água Pluvial nas Edificações Urbanas, que tem o objetivo de estabelecer medidas que induzam a usos de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, assim como a conscientização dos usuários sobre a importância da utilização controlada da água captada da chuva.

Outra iniciativa é do município de Porto Alegre, que instituiu através da lei nº 10506/2008 o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas, que objetiva a promoção de medidas necessárias à conservação, à redução do desperdício e à utilização de fontes alternativas para a captação e o aproveitamento da água nas edificações. Ela estabelece que a água das chuvas seja captada na cobertura das edificações e encaminhada à cisterna ou tanque para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso da água potável proveniente do sistema de abastecimento público de água, visando o aumento das condições de atendimento e a redução da possibilidade de inundação.

No município de Curitiba, a lei nº 10785/2003 cria o Programa de Conservação e uso racional da Água nas Edificações – PURAE. Que tem como objetivo instruir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações. A água das chuvas também deverá ser captada das edificações e encaminha a cisterna para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso de água tratada, e segunda a lei, seu não cumprimento implica na negativa de concessão do alvará de construção, para as novas edificações.

Já a lei municipal nº 13276/2002 de São Paulo torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que possuam área impermeabilizada superior a 500 m². A referida lei também fornece a equação para o cálculo do volume do reservatório, que envolve as variáveis: área impermeabilizada, índice pluviométrico igual a 0,06 m/h e tempo de duração da chuva igual a um hora. Diz também que após uma hora de chuva a água armazenada deve infiltrar-se no solo, também podendo ser despejada na rede pública de drenagem, ou ser conduzida para outro reservatório para ser utilizada para fins não potáveis.

No Brasil, até o ano de 2007 não havia diretrizes específicas sobre a qualidade para o aproveitamento da água da chuva, então para definir a quais usos a água da chuva seria mais apropriado, qualitativamente, normatizações gerais sobre o uso da água eram utilizadas como a Resolução CONAMA nº 274/2000 e a Resolução CONAMA nº 357/2005.

A Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000 define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, as quais são divididas nas categorias próprias e impróprias, onde as próprias são subdivididas em excelente, muito boas e satisfatórias. Na Tabela 1 estão expostos os parâmetros para enquadramento das águas na categoria própria para balneabilidade.

Tabela 1 – Parâmetros de qualidade para balneabilidade conforme Resolução CONAMA nº 274/2000.

PARÂMETRO	SUBDIVISÃO	VALOR
Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)	Excelente	250
	Muito Boa	500
	Satisfatória	1000
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)	Excelente	200
	Muito Boa	400
	Satisfatória	800
pH	Excelente	6 a 9

Fonte: Adaptado de Resolução CONAMA nº 274/2000.

Já a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, onde as águas doces são classificadas nas classes especial, 1, 2, 3 e 4, conforme os parâmetros de qualidades a serem atendidos e sua destinação:

I - classe especial – destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1 – destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) 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 proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2 – destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- e) à aqüicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3 – destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4 – destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

Na Tabela 2 estão dispostos os parâmetros de qualidade para enquadramento das águas doces de classe 2.

Tabela 2 – Parâmetros de qualidade para enquadramento na classe 2 conforme Resolução CONAMA nº 357/2005.

PARÂMETRO	CLASSE 2
Coliformes Termotolerantes ou <i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)	1000
Cloreto Total (mg/L)	250
Fósforo Total (mg/L – ambiente lântico)	0,03
Nitrato (mg/L)	10
Nitrito (mg/L)	1
Nitrogênio Amoniacal Total (mg/L)	3,7*
Sulfato Total (mg/L)	250
pH	6 a 9
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	> 5
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	500
Turbidez (uT)	100

* Limite para pH até 7,5.

Fonte: Adaptado de Resolução CONOMA nº 357/2005

Então como normatização específica para o aproveitamento da água da chuva, surgiu em 2007 a Norma Brasileira 15527/2007 intitulada Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Ela fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, estabelecendo as condições para a concepção do sistema de aproveitamento da água, incluindo calhas e condutores, reservatórios, instalações prediais, bombeamento e manutenção, assim como parâmetros de qualidade a serem atendidos para a utilização da água (TABELA 3).

Tabela 3 - Parâmetros de qualidade de água de chuva estabelecidos pela NBR 15527/2007.

PARÂMETRO	ANÁLISE	VALOR
Coliformes Totais (UFC/100mL)	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro Residual Livre ^a (mg/L)	Mensal	0,5 a 3,0
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT ^b < 5,0 (usos menos restritivos)
Cor Aparente	Mensal	< 15 uH ^c
pH	Mensal	6,0 a 8,0

^a No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção

^b uT: unidade de turbidez

^c uH: unidade de Hazen.

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 15527/2007.

A norma também indica os usos em que a água da chuva podem ser aplicados, como descargas de bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais. Além de fornecer também um informativo com métodos de cálculo para dimensionamento dos reservatórios.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada no município de Ji-Paraná, localizado ao Sul da Amazônia no estado de Rondônia, o qual possui uma população aproximada de 116.000 habitantes, segundo informação do IBGE (2010). O município apresenta uma precipitação pluviométrica média anual de 1711,2 mm afirma o Boletim Climatológico de Rondônia, SEDAM (2008).

A Amazônia é caracterizada como floresta equatorial de clima quente e úmido e possui características muito peculiares com as distinções das estações do ano pela ocorrência de precipitação, distinguidas como época chuvosa e seca, afirma Ferreira da Costa (1998). Na região dessa pesquisa, o período de seca compreende os meses de maio a outubro, e o período chuvoso corresponde aos meses de novembro a abril, segundo Santos (2006).

A área de estudo está situada no *campus* da Universidade Federal de Rondônia, onde o sistema de coleta e armazenamento da água da chuva está instalado no prédio do curso de Engenharia Ambiental, utilizando o telhado sobre os banheiros como área de captação. O telhado é constituído de fibrocimento e possui tempo de uso de aproximadamente 3 anos.

O prédio em questão encontra-se em lugar afastado de árvores, de modo a não sofrer influência direta com a queda de folhas e galhos. O entorno do local possui ameno fluxo de veículos e predomínio de residências domiciliares.

2.2 COLETORES

Para o armazenamento de águas pluviais, a NBR 15527/2007, aponta que na ausência de dados referentes a qualidade da água da chuva, deve-se descartar os primeiros dois milímetros de chuva. Visto isso, optou-se por montar um sistema capaz de coletar os cinco primeiros milímetros de chuva, sendo considerado um intervalo suficiente para a qualificação da água da chuva.

O cálculo do volume dos coletores foi realizado de modo que cada um pudesse armazenar um milímetro de chuva escoada pelo telhado. Para tanto, foi realizado o cálculo da área da cobertura dos banheiros conforme a normatização de instalações prediais de águas pluviais da NBR 10844/89.

De acordo com a norma NBR 10844/89, no cálculo da área de contribuição deve-se considerar também as paredes que interceptam a água da chuva, pois são igualmente drenadas

pela cobertura. Dessa forma, as áreas de contribuição da cobertura dos banheiros de acordo com a norma são representadas conforme a Figura 4.

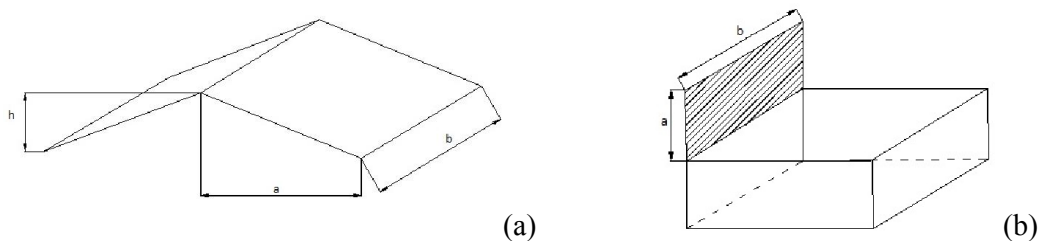


Figura 4 – Representação de telhado para cálculo da área de captação da água da chuva, (a) superfície inclinada, (b) Quatro superfícies planas verticais, sendo uma com maior altura.
Fonte: Adaptado da NBR 10844/89.

A formulação, conforme NBR 10844/89, para o cálculo da área da captação da Figura 4 (a) e (b) são respectivamente:

$$A = ((a + h) / 2) \cdot b \quad (1)$$

$$A = (a \cdot b) / 2 \quad (2)$$

Segue abaixo, na Figura 5 a representação real dos telhados e paredes que interceptam os banheiros da área em estudo.

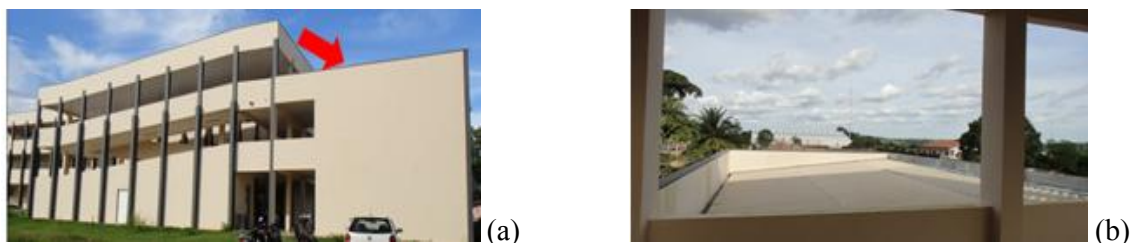


Figura 5 – (a) Prédio de Engenharia Ambiental. (b) Telhado do banheiro do prédio de Engenharia Ambiental.

As variáveis encontradas da área do telhado foram, para a primeira formulação, $A=5,85$; $H=0,8$; e $B=9,85$; resultando em uma área de $61,56\text{m}^2$. E para a segunda fórmula, $A=1$ e $B=5,85$; resultando $2,95\text{m}^2$, dessa forma o resultado total da área de cobertura do telhado foi de aproximadamente 65m^2 .

