



DEFINIÇÃO DE ANOS-PADRÃO PARA O MUNICÍPIO DE ABAETETUBA-PA, A PARTIR DE DADOS PROVENIENTES DE PRECIPITAÇÃO ESTIMATA

Definition of standard Years for the municipality of Abaetetuba-PA, based on data from estima precipitation

Sthefani Gabrielle de Carvalho Bastos

Curso de Meio Ambiente, IFPA Campus Abaetetuba/PA

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1919-6888>

maluxcb@gmail.com

Giselle de Cássia Cardoso Marinho

Curso de Meio Ambiente, IFPA Campus Abaetetuba/PA

ORCID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

gisellemarinho02112004@gmail.com

Lucas Pereira Soares

Docente. Mestre em Geografia, Curso de Geografia IFPA Campus Abaetetuba/PA

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9980-3908>

lucas.soares@ifpa.edu.br

Artigo recebido em 01/06/2021 e aceito em 30/10/2021

RESUMO

A proposta deste estudo é desenvolver, com base no uso de dados de precipitação estimada do *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS) version 2.0 (v2.0)*, a eleição de anos-padrão ao município de Abaetetuba, localizado no estado do Pará. Considerou-se a aplicação do método dos quantis, seguindo as orientações de Pinkayan (1966) e Xavier (2001), a partir de uma análise por histogramas e pela interpretação da espacialização geoestatística dos dados. A base utilizada é composta de 87 postos de precipitação estimada do *CHIRPS v2.0* e compreende uma série temporal de 30 anos, no período entre os anos de 1990 e 2019. Os dados foram organizados conforme os critérios adotados para a definição por classes quantílicas, seguido de organizações representativas para melhor tratamento e espacialização. Após isso, puderam ser quantificados por histogramas e espacializados cartograficamente aos limites municipais, sendo interpretados e eleitos conforme avaliação conjunta pelos critérios quantitativo e qualitativo.

Palavras-chave: Precipitação estimada; Climatologia geográfica; Quantis.

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop, based on the use of estimated precipitation data from the Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS) version 2.0 (v2.0), the election of standard years for the municipality of Abaetetuba, located in the state of Pará. The application of the quantile method was considered, following the guidelines of Pinkayan (1966) and Xavier (2001), based on an analysis by histograms and the interpretation of the geostatistical spatialization of the data. The base used is composed of 87 estimated precipitation stations from CHIRPS v2.0 and comprises a 30-year time series, in the period between 1990 and 2019. The data were organized according to the criteria adopted for the definition by quantile classes, followed by representative organizations for better treatment and spatialization. After that, they could be quantified by histograms and cartographically spatialized to the municipal limits, being interpreted and chosen according to the joint evaluation by the quantitative and qualitative criteria.

Keywords: Estimated precipitation; Geographic climatology; Quantiles.

1. INTRODUÇÃO

A Climatologia Geográfica, por meio do ritmo de sucessão dos tipos de tempo, fundamenta-se pela integração entre os diferentes atributos responsáveis pelo clima de uma dada região. Fato que, na análise destes tipos de tempo, desenvolve-se uma abordagem qualitativa, a partir do uso de dados em escala diária, o que exprime sua sucessão, observada principalmente, pelo estabelecimento da análise rítmica e pela extração dos índices de participação, que aliam o critério estático ao dinâmico (MONTEIRO, 1971 e 1973).

A relação entre as informações estáticas, oriundas de superfície (postos pluviométricos, estações meteorológicas, componente geomorfológica e topográfica, posição geográfica), agregadas aqueles dados dinâmicos, provenientes de altitude (imagens de satélite, modelagem e dinâmica atmosférica, sistemas meteorológicos), correspondem a uma afinidade clara entre os componentes do sistema climático-dinâmico. Essa relação é significativa para a elaboração de estudos pela integração dinâmica-estática, quando torna-se possível compreender a gênese dos tipos de tempo como unidades mapeáveis, algo fundamental ao contexto geográfico, que se preocupa com a espacialização cartográfica de variáveis climáticas.

Como critério para análise dos tipos de tempo, ressalta-se a eleição de anos-padrão, como sendo um passo inicial ao desenvolvimento de uma caracterização climática sob a égide geográfica, visto este referir-se à eleição de amostras cronológicas, que representem “os diferentes graus de proximidade do ritmo ‘habitual’ ao lado daqueles afetados por irregularidades na circulação (MONTEIRO, 1991, p. 38)”. Tal concepção permite a compreensão tanto quantitativa, pelas escalas anual, sazonal, mensal e episódica, como qualitativa, do processo de análise genética, compreendendo o ritmo de sucessão dos tipos de tempo.

