

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DA CHUVA EM UMA ÁREA NO BAIRRO DA BOA VISTA, RECIFE-PE.

ASSESSMENT OF RAIN WATER QUALITY IN NA AREA IN THE
NEIGHBORHOOD OF BOA VISTA, RECIFE-PE

Raphael Henrique dos Santos Batista

rhsb@discente.ifpe.edu.br

Ronaldo Faustino da Silva

ronaldofaustino@recife.ifpe.edu.br

RESUMO

O objetivo foi avaliar a qualidade da chuva no bairro da Boa Vista, do qual se trata de um bairro com intenso fluxo urbano sendo. As coletas e amostras da chuva aconteceram no período de setembro de 2019 a março de 2020, encontrando pH de até 5,82 e condutividade chegando até 932,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que embora os dados encontrados não caracterizem as chuvas predominantemente ácidas, mas indicam nível de alerta, pois estes valores estão abaixo dos estabelecidos para qualidade da chuva ideal. Percebeu-se uma alteração significativa na água da chuva, essa diferença possivelmente está relacionada a construção civil e alto fluxo de veículos presentes na área estudada.

Palavras-chave: Chuva ácida. Meio ambiente. Impacto ambiental.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the quality of the rain in the neighborhood of Boa Vista, which is a neighborhood with intense urban flow. The collections and rain samples took place from September 2019 to March 2020, finding a pH of up to 5.82 and conductivity reaching up to 932.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, which although the data found do not characterize predominantly acid rain, but indicate alert level, as these values are below those established for ideal rain quality. A significant change in rainwater was noticed, this difference is possibly related to civil construction and high flow of vehicles present in the studied area.

Keywords: Acid rain. Environment. Environment impact.

1 INTRODUÇÃO

A água, na natureza, está disponível em várias formas, cerca de 70% da superfície do planeta é coberto por essa substância, que é encontrada principalmente no seu estado líquido, constituindo um recurso natural renovável pelo seu ciclo hidrológico (PEREIRA, 2014).

O fenômeno de chuva ácida e ilhas de calor são temas discutido na academia nos últimos anos, pelos impactos que ele pode causar a sociedade.

A chuva ácida, resumidamente é um fenômeno de devolução da poluição que o ser humano cria sobre a terra (PAIVA, ALBUQUERQUE, BARBOSA, & FERREIRA, 2018).

Estudos como Oliveira, (2016) mostram que a qualidade da água de chuva em si é normalmente muito boa, mas pode ter sua qualidade alterada em virtude da absorção de contaminantes atmosféricos.

Nos solos, acredita-se que as principais influências da chuva ácida sejam no pH, na capacidade de troca catiônica e na saturação por bases. A chuva ácida leva à lixiviação e perda de macro e micronutrientes alterando a fertilidade do mesmo, já na

vegetação, a folha é o órgão mais sensível ao dano causado pelo poluente, plantas expostas à deposição ácida apresentam alterações morfológicas, ultra estruturais, fisiológicas quanto fenológicas (PEREIRA G. C., 2013).

Em Carmo, et al., (2016) a chuva é dividida em dois tipos, chuva ácida natural que são aquelas provocadas por gases, como o dióxido de enxofre, emitidos por erupções vulcânicas e processos biológicos que ocorrem nos solos, pântanos e oceanos. E a chuva ácidas antropogênica que é provocada principalmente pela queima de combustíveis fósseis, tais como o carvão e o petróleo que produzem gases poluentes, como o dióxido de enxofre (SO_2), óxido nítrico (NO) e o dióxido de nitrogênio (NO_2). Ainda, segundo o ele, em ambos os tipos esses gases reagem com o vapor de água presente na atmosfera, tendo como produtos o ácido sulfúrico (H_2SO_4) e o ácido nítrico (HNO_3).

A presença de chuva ácidas está associada a alta concentração de dióxido de enxofre e/ou gás sulfídrico gerados pela queima de combustíveis fósseis. Os veículos automotores ao utilizar a gasolina (por ser mais

econômica na atualidade) tendem a gerar grandes quantidades destes gases. Sabe-se também que existe com ela, em função do baixo pH, a possibilidade da presença de metais pesados gerados e emitidos para a atmosfera através do desgaste dos veículos e do combustível fóssil (BURNS et al, 2016).

