

Figura 02: hipsometria e localização das estações meteorológicas utilizadas da Meso-região Centro-Sul Paranaense.
Fonte: Organizado pelos autores.

CALDANA, N. F. da S.; OLIVEIRA, T. A. de; ORGANEK, D. H. Variabilidade e tendência da temperatura do ar e a ocorrência de geadas na Meso-região Centro-Sul Paranaense, Brasil. In: **Revista Equador**. Vol. 9, Número 3, Pág. 01 - 25, 2020.

VARIABILIDADE E TENDÊNCIA DA TEMPERATURA DO AR E A OCORRÊNCIA DE GEADA NA MESORREGIÃO CENTRO-SUL PARANAENSE, BRASIL

Nathan Felipe da Silva **CALDANA**

Doutorando em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL)

E-mail: nathancaldana@gmail.com

Thiago Alves de **OLIVEIRA**

Mestrando em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

E-mail: thiago.oliveira@ich.ufjf.br

Dihone Henrique **ORGANEK**

Graduando em Tecnologia em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná

(UTFPR) e Graduando em Gestão Ambiental pelo Centro Universitário UNIFAVIP

E-mail: dihone@alunos.utfpr.edu.br

Recebido

Abril de 2020

Aceito

Maio de 2020

Publicado

Julho 2020

RESUMO: As variáveis meteorológicas têm grande influência sob a variabilidade da produção agrícola, sendo a geada um dos elementos que causam maiores perdas em áreas subtropicais. O objetivo do trabalho foi identificar a variabilidade e tendências da temperatura e avaliar as ocorrências de geada na Mesorregião Centro-Sul Paranaense, Brasil. Para isso foram utilizados dados de onze estações meteorológicas, com recorte temporal variando de 1963 a 2019. Foram aplicadas técnicas estatísticas e de geoprocessamento, como regressões e interpolações para garantir uma plena cobertura regional de informações. Além da aplicação do teste de Mann-Kendall e Pettit para análise da tendência. Identificou-se grande variabilidade quanto as variáveis meteorológicas analisadas na região, principalmente vinculadas ao fator altitude. Tanto o risco de geada moderada quanto o de severa apresentaram altas probabilidades de ocorrências anuais. Toda a área com maiores altitudes da região apresentou 100% de risco por ano, enquanto ocorre a diminuição progressiva para as menores altitudes. O decêndio mais crítico para a ocorrência de geada foi 02-julho. Regionalmente, o período livre de geada foi do decêndio 02-março ao 01-novembro. Para as tendências observou-se tendências de elevação para as temperaturas média mínima e média do ar, com maiores intensidades no setor leste da mesorregião.

Palavras-Chave: Agrometeorologia. Risco climático. Frio. Temperatura Mínima. Mudanças Climáticas.

VARIABILITY AND TENDENCIES OF THE AIR TEMPERATURE AND FROST OCCURRENCES IN CENTER SOUTH MESOREGION OF PARANÁ STATE

ABSTRACT: The meteorological variability has a key importance for the world crops production. Frost is one of the main elements responsible for agricultural losses in under tropical areas. The purpose of this study was to identify variability and temperature tendencies for evaluate frost occurrences in Center South Mesoregion of Paraná state, Brazil. For this purpose, we used data from eleven meteorological stations, from 1963 to 2019 series. Were applied statistics techniques and geoprocessing as regressions and interpolations to ensure the area of the study. Was identified a significant meteorological variability, specially altitude. Moderate and strong frost exhibited greater probabilities to occurrences in the region. All areas with higher altitude showed risk of 100% per year, and the risk decrease for the areas with less altitude. The critical ten-day series for frost occurrences was identified in July - 02. We observed that the ten-day series from November 01 to March 02 was the period with no frost registrations. In addition, we verified temperature tendencies for average temperature minimum and medium, with stronger intensities for the East region of the Center South Mesoregion of Paraná state.

Key words: Agrometeorology. Climate risks. Cold. Minimum average temperature. Global climate change.