Então, visto que cada milímetro de chuva corresponde a precipitação de 1 litro de água em 1 m^2 de área, cada um dos cinco coletores armazena 65 litros de água.

Os reservatórios são constituídos de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), material de característica inerte que não causa reações que interferissem nas análises de qualidade da água. Ressalta-se que os galões utilizados como coletores foram reaproveitados do armazenamento de Peróxido de Hidrogênio, substância que se decompõe naturalmente em uma reação exotérmica catalisada pela luz, liberando água, oxigênio e energia, segundo Braathen (2008), não ocasionando nenhuma interferência nas amostras de água da chuva. Procedeu-se a limpeza e descontaminação previa dos galões.

Foram adaptadas aberturas na parte superior dos coletores, de onde foram retiradas as amostras para análise e para posterior limpeza dos recipientes, com descarte das amostras sobressalentes através de abertura na parte inferior do reservatório. A canalização utilizada para captação da água do telhado para os coletores são de poli cloreto de vinila (PVC) de 100 mm.



Figura 6 – (a) Sistema de coletores instalados para armazenamento da água da chuva proveniente do telhado. (1) Canalização de transporte da precipitação do telhado para os coletores; (2) Coletores da precipitação; (3) Saída da água sobressalente. (b) Abertura superior dos coletores para retirada das amostras.

Com a finalidade de diminuir as perdas de carga, implantou-se um desnível crescente nas tubulações entre os reservatórios, como pode ser visto na Figura 6, fazendo com que a água preencha totalmente um coletor antes de seu fluxo ser encaminhado para o posterior, utilizando-se da gravidade. Esse mecanismo foi aplicado por Hagemann (2009), entretanto as alturas utilizadas nesse trabalho foram determinadas empiricamente.

2.3 ANÁLISES DA QUALIDADE DA ÁGUA

Os parâmetros analisados para a determinação da qualidade da água da chuva foram: sólidos totais dissolvidos, turbidez, oxigênio dissolvido, condutividade, pH, amônia, nitrito, nitrato, fósforo total, fósforo inorgânico, cloreto total, sulfato, coliformes totais e *Escherichia coli*. A metodologia utilizada para as análises encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros analisados e suas respectivas unidades e metodologia utilizada.

PARÂMETRO	UNIDADE	TÉCNICA ANALÍTICA
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	Sonda Multiparâmetro - HANNA 2728
Turbidez	uT	Turbidímetro de Bancada - HACH 2100 P
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Método Iodométrico de Winkler (1988)
Condutividade	µS/cm	Sonda Multiparâmetro - HANNA 2728
pH	-	Sonda Multiparâmetro - HANNA 2728
Amônia	mg/L	Cromatografia de Íons - METROHM – 882 Compact IC Plus
Nitrito	mg/L	Cromatografia de Íons - METROHM – 882 Compact IC Plus
Nitrato	mg/L	Cromatografia de Íons - METROHM – 882 Compact IC Plus
Fósforo Total	mg/L	Método Colorimétrico (APHA, 1971)
Fósforo Inorgânico	mg/L	Cromatografia de Íons - METROHM – 882 Compact IC Plus
Cloreto Total	mg/L	Cromatografia de Íons - METROHM – 882 Compact IC Plus
Sulfato	mg/L	Cromatografia de Íons - METROHM – 882 Compact IC Plus
Coliformes Totais	UFC/100mL	Membranas filtrantes em meio cromogênico (APHA, 1995)
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100mL	Membranas filtrantes em meio cromogênico (APHA, 1995)

Foram analisados 12 eventos de precipitação entre março de 2012 e março de 2013, conforme as datas do Quadro 1, que possui a indicação de “C” para os eventos que ocorreram no período chuvoso e “S” para aqueles do período seco. Os parâmetros analisados em cada evento podem ser vistos na Tabela 5.

Quadro 1 – Datas dos eventos de precipitação analisados.

1 - 28/03/2012 C	7 - 04/10/2012 S
2 - 30/03/2012 C	8 - 07/10/2012 S
3 - 12/04/2012 C	9 - 18/12/2012 C
4 - 18/04/2012 C	10 - 01/02/2013 C
5 - 21/09/2012 S	11 - 09/03/2013 C
6 - 25/09/2012 S	12 - 25/03/2013 C

Tabela 5 – Parâmetros analisados por evento de precipitação.

PARÂMETRO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sólidos T. Dissolvidos	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	
Turbidez							X	X	X			X
Oxigênio Dissolvido	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Condutividade	X			X	X	X	X	X		X	X	
pH	X	X			X	X	X	X		X	X	
Amônia										X	X	X
Nitrito	X	X	X	X						X	X	X
Nitrato	X	X	X	X						X	X	X
Fósforo Total	X	X	X	X						X	X	X
Fósforo Inorgânico	X	X	X	X						X	X	X
Cloreto Total										X	X	X
Sulfato										X	X	X
C. Totais	X	X	X	X	X	X	X	X				X
<i>Escherichia coli</i>	X	X	X	X	X	X	X	X				X

Os resultados das análises foram expressados graficamente com os valores médios entre todos os eventos por parâmetro analisado, devido ao volume de resultados individuais. Exceto para o parâmetro pH, onde foram utilizados apenas os valores individuais. Nos gráficos, o valor disposto no coletor 1 é correspondente à média de todos os eventos analisados para o primeiro coletor/milímetro de chuva, e sucessivamente. Os resultados individuais por evento encontram-se no Apêndice A.

Para a determinação da quantidade de milímetros de cada evento de precipitação a ser descartado para a melhor qualidade da água a ser armazenada e posterior identificação dos possíveis usos da água de chuva, os resultados das análises foram comparados com as seguintes normatizações brasileiras: NBR 15527/07 Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos, Resolução CONAMA

Nº274/00 Padrão de Balneabilidade, e Resolução CONAMA Nº357/05 Classificação dos Corpos de Água, com análise dos parâmetros para Classe 2.

2.4 DADOS DE PRECIPITAÇÃO

Os dados de precipitação utilizados para caracterizar os eventos de precipitação analisados foram obtidos em parte, através do Sistema de Monitoramento Hidrológico da Agência Nacional de Águas (ANA) a partir dos dados telemétricos da estação 15560000 Ji-Paraná.

Também foram obtidos através dos dados da torre de monitoramento climatológico pertencente ao Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia – LBA, localizada no *campus* de Ji-Paraná da Universidade Federal de Rondônia.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DA PRECIPITAÇÃO SOBRE A VARIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA

Para a utilização da água da chuva é necessário o conhecimento das características da precipitação, pois a sua qualidade é diretamente influenciada por tais características, principalmente intensidade e distribuição temporal. A intensidade tem influencia no poder de arraste da água, onde chuvas com menor intensidade tem menor poder de carreamento dos materiais depositados sobre o telhados, ocorrendo assim de forma mais lenta, em relação a chuvas mais intensas.

Para os parâmetros de coliformes totais, *E. coli*, sólidos totais dissolvidos, condutividade e turbidez, além do comportamento de decréscimo dos valores do primeiro para o quinto milímetro de precipitação, a maior diferença de valores entre os milímetros ocorreu do primeiro para o segundo milímetro, diferença que foi vista principalmente nos eventos de maior intensidade média, como descrito a seguir.

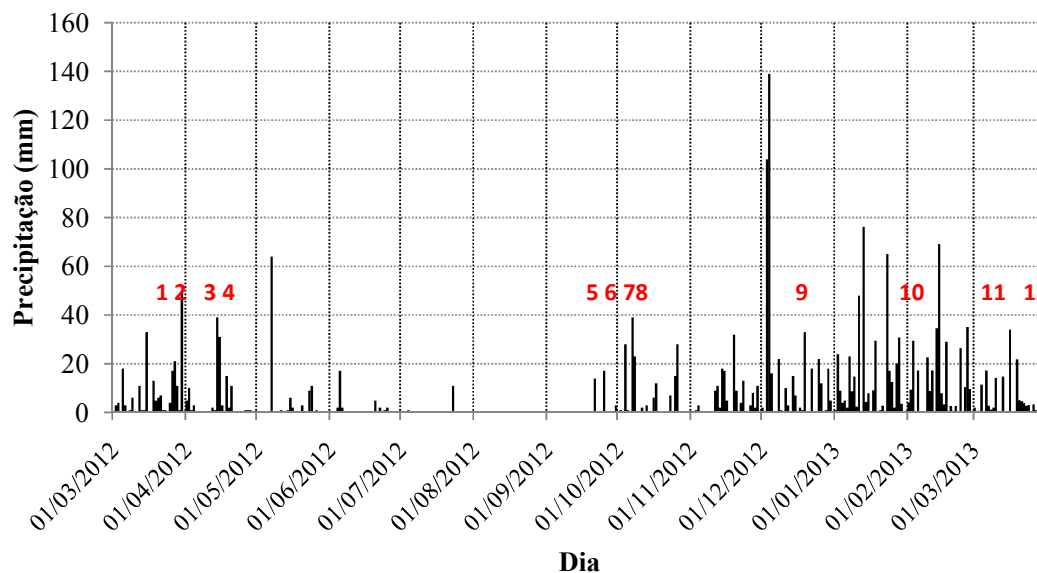
Na Tabela 6 são apresentadas as características das precipitações analisadas, e na Figura 7 a distribuição da precipitação no intervalo em que foram realizadas as coletas, de março de 2012 a março de 2013.