A água de chuva contém impurezas mesmo na ausência da influência humana, sendo que o equilíbrio com o CO₂ (330 ppm) atmosférico causa uma fraca acidez, pH = 5,7. Sendo, portanto, esse valor de pH considerado “fronteira natural” na caracterização da acidez de águas de chuva. O pH pode apresentar valores menores, mesmo em regiões consideradas não poluídas, variando consideravelmente em função da eficiência de “limpeza” pela deposição úmida, bem como condições geográficas dos ciclos de enxofre, nitrogênio e água e até mesmo emissões naturais de ácidos carboxílicos (COSTA, et al., 2016)

A chuva ácida tem pH em torno de 4,5; e a chuva normal, por reagir com gás carbônico atmosférico, possui pH em torno de 5,6. As precipitações ácidas podem trazer como consequência, diversos danos econômicos, notadamente a

deterioração de monumentos, construções e materiais diversos. Além dos danos associados ao ambiente urbano, vários estudos indicaram efeitos adversos no solo e seus constituintes e nos seres vivos. (CARMO, et al., 2016)

Segundo Lázaro, (2020), com o aumento das atividades antrópicas, destaca-se a liberação de efluentes em mananciais e carregamento de sedimentos no escoamento superficial como consequência a deterioração da qualidade de água. Desta forma há uma diminuição de água de boa qualidade para a população em constante crescimento.

Em Costa, et al., (2016) fala que a composição química de um evento de chuva é resultado do conjunto de diversos fatores, pois os processos atmosféricos são dinâmicos e complexos, envolvendo emissão, transporte, diluição, transformação química, emissão de poluentes assim, a precipitação ácida pode ocorrer como deposição seca ou úmida, não sendo o fenômeno limitado pela presença de chuva. Portanto, atualmente, o conceito mais adequado para o fenômeno da chuva ácida é “deposição ácida”. As fontes ou emissores de poluentes podem ser tanto naturais (por exemplo,

vulcões) quanto devidas à ação humana (por exemplo, processos industriais).

Em Callegaro, et al., (2015) afirma-se que a poluição atmosférica no Brasil, a partir de 1960, com a expansão da industrialização e surgimento de grandes centros urbanos, passou a constituir um novo fator de degradação da vegetação. No seu artigo é dito que a chuva ácida não só polui rios, lagos, destrói flora e fauna aquática, mas também penetra no solo e libera metais com potencial tóxico, como Al, Pb, Cd que pode se introduzir na cadeia alimentar.

O Brasil é um país que sofreu aumento na motorização individual, o que implica na intensificação do tráfego de veículos nos grandes centros urbanos e nos congestionamentos cada vez mais frequentes. Segundo Drum, et al., (2014), o crescimento do número de veículos causa impactos negativos no meio ambiente, devido à poluição sonora e do ar. Dentre os poluentes atmosférico devido a queima de combustíveis derivados do petróleo o Dióxido de nitrogênio (NO₂) altamente tóxico ao ser humano, com odor forte e irritante. Pode levar a formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para o aumento das

partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos. Além disto, pode levar a formação da chuva ácida, causando danos à vegetação e à colheita.

Drum, et al., (2014) Conclui no seu artigo sobre poluição atmosférica devido a queima de combustíveis fósseis que diversos fenômenos nocivos ao meio ambiente (chuva ácida, efeito smog, efeito estufa) e também ao homem (doenças respiratórias, alergias e outros) estão associados a este tipo de poluição.

Carmo, et al., (2016) Em seu artigo mostrou que a acidez do solo influencia na germinação e desenvolvimento do feijão e no crescimento e floração do milho. Portanto, áreas agrícolas destes cultivos deverão fazer a correção antes do plantio ou criar estratégias para minimizar os efeitos das precipitações ácidas.

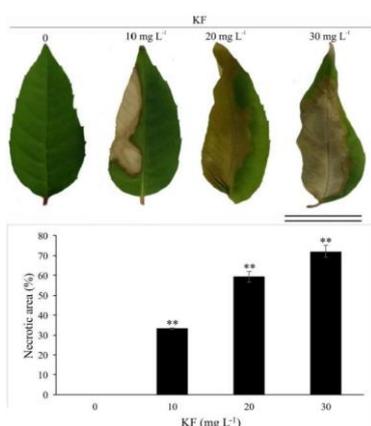
Costa, et al., (2016) Analisou as seguintes características da chuva em Belém-PA: pH, Alcalinidade total, Acidez total, Dureza cálcica e magnésiana, Nitrogênio amoniacal, Condutividade elétrica, Sólidos totais dissolvidos e Sulfato. E percebeu uma alteração significativa na água da chuva ideal e a observada na prática, essa diferença possivelmente está

relacionada às indústrias presentes na cidade de Belém mais especificamente no distrito industrial, além de intervenções nas proximidades da cidade com a produção de alumínio e seu transporte hidroviário e com a retirada de madeira nas ilhas localizadas aos arredores da região metropolitana de Belém.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Rodrigues, (2021) avaliou o nível de efeitos fitotóxicos do fluoreto de potássio em plantas nativas em ambiente controlado de laboratório, afim de determinar sua sensibilidade. No estudo apresentou que o poluente desencadeou necroses em toda a superfície foliar, colapso das células parenquimáticas e inibição fotossintética.

