



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
CURSO DE ENGENHARIA DE CIVIL

ANÁLISE DO pH DA ÁGUA PLUVIAL EM OURO BRANCO-MG

AMANDA MEDEIROS LEÃO
ANDRÉ LUIZ DA MATA MORATO MENDES
GABRIELA LAMAS GROSSI
MATEUS MARTIN MACHADO

Orientador: Emmanuel Kennedy da Costa Teixeira

Ouro Branco
Maio/2017

ANÁLISE DO pH DA ÁGUA PLUVIAL EM OURO BRANCO-MG

AMANDA MEDEIROS LEÃO
ANDRÉ LUIZ DA MATA MORATO MENDES
GABRIELA LAMAS GROSSI
MATEUS MARTIN MACHADO

Trabalho de Contextualização e
Integração Curricular
apresentado em cumprimentos
às exigências do Curso
Bacharelado Interdisciplinar em
Ciência e Tecnologia da
Universidade Federal de São
João del-Rei.

Orientador: Emmanuel Kennedy da Costa Teixeira

Ouro Branco
Maio/2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
CURSO DE ENGENHARIA DE CIVIL

ANÁLISE DO pH DA ÁGUA PLUVIAL EM OURO BRANCO-MG

AMANDA MEDEIROS LEÃO
ANDRÉ LUIZ DA MATA MORATO MENDES
GABRIELA LAMAS GROSSI
MATEUS MARTIN MACHADO

A Banca Examinadora, composta pelos membros abaixo, avaliou este TCIC:

Emmanuel Kennedy da Costa Teixeira – Orientador

Eliane Prado Cunha Costa dos Santos – Examinador 1

Ouro Branco, 31/05/2017

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a qualidade da água pluvial na cidade de Ouro Branco – MG, com foco no pH. Para isso foram estudadas amostras de 13 localidades em diferentes regiões do município no período de um ano. Com o intuito de coletar as amostras da água da chuva, foram utilizados dois tipos de coletores, os que captam a chuva de forma direta e os que utilizam um sistema de calhas e encanamento para a captação. Para a não contaminação do material, adotou-se medidas preventivas, tais como, a esterilização dos recipientes para armazenamento e coletores, redes protetoras para este e refrigeração das águas obtidas. Posteriormente, foram feitos os testes em laboratório utilizando o pHmetro, onde foi possível determinar o pH de todas as amostras. Após a análise, foram obtidos resultados em três vertentes: diferença da qualidade da água pluvial de acordo com a limpeza do coletor, pH das amostras dos pontos selecionados e pH das amostras da calha. Nestas vertentes, pôde-se perceber que em coletores limpos apresentam pH um pouco mais próximo do neutro que os sujos, e que em geral o pH da água pluvial da cidade se encontra entre 6 e 8, apresentando-se adequado para o aproveitamento.

Lista de Figuras

Figura 1- Localização geográfica dos pontos de coleta	20
Figura 2- Coletor utilizado para a captação da chuva de forma direta	22
Figura 3- Coletor montado para a coleta da água proveniente do telhado.....	23
Figura 4- pHmetro utilizado para a análise das amostras	24
Figura 5- Relação entre coletores limpos e sujos.....	25
Figura 6- Análise do pH da água da chuva em cada ponto.....	27
Figura 7-Análise do pH das amostras coletadas da calha	29

Lista de Tabelas

Tabela 1 -Tipos de Tratamento de acordo com a utilização da água.....	16
Tabela 2 -Parâmetros físicos e químicos da água para consumo humano.....	18
Tabela 3 - Localização dos pontos de captação da água pluvial.....	21
Tabela 4 -Análises Descritivas segundo as condições dos coletores . Erro! Indicador não definido.	
Tabela 5 -Análise descritiva de todos os pontos de coleta.....	27
Tabela 6- Análise descritivas da coleta da calha	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	10
2.1	Objetivo Geral	10
2.2	Objetivo Específico	10
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.2	Captação e aproveitamento da água da chuva	11
3.3	Qualidade de água de chuva	15
3.3.1	Qualidade da água de chuvas nas cidades	15
3.4	Propriedades da água para reaproveitamento	17
4	MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1	Atividades Desenvolvidas	20
4.2	Coletores diretos	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
5.1	Diferença da qualidade da água pluvial de acordo com a limpeza do coletor	25
5.2	Análise do pH nos pontos selecionados	26
5.3	Pontos da calha	28
6	CONCLUSÃO	31
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas mundiais são oriundos da escassez de água, visto que há o uso indiscriminado deste recurso e, além disso, o tratamento inadequado ou sua inexistência o torna impróprio para o consumo após sua primeira utilização.

Nos últimos anos, o Brasil passou por um problema sério de falta d'água devido à escassez de chuvas. Um grande agravante dessa adversidade é a falta de conscientização da população acerca das maneiras de se reaproveitar as águas pluviais.

A chuva é de vital importância no combate a esse problema, uma vez que é a principal responsável pelo abastecimento e renovação no ciclo hidrológico, pois, por meio dela, há o abastecimento dos lençóis freáticos através da sua infiltração e percolação nos solos, a alimentação de lagos, rios e lagoas e também é responsável pela nutrição das plantas. Nesse sentido, é de suma importância entender como coletar, armazenar e reutilizar o volume pluviométrico de cada região.

Em todo o mundo, os estudos e práticas relacionados à reutilização da água pluvial tem crescido bastante nas últimas décadas. Um grande exemplo é a capital do Japão, Tóquio. Lá, as cisternas de abastecimento ficam muito distantes da cidade, com isso a água das chuvas é extremamente valorizada, inclusive em grandes projetos de engenharia, o que pode ser percebido no estádio Tóquio Dome que foi projetado para a copa do mundo de 2002, onde um moderno e ousado projeto prevê a captação de água de chuva. A cobertura deste, atua como uma lona gigante desenvolvida de material resistente que pode ser inflada para atuar como um sistema de captação pluvial a qualquer momento.