Os números no gráfico indicam os dias dos eventos analisados. Nos eventos 7 (04/10/2012) e 8 (07/10/2012), onde são encontrados as precipitações de segunda maior intensidade máxima (21 mm/h) também foram os eventos em que se encontrou os maiores valores de turbidez, que podem ter apresentado esse comportamento não somente pelas características de precipitação intensa, que gera maior lixiviação, visto que quanto maior a intensidade, maior o carreamento de partículas, mas também pela época de ocorrência, onde na região de estudo é o período em que ocorrem as primeiras chuvas da estação chuvosa após meses de seca, o que gera um acúmulo de impurezas na área de captação, gerando assim o aumento desses valores. Nos referidos eventos também foram encontrados os maiores valores para coliformes totais, condutividade e sólidos totais dissolvidos, possivelmente devido as mesmas características.

Tabela 6 – Características das precipitações analisadas.

EVENTO	DATA	Total Precipitado (mm)	Intensidade Média (mm/h)	Intensidade Máxima (mm/h)	Precipitação anterior (mm)	Número de dias secos antecedentes
1	28/03/2012*	11	1,83	3	21	0
2	30/03/2012*	49	8,17	36	1	0
3	12/04/2012*	-	-	-	-	-
4	18/04/2012*	15	15	15	3	2
5	21/09/2012	14	7	12	11	60
6	25/09/2012	17	4,25	9	14	4
7	04/10/2012	28	5,6	21	1	1
8	07/10/2012	39	9,75	21	1	1
9	18/12/2012*	34	6,8	16	2	0
10	01/02/2013*	-	-	-	-	-
11	09/03/2013*	-	-	-	-	-
12	25/03/2013*	5,2	1,3	1,8	2,8	1

* Corresponde aos eventos do período chuvoso.

**Figura 7** – Distribuição da precipitação com localização dos eventos analisados identificação.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA

Dentre os 12 (doze) eventos de precipitação analisados, 2 (dois) eventos nas datas de 28/03/2012 (1), no período chuvoso, e 21/09/2012 (5), no período seco, o volume precipitado foi inferior a 5 milímetros, não preenchendo todos os coletores. Cada milímetro de chuva corresponde a uma amostra analisada, conforme apresentado nos resultados a seguir, com os gráficos demonstrando os valores médios dos eventos analisados, ou seja, o valor do coletor 1 corresponde a média encontrada para o primeiro milímetro de chuva de todos os eventos de precipitação analisados. Os valores individuais por data e por parâmetro analisado encontram-se no Apêndice A.

a) Coliformes Totais e *Escherichia coli*

Para o parâmetro de coliforme total, as médias por coletor (milímetro de chuva) variam de 26781 UFC/100mL a 6440 UFC/100mL, com um grande decréscimo observado do primeiro para o segundo coletor, como visto na Figura 8, demonstrando que com a passagem do primeiro milímetro de chuva uma grande parcela dos coliformes são carreados. Com relação aos valores individuais ocorreu uma grande variação, com o maior valor sendo de 54600 UFC/100mL, pertencente ao primeiro milímetro de chuva do evento do dia 07/10/2012, e o menor valor encontrado de 8 UFC/100mL, referente a uma amostra do quinto milímetro de precipitação no evento do dia 12/04/2012.

Na Figura 9 é possível visualizar que os valores para *Escherichia coli* também variaram bastante, apresentando o mesmo comportamento de considerável decréscimo da primeira para a segunda amostra, os valores médios variaram de 3219 a 722 UFC/100ml. Seus valores por evento de precipitação foram de 16800 UFC/100mL, valor máximo também pertencente ao primeiro milímetro, ocorrido no evento de precipitação do dia 18/04/2012, até a ausência de *E. coli* em algumas amostras.

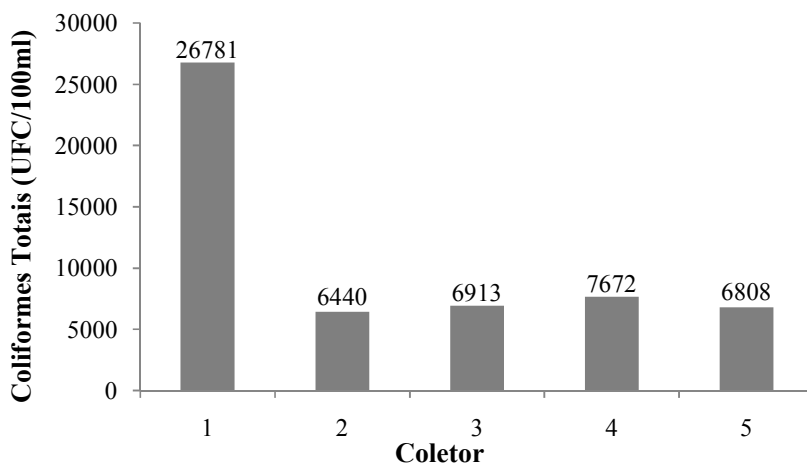


Figura 8 – Valores médios de coliformes totais.

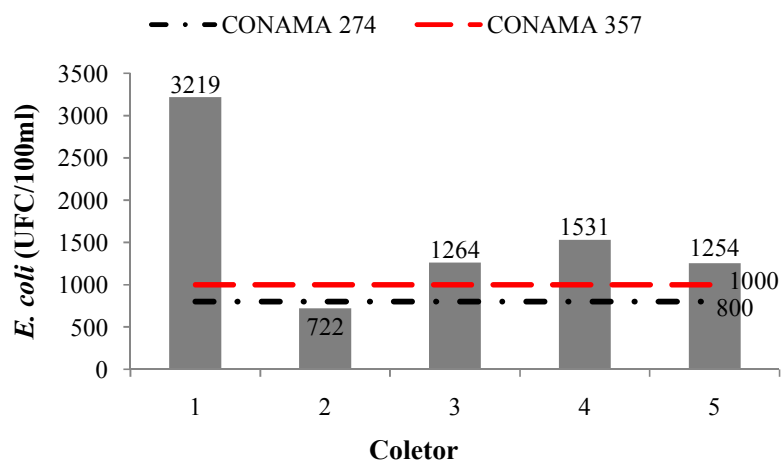


Figura 9 – Valores médios de *Escherichia coli*.

Esses valores foram elevados em comparação com pesquisa semelhante a essa realizada por Hagemann (2009), onde o sistema de captação instalado na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com telhado de captação também de fibrocimento e que também consistia em coletar e armazenar separadamente os cinco primeiros milímetros de chuva, apresentou valores médios para *E. coli* de 24 UFC/100 mL para o primeiro milímetro e 5 UFC/100mL para o quinto milímetro. Na pesquisa realizada por Jaques (2005), onde foi coletada a água de chuva, após a passagem por telhado de fibrocimento, no início da precipitação e após 10, 30 e 60 minutos, os valores médios encontrados para *E. coli* no tempo zero (início da precipitação) foi de 74,1 UFC/100mL e para coliformes totais o valor médio

foi 1870 UFC/100mL. Entretanto os majorados valores da presente pesquisa possuem a explicação no fato da constante presença de pombos e possível presença de ratos na área de coleta, gerando assim o acúmulo de suas fezes, essa presença recorrente de animais não foi citada por Hagemann (2009) e Jaques (2005).

Um exemplo desse depósito de impurezas por animais e consequente aumento de coliformes na área de captação da água da chuva é visto na pesquisa de Souza (2011), que realizou simulação de chuvas em telhado com o auxílio de caminhão pipa para avaliar a eficácia do dispositivo de descarte de 1 a 2 mm do início da chuva, nas simulações foram realizadas avaliações da qualidade da água do interior do caminhão pipa, do interior do dispositivo de descarte (após passagem pelo telhado) e após do dispositivo (água que seria armazenada). Para o experimento com o dispositivo de descarte com princípio de fecho hídrico, considerado o mais eficiente, a análise de coliformes totais no interior do caminhão detectou sua ausência em 100 mL e após a passagem da água no telhado (primeiros 2 mm) o valor encontrado foi de 21780 UFC/100mL. Os valores de *E. coli* encontrados foram, para o interior do caminhão 9,5 UFC/100mL e após a passagem da água no desvio 1070,5 UFC/100mL. Evidenciando assim a influência dos contaminantes do telhado na qualidade da água da chuva após sua passagem.

Como pode ser visto nas Figuras 8 e 9, os valores para coliformes totais e *Escherichia coli*/coliformes termotolerantes estão acima do previsto nas normatizações. A NBR 15527/2007 determina a ausência em 100mL de coliformes totais e coliformes termotolerantes, já a resolução CONAMA nº 357/2005 (classe 2) estabelece o máximo de 1000 UFC/100mL de coliformes termotolerantes e a resolução CONAMA nº 274/2000 cita o máximo de 800 UFC/100mL para *Escherichia coli*.

Mas uma solução simples e viável para possibilitar o contato humano com essa água é a desinfecção por cloração, sendo esse o método mais recomendado visto seu baixo custo e a ampla disponibilidade comercial, associado ao seu bom índice de desinfecção. São diversas as formas de desinfecção da água por cloração, entretanto a forma mais simples e muito eficaz para aplicação em cisterna, como o caso de reservatórios de acumulação de água da chuva, é o clorador flutuante, conforme Figura 10.



Figura 10 – Clorador flutuante.
Fonte: Hidrolar.

O clorador flutuante consiste em um recipiente para inserção do cloro na forma tabletes ou pastilhas, ele possui orifícios na parte inferior, os quais ficam em contato com a água enquanto ele flutua no reservatório, a água penetra nos orifícios dissolvendo os tabletes de cloro gradativamente e assim garantindo a difusão do cloro devido a movimentação do recipiente, explica Vieira (2011).

