

IX-018 - INVESTIGAÇÃO DE CHUVA ÁCIDA NA ÁGUA DE ESCOAMENTO NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

Eduardo Antonio Maia Lins⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade de Pernambuco (UPE). Mestre e Doutor em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Docente do Instituto Federal de Pernambuco (campus Recife) e da Universidade Católica de Pernambuco.

Sérgio Carvalho de Paiva⁽²⁾

Engenheiro Químico e Licenciado em Química pela Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP). Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Docente da Universidade Católica de Pernambuco.

Ana Carolina Albuquerque Barbosa⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Católica de Pernambuco.

Josicléia de Souza Ferreira⁽⁴⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Católica de Pernambuco.

Marina Queiroz Rodrigues Aniceto⁽⁵⁾

Graduanda em Engenharia Química pela Universidade Católica de Pernambuco.

Endereço⁽¹⁾: Rua Professor Souto Maior, 33 apto 1303 – Casa Amarela- Recife - PE - CEP: 52051 – 240, Brasil - Tel: (81) 99965-3819, e-mail: eduardomaialins@gmail.com

RESUMO

O estudo da qualidade da água escoada é fundamental, tanto para caracterizar as consequências de uma determinada atividade poluidora, quanto para se estabelecer os meios para que satisfaça determinado uso da água. Este trabalho teve como objetivo realizar a análise do escoamento de águas de chuvas escoadas, na Região Metropolitana do Recife, a fim de identificar uma possível presença de acidez na água da chuva escoada das edificações, bem como parâmetros relacionados aos impactos. A metodologia utilizada para análise da água escoada foi o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de 2012. As coletas realizadas nos tubos de queda da drenagem de água pluvial no bairro da Boa Vista, tiveram valores de pH bastante semelhantes e expressivos, sendo o maior valor de 6,91 e o menor de 6,24. Já nos demais locais estudados, os valores encontrados do pH foram superiores comparados ao bairro da Boa Vista, sugerindo que se trata de uma região potencialmente poluidora.

PALAVRAS-CHAVE: Precipitação, Escoamento, Qualidade da água.

INTRODUÇÃO

De acordo com GOLDEMBERG (2008), o meio ambiente é fruto de diversas mudanças devido a suas próprias causas naturais. No entanto, à partir do século XX com as grandes revoluções que ocorreram ao redor do mundo, as ações causadas pelo homem passaram a ter grande importância no âmbito ecológico, visto que foram ações que aceleraram em grande escala essas mudanças ambientais. A poluição atmosférica, por exemplo, tem aumentado em níveis preocupantes, gerando consequências danosas a saúde humana e ao meio ambiente. A chuva ácida é um fator que está atrelado à elevação do grau poluente no ar, a qual tem recebido atenção científica, devido seu possível prejuízo. (CALLEGARO et al., 2015)

A poluição gerada pelas fábricas e carros, que queimam combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo, um pouco se precipita, depositando-se sobre o solo e árvores, e a outra parte circula na atmosfera e se mistura com o vapor de água, passando a existir o risco da chuva ácida. Essas chuvas adquirem assim um efeito corrosivo para a maioria dos metais, calcário e outras substâncias. (JAQUES et al, 2006)

Normalmente, a chuva é fracamente ácida, com pH de 5,7 devido à presença de ácido carbônico, H_2CO_3 , que resulta da combinação do gás carbônico, CO_2 , com água, H_2O . O ácido carbônico é um ácido fraco quando comparado ao ácido sulfúrico. Entretanto, vários outros gases que são produzidos em inúmeros processos

químicos, ao se dissolverem na água que compõe as nuvens, formam outros ácidos, muito mais fortes e prejudiciais. O fenômeno da chuva ácida é, principalmente, local pois a composição da chuva depende dos poluentes lançados naquele mesmo lugar. Algumas vezes, as nuvens poluídas se deslocam, regando áreas mais afastadas com sua água ácida (PORTO, 2004). Sabe-se também que existe com a chuva ácida, 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).

Segundo MARQUES et al. (2006), os estudos mais recentes sobre a acidez das chuvas, geralmente estão sendo realizado em regiões mais propensas a industrialização, onde se foi observado um efeito mais visível do resultado da interferência antrópica sobre o ambiente. Já na região escolhida para o diagnóstico, há uma grande quantidade de veículos automotores que passam diariamente pelo lugar, liberando gases que são possíveis potenciais para a chuva ácida.