Ao presente artigo, ressalta-se o processo de eleição dos anos-padrão para o município de Abaetetuba, localizado na porção Nordeste do estado do Pará, região Norte do Brasil, conforme apontado na Figura 1. Abaetetuba é formada por um conjunto populacional com 141.100 pessoas, distribuídas em uma área de 1.610,654 km², sendo o 7º município em extensão territorial do Estado (IBGE, 2010a; IBGE, 2010b; IBGE, 2011), distante 120 km da capital Belém. Como atributo de enorme complexidade, fato que a caracteriza como fenômeno climático descontínuo (MONTEIRO, 1991), a precipitação é o elemento de destaque a ser estudado, pois sua descontinuidade é visível em comportamentos habituais, intercalados por condições extremas, que levam a escassez e ao excesso, perceptíveis somente considerando as classes definidas a partir dos anos-padrão.

A eleição destes anos é concebida como uma etapa fundamental ao estudo quantitativo das chuvas ao município de Abaetetuba, conforme alçado por Monteiro (1973). Para isso, o estabelecimento dos anos amostrais foi elencado ao trabalho considerando os dados de precipitação estimada do *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS) version 2.0* (v2.0), propondo o tratamento dos dados pela série temporal 1990-2019, a partir do método dos quantis, seguindo as orientações de Pinkayan (1966) e Xavier (2001). Como resultados, ressalta-se o uso de dados do *CHIRPS v2.0* como uma nova ferramenta para a definição de anos-padrão, concebendo é claro que estes dados foram e são continuamente avaliados por diversos trabalhos, Paredes-Trejo, Barbosa e Lakshmi Kumar (2017), Costa *et al.* (2019) e Silva *et al.* (2020), sempre se mostrando aptos para a análise climatológica.



Figura 01 – Localização do município de Abaetetuba no estado do Pará.

Fonte: elaborado pelos autores.

2. METODOLOGIA

Para a eleição dos anos-padrão competentes ao município de Abaetetuba-PA, considerou-se o uso de dados de precipitação estimada provenientes do *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS) version 2.0 (v2.0)*, visto a ausência de uma malha de dados observacionais robusta para o município. A escala espacial destes dados, conforme observado na Figura 2, constitui-se sob os limites territoriais e no entorno da área de estudo, pela distribuição dos pontos centroides, chamados de postos de precipitação estimada, provenientes da malha matricial do *CHIRPS v2.0*. No âmbito temporal, a pesquisa abrange um período de 30 anos, entre 1990 e 2019.

