**IMPACTO DA URBANIZAÇÃO NA PRECIPITAÇÃO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA USANDO PLUVIÔMETROS ALTERNATIVOS EM BELÉM E MARITUBA**

Halison Felipe Pimenta Almeida1; Carla Lyzandra Linhares2; Gabriela Albuquerque Marques3; Mônica Oliveira Rio Branco4; Tricia Santos Palheta5; Rhanna Clíssia Silva Sodré6; Hellem Cristina Texeira Rodrigues7

1 Mestrando em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental. Universidade Federal do Pará - UFPA. almeidaeng.amb@gmail.com

2 Engenharia Ambiental e de Energias Renováveis. Universidade Federal Rural da Amazônia -UFRA. carlalyzandra@gmail.com

3 Engenharia Ambiental. Faculdade Estácio de Belém. gabrielaalbuquerquemarques@gmail.com

4 Graduanda em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia -UFRA. monicabrancor@gmail.com

5 Engenharia Ambiental. Faculdade Estácio de Belém. palhetatricia@gmail.com

6 Graduanda em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia -UFRA. rhannaclissia@gmail.com

7 Mestre em Gestão de Riscos e Desastres Naturais. Universidade Federal do Pará - UFPA. hellem.cristinat@gmail.com

**RESUMO**

O estudo analisa o impacto da urbanização nos níveis de precipitação em Belém e Marituba, utilizando pluviômetros alternativos para coletar dados. A pesquisa aborda a mudança no uso da terra e suas implicações no ciclo hidrológico, destacando a importância de um monitoramento contínuo e comparativo. Os dados foram coletados em dois locais com diferentes coberturas de solo, e a análise estatística revelou que a média de precipitação em Belém foi superior à de Marituba, embora a precipitação máxima em Marituba tenha sido ligeiramente maior. O desvio padrão menor em Marituba indica uma homogeneidade maior nos dados de precipitação, com menos variações extremas. Os resultados sugerem que a urbanização influencia os padrões de precipitação, evidenciando a necessidade de um planejamento urbano sustentável para mitigar os impactos ambientais. A pesquisa também promove a conscientização ambiental e a participação da comunidade na coleta de dados, alinhando-se aos princípios de reutilização de resíduos sólidos.

**Palavras-chave:** Urbanização. Precipitação. Pluviômetro Alternativo.

**Área de Interesse do Simpósio:** Meteorologia.

**1. INTRODUÇÃO**

 Devido ao intenso desenvolvimento socioeconômico que estamos vivenciando, a mudança do uso e ocupação da terra está sofrendo constantes alterações, e em países que se encontram em desenvolvimento este impacto é ainda maior, devido à falta de planejamento e gestão adequada do território (Anderson et al., 2005).

 Anderson et al. (2005) também ressalta que o conhecimento e o entendimento destes processos ainda estão muito fragmentados para avaliar e estimar o vasto impacto destas mudanças nos sistemas naturais e humanos. As alterações ocorridas na cobertura do solo podem trazer mudanças na estrutura do solo afetando de forma indireta o recurso hídrico, em especial o subterrâneo. Problemas de qualidade e quantidade de água são evitados de maneira eficiente por meio de ações que focalizem a interação do sistema solo – planta – água – atmosfera de modo que um influência a qualidade e a quantidade do outro.

 O comportamento da precipitação de uma região é um dos fatores significativos para sua caracterização climática e estimativa da disponibilidade hídrica para diversos usos (Doorenbos; Kassam, 1994).

 A quantificação e interpretação desta é fundamental, tanto para a gestão dos recursos hídricos, como para o desenvolvimento de projetos em segmentos socioeconômicos dependentes do uso da água, como abastecimento, agricultura, transporte aquaviário, geração de energia hidrelétrica, saneamento e aquicultura (ANA, 2018).

 As chuvas naturais apresentam consideráveis alterações em termos de intensidade durante sua ocorrência, podendo ser classificadas em diferentes padrões ou perfis de acordo com a intensidade e a duração. Além disso, sabe-se que as características das chuvas mudam de região para região (Keller filho et al., 2005), obtendo-se diferentes padrões de chuva em cada uma delas.