Para a cloração da água é preciso observar os limites para cloro residual livre de 0,5 a 3,0 mg/L, como previsto a NBR 15527/2007.

b) Turbidez

Conforme apresentado na Figura 11, os valores médios de turbidez de todos os eventos variaram de 3,80 uT para o primeiro coletor, que corresponde ao primeiro milímetro de chuva, a 2,38 uT no quinto coletor, que corresponde ao quinto milímetro de chuva, apresentando um decréscimo gradual dos valores devido ao carreamento do material depositado no telhado. O valor individual máximo encontrado entre todas as análises foi de 9,76 uT, sendo do primeiro milímetro do evento do dia 04/10/2012, data correspondente ao fim da estação seca, onde ocorrem as primeiras chuvas da estação chuvosa, evidenciando a influencia do acúmulo de impurezas pela ausência de chuvas. Já o menor valor entre as amostras foi de 0,86 uT no quarto milímetro do evento do dia 18/12/2012, pertencente ao segundo mês da estação chuvosa, período em que a ocorrência de chuvas é mais constante, não permitindo assim o acúmulo dos contaminantes.

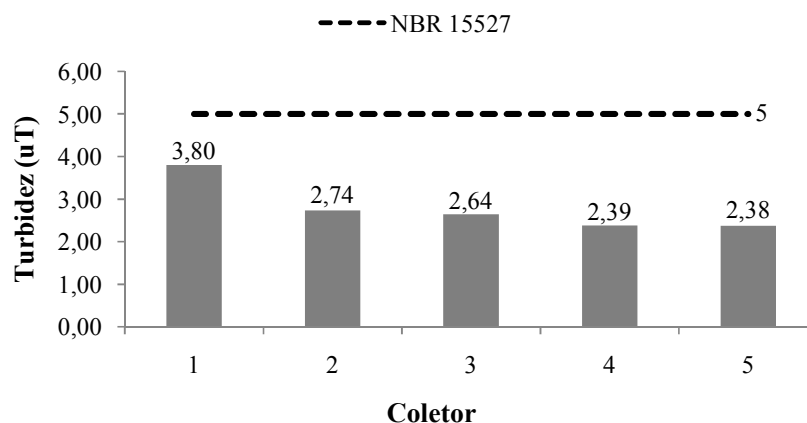


Figura 11 – Valores médios de turbidez.

Os valores médios de turbidez encontrados nessa pesquisa foram próximos ao encontrado por Peters (2006) com 4,56 uT com a passagem da água por telhado de uma residência de baixo padrão. Mas foram consideravelmente menores em comparação as pesquisas de Jaques (2005) onde o valor médio foi de 15,92 uT para a água da chuva logo após a passagem pelo telhado e de Hagemann (2009), que obteve variações de 35 a 12 uT, valores médios para os cinco primeiros milímetro de precipitação após a passagem pelo telhado da UFSM. Esses majorados valores podem ser explicados pelas características dos locais de coleta da água, no caso da pesquisa de Jaques (2005) esse dado foi encontrado com a passagem da água da chuva pelo telhado de uma residência unifamiliar com localização próxima a via pública urbana, onde o tráfego de automóveis possivelmente provocou o aumento de material particulado em suspensão no ar e conseqüentemente da turbidez, já Hagemann (2009) cita a presença predominante de solo exposto e algum trafego de veículos, fatores que também podem aumentar a presença de sólidos no telhado e em conseqüência a turbidez.

Nos valores médios dos cinco milímetros de chuva, todos estão abaixo do estabelecido pela NBR 15527/2007 (Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos), como se pode observar na Figura 11, onde o parâmetro de turbidez é de até 5 uT para usos menos restritos. Assim como se encontra muito abaixo do estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (Classificação dos Corpos de Água), classe 2, que determina que a turbidez seja menor que 100 uT. Esses valores abaixo dos parâmetros estabelecidos podem ser explicados pela ausência de árvores que poderia

causar a deposição de folhas no telhado e presença de calçamento nas proximidades da área de captação, que diminui a geração de poeira.

c) pH

Todos os valores obtidos para pH estão dentro do intervalo do parâmetro estabelecido pela NBR15527/2007 (pH: 6 a 8), e pelas Resoluções CONAMA nº 357/2005 (classe 2) e nº 274/2000 (pH: 6 a 9), apenas um valor individual foi encontrado abaixo do fixado pelas normatizações, sendo de 5,94 em uma amostra do quinto milímetro.

d) Condutividade

A condutividade também apresentou um comportamento de decréscimo do primeiro para o quinto coletor/milímetro de chuva, com maior diferença do primeiro para o segundo. Comportamento esse que também pode ser explicado pelo carreamento e consequente diminuição dos sólidos dissolvidos acumulados no telhado que são os responsáveis pela condutividade. Os valores médios variaram de 92,28 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 48,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (FIGURA 12). O valor individual máximo encontrado entre as análises foi de 153,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no primeiro milímetro do evento de 04/10/2012 e o menor valor em 09/03/2013, com 17,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, referente ao quarto milímetro.

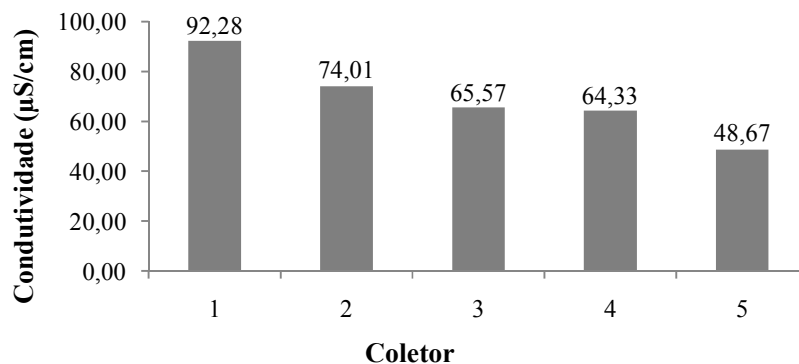


Figura 12 - Valores médios de condutividade.

d) Oxigênio Dissolvido

Na Figura 13 é possível observar um crescimento nos valores médios de oxigênio dissolvido (OD) de 3,06 mg/L a 3,45 mg/L, que pode ser explicado em função do maior contato dos primeiros milímetros com sólidos e bactérias presentes no telhado, consumindo

assim o oxigênio disponível. O maior valor individual encontrado foi 4,19 mg/L, pertencente ao quinto milímetro de chuva dos eventos de 12/04/2012 e 01/02/2013, e o menor valor foi de 2,08 mg/L no segundo milímetro do evento do dia 21/09/2012.

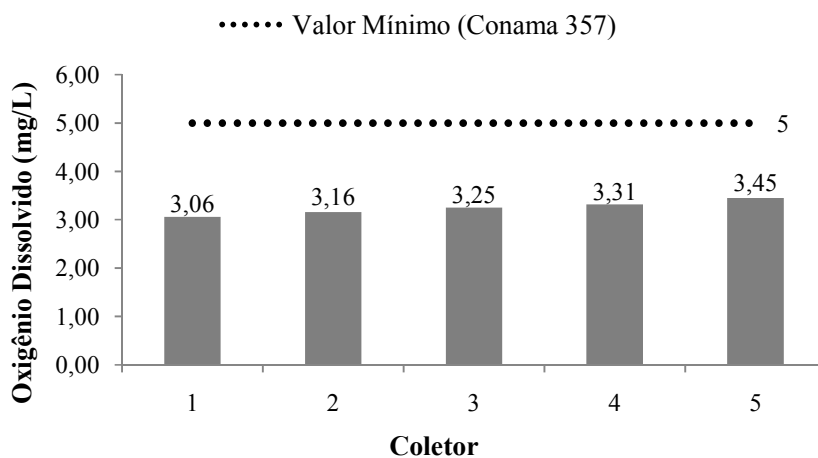


Figura 13 – Valores médios de oxigênio dissolvido.

A Resolução CONAMA nº357/2005 (classe 2) estabelece o valor mínimo para oxigênio dissolvido de 5 mg/L, nesta pesquisa nenhuma amostra atingiu esse valor, entretanto o parâmetro de OD é importante para a manutenção da comunidade aquática, e não acarreta riscos ao ser humano no manuseio dessa água.

e) Sólidos Totais Dissolvidos

Os valores médios encontrados para os sólidos totais dissolvidos (STD) variaram entre 35,20 mg/L a 17,00 mg/L, com um comportamento de decréscimo do coletor 1 para o coletor 5, como apresentado na Figura 14, isso pelo fato do menor contato com sólidos presentes no telhado no decorrer da chuva, visto o princípio da lixiviação. Já os valores individuais variaram de 76,00 mg/L, correspondente ao primeiro milímetro no evento de 04/10/2012, até 0,00 mg/L.

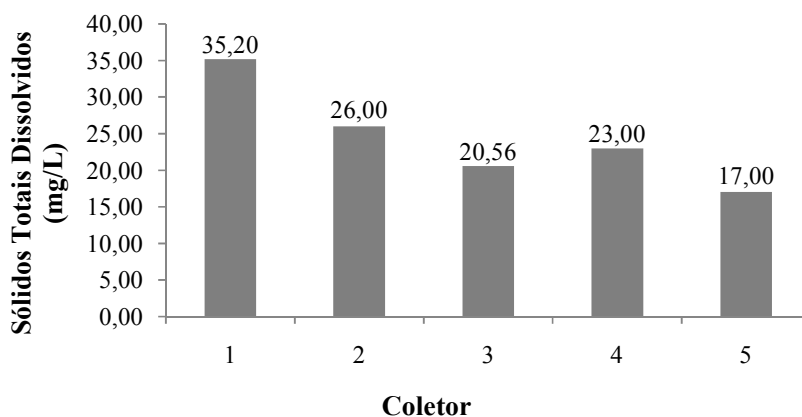


Figura 14 – Valores médios de sólidos totais dissolvidos.

Valores superiores ao dessa pesquisa foram encontrados por Anecchini (2005) e Hagemann (2009). A média para sólidos totais dissolvidos encontrada por Anecchini (2005) para o primeiro 0,5 mm de chuva foi de 143,0 mg/L. Enquanto Hagemann (2009) obteve um similar comportamento de decréscimos dos valores, como encontrado nessa pesquisa, mas com médias no intervalo de 80 a 25 mg/L. Esse aumento pode ter sido ocasionado pelas diferenças dos locais das pesquisas, como já foi citado anteriormente para Hagemann (2009), assim como para Anecchini (2005) com área de coleta situada no Campus Universitário de Goiabeiras em Vitória (ES), que segundo o Portal da UFES, é o seu principal *campus* além de possuir uma circulação diária de cerca de 22 mil pessoas, ocasionando também o aumento de material particulado em suspensão no ar, em comparação ao local da presente pesquisa, onde a passagem de pessoas é muitas vezes menor.