VARIABILIDAD Y TENDENCIA DE LA TEMPERATURA DEL AIRE Y LA OCASIÓN DE LA HELADA EN LA MESORREGIÓN CENTRAL-SUR PARANAENSE, BRASIL

RESUMEN: Las variables meteorológicas tienen una gran influencia en la variabilidad de la producción agrícola, siendo las heladas uno de los elementos que causan mayores pérdidas en las áreas subtropicales. El objetivo de este trabajo fue identificar la variabilidad y las tendencias de temperatura y evaluar ocurrencias de heladas en la Mesorregión Centro-Sul Paranaense, Brasil. Para esto, se utilizaron datos de once estaciones meteorológicas, con un período de tiempo que varía de 1963 a 2019. Se aplicaron técnicas estadísticas y de geoprocесamiento, como regresiones e interpolaciones, para garantizar una cobertura completa de la información regional. Además de la aplicación de la prueba de Mann-Kendall y Pettit para analizar la tendencia. Se identificó una gran variabilidad en las variables meteorológicas analizadas en la región, principalmente relacionadas con el factor de altitud. Tanto el riesgo de heladas moderadas como el de heladas severas tenían una alta probabilidad de ocurrencia anual. Toda el área con las altitudes más altas de la región presenta un riesgo del 100% por año, mientras que hay una disminución progresiva a las altitudes más bajas. El período de diez días más crítico para la aparición de heladas fue el 2 de julio. A nivel regional, el período libre de heladas

varió del 10 de marzo al 1 de noviembre. En cuanto a las tendencias, hubo tendencias al alza para las temperaturas mínimas y medias promedio del aire, con mayores intensidades en el sector oriental de la mesorregión.

Palabras clave: Agrometeorología. Riesgo climático. Frío. Temperatura mínima. Cambios climáticos.

INTRODUÇÃO

Mesmo que a agricultura possua grandes avanços tecnológicos e das contribuições da ciência, este setor econômico é extremamente dependente das condições meteorológicas em escala global. Os danos decorrentes de eventos meteorológicos como secas, excessos de chuvas, geadas e granizo, podem ser parciais ou totais com a frequência variável por região e época do ano (CARAMORI et al., 1993). Na agricultura, a variabilidade da produção é afetada em até 80% pelas condições meteorológicas (CARAMORI et al., 2007; CALDANA et al., 2020).

Geadas podem ser conceituadas de duas formas. Primeiramente as advectivas ou geadas negras e as de radiação, essa última é a que acontece com maior frequência, são formadas regionalmente após a passagem de uma frente fria e sob condições de céu limpo. (OLIVEIRA; BORROZINO, 2018). No momento em que ocorre a queda da temperatura abaixo do ponto de congelamento, há a sublimação do vapor d'água do ar e formação de gelo sobre as plantas, ocorrendo o fenômeno da geada (MORAIS et al., 2002). Na região Sul do Brasil, sob temperaturas de 2°C no abrigo meteorológico, ocorre o congelamento da vegetação no solo, uma vez que a inversão térmica, ocasiona -2°C na relva (DA SILVA; SENTELHAS, 2001). Sendo este elemento agrometeorológico um dos principais limitantes para a agricultura na região Sul do Brasil e em diversas áreas subtropicais do globo (AMBROISE et al., 2020; CHAUHAN; RYAN, 2020; KOTIKOT et al., 2020; LIU et al., 2020; RUSSELL; TEDDER, 2020; SHEN et al., 2020).

A ocorrência de baixas temperaturas, mesmo que acima do ponto de congelamento, podem gerar danos foliares letais em diversas espécies, dependendo da idade dos tecidos, condição nutricional, aclimatação e tempo de exposição (MORAIS et al., 2002). Estudos relatam a não-resistência de espécies a geada ou temperaturas mínimas extremas, como acerola, maracujá (SENTELHAS et al., 1996), abacate (ZARO et al., 2014; CALDANA et al., 2019b), batata-doce (MARTELÓCIO et al., 2020), café (CARAMORI et al., 2001; MORAIS et al., 2002), cana-de-açúcar (FIORENTIN et al., 2016), goiaba (CALTANA et al., 2020),

banana, mamão, mangaba (FONSECA et al., 2004), soja (MARTORANO et al., 2000) e milho (ADAMI et al., 2020), dentre diversas outras. Sendo assim, estudos que evidenciem a ocorrência de geada, sua variabilidade e distribuição regional são fundamentais para o planejamento agrícola.

Nos últimos anos muito tem-se discutido acerca das Mudanças Climáticas Globais, com a divulgação dos relatórios do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) trazendo diversos resultados e prognósticos acerca do aquecimento global. Em um relatório publicado em 2018 os pesquisadores do grupo destacam que as atividades humanas já produziram um aquecimento de 1°C na Terra, podendo atingir 1,5° entre 2032 e 2050 (IPCC, 2019). Seus impactos sobre a sociedade e as atividades humanas, principalmente a agricultura, são incertos e cada vez mais perceptivos, tornando-se um dos maiores desafios para a sociedade atual e para as gerações futuras (MARENKO; ALVES, 2005; SANCHES et al., 2014).

