



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CONTRIBUIÇÃO DE UM PLUVIÔMETRO CASEIRO PARA O ENSINO DE CLIMATOLOGIA

Estêvão José da Silva Barbosa ^(a), Dayane Rafaela Vidal de Moraes ^(b)

^(a) Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento (FTG), Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Ananindeua, estevaojsb@ufpa.br

^(b) Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento (FTG), Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Ananindeua, daymoraesk@gmail.com

Eixo: Metodologias para o ensino de Geografia no ambiente escolar

Resumo/

No presente trabalho, faz-se a comparação entre os dados de um pluviômetro caseiro posicionado no Município de Santo Antônio do Tauá, na Região Imediata de Belém (PA), com dados de 4 estações meteorológicas. O objetivo foi o de fornecer subsídios para a validação de dados obtidos por meio destes pluviômetros. Verificou-se forte e muito forte correlação com os totais mensais de precipitação, associado ao padrão sazonal regional: um período mais chuvoso ou “inverno”, e um mais seco ou “verão”. O tipo climático identificado foi o Af. A correlação dia a dia foi fraca e desprezível, o que possivelmente está relacionado com a estação seca, caracterizada por chuvas rápidas e/ou pouco volumosas que atingem de modo diferenciado os espaços locais. Além de garantir uma margem de confiabilidade para a coleta de campo, a análise abre para o debate sobre a influência dos fenômenos atmosféricos sobre o cotidiano dos municípios.

Palavras chave: Climatologia, pluviômetro caseiro, Amazônia.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

1. Introdução

A Climatologia trabalha com séries de dados a respeito dos elementos do tempo, as chamadas normais climatológicas (NC). O tempo meteorológico, por definição, refere-se ao estado momentâneo da atmosfera em um local, em suas propriedades químicas, físicas e dinâmicas. Alguns dos elementos do tempo são a insolação (radiação), a pressão atmosférica, a temperatura e a umidade relativa do ar, a direção e a velocidade dos ventos, o ponto de orvalho e as precipitações. O clima é entendido como a média destes elementos num período de 30 anos, que resulta em um padrão habitual da sucessão das condições atmosféricas ao longo das estações (AYODADE, 1996).

Na ausência de estações e outros meios técnicos de coleta, observação, medição e registro de dados meteorológicos, colocam-se alternativas como o pluviômetro caseiro, o qual é um equipamento simples utilizado como experimento no ensino de Geografia Física e, particularmente, de Climatologia.

O registro da altura da chuva, no pluviômetro caseiro, pode ser feito diariamente ou no intervalo de horas, semelhante ao que faz o observador meteorológico em uma estação convencional. No presente trabalho, faz-se a comparação entre os dados de um equipamento deste tipo posicionado no Município de Santo Antônio do Tauá, na Região Imediata de Belém (PA), com dados de 4 (quatro) estações meteorológicas próximas.

Esta análise teve por objetivo fornecer subsídios para a validação de dados obtidos por meio de pluviômetros caseiros. Após a validação é possível fazer análises climatológicas para áreas com ausência de estações meteorológicas, apoiando-se em fontes primárias e em secundárias. O experimento faz parte das atividades de ensino da Disciplina “Fundamentos de Climatologia” na Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento (FTG) da Universidade Federal do Pará (UFPA) – Campus Ananindeua.

2. Materiais e Métodos



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

O pluviômetro caseiro utilizado no presente experimento foi construído com garrafa PET cortada em 2 (duas) partes (corpo e funil), ao qual foi fixada uma régua de 30 cm para medir a altura da chuva. Os dados são coletados diariamente, sempre que há precipitação, e a medição e o registro são feitos por volta de 22h a 00h00. Os dados são uma aproximação ao real, sendo possível observar, somente, alterações da coluna de água iguais ou maiores a 1 mm. Faz-se a anotação manual em uma planilha, sempre que possível com a informação sobre o período do dia em que houve chuva (manhã, tarde, noite e madrugada). Por fim, os dados são sistematizados em planilha eletrônica, no *software* LibreOffice Calc.

O experimento teve início no dia 12 de julho de 2017, mantendo-se desde então de modo contínuo. O ponto aproximado de referência da coleta, na cidade de Santo Antônio do Tauá (PA), tem por coordenadas 01° 09' 10" S e 48° 07' 55" W. O pluviômetro deve ser posicionado em local aberto, acima do solo e a certa distância de árvores e construções.