No Brasil, grande parte da água da chuva é encarada como esgoto, uma vez que vai dos telhados e dos pisos diretamente para as bocas de lobo, aonde se mistura com vários tipos de impurezas. Visto isso, a NBR 15.527 foi feita em

2007 com o intuito de fornecer os requisitos para o aproveitamento da água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis após seu tratamento, como por exemplo, descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de prédios, espelhos d'água e usos industriais.

Esse trabalho tem o intuito de analisar a viabilidade do aproveitamento das águas pluviais em diferentes microrregiões na cidade de Ouro Branco – MG, focando no estudo do pH.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Quantificar o parâmetro de qualidade da água (pH), da água de chuva coletada em diferentes pontos de Ouro Branco/MG.

2.2 Objetivo Específico

Com o desenvolvimento desse projeto, pretende-se alcançar os seguintes resultados:

- Avaliar o pH da chuva na cidade de Ouro Branco, Minas Gerais.
- Averiguar fatores relevantes que podem influenciar na qualidade da água;
- Observar se o valor do pH encontrado obedece a NBR 15527;
- Analisar se há a necessidade de descarte do volume de 2 L/m², para o município de Ouro Branco-MG.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A importância da chuva

A escassez de água é um dos maiores problemas do mundo e que, a médio e longo prazo, pode afetar a sobrevivência humana. Essencial para a existência de vida em nosso planeta, ela delimita territórios, culturas, extingue e cria novas espécies.

Na sociedade atual, a água passou a ser observada como recurso híbrido, não como bem natural, e seu uso indiscriminado tem causado sérios problemas ambientais que, se não for repensado seu uso, podem ser irreversíveis.

A conscientização do uso racional desse bem, juntamente com o incentivo governamental, é um dos primeiros passos para reduzir o problema, criando assim uma mudança de hábitos, que é primordial para a preservação da água potável.

O Brasil possui uma das maiores bacias hidrográficas do mundo, mas ainda tem um déficit muito grande quando o assunto é o reaproveitamento da chuva, muito diferente de países da América do Norte, Europa e Japão. Tomaz (2003, p.19) apresenta o exemplo da cidade de Austin, no Texas, que oferece U\$ 500,00 (quinhentos dólares) para quem instalar um sistema de captação pluvial.

O aumento da tecnologia vem como um acréscimo na luta pela redução do uso de água potável para uso diário como higiene pessoal, limpeza de calçadas, carros.

3.2 Captação e aproveitamento da água da chuva

Os mananciais utilizados para abastecimento de água, próximos à zona urbana, tornaram-se insuficientes, ou com sua qualidade comprometida, devido

ao aumento da demanda gerada pelo crescimento populacional e pelo processo de industrialização.

O atual modelo de saneamento caracteriza-se pelo uso exagerado dos recursos água e energia, levando à escassez de água e poluição dos recursos hídricos, o que representa um problema de saúde pública, limitando o desenvolvimento econômico e os recursos naturais (COHIM e KIPERSTOCK, 2008).

As águas pluviais podem ser manejadas como uma das soluções para o abastecimento descentralizado. Porém, o manejo dessas deve buscar aproveitar a água precipitada antes que ela entre em contato com substâncias contaminantes, armazenando-a para uso doméstico, criando condições de infiltração, restaurando os fluxos naturais, disponibilizando mais uma alternativa para abastecimento de água local e descentralizado (COHIM e KIPERSTOK, 2008). A captação direta de águas pluviais nas edificações pode ser considerada como uma fonte alternativa, reduzindo a demanda dos sistemas públicos de abastecimento. Porém, sua utilização necessita de estudos acerca da viabilidade e eficiência no atendimento dos usos a que será destinada fazendo uma avaliação dos possíveis riscos sanitários.

O tratamento e distribuição da água potável para fins domésticos e comerciais é normalmente efetuado por uma empresa pública ou privada. Essa água chega ao consumidor final com qualidade para atender os usos mais exigentes. Certos usos que não exigem a mesma qualidade que o consumo de água potável (tais como irrigação, lavagem de carros, limpeza de pisos, descarga de bacia sanitária, máquina de lavar roupa) podem utilizar outras fontes de abastecimento tais como: aproveitamento das águas pluviais e reutilização direta ou indireta das águas residuárias (Soares et al., 1997; Silva e Tassi, 2005).

A água da chuva é uma das mais limpas fontes de água. A precipitação, na sua origem, contém muito poucas impurezas. Porém, ao atingir a superfície terrestre, há inúmeras oportunidades para que minerais, bactérias, substâncias orgânicas e outras formas de contaminação atinjam a água. A poeira e a

fuligem se acumulam em telhados, contaminando as águas. Matéria orgânica proveniente de resíduos vegetais e animais também trazem poluentes para as águas da chuva. Mas, de uma forma geral, a água da chuva pode fornecer água limpa e confiável, desde que os sistemas de coleta sejam construídos e mantidos de forma adequada e a água seja tratada apropriadamente, conforme o uso previsto. A intensidade de filtração e desinfecção varia conforme ela seja destinada a usos potáveis ou não potáveis.

Sistemas de utilização da água da chuva podem ser adotados para fins domésticos, comerciais e industriais. No caso de usos domésticos, os mais comuns são descarga de vasos sanitários, lavagem de carros, lavagem de assoalhos, irrigação de jardins e sistemas de combate a incêndio. Nas indústrias e prédios comerciais, a água da chuva pode ser usada para climatização, resfriamento de maquinários, lavagem industrial de roupas, lavagem de veículos como carros, ônibus e caminhões, limpeza industrial.