Todos os valores encontrados para STD estão significativamente abaixo do que estabelece a Resolução CONAMA nº357/2005 (classe 2), com valor máximo de 500 mg/L para o parâmetro, explicável pela ausência de solo exposto e árvores próximas ao local de captação.

g) Amônia, Nitrato e Nitrito

A amônia, que é liberada na água através da decomposição da matéria orgânica e com seu equilíbrio dependente do pH, da temperatura e da salinidade, nesta pesquisa esse parâmetro apresentou valores médios por milímetro entre 0,04 a 0,02 mg/L (FIGURA 15), o maior valor individual encontrado foi de 0,05 mg/L, até com valores abaixo de 0,01 mg/L, menor padrão da curva de calibração para a técnica utilizada nesta pesquisa, a cromatografia

de íons. Todos os resultados situaram-se muito abaixo do máximo determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (classe 2) que é de 3,7 mg/L.

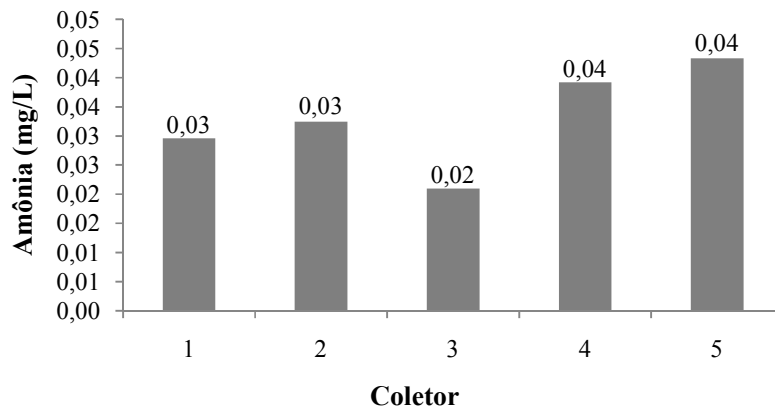


Figura 15 – Valores médios de amônia.

Para o íon nitrito, todas as amostras analisadas ficaram abaixo 0,01 mg/L. O valor estabelecido para esse parâmetro na Resolução CONAMA nº 357/2005 (classe 2) é de 1 mg/L.

Os valores encontrados para nitrato também foram muito abaixo do máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (classe 2), que consiste em 10 mg/L, enquanto as médias por coletor/milímetro ficaram entre 0,02 e 0,03 (FIGURA 16). O maior valor individual encontrado foi 0,11 mg/L, tendo também ocorrências de valores abaixo de 0,01 mg/L.

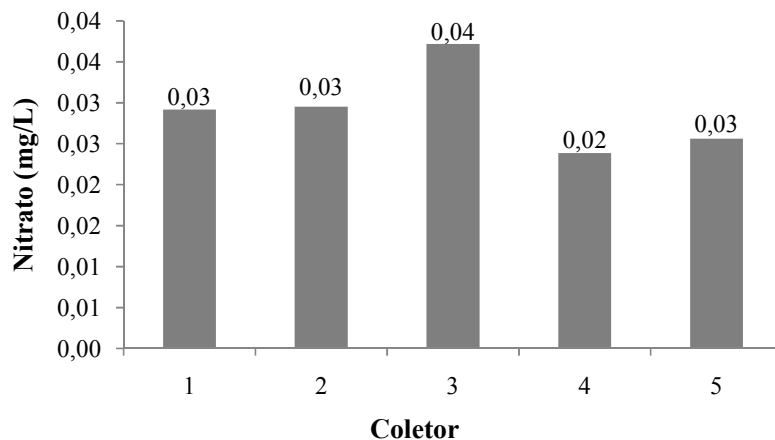


Figura 16 – Valores médios de nitrato.

Todos os valores de amônia, nitrito e nitrato encontrados ficaram consideravelmente abaixo dos resultados de Hagemann (2009), Jaques (2005) e Anecchini (2005). Uma possível explicação para esses valores pode estar nas características do município em que se localiza essa pesquisa, Ji-Paraná possui a menor população dos locais das pesquisas citadas, caracterizando-se assim uma cidade de menor porte, comparativamente. Além de apresentar atividade agropecuária de pouca expressividade, representando apenas 6,87% do Produto Interno Bruto (PIB) do município em 2011, segundo IBGE Cidades. Visto isso, as fontes de amônia e conseqüentemente nitrito e nitrato (devido ao ciclo do nitrogênio), como as atividades antropogênicas, incluindo queima de combustíveis fósseis e uso de fertilizantes, possivelmente são menores em Ji-Paraná, acarretando os baixos valores encontrados.

h) Fósforo

Na Figura 17 são apresentados os valores médios para fósforo total, onde observa-se uma abrangência de 0,09 a 0,12 mg/L. O valor individual máximo encontrado foi de 0,21 mg/L e valor individual mínimo inferior a 0,01 mg/L. O fósforo total apresentou em média, para todos os cinco milímetros analisados, valores superiores a concentração máxima estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (0,03 mg/L), entretanto para águas de abastecimento o fósforo não apresenta problemas de ordem sanitária, não acarretando assim problemas à saúde do ser humano.

Valores superiores ao estabelecido pela legislação e também a essa pesquisa foi encontrado por Jaques (2005) com 1,61 mg/L para a chuva inicial após passagem por telhado de fibrocimento. E também por Hagemann (2009) com médias situadas entre 0,25 e 0,62 mg/L (amostrador UFSM). Possivelmente, pelas características dos locais das pesquisas, como mencionado.

Os valores de fósforo inorgânico, em sua grande maioria, apresentaram-se inferior a 0,01 mg/L.

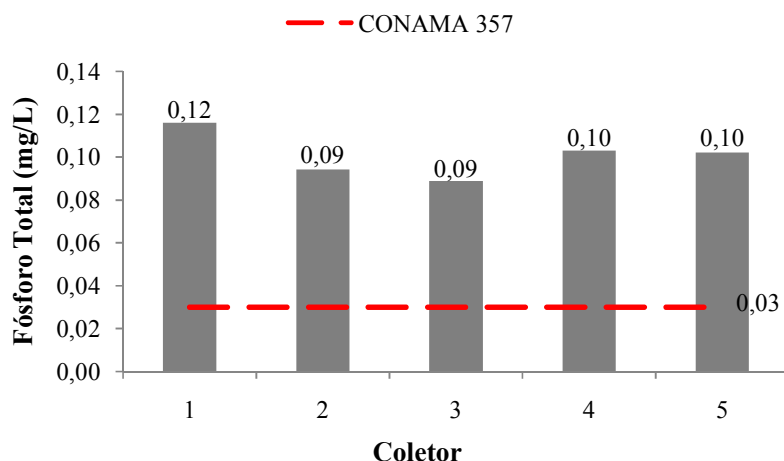


Figura 17 – Valores médios para fósforo total.

i) Cloreto

A Resolução CONAMA nº 357/2005 (classe 2) estabelece para o parâmetro cloreto a concentração máxima de 250 mg/L, valores muito inferiores foram encontrados nessa pesquisa, como pode ser visto na Figura 18, com médias por amostra variando de 0,04 a 0,81mg/L. Seu valor máximo encontrado foi de 2,32 mg/L, referente ao primeiro milímetro do evento do dia 01/02/2013.

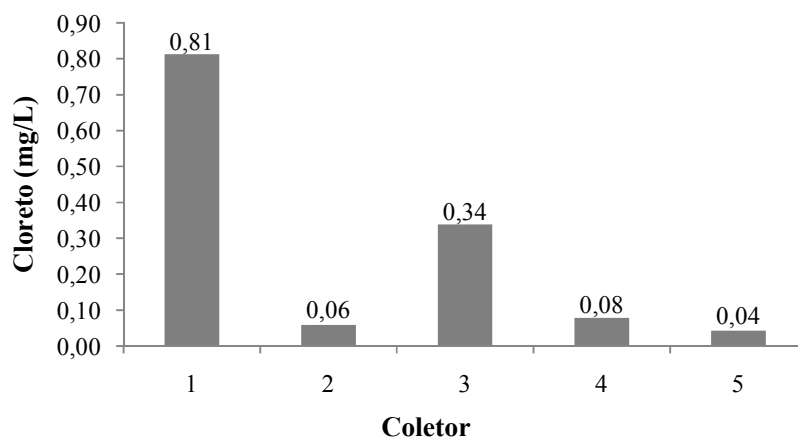


Figura 18 – Valores médios para cloreto.

j) Sulfato

Para concentrações de sulfato, a Resolução CONAMA nº 357/2005 (classe 2) também estabelece um máximo de 250 mg/L, na Figura 19 pode-se observar que os valores dessa pesquisa foram consideravelmente inferiores, com médias de 0,39 a 1,10 mg/L.

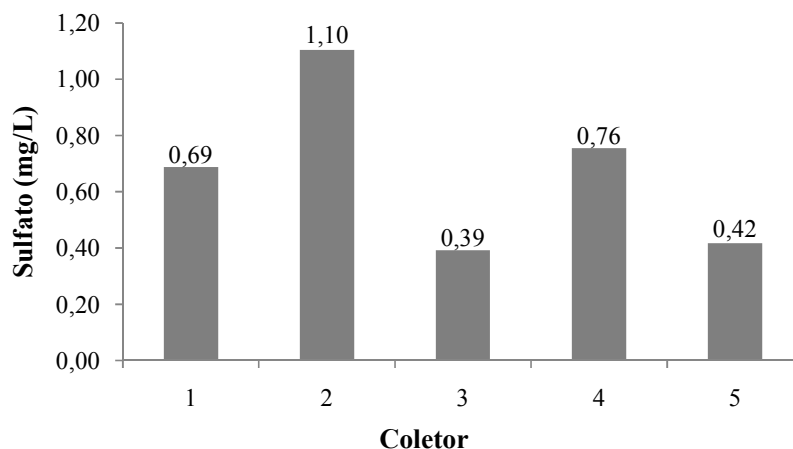


Figura 19 – Valores médios para sulfato.