A caracterização da acidez de águas de chuva baseia-se no equilíbrio entre água pura e dióxido de carbono (CO_2) atmosférico. Valor de pH 5,6 foi considerado “fronteira natural” nessa caracterização. Porém, valores de pH ao redor de 5 foram observados em regiões não poluídas, variando consideravelmente em função da eficiência da “limpeza atmosférica” pela água de chuva, assim como pelas condições geográficas dos ciclos de enxofre e nitrogênio ou emissões naturais de ácidos orgânicos. Desse modo, considera-se “chuva ácida” aquela que apresentar valor de pH < 5 e “chuva alcalina” aquela com pH > 6. Estudos sobre acidez em águas de chuva em regiões industrializadas mostraram valores de pH menores que 4,5 chegando a 2 para eventos isolados em algumas regiões. Em eventos com predomínio de espécies alcalinas, ou potencialmente neutralizantes da acidez (por exemplo, amônia, carbonato ou hidróxido), o valor de pH pode ser superior a 7 (FORNARO, 1991).

Recife é uma das capitais mais importantes do Brasil, ocupando o 7º lugar em população e o 8º em número de domicílios. Conhecida como a “Veneza Brasileira”, em função dos seus, mangues e rios, centralizada uma região metropolitana composta por 14 municípios denominada por RMR. Uma cidade 100% urbana, formados por 94 bairros, distribuídos em 220 km² de forma irregular (LARANJEIRAS PINTO, 2006).

Esse trabalho tem como objetivo analisar a água da chuva escoada na Região Metropolitana do Recife (Bairro da Boa Vista, na Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP; Bairro da Cidade Universitária, no Instituto Federal de Pernambuco – IFPE; Barra de Sirinhaém, Sirinhaém), caracterizando-se os principais parâmetros físico-químicos da água coletada. Além disso, foi analisado os possíveis impactos causados nas edificações pela chuva ácida.

MATERIAIS E MÉTODOS

- Locais Analisados:

Bairro da Boa Vista, Recife – PE:

Para fins deste estudo, o bairro da Boa Vista, localizado na cidade do Recife, foi escolhido por apresentar características básicas de locais que podem ser responsáveis pela chuva ácida, dentre elas, o alto fluxo de veículos. A Boa Vista, onde moram cerca de 15 mil pessoas e transitam mais de 400 mil veículos diariamente, podendo ser chamada de trajeto inevitável para quem circula pelo Recife. 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, sobretudo o casario mais antigo, com seus sobrados magros e altos, que utilizavam mármore em suas fachadas.

Bairro da Cidade Universitária, Recife – PE:

A Cidade Universitária integra a 4ª Região Político-Administrativa do Recife, a Oeste da cidade, que é formada por 12 bairros. Como o nome indica, o bairro surgiu em torno do campus da Universidade Federal de Pernambuco cuja construção teve início em 1948. A UFPE é anterior, foi criada em 1946 sob o nome Universidade do Recife, mas os primeiros edifícios do campus só foram inaugurados em 1958. O bairro é um

dos menos populosos do Recife: segundo o Censo IBGE, em 2010 a Cidade Universitária tinha uma população de apenas 1000 habitantes. Seu IDH em 2010 era de 0,858.

O bairro ocupa uma área de 162 hectares e, além da estrutura do campus da UFPE (hospital, bibliotecas, centros de pesquisa), abriga o gigante (hoje decadente) prédio da extinta Sudene – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, atualmente ocupado de forma parcial pela Justiça do Trabalho, além do IFPE onde recebe diariamente cerca de 8200 alunos. Trata-se de um bairro cortado pela BR-101 que é uma rodovia sob contexto do estado e do Brasil, onde nela (no contorno do Recife), circulam 60 mil veículos por dia.