Figura 1 - Sintomas visuais das folhas após 9 dias de exposição a chuva simulada com fluoreto de potássio



Fonte: (RODRIGUES, 2021)

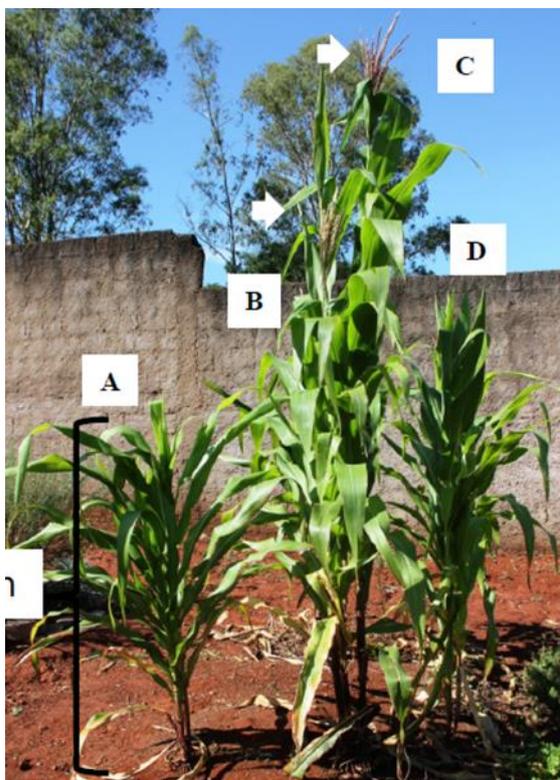
Já Carmo, et al., (2016) avaliou a influência da acidez e alcalinidade na germinação e no desenvolvimento de espécies de vegetais comum na agricultura da região da cidade de Varginha-MG, em um dos seus experimentos observou diferentes alturas de plantação de milho de acordo com a acidez do qual foram pulverizadas. Mostrando que a acidez do solo influencia no desenvolvimento da agricultura.

Tabela 1 - Diferentes alturas do milho submetido a pulverização ácida.

Identificação	Altura (m)	Tipo de Pulverização
A	1,30	Ácida
B	1,90	Alcalina
C	1,95	Alcalina
D	1,76	Ácida

Fonte: (CARMO, et al., 2016)

Figura 2 - Diferentes alturas do milho submetido a pulverização ácida.



Fonte: (CARMO, et al., 2016)

Em seu artigo Lázaro, (2020) aponta como o uso de telhados verdes para soluções mitigadoras para vários problemas encontrados decorrente do crescimento urbano relacionado a qualidade da água da chuva em parâmetros de pH, oxigênio dissolvido, sólidos suspensos e alguns metais pesados, através de experimentos e amostras. Além de auxiliar na drenagem urbana com a retenção de água pluvial.

Figura 3 - Esquematização de telhado verde



AS CAMADAS DE UM TELHADO VERDE

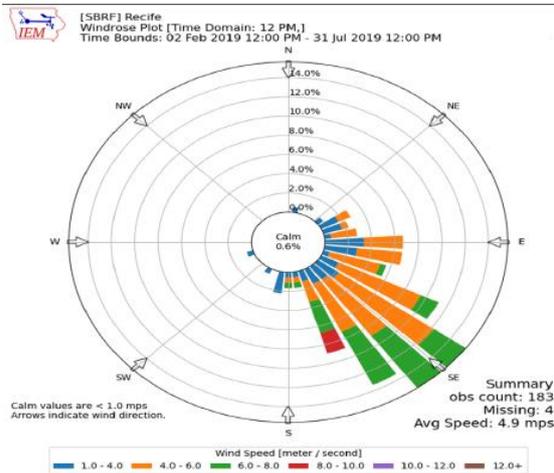


Fonte: (LÁZARO, 2020)