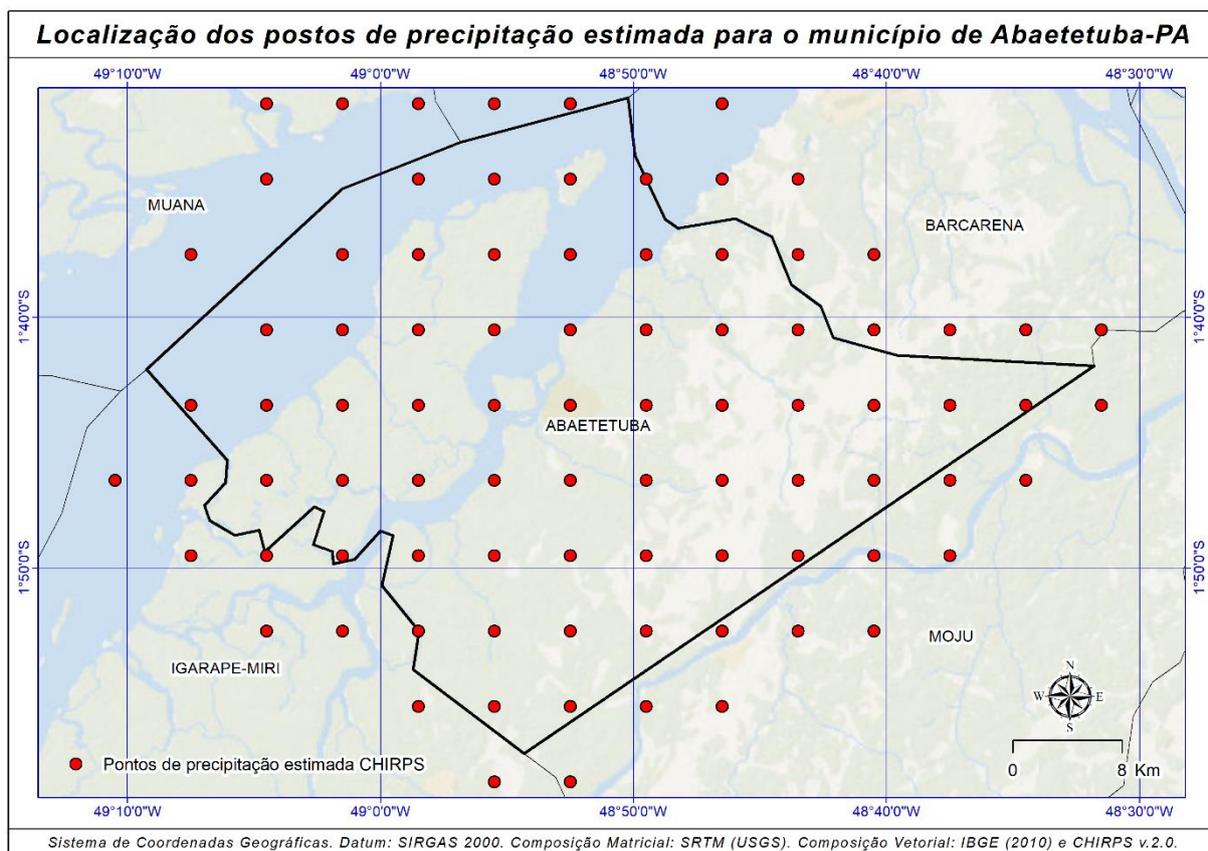


Figura 2 – Localização dos postos de precipitação estimada para o município de Abaetetuba-PA.

Fonte: elaborado pelos autores.

As estimativas geradas pelo *CHIRPS v2.0*, conforme Funk *et al.* (2015), são elaboradas a partir da combinação de informações interpoladas oriundas de estações e postos de observação, integradas a recursos baseados na estimativa de precipitação em satélites da *NASA* e *NOAA*, tendo como fundamento o algoritmo *TRMM_3B42_Daily*, versão 7, oriundo do *Multi-Satellite Precipitation Analysis (TMPA)*, utilizado na calibragem das estimativas baseadas em observações infravermelhas de precipitação em *Cold Cloud Duration (CCD)*, em composição matricial de resolução espacial com ~5 km (0,05°).

No processo de eleição dos anos-padrão, criou-se, pela base *matricial* do *CHIRPS v2.0*, um arquivo *shapefile* com os postos de precipitação estimada, gerados a partir dos 87 pixels que compõe a delimitação espacial moldada sob os limites territoriais e no entorno da área de estudo. Posteriormente, desta composição vetorial, dotada por coordenadas X (Longitude) e Y (Latitude), utilizou-se a ferramenta *extract values to points*, espelhando a localização geográfica dos 87 pontos com os arquivos matriciais do *CHIRPS v2.0*, desenvolvendo a extração dos dados de precipitação estimada para 30 arquivos vetoriais do tipo ponto, representativos da série 1990-2019. Após, converteu-se estas composições vetoriais em arquivos de texto, importando-as em uma pasta de trabalho do *excel* e procedendo à aplicação do método de eleição dos anos-padrão.

Os critérios definidos ao estabelecimento das classes anuais a partir do padrão pluviométrico, segue a organização proposta por Pinkayan (1966) e Xavier (2001), por meio do método dos quantis, com as amostras temporais calculadas por meio da pluviometria anual e classificadas em respeito às “[...] ordens quantílicas $p = 0,15; 0,35; 0,65$ e $0,85$, com a finalidade de permitir a delimitação das categorias (ou faixas): Muito Seco, Seco, Normal, Chuvoso, Muito Chuvoso” (XAVIER, 2001, p. 166).