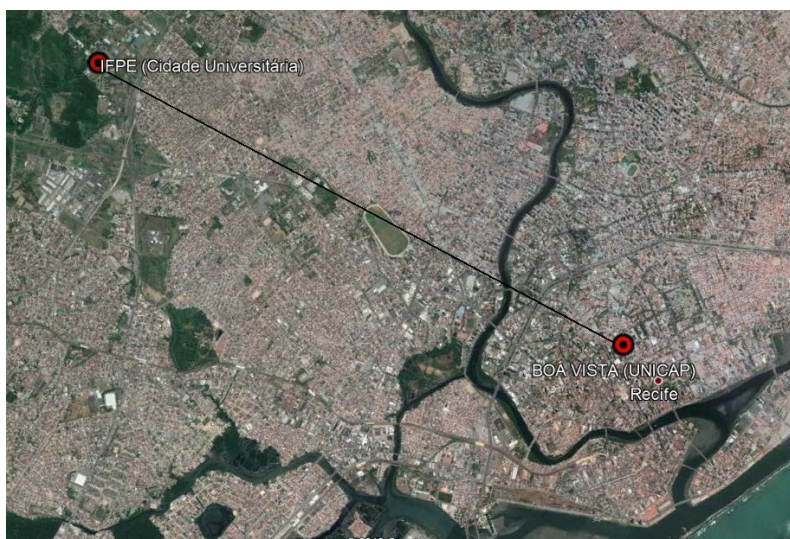


Figura 1: Distância entre os bairros da Boa Vista e Cidade Universitária (aproximadamente 6,82 km).

Bairro de Barra de Sirinhaém, Sirinhaém – PE:

Sirinhaém é um município brasileiro do litoral sul do estado de Pernambuco, Região Nordeste do país. Integra a Região Geográfica Intermediária de Recife e à Região Geográfica Imediata de Barreiros-Sirinhaém. Localiza-se a cerca de 76 km da capital do estado, Recife. Antigamente, o território municipal abrangia uma área maior, incluindo os atuais municípios de Gameleira e Palmares e atingindo o atual estado de Alagoas. A população municipal em 2013 foi estimada em 43,036 habitantes, ocupando desde então a trigésima nona colocação entre os municípios mais populosos do estado.

- Amostragem:

Foram usados para coletar a água da chuva escoada, recipientes esterilizados antes de cada coleta. Os recipientes foram colocados em pontos estratégicos dos bairros. Para o bairro da Boa Vista, utilizou-se um método de observação da área do bairro da Boa Vista e Cidade Universitária a fim de escolher o melhor posicionamento para os pontos de coleta da água da chuva por escoamento. Essa observação consistiu numa análise envolvendo a massa de veículos, pessoas que circulam a área e o tipo de edificação, que possam ser afetadas pelos efeitos dos fenômenos a serem estudados. A fim de realizar um paradoxo, o bairro de Barra do Sirinhaém foi escolhida por se tratar de um bairro litoral, onde circulam poucos veículos.

As análises realizadas foram caracterizadas de acordo com a Associação Americana de Saúde Pública - APHA, AWWA, WEF, 2012, metodologia padrão para exame de água e águas residuais. Analisaram-se os seguintes parâmetros: pH, cloreto, dureza, cálcio e magnésio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de água da chuva escoada foram coletadas nos meses de dezembro de 2017 a maio de 2018, sabendo-se que durante esse período a precipitação média até o mês de março é considerada baixa na Região

Metropolitana do Recife, aumentando à partir do mês de abril conforme observado na figura 2, do gráfico da média histórica de 30 anos na cidade do Recife.

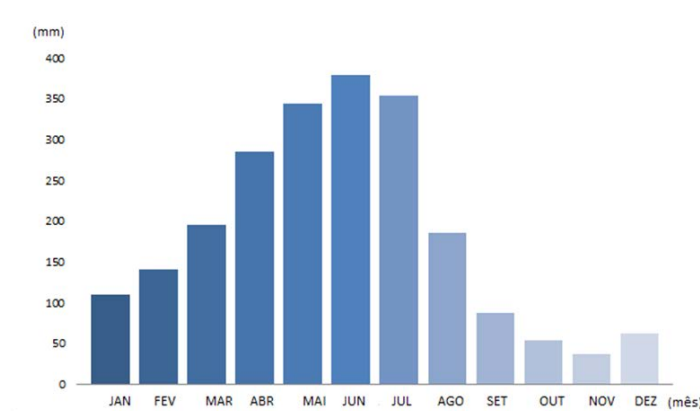


Figura 2. Gráfico colunar sobre a média das chuvas.

As amostras foram catalogadas e identificadas pelo local, data e hora das coletas, para que houvesse uma melhor organização. Em seguida foram realizadas as análises físico-químicas conforme legislação.