Silva et al., (2021) no seu artigo sobre pluma de odor da Estação de Tratamento de Esgotos de Curado, analisou o direcionamento do vento no bairro do Curado, Recife-PE, nos meses de Junho a setembro de 2019, observou que os ventos oscilaram com velocidades entre 5,3 m/s e 5,9 m/s e velocidade média de 5,6 m/s e que As características do vetor vento durante as inspeções de campo orbitaram no segundo quadrante da rosa dos ventos, marcada por três direções: sul-sudeste, sudeste e leste-sudeste, com a predominância no período de estudo

da direção sul-sudeste (SSE) como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Rosa dos ventos do período de fevereiro a julho de 2019



Fonte: (Silva, et al., 2021)

Outro artigo que políticas mitigadoras é o de Oliveira, Rabelo, Patry, Ferreira, & Leo, (2020) que fala sobre jardins de chuvas, que são sistemas de biorretenção, que tem como principais objetivos reter, drenar e filtrar a água da chuva. Também compara os jardins de chuva com o sistema de drenagem urbano, mostrando que aquele é mais eficiente que este no controle das enchentes, na melhora da qualidade das águas, reabastecimento dos lençóis freáticos, além de apresentarem um custo de implantação e manutenção menor que o das tubulações tradicionais.

Figura 5 - Projeto de Jardim de Chuva



Fonte: (BIBLUS, 2020)

A cidade do Recife pode ser considerada como cidade que tende a ter alto risco para Ilhas de calor e chuvas ácidas, por possuir um grande fluxo de veículos, além de ser constituído por grandes edificações.

Os estudos sobre a acidez das chuvas têm sido aprofundados principalmente em regiões mais industrializadas, onde se observa um efeito mais visível do resultado da interferência humana sobre o ambiente que acabam retornando para a própria sociedade por meio da precipitação (CALLEGARO, ANDRZEJEWSKI, GOMES, & etc, 2015).

Os estudos brasileiros são praticamente pontuais conforme estudo de Santos e Gastmans, (2016), estes autores detectaram a presença de chuva ácida, no município de Rio Claro/SP, relacionando a alteração do

pH e da condutividade ao crescente nível industrial e a emissão veicular.

O objetivo desse trabalho foi analisar a qualidade da água da chuva no bairro da Boa Vista, localizado na cidade do Recife-PE

3 METODOLOGIA

Inicialmente foram levantados dados da literatura sobre chuvas ácidas e seus impactos para fins deste estudo.

3.1 Local estudado

A área escolhida está localizada no bairro da Boa Vista, Recife. Este bairro foi escolhido por apresentar em uma das maiores concentrações de fluxo de veículos. As características necessárias para o fenômeno de chuvas ácidas: grandes edificações e alto fluxo de veículos. Na Boa Vista, residem 15 mil pessoas e circula uma população flutuante de 400 mil, pode ser chamada de trajeto inevitável GASPAR, (2017). As belezas e os problemas do bairro são cenários da vida de muitos. É neste espaço plural que se tem uma das mais vigorosas expressões urbanas da cidade do Recife: edificações de vários estilos arquitetônicos (esculturas à base de calcário) e épocas construtivas distintas, sobre tudo o casario mais

antigo, com seus sobrados magros e altos, que utilizavam mármore em suas fachadas; o traçado antigo da cidade de feições “medievais”, com suas vielas, becos e ruas estreitas; e o novo, com largas avenidas e espaços abertos convivem entre si com grande “tolerância” cultural, formando um exemplo vivo dessa expressão, que ao mesmo tempo promove e materializa a história da própria cidade.

Figura 6 - Bairro da Boa Vista



Fonte: Google maps (2019)

3.2 Escolha do Ponto de Coleta

Utilizou-se um método de observação da área do bairro da Boa Vista a fim de escolher o melhor posicionamento para os pontos de coleta de dados e da água da chuva. Essa observação consistiu em uma análise envolvendo a massa de veículos, pessoas que circulam na área e o tipo de edificação, que possam ser afetadas pelos efeitos dos fenômenos a serem estudados.

Também foram ponderados os fatores de densidade verde a fim de observar a maior variação possível da temperatura em função deste fator e não obstante a segurança com o objetivo de manter os equipamentos instalados e/ou evitar possíveis danos. Assim que os pontos foram devidamente escolhidos, foi iniciada a instalação que, ao depender do local, envolve a participação e/ou autorização.