Conforme Soares *et al.* (1997), o aproveitamento de água da chuva traz numerosas vantagens tais como simplicidade e facilidade de manutenção e controle, além de baixos custos iniciais. A água, tratada de maneira simples, pode ser aplicada com vantagens quando comparada com o sistema de reutilização de águas residuárias, embora possua a desvantagem de que em tempos de estiagem diminua o volume de água coletado. Em áreas urbanas, apresenta como aspectos positivos a redução no consumo de água potável e também uma contribuição ao controle de cheias, pois a água captada não é jogada diretamente na rede de drenagem, reduzindo desta forma o escoamento rápido que é o principal causador de enchentes e enxurradas.

Silva e Tassi (2005) afirmam que, no caso da utilização de água da chuva, geralmente é feita a captação da precipitação que incide sobre uma superfície impermeável, e o armazenamento é feito em reservatórios ou cisternas. Esse armazenamento traz vantagens, não somente econômicas ao usuário, mas também sob o ponto de vista qualidade ambiental e de controle de enchentes urbanas, uma vez que essa água não é mais lançada na rede de drenagem pluvial.

Um sistema de captação e utilização de água de chuva é composto de:

- superfície de captação: telhados, pátios e outras áreas impermeáveis podem ser utilizados como superfície de captação. Os telhados são mais utilizados para captação devido a melhor qualidade da água que ele fornece.
- calhas e tubulações: utilizados para transportar a chuva coletada, podem ser encontrados em diversos materiais, porém os mais utilizados são em PVC e metálicos.
- tratamentos: o tipo e a necessidade de tratamento das águas pluviais dependerão da qualidade da água coletada e do seu destino final. As concentrações de poluentes, galhos e outras impurezas nas águas pluviais são maiores nos primeiros milímetros da chuva, assim recomenda-se a não utilização destas.
- bombas e sistemas pressurizados: estes dispositivos são usados quando os pontos de utilização estão em cotas superiores a do nível de água no reservatório principal. Porém vale ressaltar que durante a concepção do sistema de aproveitamento de água pluvial deve-se buscar a utilização de reservatórios elevados e o encaminhamento da água coletada diretamente para este, quando possível evitando o bombeamento e aumentando assim a eficiência energética do sistema
- reservatórios: estes podem ser enterrados, apoiados ou elevados. Diversos materiais podem ser utilizados na fabricação dos reservatórios, sendo, portanto, necessário avaliar em cada caso aspectos como: capacidade, estrutura necessária, viabilidade técnica, custo, disponibilidade local.

Os sistemas de aproveitamento da água da chuva configuram uma boa alternativa para conservação e valorização do uso da água. Suas características de baixos custos iniciais junto com a simplicidade e facilidade de manutenção e controle fazem com que seja importante efetuar esforços para haver uma melhora tanto dos estudos teóricos sobre esses sistemas, como também um estímulo para aumentar sua aplicação prática em regiões que enfrentam problemas de abastecimento de água.

3.3 Qualidade de água de chuva

Segundo FIGUEIREDO (2001) a água de chuva é naturalmente ácida. O gás carbônico, presente na atmosfera, solubiliza-se nas nuvens e na chuva para o ácido carbônico (H_2CO_3), ácido fraco que confere a chuva um pH de 5,60, indicando que a chuva é levemente ácida.

A acidez da água da chuva pode ser observada no início da precipitação, as primeiras águas carregam poluentes, ácidos e microorganismos. Após um tempo, a mesma já pode ser coletada, pois apresenta características de água destilada, e em alguns casos, a sua qualidade pode superar a de águas superficiais e subterrâneas, por não entrar em contato com o solo. Assim, a água da chuva pode constituir uma fonte alternativa de água para diversos usos.

Diversos fatores influenciam a qualidade da água da chuva e 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). As 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. (Philippi *et al.*, 2006)

O reaproveitamento da água torna-se mais viável em indústria, onde o volume de água utilizado é grande. O consumo em residências é considerado relativamente baixo, desestimulando o aproveitamento da água da chuva.

3.3.1 Qualidade da água de chuvas nas cidades

A poluição gerada pelos combustíveis fósseis, liberada pelas fábricas e carros, um pouco se precipita, depositando sobre o solo, e outra circula na atmosfera e se mistura com o vapor d'água, podendo ocasionar a chuva ácida, apresentando um pH inferior a 5,6, estas podem adquirir um efeito corrosivo para a maioria dos metais.

Segundo ANDRADE NETO, (2003) na maioria das localidades do mundo, especialmente em áreas rurais e em pequenas cidades, os níveis de poluição e contaminação da atmosfera são baixos e não atingem concentrações capazes de comprometer significativamente a qualidade de água das chuvas, que é a água natural disponível de melhor qualidade, salvo raras exceções.

As condições em que se encontra o ar tem grande influência sobre a qualidade da água da chuva, essa por sua vez tem sua qualidade diferenciada na atmosfera e no reservatório de armazenamento, pois ela carrega substâncias presentes no ar, para a área de captação, gerando grandes alterações na sua qualidade.

Porém, os requisitos de qualidade, estão relacionados diretamente com o uso final da água coletada. Em locais fracamente povoados ou industrializados, e conseqüentemente sem uma forte poluição atmosférica, a água das chuvas são geralmente excelente para diversos usos.

Para a sua utilização, a água da chuva pode necessitar de tratamento, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1-Tipos de Tratamento de acordo com a utilização da água

Utilização da Água	Tratamento necessário
Rega de Jardins.	Nenhum Tratamento.
Aspersores de Irrigação, Combate a Incêndio, Ar-condicionado.	Tratamento necessário para manter o armazenamento e equipamentos em boas condições.