 Monteiro (2019), ressalta que a investigação das precipitações é algo necessário e de grande importância para a compreensão da dinâmica climática decorrente em cada região. O levantamento de dados decorrente da investigação pluviométrica trás enormes contribuições no que diz respeito à sociedade, pois pode garantir a conscientização e preparo em eventuais aumentos drásticos do índice de pluviosidade em determinada região.

 O monitoramento por sua vez é realizado em estações meteorológicas e/ou climatológicas, por meio de pluviômetros ou pluviógrafos, e devido ao elevado custo para aquisição e manutenção destes equipamentos, torna-se oneroso à criação de uma rede de monitoramento desta variável, bem como de sua manutenção (preventiva e corretiva) (Latuf, 2012).

 Dessa forma, o uso de pluviômetros alternativos de plástico (comerciais) ou construídos a partir de material reciclável para medir a precipitação pluviométrica em um determinado local é muito comum, devido ao custo de aquisição de um pluviômetro padrão (Moretti de Souza et al., 2013), tornando-se importante para compreensão dessa variável climática, podendo contribuir para a o entendimento do seu comportamento tanto no espaço quanto no tempo em uma região (Silva, 2017).

 Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos da urbanização sobre os padrões de precipitação local, por meio de uma análise comparativa utilizando dados coletados por pluviômetros alternativos em Belém e Marituba, a fim de compreender as possíveis alterações microclimáticas decorrentes do crescimento urbano e suas implicações no ciclo hidrológico.

**2. MATERIAL E MÉTODOS**

 Para a realização deste estudo, foram selecionados dois pontos de coleta em áreas com diferentes coberturas de solo, localizados nos municípios de Belém e Marituba, no estado do Pará. As medições foram realizadas em dois locais específicos: um no bairro da Pedreira, em Belém, e outro no conjunto Beijar Flor, em Nova Marituba. Essa escolha permitiu uma comparação entre regiões com características urbanas distintas, possibilitando uma análise mais abrangente da influência da urbanização sobre a precipitação.

2.1 MATERIAIS ULTILIZADOS

 Para a medição da precipitação, foi utilizado um pluviômetro alternativo, construído a partir de garrafas PET recicladas. A construção do pluviômetro envolveu alguns materiais simples, incluindo 2 Garrafa pet lisa, Fita adesiva, Régua de plástico, Caneta permanente, Estilete, Areia, Cimento e uma ripa para oferecer suporte de sustentação para o pluviômetro. A montagem seguiu as seguintes etapas:

 **Etapa 1 - Seleção e Montagem do Dispositivo:** Para a construção deste dispositivo, foram utilizadas duas garrafas PET. Uma delas foi cortada para funcionar como o corpo do pluviômetro, enquanto a outra serviu como referência para calibrar a precisão das medições. A base do pluviômetro foi preenchida com uma mistura de areia, cimento e água, criando uma massa estável que oferece sustentação ao dispositivo. Essa mistura foi colocada no fundo da garrafa, preenchendo até pouco acima da linha entre a parte lisa e a base curvada. O calibrador foi usado para ajustar o funil do pluviômetro.

 **Etapa 2 - Instalação em Campo e Coleta de Dados**: Após a montagem, o pluviômetro foi instalado em uma área aberta, a uma altura de pelo menos 1,5 metros, para minimizar interferências externas. O funil atua como área de coleta, reduzindo a evaporação, enquanto a seção graduada permite o armazenamento e a leitura da precipitação acumulada. As coletas de dados foram realizadas diariamente, a cada 24 horas, com o nível ajustado a zero antes de cada nova leitura.

 **Etapa 3 - Período de Monitoramento e Registro:** O período de monitoramento ocorreu entre 3 de abril e 21 de maio de 2017, com leituras feitas diariamente às 7:00 da manhã, possibilitando um acompanhamento contínuo e comparativo ao longo dos 40 dias de estudo. O uso de material reciclável não só ajudou a reduzir custos, mas também promoveu a sustentabilidade, alinhando-se aos princípios de reutilização de resíduos sólidos.

2.2 ANÁLISE DOS DADOS

 Os dados coletados foram analisados estatisticamente para identificar padrões e correlações entre a urbanização e os níveis de precipitação. Gráficos e tabelas foram elaborados para facilitar a visualização das diferenças entre as duas regiões, permitindo uma comparação clara dos resultados.