Os locais de coleta da água da chuva ficaram concentrados em 2 pontos dentro de uma área de raio de 90 metros na UNICAP (Figura 7), ponto 1 (Latitude: $8^{\circ}3'17.19''S$ e Longitude: $34^{\circ}53'15.00''O$), ponto 2 (Latitude: $8^{\circ}3'19.05''S$ e longitude: $34^{\circ}53'17.66''O$). Os dados de Georreferenciamento foram coletados através do GPS do celular pelo aplicativo do Google Maps (figura 7), e após lançados no aplicativo do Google Earth para criação do mapa (figura 8)

Figura 7 - Interface do aplicativo Google Maps



Fonte: Google Maps

Figura 8 - Localização dos pontos de coleta

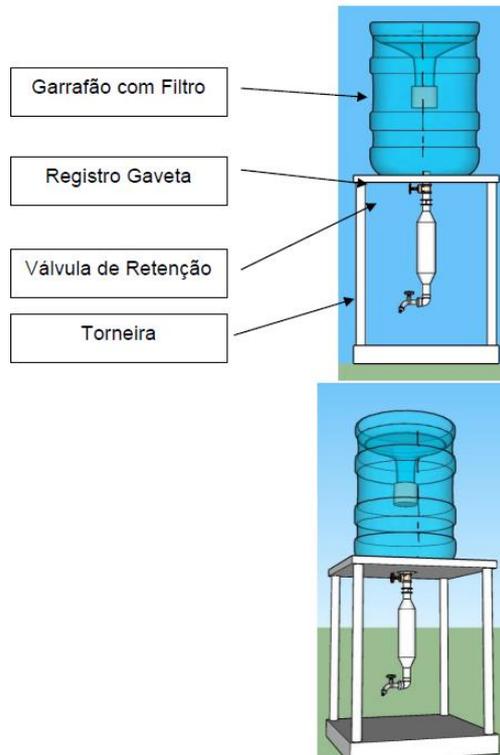


Fonte: Google Earth (2022)

3.3 Construção do Coletor

Na construção do coletor de água da chuva, pluviômetros, foi elaborado basicamente por garrafão PET de 20 litros e conexões hidráulicas.

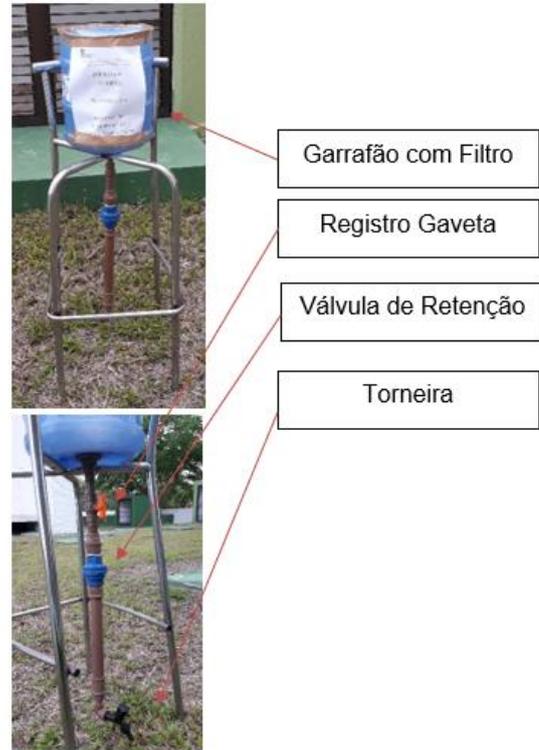
Figura 9 - Vista Lateral e perspectiva do projeto do pluviômetro



Fonte: Autor (2020)

Esse pluviômetro teve como principal objetivo coletar a água da chuva e separar os primeiros milímetros dos demais, para isso foi utilizado uma válvula de retenção que impediu que a água se misturasse.

Figura 10 - Imagens do pluviômetro elaborado



Fonte: Autor (2020)

A coleta e análise foi realizada em parceria com a pesquisadora OLIVEIRA, (2020) do laboratório da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP).

As amostras foram encaminhadas ao laboratório de análises químicas da UNICAP, e foram realizadas as análises de pH e Condutividade elétrica.

3.4 Amostragem da água da chuva

Foram usados para coletar a água da chuva, um garrafão de 20 litros projetados para que se receba e armazenasse em local adequado os primeiros milímetros da precipitação. Os coletores foram colocados em um suporte com cerca de 1 metro de altura, sendo a superfície do local totalmente aberta, sem nenhum tipo de vegetação, como árvores, ou próximo de telhados com calhas para que a qualidade da água coletada não seja influenciada com a introdução de partículas como folhas e pedras de pequeno porte. O outro coletor, de água de escoamento, foi colocado em uma saída de água de chuva da calha que recebe água diretamente do telhado.