Foram classificados os 87 pontos de precipitação estimada, por meio da criação de fórmulas automáticas do *excel* baseadas no método dos quantis. Para cada ponto, desenvolveu-se a proposta de classificação pelas categorias mencionadas, compreendendo anualmente o período entre 1990 e 2019. Ao todo foi estabelecida uma base formada por 2.640 unidades de dados classificados, considerando a quantidade de postos, multiplicada pelos anos adotados à pesquisa, o que permitiu maior resolução ao processo de eleição dos anos-padrão, com uma cobertura espacial ampla, envolvendo todo o município de Abaetetuba-PA.

Para a classificação espacial por meio de processos geoestatísticos, considerou-se as classes estabelecidas nos quantis, a partir de uma representação numérica, algo anteriormente desenvolvido por Gomes, Silva e Souza (2012), com aqueles postos classificados em Muito Seco e Seco, foram representados pela numeração “1”, os de classe Normal por “2” e os de classe Chuvoso e Muito Chuvoso por “3”. Objetivou-se com esta proposta, não generalizar os postos sob intervalos únicos, respeitando a faixa real, e individual a cada posto, definida pelo método dos quantis no processo de classificação.

Classificados, esses anos foram ainda reorganizados para o estabelecimento de três classes, dessa forma, considerou-se a classificação destes por conjuntos representativos, a saber:

- i. Anos com Pluviosidade Elevada (PE), englobaram as classes Chuvoso e Muito Chuvoso);
- ii. Anos com Pluviosidade Normal (PN), englobaram a classe Normal;
- iii. Anos com Pluviosidade Reduzida (PR), englobaram as classes Seco e Muito Seco.

Após, foram desenvolvidos gráficos de histogramas no *excel* e modelos geoestatísticos, pela ferramenta *geo-statistical analyst*, do gerenciador *ArcGIS Pro*, arquitetados a partir do interpolador krigagem ordinária, revelando, como produto final, a dimensão espacial da classificação pelo método dos quantis, através de um mosaico de mapas com 30 layouts representativos da distribuição espacial dos padrões de pluviosidade estimada para o município de Abaetetuba, entre os anos de 1990 e 2019, caracterizando este mapeamento, em associação aos histogramas, como o suporte à eleição dos anos-padrão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os anos-padrão foram eleitos seguindo os critérios de Pinkayan (1966) e Xavier (2001), no entanto com o propósito de eleição de apenas 3 anos amostrais, considerou-se a classe de Pluviosidade Normal (PN), seguido dos padrões excepcionais, levando em conta a junção das classes Seco e Muito Seco como representativas do padrão de Pluviosidade Reduzida (PR) e a relação das classes Chuvoso e Muito Chuvoso em representação ao padrão de Pluviosidade Elevada (PE). Assim, pelo intervalo de classes tem-se a seguinte organização:

Quadro 1 – Classes, intervalos quantílicos e a representação adotada.

Classe Quantílica	Intervalos Quantílicos	Representação
Muito Seco (MS)	$\leftrightarrow X_i \leq Q_{0,15}$;	Pluviosidade Reduzida (PR)
Seco (S)	$\leftrightarrow Q_{0,15} < X_i \leq Q_{0,35}$	
Normal (N)	$\leftrightarrow Q_{0,35} < X_i < Q_{0,65}$	Pluviosidade Normal (PN)
Chuvoso (C)	$\leftrightarrow Q_{0,65} \leq X_i < Q_{0,85}$	Pluviosidade Elevada (PE)
Muito Chuvoso (MC)	$\leftrightarrow X_i \geq Q_{0,85}$	

Definidas a partir do total pluviométrico anual, observado nos limites municipais de Abaetetuba, considerou-se a classificação dos 87 pontos de precipitação estimada oriundos do *CHIRPS v.2.0*, para o período de 1990 a 2019. A representação das classes quantílicas estabelecidas para cada um dos postos, conforme os 30 anos que compõem série, foi organizada por conjuntos representativos, com aqueles classificados por Pluviosidade Reduzida (PR) representados pela numeração “1”, a classe Normal (N) por “2”, a classe de Pluviosidade Elevada (PE) por “3”. Para um primeiro momento, o resultado proveniente da classificação dos 87 pontos de precipitação estimada foi organizado em função da quantificação das classes pela produção de histogramas, conforme observado na Figura 3.