Tabela 2-Tipos de Tratamento de acordo com a utilização da água
(continuação)

Utilização da Água	Tratamento necessário
Lago/Fonte, Descarga no Vaso Sanitário, Lavar roupas/ Lavar carros	Tratamento higiênico é necessário devido ao possível contato humano com a água.
Piscina/Banho Beber/ Cozinhar	A desinfecção é necessária porque a água é ingerida direta ou indiretamente.

Fonte: GROUP RAINDROPS, 2002.

A água potável pode ser entendida, segundo o CONAMA (Nº 357), como a água destinada ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

3.4 Propriedades da água para reaproveitamento

Com o aumento populacional e conseqüente aumento do consumo de água das últimas décadas, a busca pelo reaproveitamento das águas pluviais tem crescido significativamente. Isto posto, a quantidade de estudos sobre as propriedades e qualidade da água é cada vez maior.

Tendo em vista os diversos empregos que a água possui, é importante conhecer várias propriedades desta para fazer uma caracterização completa e, conseqüentemente, propor as medidas corretivas certas para torná-la mais adequada ao consumo desejado. Portanto, é importante conhecer algumas características da água como pH, turbidez, cor, dureza e a concentração de cloretos, nitritos, nitratos, amônia e sulfatos.

Para o consumo humano, de acordo com a Portaria MS nº 2914/11, a água deve manter os padrões segundo a Tabela 2:

Tabela 3-Parâmetros físicos e químicos da água para consumo humano

Parâmetro	Unidade	VMP
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH₃)	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	Uh	15
Dureza	mg/L	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1.000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,05
Surfactantes	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17

Tabela 4-Parâmetros físicos e químicos da água para consumo humano
(continuação)

Parâmetro	Unidade	VMP
Turbidez	UT	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3

Fonte: Anvisa, 2000.

Como o reaproveitamento da água da chuva não é adequado para o consumo humano, os parâmetros tabelados não precisam ser seguidos rigorosamente. Contudo, é importante buscar sempre padrões próximos aos da NBR 15.527, como ausência de coliformes totais e termotolerantes, turbidez menor que 2 uT, cor aparente menor que 15 uH e pH entre 6 e 8, para garantir a qualidade da água e evitar possíveis doenças.

4 MATERIAL E MÉTODOS

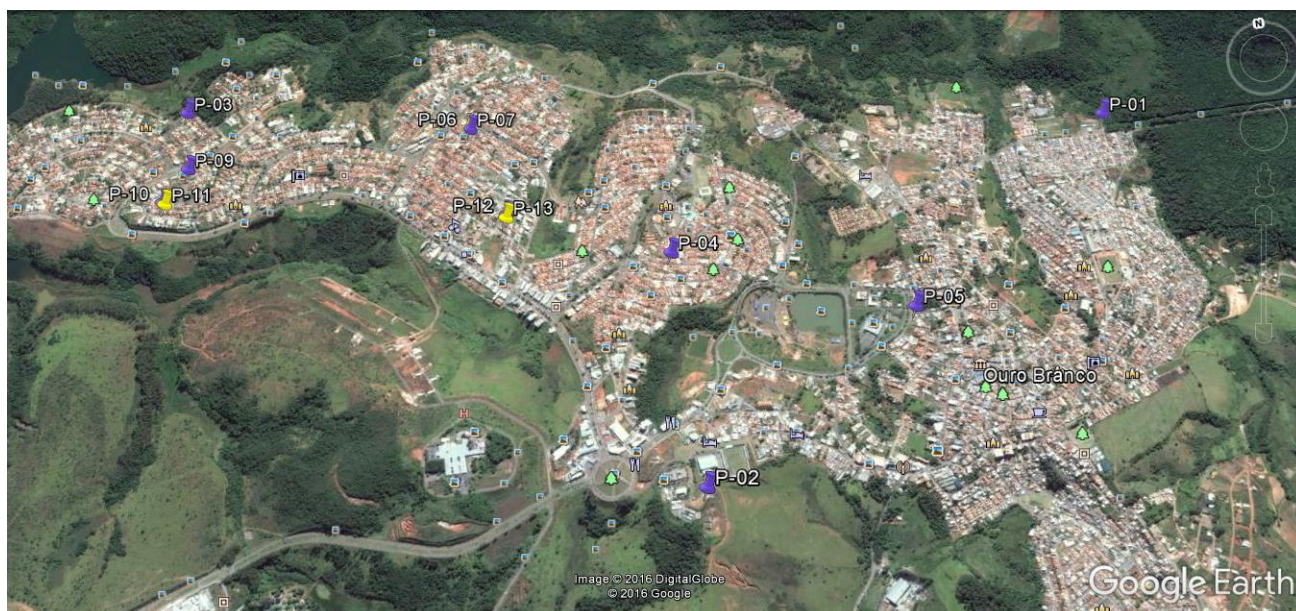
4.1 Atividades Desenvolvidas

Foram realizadas coletas da água pluvial em pontos específicos entre o período de agosto de 2016 a maio de 2017.

A escolha dos pontos foi realizada levando em consideração fatores que podem influenciar na qualidade da chuva como: atividades industriais, áreas arborizadas e poluição. Assim, foram selecionados três pontos em áreas arbóreas (P-01, P-02, P-03), um ponto próximo a fábricas (P-08) e os demais em áreas com grande fluxo de veículos e pessoas.

Visto isso, definiu-se inicialmente 11 pontos, acrescidos de dois pontos nos últimos 4 meses de coleta. Como se pode observar na Figura 1. Foram coletadas um total de 10 amostras no ponto 10; 16 amostras nos pontos 2,4,7 e 8. Nos pontos 3,5 e 9 foram 15 amostras coletadas. No ponto 10, obteve-se 9 amostras e nos pontos da calha (P06, P11 e P13) o total foi de 15, 12 e 5 respectivamente.