As coletas realizadas nos tubos de queda da drenagem de água pluvial no bairro da Boa Vista (UNICAP), tiveram valores de pH bastante semelhantes e expressivos, sendo o maior valor de 6,91 e o menor de 6,24, conforme apresentado na Figura 3. Segundo PORTO (2004), a chuva é fracamente ácida com pH de 5,7. Ressalta-se que a amostra advém de uma água escoada que pode adquirir em seu trajeto de escoamento, substâncias que possam mudar o caráter ácido/base da água. Na figura 3, também é apresentado uma comparação entre os valores do pH da Barra de Sirinhaém (BS) e do IFPE (IF), a primeira localizada na Zona da Mata Sul e o segundo localizado próximo a BR-101, onde circulam cerca de 60 mil veículos por dia, além de estar próximo ao pólo industrial da cidade do Cabo de Santo Agostinho. Mesmo assim a região do bairro Boa Vista apresentou os menores valores em relação aos outros pontos também analisados.

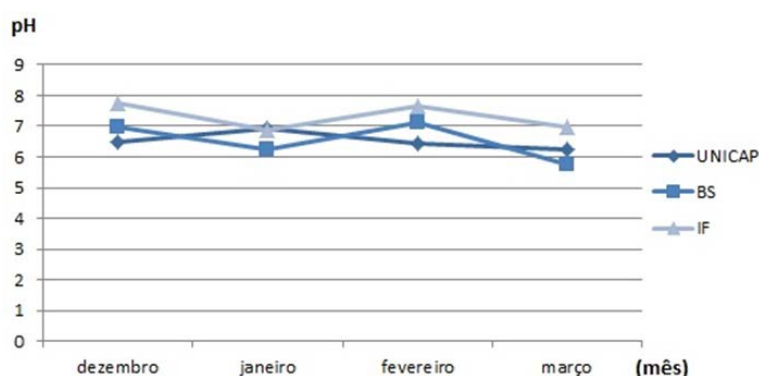


Figura 3: Comparação temporal do pH da água de chuva de escoamento.

Quanto a análise dos cloretos para água de chuva escoada das edificações, apresentados na Figura 4, não foram verificados elevados níveis de cloretos igualmente aos casos relatados por VACCARI et al., (2005), COSTA et al., (2007), JQUES et al., (2006) e PINHEIRO et al., (2005). Todos os valores encontrados estiveram abaixo do valor máximo (250 mg/L) estabelecido pela Portaria MS Nº2914/11 e dos valores máximos (100 ou 350 mg/L) estabelecidos por ANA/2005 (classe 3). Também se observou pouca influência nas análises do Barra de Sirinhaém, mesmo estando a cerca de 1 km do litoral.

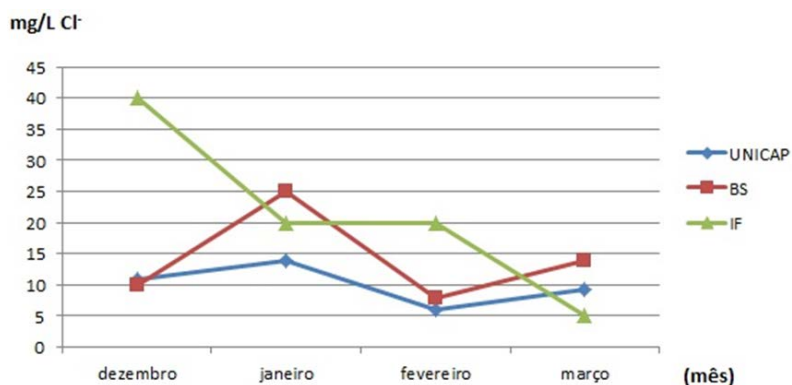


Figura 4: Variação temporal dos cloretos para água escoada.

Analisando-se as Figuras 2 e 5, observa-se que, com o aumento da precipitação pluviométrica, a dispersão dos poluentes (deposição úmida) é mais eficiente diminuindo assim a incidência de dureza total nas águas de escoamento. Além disso, há o advento de várias construções no entorno do ponto de coleta no bairro da Cidade Universitária (IFPE), podendo ser um fator potencial de influência do aumento dos íons de cálcio na água de escoamento, uma vez que há liberação do particulado, principalmente do cálcio, advindos das fachadas e coberturas de suas edificações bastante deterioradas pelo tempo. De acordo com Gonzaga et al. (2014), a formação de depósitos de sais em alvenarias e concretos ocorre pela cristalização dos sais das soluções aquosas, cuja saturação pode ser atingida em consequência da evaporação do solvente.