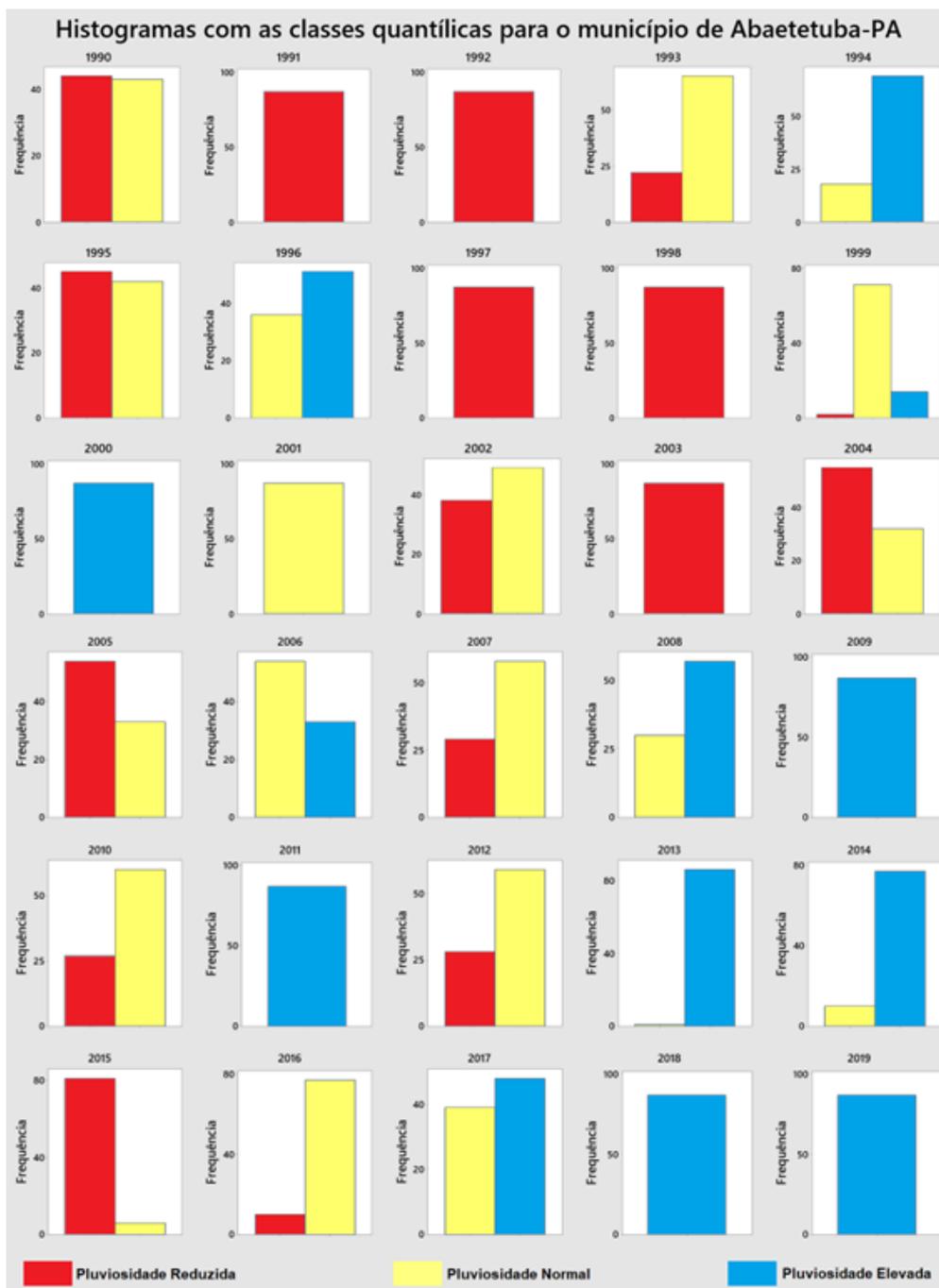


Figura 3 – Histogramas com as classes quantílicas para o município de Abaetetuba-PA.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Pela análise dos histogramas da Figura 3, observa-se que os padrões quantificados em alguns casos não se caracterizam como predominantes, principalmente, quando os totais de postos classificados como Pluviosidade Normal se encontram pareados com as classes de Pluviosidade Reduzida ou Elevada, indicando uma tipologia mista, como é o caso dos anos 1990, 1995, 1996, 2002, 2004, 2005, 2006 e 2017. Por sua vez, a maior predominância da classe Normal nos valores totais dos histogramas é observada para os anos de 1993, 1999, 2001, 2007, 2010, 2012 e 2016.