3.5 Análise Físico-Química da Água

As análises de pH e condutividade elétrica foram realizadas na Universidade Católica de Pernambuco, no laboratório de Química, utilizando metodologias padrões internacionais, segundo o SMEWW, (2012). Para que o grau de acidez da amostra seja medido, esta deverá conter no mínimo 100 ml de precipitação.

Seinfeld e Pandis (1998), atribuíram um valor de pH igual a 5,00, como limite inferior para águas de chuva acidificadas por substâncias de origem natural, e abaixo deste valor como contribuição de origem antrópica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras foram coletadas entre os dias 18\09\2019 até 04\03\2020, totalizando 31 amostras, em que 14 amostras foram do escoamento e 17 da água da chuva.

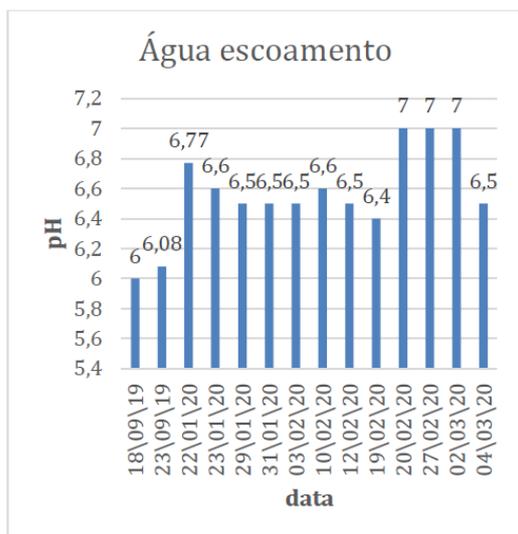
Onde os valores de pH do escoamento da água de chuva encontrados variaram entre 6 (mínimo encontrado em 18\08\2019) a 7 (máximo encontrado em 20 e 27\11\2020 e 02/03/2020). O valor médio numérico do pH das 14 amostras foi de 6,57, como mostra na tabela 2.

Tabela 2 - Análise do pH do escoamento da água da chuva.

Nº de amostra	Média	Máxima	Mínima
14	6,5	7	6

Fonte: Autor (2020)

Gráfico 1 Histograma dos valores de pH para as amostras de escoamento de águas de chuva coletadas na região da Boa vista, Recife-PE, entre setembro/2019 a março/2020.



Fonte: Autor (2020)

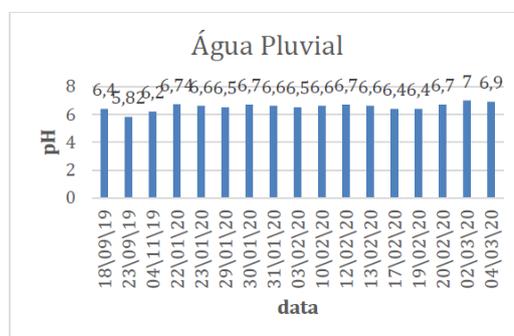
Os valores de pH da água de chuva encontrados variaram entre 5,82 (mínimo encontrado em 23/09/2019) a 7 (máximo encontrado em 02/03/20). O valor médio numérico do pH das 17 amostras foi de 6,55, como mostra a tabela 3.

Tabela 3 - Análise do pH da água de chuva.

Nº de amostra	Média	Máxima	Mínima
17	6,55	7	5,82

Fonte: Autor (2020)

Gráfico 2 Histograma dos valores de pH para as amostras de águas de chuva coletadas na região da Boa vista, Recife-PE, entre setembro/2019 a março/2020.



Fonte: Autor (2020)

Pode-se sugerir então que a velocidade dos ventos que percorrem a região de pesquisa está com alto percentual de gases emitidos pelos veículos e materiais particulados do calcário derivados da construção civil que ao entrarem em contato com a água, resultam na acidez da chuva.

Como foi visto em CARMO, et al., (2016) para caracterizar a chuva como ácida, o pH deve está em torno de 5,6, ainda não se pode classificar a chuva como ácida, mas em situações indicativas de acidez.

A Tabela 4 e 5 contém os resultados mínimo, médio e máximo do parâmetro por condutividade elétrica analisado das coletas de água de chuva na região de estudo.

Tabela 4 - Dados das análises coleta de água por escoamento.