Para a comparação e validação de dados foram baixadas as planilhas da plataforma HidrowebANA – Séries históricas, no formato XLS (Fig. 1). Buscou-se as séries completas, com dados diários e mensais, para as estações convencionais de Belém – Cosampa (Código 148021), Santa Izabel do Pará (148003), Castanhal (147007) e Vigia (048006). Todas elas integram a Região Imediata de Belém e estão localizadas a menos de 100 km de distância do ponto de coleta pelo pluviômetro caseiro.

Na Hidroweb-ANA as séries se encontram atualizadas até o mês 02/2018, e mesmo no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) há uma limitação temporal dos dados para um intervalo de 90 dias retrospectivos, abrangendo um número menor de estações.

No LibreOffice Calc fez-se a média dos dados mensais de precipitação, chegando-se à normal climatológica (NC) 1981-2010 para Santa Izabel do Pará, e 1982-2011 para Vigia. Para Belém e Castanhal foram utilizadas as NC 1981-2010 já disponíveis no INMET – Climatologia.

Os valores de precipitação diários e mensais foram correlacionados com os dados do pluviômetro caseiro, por meio do Coeficiente de Correlação de Pearson, que varia de -1 (total



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

correlação negativa) a 1 (total correlação positiva), classificando-se em desprezível, fraca, moderada, forte e muito forte. A correlação se limitou à disponibilidade de séries em comum para todos os locais, de 01/08/2017 a 28/02/2018.

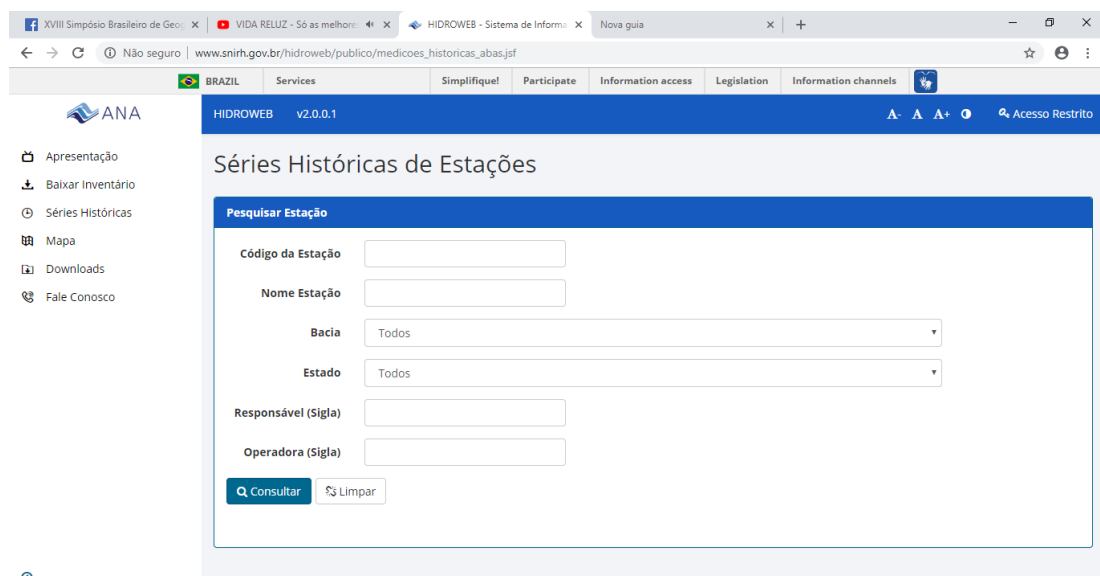


Figura 1 – Plataforma Hidroweb-ANA

Fonte: ANA (2019)

A partir das NC disponíveis no INMET foram elaborados mapas climatológicos do Estado do Pará, utilizando os dados de diversas estações meteorológicas, com o objetivo de determinar os tipos de clima seguindo os parâmetros da classificação de Köppen-Geiger (temperatura média no mês mais frio $> 18^{\circ} \text{C} = \text{A}$; precipitação média no mês mais seco $\Rightarrow 60 \text{ mm} = \text{f}$; precipitação anual média $< 60 \text{ mm} = \text{m}$ em precipitação anual média $\Rightarrow 2.000 \text{ mm}$, e w em precipitação anual média $< 2.000 \text{ mm}$ – chuvas no verão/outono).