Nos padrões excepcionais, a quantificação apresentada nos histogramas sugere condições relacionadas a Pluviosidade Reduzida em 1991, 1992, 1997, 1998, 2003 e 2015, com o quantitativo indicando Pluviosidade Elevada para os anos de 1994, 2000, 2008, 2009, 2011, 2013, 2014, 2018 e 2019. A seguir, o Quadro 2 resume, pela leitura quantificada dos histogramas, este comportamento da pluviosidade, se caracterizada por um padrão misto, de redução, normalidade ou elevação das chuvas.

Quadro 2 - Classes, intervalos Quantílicos, rótulos e a representação adotada.

Rótulo	Classe Quantílica	Anos	Representação
1	Muito Seco	1991, 1992, 1997, 1998, 2003 e 2015	Pluviosidade Reduzida (PR)
	Seco		
2	Normal	1993, 1999, 2001, 2007, 2010, 2012 e 2016	Pluviosidade Normal (PN)
3	Chuvoso	1994, 2000, 2008, 2009, 2011, 2013, 2014, 2018 e 2019	Pluviosidade Elevada (PE)
	Muito Chuvoso		
----	Misto	1990, 1995, 1996, 2002, 2004, 2005, 2006 e 2017	----

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse critério quantitativo, pela análise dos valores totais, apesar de objetivo, não permite uma classificação apurada para o estabelecimento dos anos-padrão, visto em alguns anos não haver hegemonia das classes, como apresentado, principalmente, à eleição para os anos da classe Normal. Sob uma análise mais abrangente, considerou-se a relação entre este critério quantitativo e uma abordagem qualitativa, estabelecida por meio da interpretação cartográfica, pela espacialização das representações quantílicas, possibilitando observar a homogeneidade das classes propostas no município de Abaetetuba.

Logo, considerando a espacialização dos rótulos referidos para as classes, desenvolveu-se o mapeamento apresentado na Figura 4.