Embora que de acordo com LUNA et al., (2014), nas águas de chuva de escoamento analisadas, não foi identificada dureza elevada, cujo maior valor encontrado foi de 28,7 mg/L caracterizando-as como águas moles (dureza inferior a 50 mg/L) e favorecendo o uso destas águas em indústrias que utilizam sabão em seus processos de fabricação. Apenas para o mês de fevereiro as amostras do IFPE, excederam o valor disposto na norma no mês de fevereiro e com isso a água foi considerada “dura”.

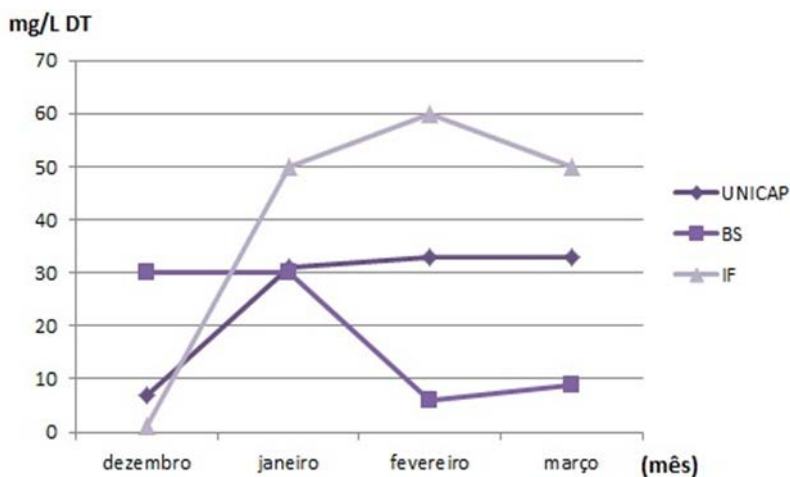


Figura 5: Variação temporal da Dureza total para água escoada.

O cálcio analisado (mg/L) nas amostras, apresentado na Figura 6, para o bairro da Cidade Universitária onde se localiza o IFPE, obedeceu ao comportamento da dureza e à partir do mês de abril houve um aumento acentuado dos seus íons na água de chuva do escoamento. De acordo com Gonzaga et al., (2014), problemas relacionados a eflorescência, por exemplo, nas edificações, está vinculada aos sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-terrosos (cálcio e magnésio), solúveis ou parcialmente solúveis em água. Pela água da chuva, o elemento irá estar saturado e os sais serão dissolvidos. Depois a solução migraria para a superfície e, estando disponível nas fachadas, e, em caso de novas precipitações, escoadas.

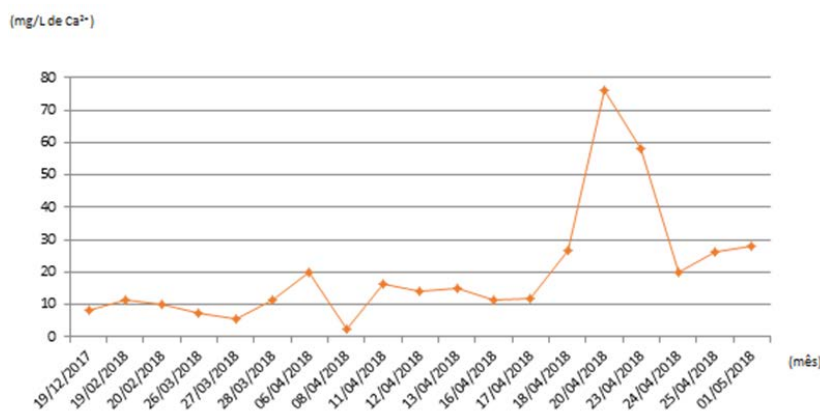


Figura 6. Variação temporal do íon de cálcio para água escoada.

CONCLUSÕES

Ao escoar pela superfície de captação, a qualidade da água perde sua qualidade, devido as impurezas presentes nas cobertas, principalmente após um período de estiagem. Esse fato ficou evidente quando da análise da água residual acumulada no fundo dos dispositivos de descarte dos primeiros milímetros de chuva, apesar de não terem sido detectadas diferenças significativas entre as médias dos diversos pontos de coleta e para os diversos parâmetros.