Foi empregado, na produção dos mapas, o *software* QGIS 2.18.25 – Las Palmas, ferramenta de interpolação, que permite extrapolar os dados vetoriais pontuais das estações para uma superfície contínua em arquivo *raster*, o qual, posteriormente, foi utilizado para a extração de contorno de isolinhas (isotermas e isoietas).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

3. Resultados e discussões

3.1. Classificação climática

A área compreendida pelos municípios de Belém, de Santa Izabel do Pará, de Santo Antônio do Tauá, de Castanhal e de Vigia, dentre outros nas proximidades, possui médias de temperatura no mês mais frio em torno de 23° C a 24° C, elevando-se para o norte à medida que se caminha na direção da Linha do Equador (Fig. 2). Nestas condições, o tipo climático se enquadra no Grupo A da classificação de Köppen-Geiger, dos climas tropicais quentes.

Por sua vez, a precipitação no mês mais seco é igual ou superior a 60 mm na maior parte desta área (Fig. 3), identificando a predominância do clima Af – tropical chuvoso. É nítido, porém, que para norte e leste o clima transiciona para o Am – tropical de monção, com a redução da pluviosidade no mês mais seco. Apenas o Município de Vigia se enquadra em sua quase totalidade no tipo climático Am.

Neste contexto, observa-se que do ponto de vista da classificação climática há uma maior correspondência do Município de Santo Antônio do Tauá com Belém, Santa Izabel e Castanhal, no tipo Af. Isto indica a sua localização na borda da “célula” de clima tropical megatérmico e superumido que existe no entorno de Belém e da baía do Marajó, área que se apresenta como uma das mais chuvosas da Amazônia.

3.2. Sazonalidade

Os dados do pluviômetro caseiro permitem considerar uma série de dados diários, mensais e sazonais entre 12/07/2017 e 31/01/2019, sendo, portanto, ainda inconsistentes para a elaboração de uma NC provisória (10 anos de medições). Fez-se, assim, o cotejo com as NC 1981-2010 ou 1982-2011 das demais estações (Tab. 1).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

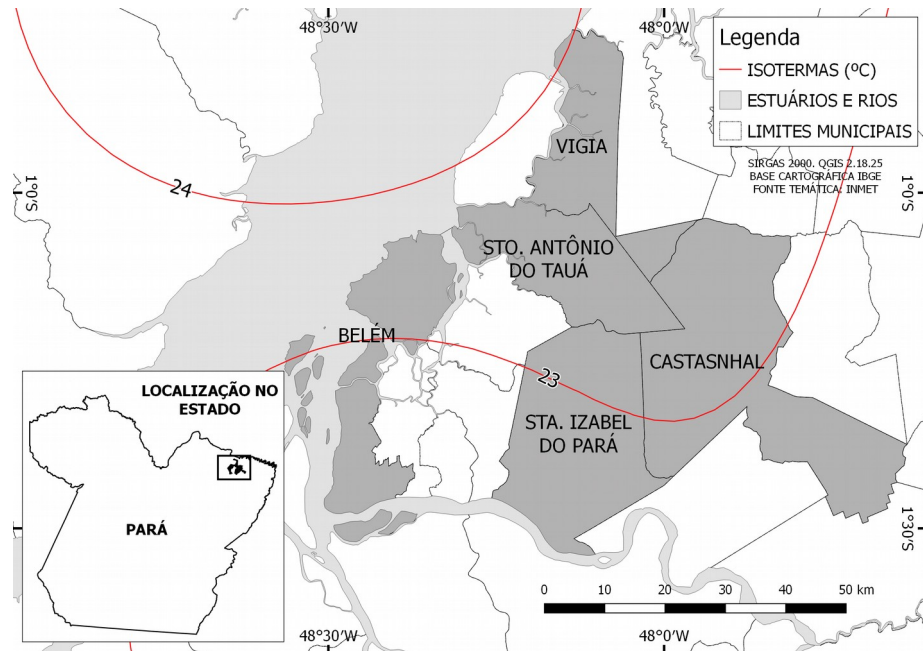


Figura 1 – Temperatura média do mês mais frio em parte da na Região Imediata de Belém (PA)