**3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

3.1 ANÁLISE DE DADOS DE PRECIPITAÇÃO E INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO

 Os dados coletados durante o período de 40 dias foram analisados para determinar os níveis de precipitação em Belém e Marituba. As medições fora registradas em milímetros (mm) e apresentaram variações significativas entre as duas localidades. O Quadro 1 resume os principais parâmetros de precipitação observados, os resultados indicam que a média de precipitação em Belém foi superior à de Marituba, embora a precipitação máxima registrada em Marituba tenha sido ligeiramente maior. O desvio padrão menor em Marituba demostra que os dados de precipitação nessa região foram mais homogêneos, com menos variações extremas em comparação a Belém.

Tabela 1 **–** Análise dos dados de precipitação.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  **Região** | **Precipitação Mínima (mm)** | **Precipitação Média (mm)** | **Precipitação Máxima(mm)** | **Desvio Padrão (mm)** | **Coeficiente de Variação (%)** |
| Belém | 0,0 | 16,6 | 38,8 | 4,02 | 25 |
| Marituba | 0,0 | 10,9 | 40,0 | 3,30 | 30 |

Fonte:Elaborado pelo autor (2024).

Os gráficos (Figura 1) ilustram os registros de precipitação ao longo do período de estudo, permitindo uma visualização clara das variações diárias em cada região. A análise gráfica mostra que, embora Belém tenha apresentado picos de precipitação mais altos, Marituba demonstrou uma distribuição mais constante ao longo do tempo.

Figura 1 – Resgistro de precipitação em Belém e Marituba.



Fonte: Autor, 2024.

 A análise dos dados revela uma correlação entre a urbanização e os níveis de precipitação. Em Belém, a maior densidade de edificações e a impermeabilização do solo, resultante do asfaltamento e da construção de infraestruturas, parecem ter contribuído para um aumento na média de precipitação registrada. Isso pode ser atribuído ao efeito de "ilha de calor" urbano, que intensifica a evaporação e, consequentemente, a precipitação em áreas urbanas. O calor intenso gerado pelas ilhas provoca uma maiorr elevação do ar, o que pode intensificar a ocorrência de chuvas. Além disso, as ilhas de calor formam, durante o dia, uma região de baixa pressão que atrai o ar úmido das áreas ao redor, favorecendo a formação de nuvens. Por outro lado, Marituba, com uma cobertura vegetal mais significativa e menos urbanização, apresentou um padrão de precipitação mais estável e menos suscetível a variações extremas. A presença de áreas verdes tem um papel importante na retenção de água e na regulação do ciclo hidrológico, resultando em uma distribuição mais uniforme da precipitação.

3.2 ANÁLISE DE REGRESSÃO LINEAR

 A análise de regressão linear (Figura 2) foi realizada para investigar a relação entre a precipitação média mensal em Belém e Marituba. O coeficiente de determinação (R²) obtido foi de 0,104, indicando uma relação fraca entre as variáveis. Observa-se que as condições climáticas e os fatores locais que influenciam a precipitação em cada região são distintos e não podem ser diretamente comparados. A reta de regressão resultante mostra que, embora haja uma tendência de correlação, os pontos de dados se afastam significativamente da linha de ajuste, destacando que as variáveis não estão fortemente relacionadas. Essa análise é essencial para entender que, apesar da proximidade geográfica, as características urbanas e ambientais de cada localidade podem levar a padrões de precipitação diferentes.

Figura 2 – Análise de Regressão Linear entre Belém e Marituba.



Fonte: Autor, 2024.

 De modo geral, os dados obtidos têm implicações significativas para o planejamento urbano e a gestão de recursos hídricos. A compreensão dos padrões de precipitação em áreas urbanas distintas pode auxiliar na formulação de políticas públicas voltadas para a mitigação de problemas relacionados a enchentes e à gestão sustentável da água. Além disso, a utilização de pluviômetros alternativos pode ser incentivada em projetos de educação ambiental, promovendo a conscientização sobre a importância da medição da precipitação e da sustentabilidade.

**4. CONCLUSÃO**

 O presente trabalho revelou insights significativos sobre a influência da urbanização na precipitação. Através do uso de pluviômetros alternativos, foi possível coletar dados de precipitação de forma sustentável, utilizando materiais recicláveis, o que também destaca a importância da educação ambiental. Os resultados indicaram que, apesar de Belém apresentar uma média de precipitação superior, a variabilidade dos dados foi maior em comparação a Marituba, que, por sua vez, demonstrou um padrão de precipitação mais homogêneo. Essa diferença pode ser atribuída à urbanização intensa em Belém, que, ao aumentar a impermeabilização do solo e a temperatura local, contribui para um efeito de "ilha de calor" e, consequentemente, para um aumento na precipitação em áreas urbanas.