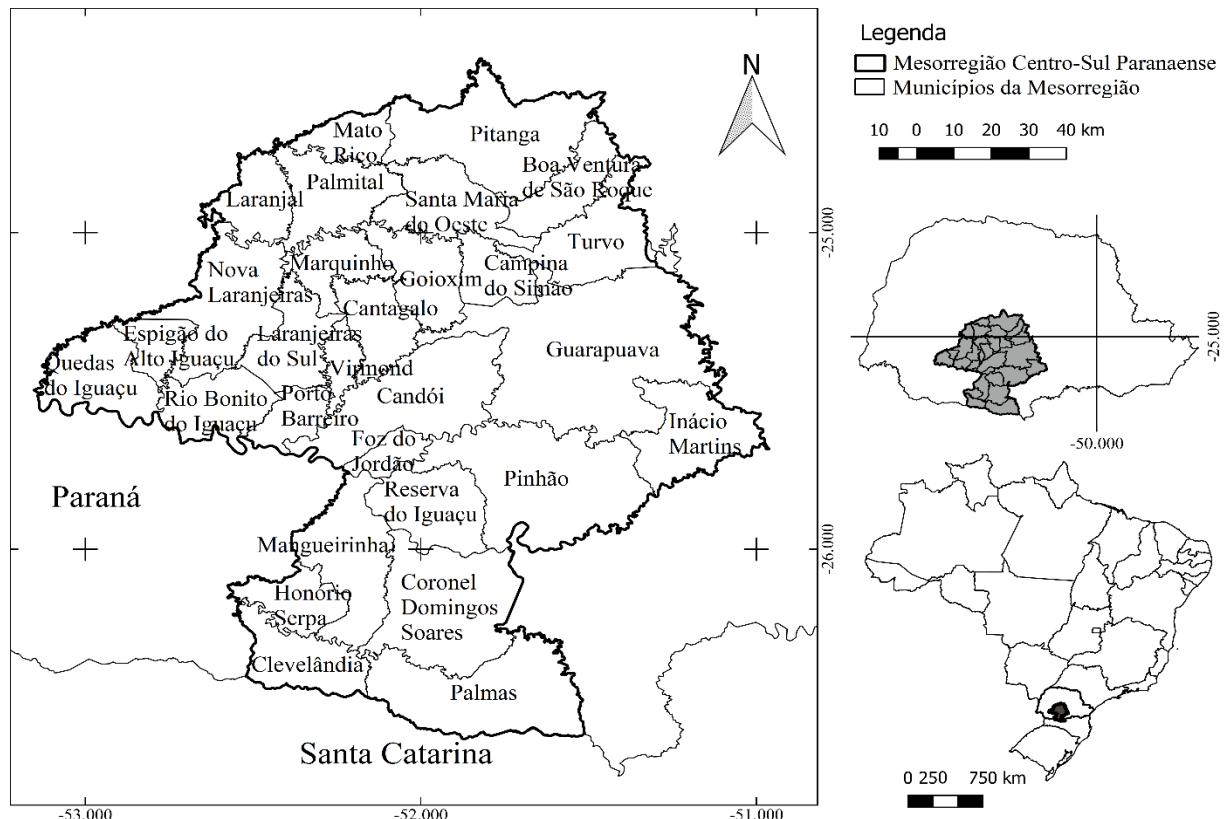
Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi identificar a variabilidade e tendências da temperatura e avaliar a ocorrências de geada na Mesorregião Centro-Sul Paranaense, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A MRCSP (Figura 1) conta com aproximadamente 500 mil habitantes (IBGE, 2019). Possui uma importante área de produção agrícola (DE LIMA et al., 2006), demonstrando a importância de estudos das variáveis meteorológicas. A região possui grande parte de sua área com clima “Cfb” (subtropical, sem estação seca e verão fresco), e uma pequena porção com menores altitudes, a leste na região com clima “Cfa” (subtropical, sem estação seca e verão quente) conforme a classificação climática de Köppen, de 1936 (IAPAR, 2019; CALDANA et al., 2019a). É uma das áreas mais chuvosas do estado do Paraná, com precipitação variando de 1.800 a 2.200 mm (CALTANA et al., 2019a).