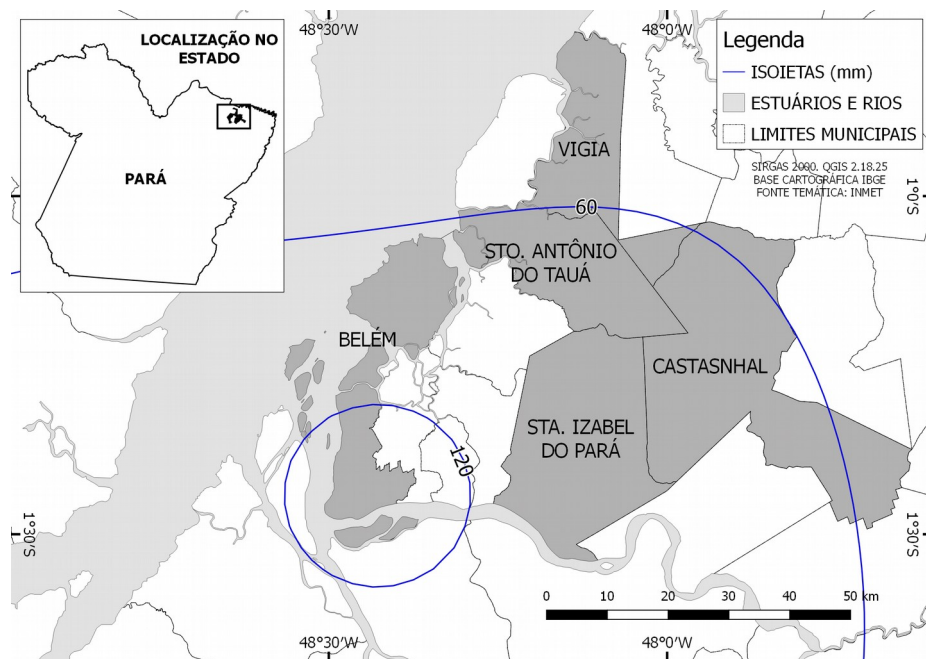


Figura 2 – Precipitação média no mês mais seco em parte da na Região Imediata de Belém (PA)



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

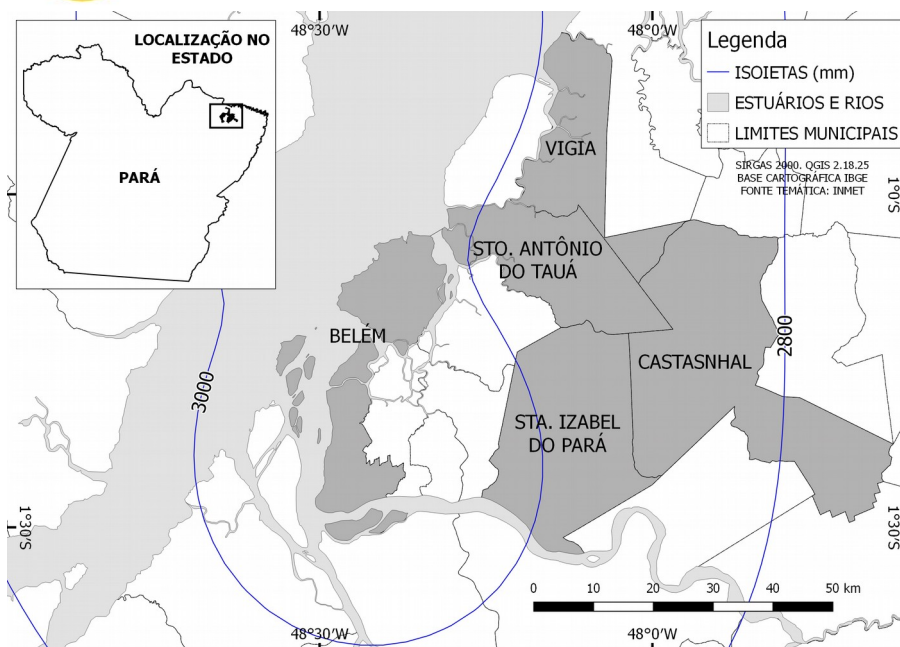


Figura 3 – Precipitação anual média em parte da na Região Imediata de Belém (PA)