Figura 1- Localização geográfica dos pontos de coleta



Fonte: Google Maps

Os pontos se encontram em diferentes bairros em Ouro Branco, como apresentado na Tabela 3.

Tabela 5- Localização dos pontos de captação da água pluvial

Ponto	Localização
P-01	Saída para Ouro Preto
P-02	Próximo à Policlínica
P-03	Próximo à Lagoa (Bairro Inconfidentes)
P-04	Bairro Siderurgia
P-05	Próximo à Praça de Eventos
P-06	Calha do telhado – Bairro Pioneiros
P-07	Bairro Pioneiros
P-08	Próximo à Pré-Moldados Nunes;
P-09	Bairro Inconfidentes
P-10	Bairro Inconfidentes
P-11	Bairro Inconfidentes
P-12	Bairro Minas Talco (próximo à Avenida Mariza de Souza Mendes)
P-13	Calha do telhado– Bairro Siderurgia

4.2 Coletores diretos

Os coletores diretos são captadores pluviométricos que não necessitam de tubulação para a coleta, ou seja, a água da chuva cai diretamente no recipiente. Eles foram feitos com bacias que possuíam altura de 9,0 cm,

diâmetro de 28,0 cm e volume de 4,0 L. Para evitar o acúmulo de resíduos sólidos utilizou-se uma tela de proteção, como mostrado na Figura 2.

Figura 2- Coletor utilizado para a captação da chuva de forma direta



4.3 Coletores da calha do telhado

Os coletores da calha do telhado são captadores que coletam a água do telhado, cuja declividade é baixa e a área é de 6 m², através de calhas nas quais foram instaladas tubulações para a condução da mesma.

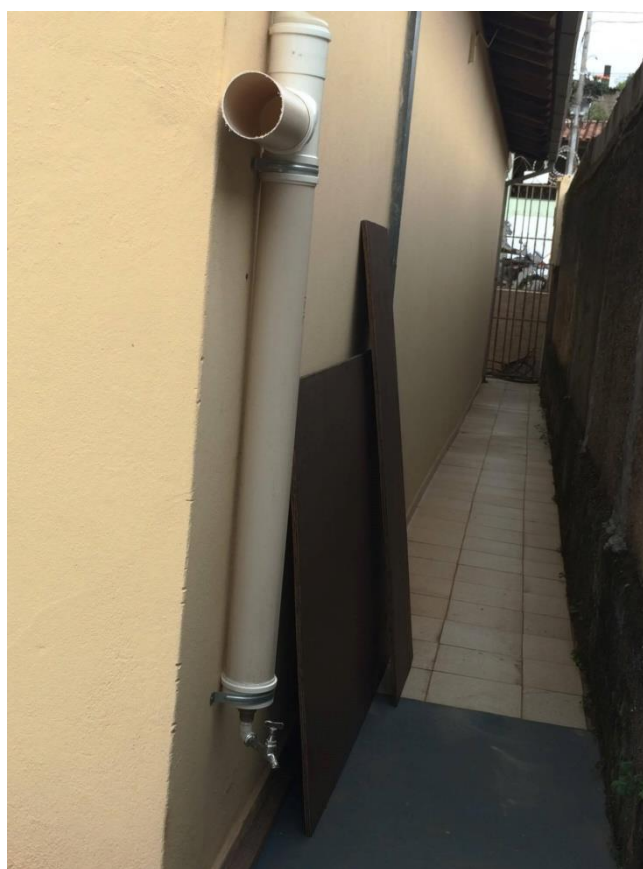
O telhado, meio de captação da água, depois de três dias de seca tende a acumular poeira, resíduos de pássaros, entre outros, por isso os primeiros milímetros de chuva são considerados o *first flush*, que seria o escoamento inicial correspondente à limpeza do telhado (TOMAZ, 2009). O volume de descarte necessário ainda é discutido por diferentes literaturas. Na metodologia de Tomaz (2009/1998), o volume de descarte inicial varia entre 0,4 L/m² a 1,5 L/m² de telhado, podendo chegar até 8 L/m² dependendo das condições do local. Por outro lado, a NBR 15527/2007 recomenda que seja rejeitado 2L/m² de telhado na falta de dados para calcular o volume ideal.

Nas tubulações instalou-se uma seção de descarte para a primeira água, logo os primeiros 7,85 litros de chuva serão descartados.

Nos coletores da calha do telhado foram usadas tubulações de PVC com diâmetro de 100 mm para canalizar a água e coletores para o armazenamento, conforme a Figura 3. Na tubulação inferior fica armazenado o volume de descarte o qual deve ser preenchido até o bocal na parte superior. A amostra é então coletada através de uma válvula colocada ao fundo da tubulação.

Para o dimensionamento da tubulação, foi considerada a NBR 10844, que indica o descarte de 2 mm da precipitação inicial.

Figura 3- Coletor montado para a coleta da água proveniente do telhado



4.3.1 pHmetro

O pHmetro é um medidor de potencial hidrogeniônico (pH), mostrado na Figura 4, que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de amostras diversas.

Para iniciar os testes, é necessária a calibração do pHmetro usando uma amostra pré-selecionada com pH conhecido. Após a calibragem, lava-se o

eletrodo, seca-o e submerge-o na amostra, obtendo assim os resultados desejados.