A análise de regressão linear revelou uma correlação fraca entre os dados de precipitação das duas localidades, enfatizando que fatores climáticos e ambientais distintos influenciam os padrões de precipitação em cada região. Em suma, os dados obtidos não apenas contribuem para o conhecimento científico sobre a precipitação em áreas urbanas e rurais, mas também têm implicações práticas para o planejamento urbano e a gestão de recursos hídricos. A pesquisa sugere a necessidade de políticas públicas que considerem as especificidades de cada região, promovendo a sustentabilidade e a resiliência diante das mudanças climáticas. Além disso, a utilização de métodos alternativos de medição, como os pluviômetros artesanais, pode ser uma ferramenta valiosa para a educação e a conscientização ambiental, incentivando a participação da comunidade na coleta de dados e na preservação dos recursos hídricos.

**REFERÊNCIAS**

ANA. **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA**). Outorgas Emitidas. 2018. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/outorga/outorgas-emitidas. Acesso em: 14/10/2024.

ANDERSON, L. O.; SHIMABUKURO, YOSIO E.; DEFRIES, RUTH S.; MORTON, D.; ESPIRITO-SANTO, F.; JASINSKI, E.; HANSEN, M. C.. Utilização de dados multitemporais do sensor MODIS para o mapeamento da cobertura e uso da terra. In: **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2005, Goiânia. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005. p. 3443-3450.

BORGES, E. B. M; PINA, N. V. M.; NASCIMENTO, C. F.; LATUF, M. O. **Confecção e calibração de pluviômetro alternativo como subsídio à medição de precipitação.**2012.12 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso)—Curso de Graduação em Geografia, Universidade Federal da Bahia, Barreiras, 2014.

DOORENBOS, J., KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (estudos da FAO: Irrigação e Drenagem 33, Tradução por H.R. Gheyi; A.A. Sousa; F.A. Damasceno; e J.F. de Medeiros - Tradução de Yield response to water).

KELLER FILHO, T.; ASSAD, E.D.; LIMA, P.R.S.R. Regiões pluviometricamente homogêneas no Brasil. ***Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília**, v.40, n.4, p.311-322, 2005.

LATUF, Marcelo & Borges, Édila & Pina, Núbia & Nascimento, Carla. (2012). **Confecção e calibração de pluviômetro alternativo como subsídio à medição de precipitação.**Disponível[Internet]em:>https://www.academia.edu/61041234/Confec%C3%A7%C3%A3o\_e\_calibra%C3%A7%C3%A3o\_de\_pluvi%C3%B4metro\_alternativo\_como\_subs%C3%ADdio\_%C3%A0\_medi%C3%A7%C3%A3o\_de\_precipita%C3%A7%C3%A3o?auto=download>Acesso:20/10/2024.

MONTEIRO, H. S.; FARIAS, F. O. Investigando a precipitação da chuva através de um “Pluviômetro Alternativo” no IFAM-CMC. **Educitec, Manaus**, v. 05, n. 11, p. 180-197, jun. 2019.

MORETTI DE SOUZA, J. L.; FERRARI SCHÄFER, R.; SCHÄFER, H.; JERSZURK, D. **PRECIPITAÇÃO MEDIDA COM PLUVIÔMETROS ALTERNATIVOS NA REGIÃO DE CURITIBA (PR)** Precipitation measured with alternative rain gauges in the region of Curitiba, Paraná, Brazil. Revista Acadêmica Ciência Animal, [S. l.], v. 11, p. 83–92, 2013. DOI: 10.7213/academica.10.S02.AO10. Disponível em: https://periodicos.pucpr.br/cienciaanimal/article/view/11276. Acesso em: 24/10/2024.

SILVA. C.W.G., FIGUEIREDO. A.C., RODRIGUES. E. S. Uso de instrumento de baixo custo na medição de precipitação pluviométrica no município de Salgueiro – PE. **Revista semiárido de Visu.** Capa V. 5, n. 1 (2017).

WMO. Guide to meteorological instruments and methods of observation. Geneva, **World Meteorological Organization**, 2010.