Os resultados das análises químicas não apresentaram um comportamento de decréscimo ou crescimento no decorrer dos cinco primeiros milímetros de chuva, possivelmente pelos baixos valores encontrados, mostrando assim, pequenas diferenças entre as médias dos milímetros. O único parâmetro que apresentou um comportamento de decréscimo foi o cloreto, com maior diferença do primeiro para o segundo milímetro.

Os valores dos parâmetros químicos são pequenos não somente em relação a normatização, exceto fósforo total, mas todos também são inferiores ao encontrado em outras pesquisas, como Hagemann (2009), Jaques (2005) e Anecchini (2005), fato possivelmente explicável, como já dito, pelas características do município de localização dessa pesquisa, sendo de menor porte em comparação aos locais das demais pesquisas, apresentando então menor grau de atividades antrópicas, o que diminui a liberação desses elementos para a atmosfera.

Na Tabela 7 é possível observar os valores médios, máximos, mínimos e desvio padrão das amostras por milímetro de chuva, composta por todos os parâmetros analisados assim como sua comparação as normatizações NBR 15527/07 Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos, Resolução CONAMA N°274/00 Padrão de Balneabilidade, e Resolução CONAMA N°357/05 (classe 2) Classificação dos Corpos de Água.

Tabela 7 – Valores médios, máximos, mínimos e desvio padrão para média das amostras por milímetro de chuva, de todos os parâmetros analisados em comparação a normatização.

PARÂMETRO		Dados					NBR 15527	CONAMA 357 (c. 2)	CONAMA 274
		1	2	3	4	5			
Coliformes Totais (UFC/100mL)	MÉDIA	26781,13	6440,13	6913,13	7671,57	6807,57	Ausência em 100 ml	-	-
	MÁXIMO	54600,00	17800,00	22000,00	21200,00	19600,00			
	MÍNIMO	5617,00	31,00	114,00	28,00	8,00			
	DESV. PAD.	15407,71	6059,13	7410,63	8107,71	7130,17			
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)	MÉDIA	3218,63	722,38	1263,63	1531,14	1254,00	Ausência em 100 ml	1000	800
	MÁXIMO	16800,00	3500,00	8100,00	10100,00	8400,00			
	MÍNIMO	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00			
	DESV. PAD.	5796,04	1210,70	2782,18	3779,78	3151,84			
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	MÉDIA	3,06	3,16	3,25	3,31	3,45	-	-	>5
	MÁXIMO	4,06	3,81	3,81	4,06	4,19			
	MÍNIMO	2,17	2,08	2,66	2,78	2,75			
	DESV. PAD.	0,66	0,54	0,38	0,42	0,49			
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	MÉDIA	35,20	26,00	20,56	23,00	17,00	-	500	-
	MÁXIMO	76,00	59,00	47,00	55,00	38,00			
	MÍNIMO	2,00	2,00	0,00	0,00	2,00			
	DESV. PAD.	27,56	22,39	20,87	22,39	15,70			
Condutividade (µS/cm)	MÉDIA	92,28	74,01	65,57	64,33	48,67	-	-	-
	MÁXIMO	153,00	117,00	95,00	110,00	77,00			
	MÍNIMO	38,00	22,00	18,00	17,00	18,00			
	DESV. PAD.	45,05	33,50	31,08	36,80	24,82			

Tabela 7 – Continuação.

PARÂMETRO		Dados					NBR 15527	CONAMA 357 (c. 2)	CONAMA 274
		1	2	3	4	5			
Ph	MÉDIA	7,26	7,13	7,08	6,81	6,76	6,0 - 8,0	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0
	MÁXIMO	7,98	7,85	7,95	7,63	7,37			
	MÍNIMO	6,59	6,32	6,08	6,03	5,94			
	DESV. PAD.	0,51	0,53	0,61	0,56	0,51			
Turbidez (uT)	MÉDIA	3,80	2,74	2,64	2,39	2,38	2 - 5	100	-
	MÁXIMO	9,76	4,81	4,75	4,42	3,82			
	MÍNIMO	1,05	0,97	0,95	0,86	1,16			
	DESV. PAD.	4,09	1,96	1,94	1,70	1,40			
Fósforo Total (mg/L)	MÉDIA	0,12	0,09	0,09	0,10	0,10	-	0,03	-
	MÁXIMO	0,21	0,16	0,15	0,16	0,20			
	MÍNIMO	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00			
	DESV. PAD.	0,08	0,06	0,06	0,07	0,07			
Fósforo Inorgânico (mg/L)	MÉDIA	0,02	0,02	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	-
	MÁXIMO	0,02	0,02	n.d.	n.d.	n.d.			
	MÍNIMO	0,02	0,02	n.d.	n.d.	n.d.			
	DESV. PAD.	-	-	-	-	-			
Nitrito (mg/l)	MÉDIA	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-	1	-
	MÁXIMO	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.			
	MÍNIMO	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.			
	DESV. PAD.	-	-	-	-	-			
Nitrato (mg/L)	MÉDIA	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	-	10	-
	MÁXIMO	0,04	0,04	0,11	0,03	0,03			
	MÍNIMO	n.d.	n.d.	n.d.	0,02	0,02			
	DESV. PAD.	0,01	0,01	0,04	0,00	0,00			

Tabela 7 – Continuação.

PARÂMETRO		Dados					NBR 15527	CONAMA 357 (c. 2)	CONAMA 274
		1	2	3	4	5			
Amônia (mg/L)	MÉDIA	0,03	0,03	0,02	0,04	0,04	-	3,7	-
	MÁXIMO	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05			
	MÍNIMO	0,03	0,03	0,02	0,04	0,04			
	DESV. PAD.	-	-	-	-	0,01			
Cloreto (mg/L)	MÉDIA	0,81	0,06	0,34	0,08	0,04	-	250	-
	MÁXIMO	2,32	0,07	0,53	0,10	0,09			
	MÍNIMO	0,04	0,03	0,14	0,06	n.d.			
	DESV. PAD.	1,31	0,02	0,28	0,02	0,04			
Sulfato (mg/L)	MÉDIA	0,69	1,10	0,39	0,76	0,42	-	250	-
	MÁXIMO	1,23	2,06	0,68	1,19	0,80			
	MÍNIMO	0,09	0,44	n.d.	0,37	n.d.			
	DESV. PAD.	0,57	0,85	0,35	0,41	0,40			

Assim, observa-se que apenas os parâmetros de coliformes totais e *Escherichia coli* ultrapassaram os limites estabelecidos pelas normatizações, entretanto essa incompatibilidade pode ser facilmente resolvida com a cloração da água, como já foi explicado anteriormente. Outro parâmetro que apresentou concentrações superiores ao estabelecido foi fósforo total, mas como também já foi citado, não apresenta riscos à saúde humana, assim como o oxigênio dissolvido que não atingiu o valor mínimo. Todos os demais parâmetros encontram-se em conformidade com as três normatizações de comparação.

Então visto essas características, após a sua cloração a água se enquadra nas três normatizações utilizadas nessa pesquisa: a NBR 15527/2007, a Resolução CONAMA n° 357/2005, classe 2, e Resolução CONAMA n° 274. Atestando sua qualidade para os usos em descargas de bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículo, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água, usos industriais menos restritos, também para a proteção de comunidades aquáticas, para a recreação de contato primário (balneabilidade). Não sendo então necessário o descarte de nenhum milímetro de chuva, entretanto por medida de segurança para o caso de ocorrer um evento distinto, como a presença anormal de um contaminante no telhado e também com para uma considerável minimização dos coliformes e conseqüentemente da quantidade de cloro necessária para a desinfecção, é aconselhado o descarte do primeiro milímetro de cada evento de chuva coletado e armazenado para a utilização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros analisados que se mostraram fora do estabelecido pelas normatizações a que foram comparados são oxigênio dissolvido e fósforo total, entretanto ambos não acarretam problemas à saúde humana.

Os valores encontrados para coliformes totais e *Escherichia coli* também estiveram acima do previsto pelas normatizações, mas uma solução simples é o tratamento da água através da cloração.

Então, observando esse tratamento para os coliformes totais e *E. coli*, a água da chuva se enquadra nas legislações as quais foram comparadas, o que possibilita seu uso para os fins de descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais menos restritos, conforme preconiza a NBR 15527/07.

Assim como se enquadra, após a cloração, na Resolução CONAMA N°274/00, tornado-a própria a balneabilidade, e na Resolução CONAMA N°357/05 Classe 2, possibilitando à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto. Observa-se que a água da chuva deve ser utilizada sempre para fins não potáveis.

Visto os resultados e o comportamento de decrescente acúmulo de impurezas no decorrer dos primeiros milímetros de chuva, aconselha-se o descarte do primeiro milímetro de cada evento de precipitação, o que acarretará uma considerável minimização dos coliformes e conseqüentemente da quantidade de cloro necessária para a desinfecção.

Com a peculiaridade do comportamento da precipitação na região, com um período de aproximadamente 6 meses de seca e outros 6 meses de chuva, aconselha-se também o descarte da primeira chuva do período chuvoso, devido o acúmulo de impurezas no telhado pelo grande espaço de tempo sem precipitação. Nessa ocasião também é indicada a limpeza das calhas.