Tabela 1 – Precipitação média em estações selecionadas

| LOCAL | JAN | FEV | MAR | ABR | MAIO | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|---|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| NC – 1981/2010* e 1982/2011** | | | | | | | | | | | | |
| Belém* | 385 | 400 | 450 | 424 | 298 | 185 | 135 | 135 | 128 | 129 | 127 | 268 |
| Sta. Izabel* | 343 | 367 | 432 | 386 | 299 | 195 | 170 | 143 | 110 | 97 | 96 | 205 |
| Castanhal* | 321 | 366 | 442 | 389 | 304 | 213 | 186 | 125 | 80 | 68 | 72 | 148 |
| Vigia** | 324 | 382 | 463 | 423 | 327 | 217 | 200 | 152 | 50 | 43 | 41 | 136 |
| Precipitação acumulada em Santo Antônio do Tauá | | | | | | | | | | | | |
| 2017 | s/d | s/d | s/d | s/d | s/d | s/d | s/d | 189 | 96 | 215 | 59 | 272 |
| 2018 | 201 | 601 | 421 | 464 | 466 | 157 | 190 | 143 | 69 | 87 | 154 | 337 |
| 2019 | 248 | s/d | s/d | s/d | s/d | s/d | s/d | s/d | s/d | s/d | s/d | s/d |

Fonte: elaborado com dados do INMET (2019), ANA (2019) e coleta de campo.

NC = normal climatológica; s/d = sem dados



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Por se tratar dos dados ainda não consolidados, isto é, sem as médias, nota-se que os acumulados mensais se afastam das NC em várias situações, seja para cima ou para baixo, em razão da variabilidade natural do clima e do efeito de anomalias. Os meses 10/2017, 02/2018 e 12/2018, por exemplo, registraram chuva acima das médias de todas as estações, enquanto os meses 01/2018 e 01/2019 oscilaram para baixo.

Para o período com dados em comum entre o pluviômetro caseiro e todas as estações meteorológicas (08/2017 a 02/2018), a correlação dos acumulados mensais foi expressiva, o que garante uma certa margem de confiabilidade para a coleta de campo. Os valores foram os seguintes: Vigia 0,90 (muito forte); Belém 0,89 (forte); Santa Izabel e Castanhal 0,84 (forte).

Apesar disso, a altura da chuva variou bastante (Fig. 4), fato esperado durante o período menos chuvoso que na Amazônia é chamado de “verão”, e na Região de Belém se prolonga de agosto a meados de dezembro. A partir de dezembro tem início o “inverno” ou período chuvoso, tanto que a curva de chuva no gráfico é ascendente, mostrando tendência geral de aumento das precipitações.

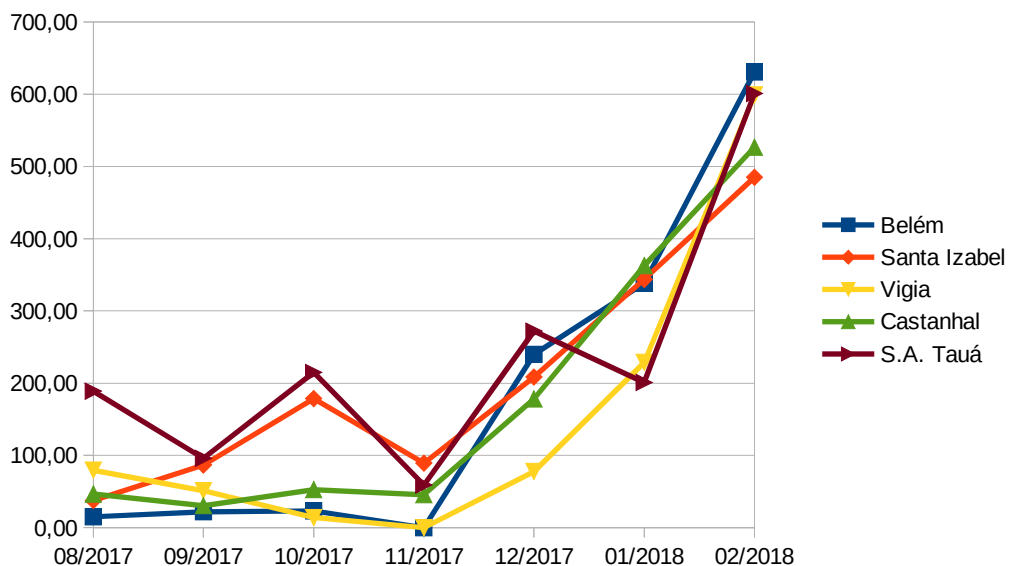


Figura 4 – Altura da chuva (mm) entre os meses 08/2017 a 02/2018 em locais selecionados

Fonte: elaborado com dados de ANA (2019) e coleta de campo



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Houve uma clara tendência de redução da pluviosidade no segundo semestre do ano, quando ocorre o “verão” amazônico, caracterizado por estiagens e, ocasionalmente, sub-secas em alguns locais; e uma maior concentração entre dezembro e junho, no chamado “inverno” regional (MARENGO; NOBRE, 2009).