Figura 1 - Localização e municípios pertencentes a Mesorregião Centro-Sul Paranaense

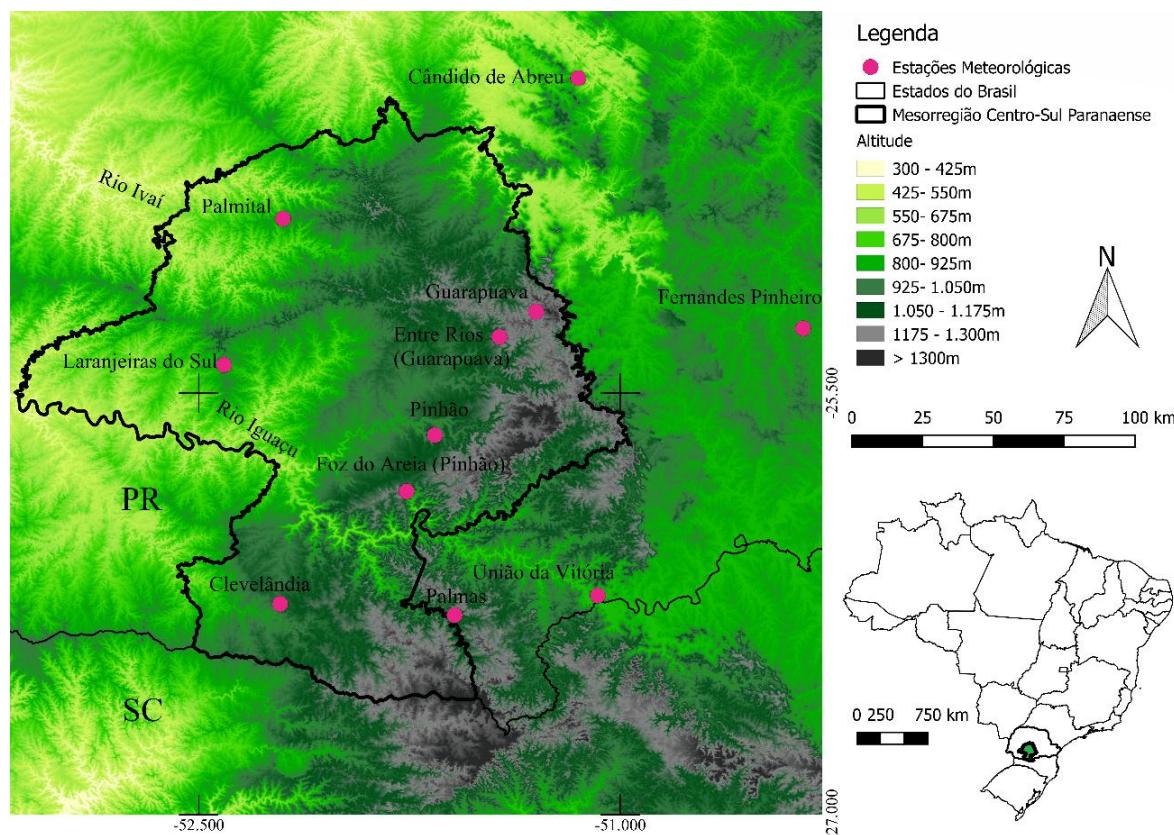


Fonte: Organizado pelos autores (2020)

Análise estatística

Para a caracterização da variabilidade térmica e geada foram utilizados dados de 11 estações meteorológicas do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) e do Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) (Figura 2 e Tabela 1), localizada na mesorregião ou em suas proximidades.

Figura 2 - Hipsometria e localização das estações meteorológicas utilizadas da Mesorregião Centro-Sul Paranaense.



Fonte: Organizado pelos autores

Tabela 1 - Informações das estações meteorológicas utilizadas

Órgão responsável	Estação (Município)	Longitude	Latitude	Altitude	Recorte Temporal
IAPAR/SIMEPAR	Cândido de Abreu*	-24,38	-51,15	645m	1989 - 2019
IAPAR	Clevelândia	-26,25	-52,21	930m	1973 - 2012
SIMEPAR	Entre Ríos (Guarapuava)	-25,3	-51,43	1.050m	1999- 2019
IAPAR	Fernandes Pinheiro	-25,27	-50,35	893m	1963 - 2019
SIMEPAR	Foz do Areia (Pinhão)	-25,85	-51,76	1.020m	1999- 2019
IAPAR	Guarapuava	-25,21	-51,3	1.058m	1976 - 2019
IAPAR	Laranjeiras do Sul	-25,4	-52,41	880m	1974 - 2007
IAPAR/SIMEPAR	Palmas*	-26,29	-51,59	1.100m	1979 - 2019
SIMEPAR	Palmital	-24,88	-52,2	930m	1999- 2019
SIMEPAR	Pinhão	-25,65	-51,66	1.050m	1999- 2019
SIMEPAR	União da Vitória	-26,22	-51,08	736m	1999- 2019

*Estações com dados completados do SIMEPAR, após o encerramento de coleta do IAPAR

Fonte - ANA e IAPAR (2019); organizado pelos autores.