E observando a constatação do potencial da região no suprimento parcial da demanda de água através da utilização da precipitação, realizada por Andrade (2013), ressalta-se a viabilidade dessa técnica no que concerne a economia de água tratada, e em decorrência, benefício econômicos, a preservação de recursos hídricos e a minimização de problemas de saúde pública devido a menor ocorrência de enchentes.

Verificado a dimensão dos benefícios, é altamente indicada a implantação do sistema de coleta e armazenamento para utilização da água da chuva, não somente para residência, mas também para indústrias, edifícios públicos, escolas, universidades, os quais possuem grandes áreas de telhado e seu maior consumo de água em fins não potáveis, como lavagens gerais e descarga de bacias sanitárias. Deste modo, a autora recomenda a implantação do sistema e a utilização da água da chuva no *campus* de Ji-Paraná da Universidade Federal de Rondônia.

REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional de Águas. **Água, fatos e tendências**. 2. ed. Brasília: ANA – CEBDS, 2009. 5 p.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Sistema de Monitoramento Hidrológico**, Dados Telemétricos, Estação 15560000 Ji-Paraná. Disponível em : < <http://mapas-hidro.ana.gov.br/Usuario/DadoPesquisar.aspx?est=105261560>>. Acesso em: abril 2012.
- ANA, FIESP, SINCUSCON-SP. **Conservação e reúso de água em edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica. Jun 2005. 152 p.
- ANDRADE, V. H. **Simulação de Eficiência em Aproveitamento de Água da Chuva para Fins Não Potáveis na Região Amazônica – Rondônia**. Ji-Paraná: UNIR, 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, 2013.
- ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES)**. Vitória: UFES, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.
- APHA. America Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and wastewater**. American Public Health Association, Washington, D. C. 873 p. 1971.
- APHA. America Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and wastewater**. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water, Pollution Control Federation, Washington, D. C. Edition 19, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais: procedimento. Rio de Janeiro, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

BRAATHEN, P. C., LUSTOSA, A. A., FONTES, A. C., SEVERINO, K. G. Entalpia de Decomposição do Peróxido de Hidrogênio: uma Experiência Simples de Calorimetria com Material de Baixo Custo e Fácil Aquisição. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14., Curitiba. **Anais...** Universidade Federal do Paraná.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia**. Porto Alegre: IPHUFGRS, 2008.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (Brasil). Ministério do Meio Ambiente. Resolução n. 274, de 29 de novembro de 2000. Revisa os critérios de balneabilidade em Águas Brasileiras. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 jan 2001. Seção 1, p. 70-71.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (Brasil). Ministério do Meio Ambiente. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe Sobre a Classificação dos Corpos de Água e Diretrizes Ambientais para o Seu Enquadramento, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

CURITIBA. Lei Municipal n. 10785, de 18 de setembro de 2003. **Cria no Município de Curitiba, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações - PURAE**. Curitiba: Câmara Municipal. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/lei-ordinaria/2003/1078/10785/lei-ordinaria-n-10785-2003-cria-no-municipio-de-curitiba-o-programa-de-conservacao-e-uso-racional-da-agua-nas-edificacoes-purae-2006-03-22.html>>. Acesso em: 29 abril 2012.

FELTRIN, R. M. **Comportamento das Variáveis Hidrológicas do Balanço Hídrico do Solo em Lisímetros de Drenagem**. Santa Maria: UFSM, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

FEREIRA DA COSTA, R.; FEITOSA, J. R. P.; FISCH, G.; SOUZA, S. S.; NOBRE, C. A. (1998). Variabilidade Diária da Precipitação em Regiões de Floresta e Pastagem na Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 28, n. 4, p. 395-408, 1998.

FREITAS, M.; RANGEL, D.; DUTRA, L. **Gestão de recursos hídricos no Brasil: a experiência da Agência Nacional de Águas**. 2001.

GIACCHINI, M.; ANDRADE FILHO, A. G. Utilização da água de chuva em edificações industriais. In: Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, 2., 2005. Campos Gerais. **Anais...** Campos Gerais: UTFPR, 2005.

GNADLINGER, J. J. Tecnologias de captação e manejo de água de chuva em regiões semi-áridas. **Tecnologias Apropriadas para Terras Secas**, p. 103, 2006.

HAGEMANN, S. E. **Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso**. Santa Maria: UFSM, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

Hidrolar Piscinas. **Clorador Flutuante**. Disponível em:
<<http://www.hidrolarpiscinas.com.br/ver-produto.php?produto=121-margarida-flutuante-azul>>. Acesso em: 16 nov. 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em:
<<http://cidades.ibge.gov.br/painel/economia.php?lang=&codmun=110012&search=rondonia|j-i-parana|infograficos:-despesas-e-receitas-orcamentarias-e-pib>>. Acesso em: out 2013.

JAQUES, R. C. **Qualidade da água da chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**. Florianópolis: UFSC, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina: 2005.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 83-96, 2008. ISSN 0103-4014.

PETERS, M. R. **Potencialidade de Uso de Fontes Alternativas de Água para Fins Não Potáveis em uma Unidade Residencial**. Florianópolis: UFSC, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina: 2006.

PHILIPPI, L. S. et al. Aproveitamento da água de chuva. In: GONÇALVES, R.F. (Org.). **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES - PROSAB, 2006. cap. 3, p. 73-152.

PONTA GROSSA. Lei Municipal n. 8718, de 21 de dezembro de 2006. **Institui no Município de Ponta Grossa, o Programa Captação, Armazenamento, Conservação e Uso Racional da Água Pluvial nas Edificações Urbanas**. Ponta Grossa: Câmara Municipal. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 29 abril 2012.

PORTO ALEGRE. Lei Municipal n. 10506, de 5 de agosto de 2008. **Institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas**. Porto Alegre: Câmara Municipal. Disponível em: <<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-brs?s1=000029949.DOCN.&l=20&u=/netahtml/sirel/simples.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SECT1=TEXT>>. Acesso em 29 abril 2012.

PROGRAMA DE FORMAÇÃO E MOBILIZAÇÃO SOCIAL PARA A CONVIVÊNCIA COM O SEMI-ÁRIDO: **UM MILHÃO DE CISTERNAS RURAIS - P1MC**. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MENU=1150>. Acesso em: 10 maio 2012.

SANTOS, L. A. R. **Análise e Caracterização da Camada Limite Convectiva em Área de Pastagem, Durante o Período de Transição entre a Estação Seca e Chuvosa na Amazônia (Experimento Racci - LBA/Rondônia)**. São José dos Campos: INPE, 2006. Dissertação (Mestrado do Curso de Pós- Graduação em Meteorologia), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: 2006.

SÃO PAULO. Lei Municipal n. 13276, de 5 de janeiro de 2002. **Torna Obrigatória a Execução de Reservatório para as Águas Coletadas por Coberturas e Pavimentos nos**

Lotes, Edificados ou Não, Que Tenham Área Impermeabilizada Superior a 500m². São Paulo: Câmara Municipal. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/2002/1327/13276/lei-ordinaria-n-13276-2002-torna-obrigatoria-a-execucao-de-reservatorio-para-as-aguas-coletadas-por-coberturas-e-pavimentos-nos-lotes-edificados-ou-nao-que-tenham-area-impermeabilizada-superior-a-500m%C2%B2-2002-01-05.html>>. Acesso em: 29 abril 2012.

SEDAM. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. **Boletim Climatológico de Rondônia, ano 2008.** Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. Porto Velho, p. 28, 2010.

Site do Governo do Distrito Federal para a Copa do Mundo FIFA 2014. **Estádio Sustentável.** Disponível em; <<http://www.copa2014.df.gov.br/estadio-sustentavel/5199-estadio-sustentavel-leia-mais>>. Acesso em: jul 2013.

SOUZA, S. H. B.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SANTOS, S. M.; PESSOA, S. G. S. Avaliação da Qualidade da Água e da Eficácia de Barreiras Sanitárias em Sistemas para Aproveitamento de Águas de Chuva. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n. 3, p. 81-93, jul/set 2011.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura em área urbana para fins não potáveis.** Out 2013.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Gestão da água no Brasil.** Brasília: UNESCO, 2001. 156p.

UFES. Universidade Federal do Espírito Santo. **Campi, Campus de Goiabeira.** Disponível em: <<http://portal.ufes.br/campus-de-goiabeiras>>. Acesso em: dez 2013.

VIEIRA, A. M.; MENDONÇA, L. C. Aproveitamento da Água de Chuva, Estudo de Caso no Município de Aracaju-SE: percepção dos moradores, viabilidade e dimensionamento de reservatórios. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 19., 2011, Maceió. **Anais...** Fortaleza: RBRH, 2011.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. p. 19. cap I. v.1.