Figura 4- pHmetro utilizado para a análise das amostras

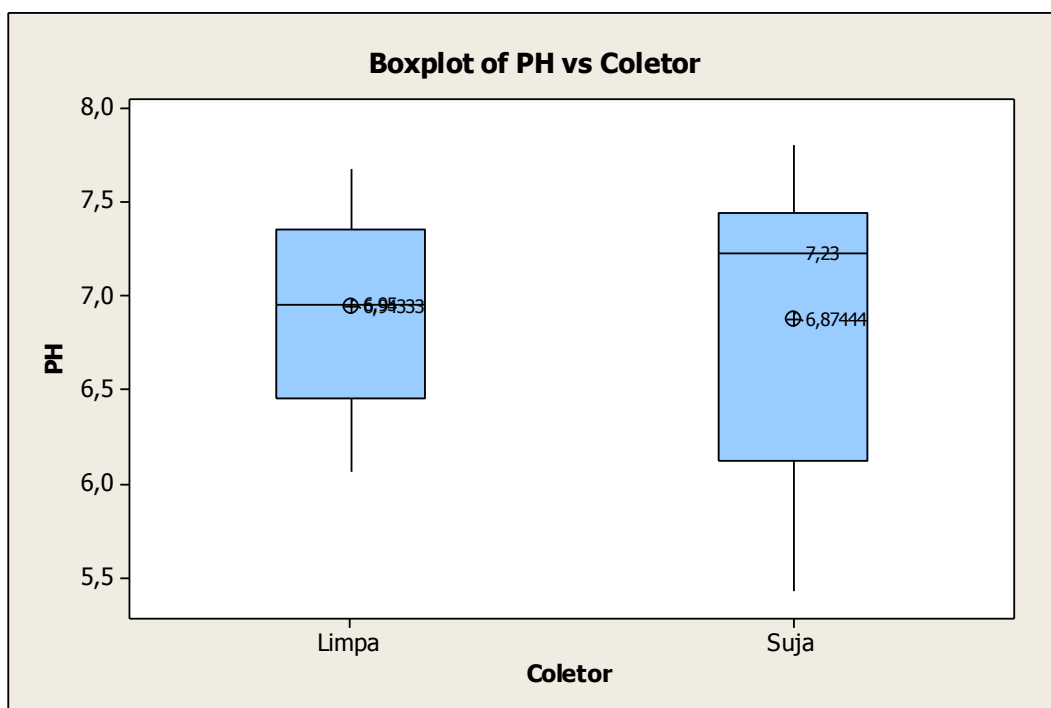


5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Diferença da qualidade da água pluvial de acordo com a limpeza do coletor

Foram coletadas diferentes amostras em um mesmo ponto (P10), uma em que o coletor foi limpo pouco antes da chuva se iniciar e o outro exposto no intervalo entre duas chuvas consecutivas sem que fosse limpo. Isso foi feito com a finalidade de averiguar a necessidade ou não de uma limpeza prévia nos coletores entre os intervalos da chuva, detectando assim possíveis alterações na qualidade da água. Os dados encontrados estão apresentados na Figura 5.

Figura 5- Relação entre coletores limpos e sujos



O gráfico desenvolvido no programa estatístico MiniTab apresentou valores de mediana 6,95 e 7,23 e média 6,94 e 6,87 para coletores limpo e sujo respectivamente como mostra a Tabela 4.

Tabela 4- Análises Descritivas segundo as condições dos coletores

Condições da calha	Média	Desv.Padrão	1º Quartil	Mediana	3ºQuartil	Mínimo	Máximo	Total de amostras
Limpa	6,94	0,54	6,46	6,95	7,35	6,06	7,68	9
Suja	6,87	0,80	6,12	7,23	7,45	5,42	7,80	9

A Tabela 4 e a Figura 5 apresentam os valores do pH em relação as condições dos coletores. Com base no teste estatístico T, observa-se que mesmo a média dos coletores sujos apresentarem maior valor em relação ao limpo, esta não é uma diferença significativa. Em relação ao valor mínimo do coletor sujo, o valor encontrado de 5,42 pode ser considerado como chuva levemente ácida, segundo Figueiredo (2001).

Os valores encontrados nas amostras do coletor sujo, não são inadequados ao uso, assim, para novas coletas de amostras, não é necessário fazer a limpeza dos coletores antes da chuva. Mesmo que limpezas esporádicas sejam indispensáveis.

5.2 Análise do pH nos pontos selecionados

Nessa análise os testes foram realizados através da coleta direta em diferentes lugares da cidade de Ouro Branco, com o intuito de examinar a qualidade da água pluvial em cada um dos pontos.

A Figura 6 e a Tabela 5 mostrarão as dispersões dos valores do pH para os oito coletores diretos.