Para analisar a distribuição regional e variabilidade térmica foram utilizados os gráficos no formato de *Box Plot*. Por meio destes gráficos, é possível analisar: a medida de suas dispersões ao entorno da média por meio do desvio padrão, a posição de sua mediana, a que demonstra onde se encontra 50% dos dados, sua assimetria e a presença de pontos discrepantes ou *outliers* e extremos (LEM et al., 2013; SCHNEIDER E DA SILVA, 2014).

Os *box plots* representam cinco classificações de valores, são eles: mediana, *outliers* discrepantes e extremos e valores máximos e mínimos. Sendo classificados três quartis (Q) com 25% dos dados cada, além do valor da mediana, que equivale ao segundo quartil - 50% dos dados (LEM et al., 2013; SCHNEIDER E DA SILVA, 2014). Os *outliers* são divididos em discrepantes (valores acima do considerado máximo, mas que não são extremos) e extremos, sendo considerados quaisquer valores

$$< Q3 + 1,5 (Q3 - Q1) \text{ ou } > Q1 - 1,5 (Q3 - Q1)$$

Os máximos e mínimos são considerados os maiores valores da série, mas que não são extremos ou discrepantes. Para a análise por meio de Box Plot, foram utilizados dados de cinco estações meteorológicas com a maior série de dados, sendo estas Clevelândia, Fernandes Pinheiro, Guarapuava, Laranjeiras do Sul e Palmas.

Foi utilizado a base do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) para aplicar os valores meteorológicos nos mapas utilizando os fatores geográficos do relevo e altitude na resolução espacial de 30m. Esses fatores são utilizados, visto a influência sobre a temperatura (CALDANA et al., 2020). Esse método é necessário para espacializar e regionalizar os dados para áreas que não possuem dados de temperatura, com maior precisão.

Para a espacialização dos dados de temperatura média e geada os valores medidos nas estações meteorológicas foram ajustados a equações de regressão linear múltipla, articulando os valores das estações meteorológicas com os fatores geográficos de altitude, latitude e longitude, obtendo-se equações de estimativa do tipo:

$$y = a + b.lat + c.long + d.alt$$

em que a, b, c e d são coeficientes da regressão. Essa fórmula é aplicada no software de geoprocessamento Qgis sobre o arquivo do SRTM, possibilitando gerar mapas com resolução espacial de 30m.

O método utilizado para a probabilidade de geada foi baseado nas séries históricas de temperatura mínima registrada dentro do abrigo meteorológico. Foram determinadas as probabilidades de ocorrerem valores iguais ou menores que 2,0°C e posteriormente ajustadas

também à regressão linear múltipla para a regionalização dos dados.

Foi estimado a ocorrência da primeira geada (outono) à última (primavera). O método consiste em identificar a geada ao nível da superfície do solo, quando a temperatura mínima de abrigo for igual ou inferior a 2,0°C. Assim, analisando-se a série de dados de cada estação, sempre que a temperatura de um dia for inferior ou igual a uma dessas temperaturas é associado o valor “1” e em caso contrário era atribuído o valor “0”. Em seguida são calculadas as probabilidades de ocorrer pelo menos uma geada por decêndio (WREGE et al., 2004).

Adotando-se este procedimento, se dentro de um dado decêndio houvesse uma ou mais geadas, aquele decêndio era computado como “1”, independentemente do número de vezes nos quais a geada ocorreu, caso contrário, era computado “0”. Com base nas sequências de “0” e “1” de toda a série histórica de cada estação, calculou-se a frequência acumulada de geadas ao longo do ano para cada estação. A data em que se acumulou 5% de probabilidade em cada uma das estações foi assumida como a primeira geada de outono, contando-se do início para o final do ano. A última geada de primavera também foi determinada para uma frequência acumulada de 5% de probabilidade, mas realizando-se os cálculos partindo-se do final para o início do ano (WREGE et al., 2004). Os dados foram interpolados utilizando a regressão de temperatura já descrita. Para contribuir com o planejamento agrícola, a análise foi feita por meio de decêndios, técnica que consiste em dividir o ano por 36 períodos com intervalo de 10 dias.