APÊNDICE A – Planilha com resultados dos parâmetros por evento analisado.

n.d. : valor não detectável
 - : parâmetro não analisado

PARÂMETRO	Amostras do evento 1 - 28/03/2012				
	1	2	3	4	5
Coliformes Totais (UFC/100ml)	27800,00	4700,00	2500,00	-	-
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	0,00	300,00	100,00	-	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	3,17	3,68	3,43	-	-
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	22,00	6,00	4,00	-	-
Condutividade (μ S/cm)	83,00	78,20	75,30	-	-
pH	7,98	7,85	7,95	-	-
Turbidez (uT)	-	-	-	-	-
Fósforo Total (mg/L)	n.d.	0,09	0,08	-	-
Fósforo Inorgânico (mg/L)	0,02	0,02	-	-	-
Nitrito (mg/L)	n.d.	n.d.	n.d.	-	-
Nitrato (mg/L)	0,03	0,02	0,02	-	-
Amônia (mg/L)	-	-	-	-	-
Cloreto (mg/L)	-	-	-	-	-
Sulfato (mg/L)	-	-	-	-	-

PARÂMETRO	Amostras do evento 2 - 30/03/2012				
	1	2	3	4	5
Coliformes Totais (UFC/100ml)	27400,00	318,00	333,00	388,00	362,00
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	200,00	6,00	51,00	124,00	92,00
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	4,06	3,68	3,81	3,43	3,55
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	16,00	2,00	4,00	6,00	2,00
Condutividade (μ S/cm)	-	-	-	-	-
pH	7,83	7,69	7,61	7,63	7,37
Turbidez (uT)	-	-	-	-	-
Fósforo Total (mg/L)	0,08	0,14	0,13	0,13	0,15
Fósforo Inorgânico (mg/L)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nitrito (mg/L)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nitrato (mg/L)	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02
Amônia (mg/L)	-	-	-	-	-
Cloreto (mg/L)	-	-	-	-	-
Sulfato (mg/L)	-	-	-	-	-

PARÂMETRO	Amostras do evento 3 - 12/04/2012				
	1	2	3	4	5
Coliformes Totais (UFC/100ml)	25232,00	31,00	114,00	28,00	8,00
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	32,00	1,00	100,00	9,00	3,00
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	3,81	3,81	3,55	4,06	4,19
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	4,00	2,00	2,00	0	2,00
Condutividade (μ S/cm)	-	-	-	-	-
pH	-	-	-	-	-
Turbidez (uT)	-	-	-	-	-
Fósforo Total (mg/L)	0,20	0,16	0,13	0,16	0,11
Fósforo Inorgânico (mg/L)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nitrito (mg/L)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nitrato (mg/L)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Amônia (mg/L)	-	-	-	-	-
Cloreto (mg/L)	-	-	-	-	-
Sulfato (mg/L)	-	-	-	-	-

PARÂMETRO	Amostras do evento 4 - 18/04/2012				
	1	2	3	4	5
Coliformes Totais (UFC/100ml)	22800,00	8200,00	4300,00	3596,00	3235,00
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	16800,00	1400,00	700,00	296,00	35,00
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	3,81	3,43	3,30	3,30	3,43
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	2,00	10,00	0	0	2,00
Condutividade (μ S/cm)	39,20	34,90	33,70	33,00	30,00
pH	-	-	-	-	-
Turbidez (uT)	-	-	-	-	-
Fósforo Total (mg/L)	0,14	0,14	0,15	0,15	0,20
Fósforo Inorgânico (mg/L)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nitrito (mg/L)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nitrato (mg/L)	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
Amônia (mg/L)	-	-	-	-	-
Cloreto (mg/L)	-	-	-	-	-
Sulfato (mg/L)	-	-	-	-	-

PARÂMETRO	Amostras do evento 5 - 21/09/2012				
	1	2	3	4	5
Coliformes Totais (UFC/100ml)	-	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	-	-	-	-	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2,18	2,08	-	-	-
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	74,00	46,00	-	-	-
Condutividade (μ S/cm)	147,00	92,00	-	-	-
pH	7,03	6,89	-	-	-
Turbidez (uT)	-	-	-	-	-
Fósforo Total (mg/L)	-	-	-	-	-
Fósforo Inorgânico (mg/L)	-	-	-	-	-
Nitrito (mg/L)	-	-	-	-	-
Nitrato (mg/L)	-	-	-	-	-
Amônia (mg/L)	-	-	-	-	-
Cloreto (mg/L)	-	-	-	-	-
Sulfato (mg/L)	-	-	-	-	-

PARÂMETRO	Amostras do evento 6 - 25/09/2012				
	1	2	3	4	5
Coliformes Totais (UFC/100ml)	5617,00	1572,00	4758,00	5089,00	5448,00
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	117,00	72,00	158,00	89,00	48,00
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	-	-	-	-	-
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	57,00	51,00	47,00	47,00	38,00
Condutividade (μ S/cm)	115,00	102,00	95,00	94,00	77,00
pH	7,56	7,58	7,31	7,19	7,20
Turbidez (uT)	-	-	-	-	-
Fósforo Total (mg/L)	-	-	-	-	-
Fósforo Inorgânico (mg/L)	-	-	-	-	-
Nitrito (mg/L)	-	-	-	-	-
Nitrato (mg/L)	-	-	-	-	-
Amônia (mg/L)	-	-	-	-	-
Cloreto (mg/L)	-	-	-	-	-
Sulfato (mg/L)	-	-	-	-	-

PARÂMETRO	Amostras do evento 7 - 04/10/2012				
	1	2	3	4	5
Coliformes Totais (UFC/100ml)	41900,00	17800,00	22000,00	21200,00	19600,00
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	2700,00	200,00	0,00	0,00	0,00
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2,17	2,63	2,66	2,78	2,91
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	76,00	59,00	46,00	55,00	33,00
Condutividade (μ S/cm)	153,00	117,00	93,00	110,00	67,00
pH	6,59	6,32	6,08	6,03	5,94
Turbidez (uT)	9,76	4,81	4,75	3,16	3,82
Fósforo Total (mg/L)	-	-	-	-	-
Fósforo Inorgânico (mg/L)	-	-	-	-	-
Nitrito (mg/L)	-	-	-	-	-
Nitrato (mg/L)	-	-	-	-	-
Amônia (mg/L)	-	-	-	-	-
Cloreto (mg/L)	-	-	-	-	-
Sulfato (mg/L)	-	-	-	-	-

PARÂMETRO	Amostras do evento 8 - 07/10/2012				
	1	2	3	4	5
Coliformes Totais (UFC/100ml)	54600,00	8600,00	8600,00	7000,00	6000,00
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	600,00	300,00	900,00	100,00	200,00
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2,37	2,72	2,74	2,78	2,75
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	52,00	45,00	46,00	42,00	34,00
Condutividade (μ S/cm)	103,00	91,00	91,00	83,00	68,00
pH	6,71	6,82	6,87	6,81	6,56
Turbidez (uT)	3,22	4,01	3,82	4,42	3,33
Fósforo Total (mg/L)	-	-	-	-	-
Fósforo Inorgânico (mg/L)	-	-	-	-	-
Nitrito (mg/L)	-	-	-	-	-
Nitrato (mg/L)	-	-	-	-	-
Amônia (mg/L)	-	-	-	-	-
Cloreto (mg/L)	-	-	-	-	-
Sulfato (mg/L)	-	-	-	-	-

PARÂMETRO	Amostras do evento 9 - 18/12/2012				
	1	2	3	4	5
Coliformes Totais (UFC/100ml)	-	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	-	-	-	-	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2,84	3,08	3,15	3,18	3,19
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	-	-	-	-	-
Condutividade (μ S/cm)	-	-	-	-	-
pH	-	-	-	-	-
Turbidez (uT)	1,05	0,97	1,04	0,86	1,20
Fósforo Total (mg/L)	-	-	-	-	-
Fósforo Inorgânico (mg/L)	-	-	-	-	-
Nitrito (mg/L)	-	-	-	-	-
Nitrato (mg/L)	-	-	-	-	-
Amônia (mg/L)	-	-	-	-	-
Cloreto (mg/L)	-	-	-	-	-
Sulfato (mg/L)	-	-	-	-	-

PARÂMETRO	Amostras do evento 10 - 01/02/2013				
	1	2	3	4	5
Coliformes Totais (UFC/100ml)	-	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	-	-	-	-	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	3,30	3,55	3,68	3,81	4,19
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	30,00	28,00	27,00	25,00	16,00
Condutividade (μ S/cm)	60,00	55,00	53,00	49,00	32,00
pH	7,35	7,15	6,96	6,74	6,87
Turbidez (uT)	-	-	-	-	-
Fósforo Total (mg/L)	0,03	0,03	n.d.	0,02	0,05
Fósforo Inorgânico (mg/L)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nitrito (mg/L)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nitrato (mg/L)	-	0,02	n.d.	0,02	0,02
Amônia (mg/L)	0,03	0,03	n.d.	n.d.	0,05
Cloreto (mg/L)	2,32	0,07	n.d.	0,10	0,04
Sulfato (mg/L)	0,09	2,06	n.d.	1,19	0,80

PARÂMETRO	Amostras do evento 11 - 09/03/2013				
	1	2	3	4	5
Coliformes Totais (UFC/100ml)	-	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	-	-	-	-	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2,92	2,92	3,17	3,30	3,43
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	19,00	11,00	9,00	9,00	9,00
Condutividade (μ S/cm)	38,00	22,00	18,00	17,00	18,00
pH	6,99	6,77	6,78	6,47	6,62
Turbidez (uT)	-	-	-	-	-
Fósforo Total (mg/L)	0,03	n.d.	0,03	0,02	n.d.
Fósforo Inorgânico (mg/L)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nitrito (mg/L)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nitrato (mg/L)	0,01	0,04	0,05	0,02	n.d.
Amônia (mg/L)	n.d.	n.d.	0,02	n.d.	n.d.
Cloreto (mg/L)	0,08	0,07	0,14	0,06	n.d.
Sulfato (mg/L)	1,23	0,81	0,50	0,37	n.d.

PARÂMETRO	Amostras do evento 12 - 25/03/2013				
	1	2	3	4	5
Coliformes Totais (UFC/100ml)	8900,00	10300,00	12700,00	16400,00	13000,00
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	5300,00	3500,00	8100,00	10100,00	8400,00
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	3,05	3,17	3,05	3,17	3,43
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	-	-	-	-	-
Condutividade (μ S/cm)	-	-	-	-	-
pH	-	-	-	-	-
Turbidez (uT)	1,18	1,15	0,95	1,10	1,16
Fósforo Total (mg/L)	0,21	0,09	0,09	0,14	0,11
Fósforo Inorgânico (mg/L)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nitrito (mg/L)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nitrato (mg/L)	n.d.	n.d.	0,11	0,03	0,03
Amônia (mg/L)	n.d.	n.d.	n.d.	0,04	0,04
Cloreto (mg/L)	0,04	0,03	0,53	0,07	0,09
Sulfato (mg/L)	0,75	0,44	0,68	0,71	0,45