Apesar da série limitada temporalmente, os dados de campo indicaram para o ano de 2018 o quadrimestre mais chuvoso fevereiro/maio, coincidente com o trimestre mais chuvoso na NC das estações consultadas, entre fevereiro/abril. O mesmo ocorre com o quadrimestre mais seco, agosto/novembro, sendo que o trimestre mais seco da NC é setembro/novembro. Para toda a série, o maior valor acumulado mensal ocorreu em 02/2018, com 601 mm; e o menor em 11/2017, com 59 mm.

A coleta de campo, assim, confirmou o padrão de sazonalidade regional desta parte da Amazônia, a Região Imediata de Belém.

3.3. Precipitação diária e eventos extremos

Os valores diários de chuva (altura - mm) entre 12/07/2017 a 28/02/2018 em Santo Antônio do Tauá apresentaram média de 7,72 mm, e vários dias com valor acima de 10 mm (Fig. 5). O desvio-padrão indicou um limiar de 21,55 mm para os dias muito chuvosos, que se distribuem ao longo do ano, embora sejam mais comuns no período chuvoso (“inverno”), regime este tipicamente tropical úmido. No período menos chuvoso (“verão”) são comuns os dias consecutivos sem chuva.

Em 18 dias, do total de 569 com medição pelo pluviômetro caseiro, a altura da chuva ultrapassou os 50 mm, 1 (um) deles chegando a 103 mm em 09/10/2017, que foi o evento mais extremo entre os registros efetuados. Nestes dias, verificam-se inundações e alagamentos que podem ser excepcionais nas épocas de maior precipitação mensal.

Para uma confirmação dos dados, fez-se a correlação entre os acumulados diários de chuva, a qual, ao contrário da correlação mensal, apresentou valores baixos. Destacou-se a



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

estação Belém, com 0,41 (fraco); Vigia 0,29 (fraco) e Castanhã 0,27 (fraco); com a menor correlação em relação a Santa Izabel 0,11 (desprezível).

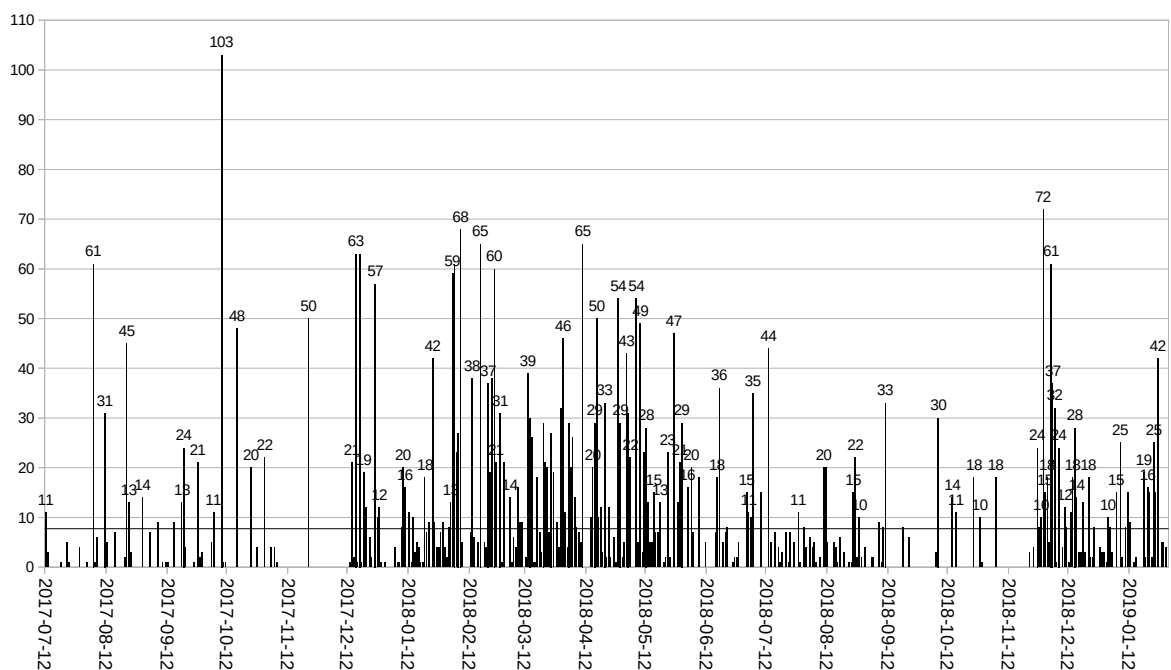


Figura 5 – Altura da chuva (mm) entre os dias 12/07/2017 e 31/01/2018 em Santo Antônio do Tauá (PA)