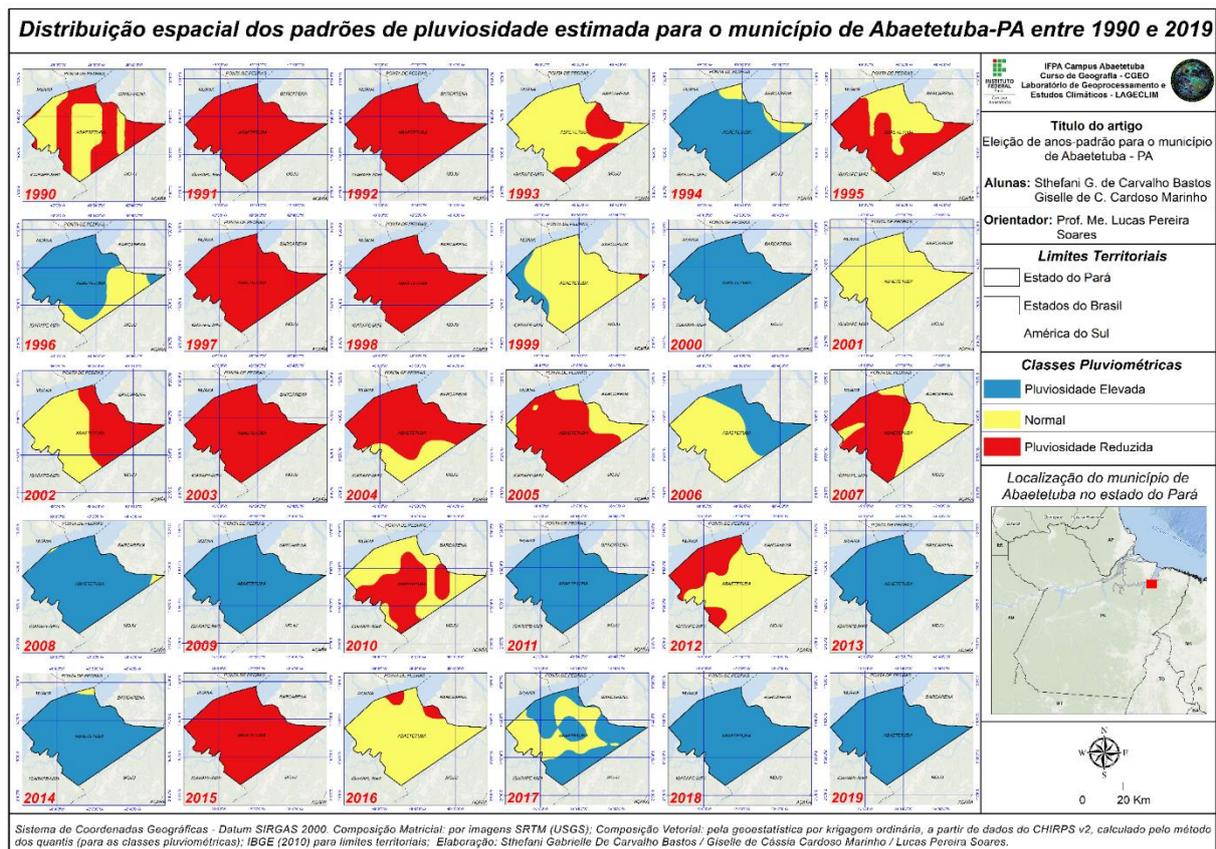


Figura 4 – Distribuição espacial dos padrões de pluviosidade estimada para o município de Abaetetuba-PA entre 1990 e 2019.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Por essa distribuição espacial revelada na Figura 4, nota-se maior porção territorial ocupada pelos padrões excepcionais, seja para Pluviosidade Reduzida ou Elevada, no entanto há boa representação da classe de Pluviosidade Normal, permitindo uma definição homogênea para as três classes sobre todo o território de Abaetetuba. Logo, a representação de Pluviosidade Reduzida, caracterizada por padrão Seco e Muito Seco, pode ser observada nos anos de 1991, 1992, 1997, 1998, 2003 e 2015. Já, a Pluviosidade Elevada, identificada por padrão Chuvoso e Muito Chuvoso, pode ser representada nos anos de 1994, 2000, 2008, 2009, 2011, 2013, 2014, 2018 e 2019. Com os anos marcados por Pluviosidade Normal, identificados pela classe quantílica Normal, sedo observados em 1999, 2001 e 2016. O padrão misto é representado nos anos de 1990, 1993, 1995, 1996, 2002, 2004, 2005, 2006, 2007, 2010, 2012 e 2017.

Em resumo, no Quadro 3, tem-se a organização das tipologias eleitas por padrão pluviométrico ao município de Abaetetuba, no respeito ao período de 1990 a 2019.

Quadro 3 – Rótulos, classes quantílicas e a representação adotada para a classificação final dos anos.

Rótulo	Classe Quantílica	Representação	Anos
1	Muito Seco ou Seco	Pluviosidade Reduzida (PR)	1991, 1992, 1997, 1998, 2003 e 2015
2	Normal	Pluviosidade Normal (PN)	1999, 2001 e 2016
3	Chuvoso ou Muito Chuvoso	Pluviosidade Elevada (PE)	1994, 2000, 2008, 2009, 2011, 2013, 2014, 2018 e 2019
----	Misto	----	1990, 1993, 1995, 1996, 2002, 2004, 2005, 2006, 2007, 2010, 2012 e 2017

Fonte: Elaborado pelos autores.

Todos os anos caracterizados por Pluviosidade Reduzida e Elevada, são assim identificados tanto na análise quantitativa dos histogramas, como na interpretação espacial pelo mapeamento da Figura 4. Dos anos definidos por Pluviosidade Normal, 1999, 2001 e 2016 são caracterizados por esta classe tanto na análise dos histogramas, como pela interpretação do mapa, no entanto os anos de 1993, 2007, 2010, 2012, classificados por Pluviosidade Normal nos histogramas, são remanejados para a classe mista a partir da interpretação espacial. Essa classe de anos mistos, após a análise espacial, é composta por todos os anos identificados pela análise do histograma acrescido dos anos oriundos da classe de Pluviosidade Normal.

Qualquer um dos anos-padrão, apresentados na organização do Quadro 3, e representativos das 3 classes consideradas, se encaixariam para a aplicação de uma análise climática sob critérios geográficos, no entanto, cabe ressaltar que a escolha destes anos, remete a necessidade de banco de dados espaciais robustos para interpretação das condições de tempo e emprego da análise do ritmo climático. Isto pode ser melhor concebido em períodos mais recentes, notados pelo avanço tecnológico que propicia a possibilidade de acesso a cartas superficiais e de altitude, imagens de satélites, modelagens e demais dados auxiliares para a interpretação das variáveis meteorológicas.