Figura 6- Análise do pH da água da chuva em cada ponto

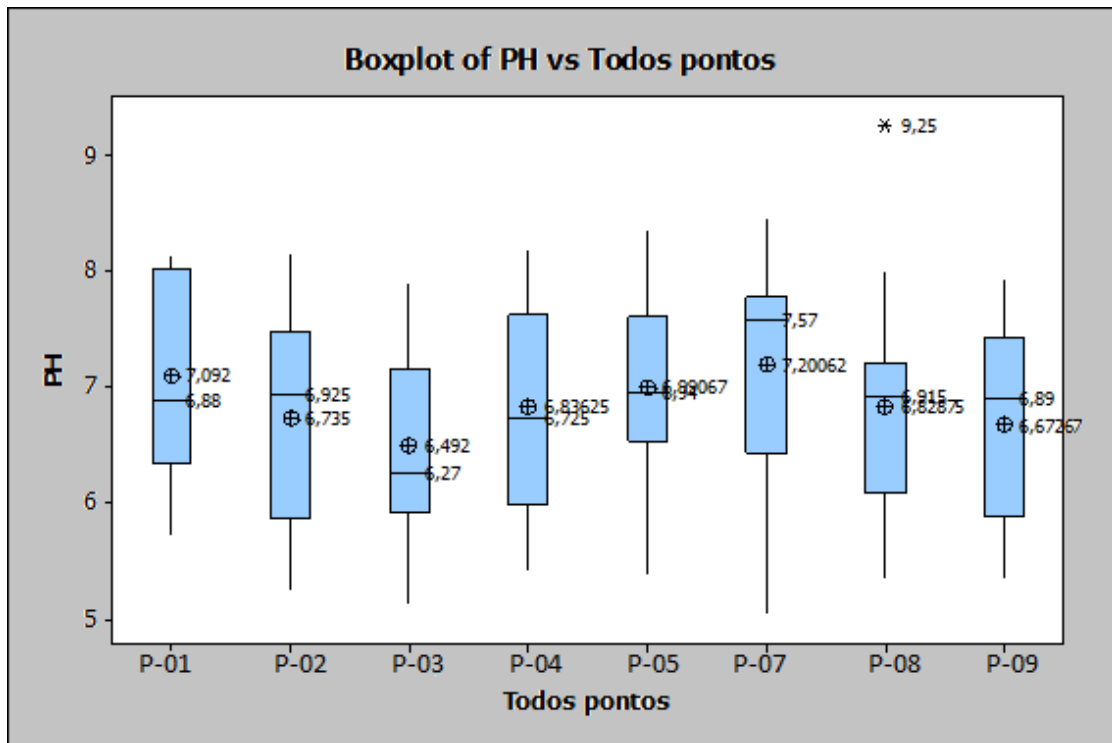


Tabela 6-Análise descritiva de todos os pontos de coleta

Pontos de coleta	Média	Desv. Padrão	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Mínimo	Máximo	Total de amostras
P-01	7,09	0,87	6,35	6,88	8,01	5,72	8,13	10
P -02	6,74	0,93	5,87	6,93	7,47	5,25	8,14	16
P -03	6,49	0,88	5,92	6,27	7,16	5,14	7,90	15
P -04	6,84	0,86	5,99	6,73	7,63	5,41	8,17	16
P -05	6,99	0,82	6,53	6,94	7,61	5,38	8,36	15
P -07	7,20	0,92	6,44	7,57	7,78	5,04	8,46	16
P -08	6,83	1,01	6,09	6,92	7,22	5,35	9,25	16
P -09	6,67	0,84	5,88	6,89	7,42	5,36	7,92	15

Quando se analisa o pH da água em todos os pontos de coleta, seja pela média ou mediana, observa-se que o ponto P-07, localizado no Bairro

Pioneiros, apresenta os valores mais elevados de pH, que pode ser devido a poeira existente no local e o menor fluxo de carros.

O menor valor foi encontrado no P-03, possuindo assim um pH levemente ácido, atípico para a região, que se encontra nas proximidades do Lago Soledade. Embora se considerar a sua mediana, a água é adequada para reuso, pois, os demais resultados apresentaram pH próximo da neutralidade.

No P-08 também foi encontrado um valor atípico máximo de 9,25, caracterizando um pH básico, que podem ser em decorrência de erros do equipamento de teste, ou mesmo pela poeira gerada pela fábrica presente na região próxima à Pré Moldados Nunes que pode ter sujado o coletor.

A NBR 15527/07 apresenta que o pH ideal para a reutilização da chuva para fins não potáveis deve ser entre 6,00 e 8,00. Embora todos os pontos apresentarem o valor mínimo e máximo fora desse intervalo, a mediana e a média estão próximas ao pH neutro. Assim, no geral, a água de chuva na região de Ouro Branco pode ser reutilizada analisando a finalidade dessa água coletada.

As precipitações após longos períodos de estiagem podem apresentar valores menores de pH devido aos gases em suspensão no ar, embora uma relação direta não tenha sido observada nestes resultados. É aconselhado que a primeira coleta após longos períodos de estiagem seja descartada, pois pode conter um nível de acidez elevado, não aconselhado para a utilização.

5.3 Pontos da calha

Nas coletas realizadas pela calha deseja-se averiguar se os dados estão de acordo com a NBR 15527/07, a qual recomenda que os dois primeiros litros de água por metro quadrado de telhado devem ser rejeitados.

Foram coletadas amostras em diferentes tempos de um mesmo ponto. Em alguns pontos foi coletada a água diretamente da calha sem alteração ao longo do tempo. Em outro ponto foi realizada a coleta dos 2 L/m², descartando o volume restante.

Os resultados podem ser observados na Tabela 6 e na Figura 8.