	Cond. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Média	162,05
Mínima	71,26
Máxima	716,1

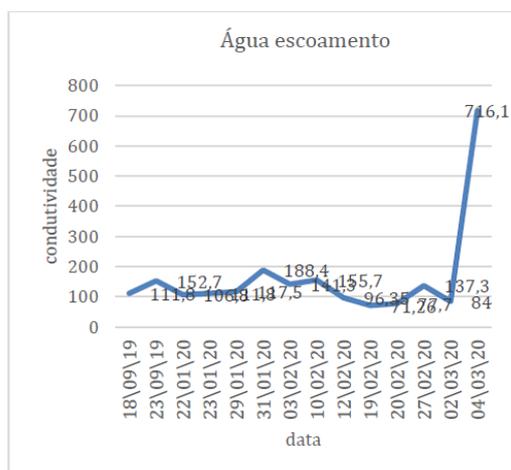
Fonte: Autor (2020)

Tabela 5 - Dados das análises coleta de água Pluvial.

	Cond. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Média	151,31
Mínima	29,81
Máxima	932,1

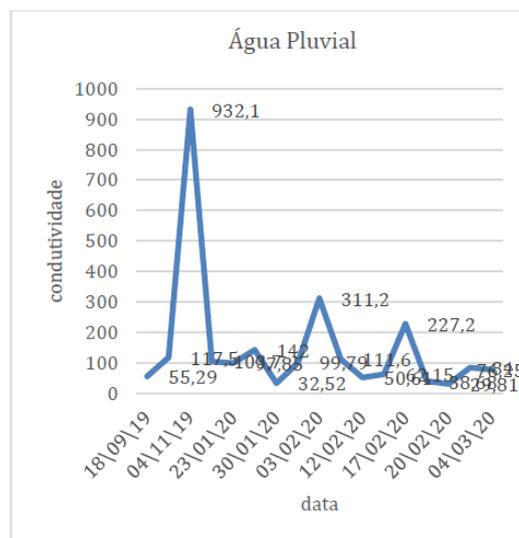
Fonte: Autor (2020)

Gráfico 3 Condutividade elétrica das amostras de água de escoamento da chuva em relação ao tempo



Fonte: Autor (2020)

Gráfico 4 Condutividade elétrica das amostras de água da chuva em relação ao tempo.



Fonte: Autor (2020)

Verificou-se que os resultados apresentados na Tabela 4 e 5, das amostras para o parâmetro condutividade elétrica, foram um pouco elevadas, indicando a presença de compostos iônicos e catódicos dissolvidos os quais interferiram na alta concentração elétrica.

Portanto, notou-se que a água da chuva nesse período não possuiu as características de uma água destilada, apresentando a média das condutividades analisadas de 151,31 e 162,05 μS e alcançando um patamar máximo de até 932,1 e 716,1 μS , concentrações bem acima das obtidas por Santos e Gastmans, (2016) nas águas de chuva de Rio Claro/SP.

Nota-se que a água da chuva não possui as características de uma água destilada. Provando que há íons nessa amostra, já que a condutividade elétrica é a capacidade da amostra em conduzir corrente elétrica SPERLING, (2014).

Devido as parcelas de ventos citados em Silva, et al. (2021) pode-se esperar que a poluição encontrada presentes nas precipitações ocorridas no bairro da boa vista, tenham origem em regiões próximas como o bairro de boa viagem já que a incidência de vento mais frequente venha da direção Sudeste. Pois essas parcelas de vento empurram os poluentes de uma região para outra.

5 CONCLUSÕES

A análise físico-química realizada não pode indicar uma predominância da chuva com acidez elevada na área estudada no Bairro da Boa Vista, mesmo que alguns resultados tenham

apresentado chuvas levemente ácidas, porém não há evidências que constata a presença frequente dessa acidez nas precipitações;

Percebeu-se uma alteração significativa na água da chuva ideal e a observada na prática, essa diferença possivelmente está relacionada a construção civil e alto fluxo de veículos presentes na cidade de Recife mais especificamente no bairro da Boa Vista.

De antemão é indicado uma ampliação da região de área de pesquisa e análise das plumas de ventos. Sugere-se a aplicação de ações mitigadoras, sendo algumas citadas em Lázaro, (2020) no uso telhados verdes e também em Oliveira, Rabelo, Patry, Ferreira, & LEO, (2020) com a aplicação de jardins de chuvas, além de outras ações de políticas públicas.

REFERÊNCIAS

AHERNE, J.; GAY, D. A.; LEHMANN, M. B. **Acid rain and its environmental effects: Recent scientific advances**. Atmospheric Environment 146, 2017.