Considerando esta orientação, para aplicação de uma análise mais completa em respeito a uma ampla base de dados, tem-se 2015 como representativo do padrão marcado por Pluviosidade Reduzida, 2016 para o padrão de Pluviosidade Normal e 2019 como representativo de Pluviosidade Elevada.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eleição de anos-padrão é uma abordagem comumente evidenciada nos trabalhos que competem a Climatologia Geográfica. A constituição destes, remete ao papel de detalhamento almejado pela análise do ritmo climático, fundamentado ao nível de tipo de tempo e que requer uma

composição que muitas vezes não é possível pelo uso de dados tradicionais, como aqueles provenientes de matrizes observacionais, visto a defasagem espaço-temporal à constituição destes.

Para este trabalho, o uso de dados do *CHIRPS v.2.0* possibilitou uma análise com o detalhamento requerido à real definição de anos para a representatividade das condições pluviométricas competentes a área estuda, visto que a distribuição espaço-temporal dos dados permite uma cartografia mais refinada e fidedigna aquilo que de fato representa o padrão pluviométrico.

Sem o uso de dados estimados, a distribuição da pluviosidade para o município de Abaetetuba, pela constituição por classes pluviométricas amostrais anuais, seria restrita somente a um posto pluviométrico, e mesmo com este apresentando, ainda, defasagem na distribuição temporal de seus dados, invalidando qualquer possibilidade estatística viável a eleição dos anos-padrão para a área que compete a todo o município.

Muito utilizada nos diversos trabalhos geográficos para a definição dos anos-padrão, a técnica dos quantis, novamente, apresentou-se extremamente viável, empregando limites que podem ser definidos, pelo estabelecimento das classes quantílicas, favorecendo a espacialização cartográfica e o manuseio por meio de fórmulas no *excel*, permitindo rápida manipulação de bancos de dados mais robustos, gerados devido ao recorte espacial do *CHIRPS v.2.0* a uma resolução de ~5km.

Por fim, mesmo com a aplicação de um método que emprega exatidão na classificação dos anos-padrão, assim como um trabalho para análise quantitativa e qualitativa (espacial) dos dados, existe certa dificuldade para a identificação de padrões específicos em dados anos, principalmente considerando a definição daqueles por Pluviosidade Normal, experimentando no caso deste trabalho uma melhor definição por anos mistos, dada a falta de homogeneidade quantitativa e espacial para uma melhor constituição da condição habitual.

REFERÊNCIAS

COSTA, J. C. *et al.* Validação dos Dados de Precipitação Estimados pelo CHIRPS para o Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, n. 15, p. 228-243, 2019.

CHIRPS. **Data Sets**. Disponível em: <https://www.chc.ucsb.edu/data>. Acesso em: 02 jul. 2020.

FUNK, C. *et al.* The climate hazards infrared precipitation with stations - a new environmental record for monitoring extremes. **Sci Data** 2, v. 2, n. 150066, p. 1-21, 2015.

IBGE. **População no último censo**. IBGE, Censo Demográfico 2010a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/panorama/>. Acesso em: 05 jun. 2019.

IBGE. **Densidade demográfica**. IBGE, Censo Demográfico 2010b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/panorama/>. Acesso em: 05 jun. 2019.

IBGE. **Área territorial brasileira.** Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/panorama/>. Acesso em: 05 jun. 2019.

MONTEIRO, C. A. F. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**, São Paulo, n. 1, p. 1-22, 1971.

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo:** Estudo geográfico sob a forma de atlas. São Paulo: USP/Instituto de Geografia, 1973. 130p.

MONTEIRO, C. A. F. **Clima e excepcionalismo:** conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: Ed. UFSC, 1991. 241p.

PAREDES-TREJO, F. J.; BARBOSA, H. A.; LAKSHMI KUMAR, T. V. Validating CHIRPS-based satellite precipitation estimates in Northeast Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 139, p. 26–40, 2017.

PINKAYAN, S. **Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area.** Colorado: State University, 1966. 60p.

SILVA, E. R. M. et al. Análise do Desempenho da Estimativa de Precipitação do Produto CHIRPS para Sub-Bacia do Rio Apeú, Castanhal-PA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 3, p. 1094-1105, 2020.

XAVIER, T. M. B. S. **Tempo de Chuva.** Fortaleza: ABC Editora, 2001. 478p.