Como observado, os valores de pH das amostras apresentaram valores bastantes semelhantes, não se sobrepondo nos aspectos pesquisados. Porém, como se trata de uma água escoada, possivelmente os materiais particulados advindos dos telhados influenciaram no resultado. Caso necessite de uma reutilização da água escoada, deverá passar por um tratamento conforme os padrões da portaria 2914/11.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA-AWWA-WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22ª ed. Washington: Associação Americana de Saúde Pública, APHA. 1360 pp. 2012.
2. CALLEGARO et al. Efeitos da Chuva Ácida em recursos florestais. Universidade Federal de Santa Maria. Caderno de Biologia, Santa Maria, v. 27, n. 3, pp. 13-20, 2015.
3. CASTRO, A. S. Uso de Pavimentos Permeáveis e Coberturas Verdes no Controle Quali- Quantitativo do Escoamento Superficial Urbano. Porto Alegre, 2011. 142 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
4. COSTA et al. Análise físico-química da água de chuva na cidade de João Pessoa para uso não potável. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: ABCMAC. 2007.
5. DANTAS, A. R. Modelos espaciais aplicados ao mercado habitacional: um estudo de caso para a cidade do Recife. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Sociais e Aplicadas. Recife – PE. 2003.
6. FERREIRA, S. R. M., OLIVEIRA, R. A., OLIVEIRA, J. T. R. A dualidade da água nos materiais de construção civil. Universidade Católica de Pernambuco. Departamento de Engenharia Civil. Recife – PE. 2007.
7. FORNARO, A. Águas de chuva: conceitos e breve histórico. Há chuva ácida no Brasil?. Universidade de São Paulo. REVISTA USP. São Paulo –Sp, n 70, p. 78 – 80. 2006.
8. GOLDEMBERG, J.; VILLANUEVA, L. D. Energia, meio ambiente e desenvolvimento. 2006. Disponível em: <https://energypedia.info/wiki/File:PTenergia_meio_ambiente_e_desenvolvimento-JOS%C3%89GOLDEMBERG;et.al..pdf> Acesso em: 14 mar. 2018.
9. GONZAGA, L. B. T. Análise da Formação de Eflorescência nos Blocos Cerâmico em Russas-CE. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Graduação. 2014.

10. HAGEMANN, S. E. Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Tecnologia. Santa Maria – RS. 2009.
11. INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Precipitação total mensal. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/0B0M8YqRn9ONSWE5ueDZkV3Z1MjdQN1laSzNRRExmSG9YUUGw/view?usp=sharing>>. Acesso em: 19 de fev. 2018.
12. JQUES et al. Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações. In: Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 8. Fortaleza. Anais... Fortaleza: ABES. 2006.
13. LETRIA, J. J., ALBUQUERQUE, T. O alfabeto da natureza, Oficina dos livros e Sociedade. Editorial, Ltda. 1ª edição. 2011.
14. LUNA et al. Qualidade da água de chuva em João Pessoa: Estudo corporativo com diversos padrões de qualidade conforme os usos pretendidos para água em edificações residenciais. Universidade Federal da Paraíba. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais. 2014.
15. MARQUES, R. et al. Ensaios preliminares para o monitoramento da acidez da chuva em Cuiabá-MT. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 7. n. 1, p. 225-235, 2006.
16. MAY, S. Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo –SP. 2004.
17. PINHEIRO et al. Efeito da abstração inicial no aproveitamento da água de chuva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., Campo Grande. Anais... Campo Grande: ABES. 2005.
18. PINTO, L. F. E. Gestão dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário da região metropolitana do Recife e suas relações com o meio ambiente. Universidade Federal de Pernambuco. Gestão pública. 2006.
19. PORTO, R.H. Meio Ambiente e Chuva Ácida. São Paulo. Revista Eletrônica de Ciências – número 15. Janeiro, 2005.
20. RODRIGUES, P. S.; MARTINS, G.M. Acid rain (pollution). Encyclopædia Britannica. 2018.
21. SOUZA et al. Oficina temática: “simulando a produção de chuva ácida” como um tema norteador para o estudo de óxidos. v 10. Sergipe. 2014.
22. TEIXEIRA et al., Estudo comparativo da qualidade da água da chuva coletada em telhado com telhas de concreto e em telhado verde para usos não potáveis. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p.135 - 155, abr./jun. 2017.
23. VACCARI et al. Caracterização da água de chuva para o seu aproveitamento em edificações como fonte alternativa de água para fins não potáveis na região metropolitana de Vitória (ES). In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23., Campo Grande. Anais... Campo Grande: ABES. 2005.
24. ZAMBONI et al., (2012). Consciência Ambiental: Conceitos e aplicação inter-áreas de química e geografia com textos sobre chuva ácida.