Associação Brasileira De Cimento Portland (ABCP). **Projeto técnico: Jardins de Chuva**. Soluções para cidade, 2020. Disponível em: https://solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/04/AF_Jardins-de-Chuva-online.pdf. Data de acesso: 29/09/2021

BIBLUS. **Jardim de chuva: projeto com guia técnica**. Biblus, 2020. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/jardim-de-chuva-projeto/>. Data de acesso: 17/10/2021

CALLEGARO, R. M. *et al.* **Efeitos da chuva ácida em recursos florestais**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. Santa Maria, RS. 2015. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/cadpesquisa/article/view/6815>. Data de acesso: 29/09/2021

CARMO, A. H. D. D. *et al.* **Os efeitos da chuva ácida na fertilidade do solo e em cultivares agrícolas**. META, Belo Horizonte, v. V.1, n. n.1, p. 393 - 399, 2016. Disponível em: <https://seer.dppg.cefetmg.br/index.php/revistadameta/article/view/880/726>. Data de acesso: 15/09/2021

COSTA, C. E. *et al.* **Chuva ácida: estudo de caso na região metropolitana de belém/pa**. Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 4: Congestas 2016, Belém, p. 2318-7603, 2016. Disponível em: <http://eventos.ecogestaobrasil.net/congestas2016/trabalhos/pdf/congestas2016-et-05-015.pdf>. Data de acesso: 12/09/2021

DRUM, F. C. *et al.* **Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores**. Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria; Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET, Santa Maria, 2014. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/270299811.pdf>. Data de acesso: 04/10/2021

GASPAR, L. Bairros do Recife. **Pesquisa Escolar Online**, 2017. Disponível em: <http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php>. Acesso em: JAN 2020.

GOOGLE, Maps; GOOGLE, Earth. Aplicativo de GPS utilizado no Georreferenciamento dos pontos de coleta e na criação do mapa. Google. Setembro 2019

LÁZARO, P. H. B. **Avaliação de qualidade de água de chuva de telhados verdes para usos não potáveis**. Dissertação apresentada à Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas, LIMEIRA, 2020. 144.

OLIVEIRA, Í. J. L. D. S. *et al.* **Benefícios da implantação dos jardins de chuva no meio urbano**. XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Vitória, 2020.

OLIVEIRA, J. C. A. D. L. **Análise Qualitativa de Poluentes na Água de Chuva em Diferentes Cenários no Semiárido Pernambucano: Zona Urbana, Zona Rural e Área Industrial**. Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru, PE. 2016.

OLIVEIRA, Y. M. **Diagnóstico de ilhas de calor e chuva ácida na cidade do Recife: Estudo de caso no bairro da boa vista**. Universidade Católica de Pernambuco, Recife, Agosto 2020. 11.

PAIVA, S. C. D. *et al.* **Análise da qualidade da água de chuva no bairro da boa vista, recife, pernambuco.** IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental São Bernardo do Campo/SP, São Bernardo do Campo, novembro 2018.

PEREIRA, A. P. **Avaliação da qualidade da água da chuva, Lajedo,** novembro 2014.

PEREIRA, G. C. **Seleção de características morfofisiológicas no biomonitoramento das chuvas ácida ou fluoretada em duas espécies arbóreas.** Univerdade Federal de Lavras. Lavras, MG. 2013.

RODRIGUES, D. A. **Avaliação do potencial bioindicador de *Spondias mombin* e *Ricinus Communis* em exposição ao fluoreto de potássio via chuva simulada em ambiente controlado.** Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS – AGRONOMIA, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. -Campus, Rio Verde, Rio Verde, 2021.

SANTOS, V. D.; GASTMANS, D. Monitoramento da Composição Isotópica e Físico-Química da Água de Chuva no Município de Rio Claro (SP). **Trabalho de Conclusão de Graduação apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, para obtenção do grau de bacharel em Geografia.,** Rio Claro, 2015.

SILVA, M. T. S.; SILVA, R. F.; MOTA, J. M. F; CARVALHO, R. M. C. O. **Limites geográfico da pluma de odor da Estação de Tratamento de Esgotos de Curado, Recife-PE, Nordeste do Brasil.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade. Vol.8, nº 18, p 635-652, 2021. Disponível em: <http://revista.ecogestaobrasil.net/v8n18/v08n18a42a.html>. Data de acesso: 11/02/2022

SPERLING, M. V. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos.** Princípios do Tratamento Biológico de águas de residuárias., 2014. 452.