Figura 7-Análise do pH das amostras coletadas da calha

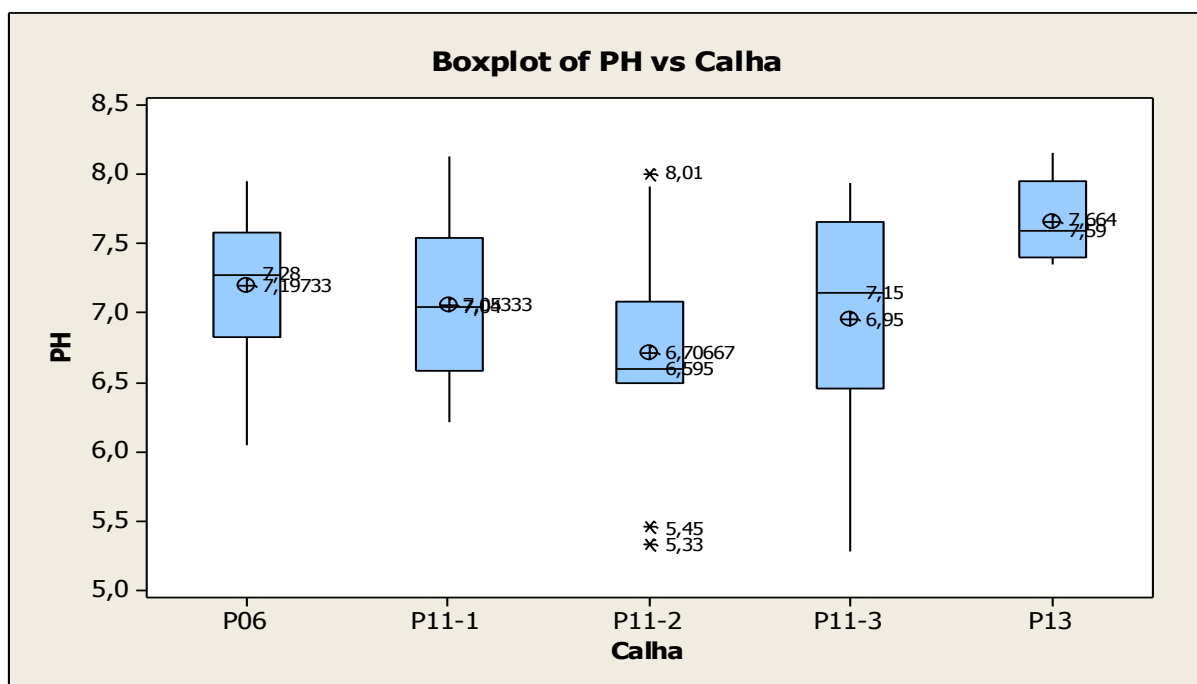


Tabela 7- Análise descritivas da coleta da calha

Pontos de coleta	Média	Desv.Padrão	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Mínimo	Máximo	Total de amostras
P06	7,20	0,50	6,83	7,28	7,58	6,04	7,95	15
P11-1	7,05	0,58	6,58	7,04	7,55	6,21	8,14	12
P11-2	6,71	0,80	6,49	6,60	7,09	5,33	8,01	12
P11-3	6,95	0,80	6,45	7,15	7,66	5,27	7,94	12
P13	7,66	0,31	7,41	7,59	7,96	7,35	8,16	5

Nos pontos P11-1, P11-2 e P11-3, a coleta foi realizada de 5 em 5 minutos com a finalidade de observar variações nas respectivas amostras. De acordo com a Tabela 6 e a Figura 7, pode-se notar valores atípicos no ponto de coleta P11-2 (5,33; 8,01), isso se deve ao fato de possíveis erros nos aparelhos utilizados e no inadequado armazenamento das amostras coletadas.

Analisando pela média somente os pontos P11-1 e P11-3, é possível observar que apesar de pouca diferença (7,05 e 6,95), o primeiro possui pH superior devido à água coletada neste ponto ser a primeira precipitada, limpando o telhado e trazendo certas impurezas.

Os resultados obtidos pelos dois primeiros litros de precipitação no P13 apresentaram resultados aceitáveis de acordo com NBR 15527/07 (pH entre 6,0 e 8,0). Assim, não é necessário, para essa região, o descarte deste volume.

O ponto P06 embora coletado sem controle de tempo e volume apresentou valores satisfatórios para a reutilização da água, de acordo com a finalidade desejada.

6 CONCLUSÃO

Durante o período em que foram realizadas as coletas, conclui-se que nos pontos em geral o pH da cidade de Ouro Branco apresenta caráter levemente ácido, devido à absorção de CO₂, pelo grande fluxo de carros e caminhões entorno da cidade provocado pela proximidade de indústrias siderúrgicas. Contudo esses valores obtidos são válidos pela NBR 15527/07, no entanto, para utilizar essa água da chuva deve-se levar em consideração as outras recomendações impostas pela norma.

Nas amostras da calha pode-se aferir que o pH mais básico é devido a presença de certas impurezas no telhado das casas onde foram coletadas essas amostras.

Em relação ao volume de descarte previsto pela NBR 15527/07, pode-se aferir que o pH da amostra apresenta valores aceitáveis, mas para ser possível sua utilização, deve-se analisar os outros parâmetros recomendados pela norma.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE NETO, C.O, Segurança Sanitária das Águas de Cisternas Rurais. 4º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva. Disponível em: <http://www.aguadechuva.hpg.ig.com.br/4simposio/abc.htm>.

ANVISA Portaria MS nº 1.469, de 29 de dezembro de 2000.

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. 8 p.

COHIM, E; GARCIA, A. P. A; KIPERSTOK, A.(2007). Captação direta de água de chuva no meio urbano para usos não potáveis. In: Anais do 24º Congresso de Engenharia Saitária e Ambiental, 24, Belo Horizonte. Rio de Janeiro: ABES, 2007.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE- CONAMA (Brasil). Ministério do Meio Ambeinte. Resolução 357 de 17 de março de 2005.

FIGUEREDO, D.V. Chuva ácida- Setor de Controle da Poluição-SAP. Disponível em www.cetec.br/cetec/papers/chuvs.html.

GROUP RAINDROPS. Aproveitamento de Água de chuva. Curitiba, 2002.

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

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

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Normas e Padrão de Potabilidade de Águas Destinadas ao Consumo Humando- PORTARIA Nº518 de 25/03/2004, Brasil.

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

SILVA, A.R.V.; TASSI, R. (2005). Dimensionamento e simulação do comportamento de um reservatório para aproveitamento de água da chuva: resultados preliminares. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa/PB. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

SOARES, D. A. F. et al. Considerações a respeito da reutilização das águas residuárias e aproveitamento das águas pluviais em edificações. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12., Vitória, 1999. Anais. Vitória: ABRH, 1999.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Guidelines for Water Reuse. U.S Environmental Protection Agency, Office of Water. Washington, DC 2004. Disponível em: <http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/625r92004/65R92004.pdf>

TOMAZ, Plínio. Aproveitamento de água de chuva: Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. São Paulo. Ed. Navegar, 2003.