Fonte: elaborado com dados de coleta de campo

Esta correlação, conforme já dito, refere-se ao intervalo de apenas alguns meses, que se estendeu durante o “verão” de 2017 (ago-dez) e início do “inverno” de 2018 (dez-fev). Assim, uma explicação para esta baixa correlação diária pode estar na abrangência mais localizada das chuvas no “verão”, quando ocorrem na forma de temporais e/ou pancadas que duram, geralmente, apenas alguns minutos e atingem espaços reduzidos. Por isso, é comum durante o “verão” chover em um local, e nas áreas próximas não.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Devido à limitação do olho humano, valores abaixo de 1 mm não foram observados na régua do pluviômetro, e por isso deixaram de ser registrados, o que ocorre nos casos de chuvas muito rápidas e/ou pouco intensas.

Os dias efetivos com chuva, deste modo, são os que acumularam a partir de 1 mm, notando-se no gráfico da Figura 5 uma grande concentração deles no “inverno”, a partir de dezembro e se prolongando até maio. Nesta época, a Região de Belém está sob influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que provoca uma forte instabilidade com chuvas diárias e mais volumosas e/ou duradouras.

4. Considerações finais

A experiência com os pluviômetros caseiros, na ausência de equipamentos precisos de coleta, medição e registro dos elementos do tempo, mostra-se como uma ferramenta de ensino relevante para a Geografia Física e a Climatologia em particular.

Primeiro, porque o conhecimento do clima sai de uma esfera puramente teórica, ou do senso comum, para uma esfera mais instrumental ou técnica. Um evento pluviométrico de 1 mm, 10 mm ou 50 mm, por exemplo, pela sua observação direta permite fazer relações com as condições do tempo e a dinâmica do clima. Segundo, porque são gerados dados primários em áreas muitas vezes descobertas por estações meteorológicas, oferecendo a possibilidade de mapeamento de escala grande e de entender o tempo e o clima na escala local, além de fazer correlações com os fatos regionais.

Aqui, foram apresentados os dados de um pluviômetro caseiro posicionado em Santo Antônio do Tauá (PA), de 12/07/2017 a 31/01/2019. Para sua validação, fez-se a discussão com base em dados de estações meteorológicas próximas. A validação é uma estratégia que confere certo grau de confiabilidade à coleta de campo, ao constatar se as curvas diárias e sazonais acompanham ou são muito díspares em relação às curvas das estações.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Por não se tratar de uma medição precisa, o registro da chuva é uma aproximação ao real. Apesar disso, verificou-se a forte e muito forte correlação com os totais mensais de precipitação nas estações próximas, associado ao padrão sazonal da Região de Belém, com um período mais chuvoso no primeiro semestre, ou “inverno”, e um mais seco no segundo semestre, ou “verão”. O tipo climático identificado foi o Af. de regime tropical equatorial, que predomina na área tomada para análise (sub)regional.

Por outro lado, a correlação dia a dia foi fraca e desprezível, o que possivelmente está relacionado com o tipo de chuva na estação mais seca, caracterizada por chuvas rápidas e/ou pouco volumosas que atingem de modo diferenciado os espaços locais. Os dados para correlação, em comum para todas as estações, limitaram-se em sua maior parte ao “verão” do ano de 2017, entre agosto e dezembro.

O registro de eventos extremos, a variabilidade natural e as anomalias climáticas, por sua vez, abrem caminho para a continuidade das análises, pois foram pouco explorados no presente trabalho. Ao conhecer os fenômenos atmosféricos locais, pode-se, também, fazer o debate mais profícuo sobre a influência deles no cotidiano dos municípios.

5. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Hidroweb – Séries históricas**. Disponível em: ><http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/apresentacao.jsf><. Acesso: 01 fev. 2019.

AYOADE, J. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. 4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Climatologia – Clima**. Disponível em: ><http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas><. Acesso: 15 jan. 2019.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Clima da região amazônica. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. (Orgs.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p.197-212.