Para a análise dos extremos térmicos, foram extraídos os menores registros de temperatura do ar dentro do abrigo meteorológicos e criado gráficos para a visualização de sua distribuição. Foram calculados risco de geada e de calor extremo por decêndio utilizando probabilidade de ocorrências pela amostra:

$$P = n(\text{evento})/n(\text{amostra})$$

Sendo, P a probabilidade de risco

$n(\text{evento})$, o número de ocorrências.

$n(\text{amostra})$, o total de anos analisados por estação.

E ainda, sendo classificado, qualquer valor de temperatura do ar inferior a 2°C como geada, conforme averiguardo nos trabalhos no de Caramori (et al., 2001) e Wrege (et al., 2018).

Técnicas utilizadas para a identificação das tendências

Para a análise de tendência nas temperaturas média mínima e média do ar foram utilizados apenas cinco dos onze postos, sendo eles: Fernandes Pinheiro, Palmas, Clevelândia, Guarapuava e Laranjeiras do Sul, por contarem com séries históricas de dados mais longas (Tabela 01).

O teste não paramétrico Mann-Kendall, foi calculado por meio do software *Past*, a partir do conjunto de testes estatísticos (incluindo o Mann-Kendall) alocados na ferramenta *timeseries*. Este teste tem por objetivo identificar se em determinada série de dados analisados existe tendência temporal de alteração estatisticamente significativa (SALVIANO et al, 2016). Nesse sentido, são testadas duas hipóteses:

H_0 : Onde as observações da série são independentes e igualmente distribuídas (Não há tendência)

H_1 : As observações da série possuem tendência monótona no tempo (Há tendência)

Nesse caso a estatística de teste é dada pela equação abaixo:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n sign(x_i - x_k)$$

Onde:

$$sign \begin{cases} 1 & \text{se } x > 0 \\ 0 & \text{se } x = 0 \\ -1 & \text{se } x < 0 \end{cases}$$

É possível mostrar que S é normalmente distribuída, ou seja, $S \sim N(\mu, \sigma^2)$ com $\mu = 0$;

$$\sigma^2 = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^p t_j(t_j-1)(2t_j+5)}{18}$$

Em que n é o número de observações e, considerando o caso em que a série pode ter grupos com observações iguais, P é o número de grupos com observações iguais e t_j é o

número de observações iguais no grupo j. No caso em que o número de observações é superior a 30, a estatística do teste é calculada pela equação sequente.

$$Z = \begin{cases} \frac{S - 1}{\sigma}, & \text{se } S > 0 \\ 0, & \text{se } S = 0 \\ \frac{S + 1}{\sigma}, & \text{se } S < 0 \end{cases}$$

significância α , se para o quantil $Z^{\alpha/2}$ de uma distribuição normal padrão temos $|Z| \leq Z^{\alpha/2}$. Em estudos voltados para a climatologia, é utilizado uma confiança de 95%, no entanto a estatística H_0 é rejeitada quando o Z encontrado estiver sob esta condição, $-1,96 < Z < 1,96$ (MARENGO et al., 2007; BLAIN, 2010; SANCHES et al, 2013), além disso para uma confiança de 99% observa-se a seguinte condição $-2,57 < Z < 2,57$.

O teste de Pettit é normalmente utilizado paralelamente ao teste Mann-Kendall com o intuito de verificar o ponto de ruptura na série de dados. Este teste foi calculado em planilhas eletrônicas, ele consiste em observar se um conjunto de dados de uma “amostra X_1, \dots, X_t e X_{t+1}, \dots, X_T são da mesma população. A estatística $U_{t,T}$ verifica o número de vezes que um elemento da primeira amostra é maior que um elemento da segunda” (BLAIN, 2010, p.117).

Segundo Back (2001, p.219) “a estatística $U_{t,T}$ faz uma contagem do número de vezes que um membro da primeira amostra é maior que o membro da segunda”, e pode ser calculada pela equação subsequente:

$$U_{t,T} = U_{t-1,T} + \sum_{j=1}^T \text{sgn}(X_i - X_j)$$

Para $t = 2, \dots, T$; $\text{sgn}(x) = 1$ para $x > 0$; $\text{sgn}(x) = 0$ para $x = 0$; $\text{sgn}(x) = -1$ para $x < 0$.

Dessa forma, o ponto de ruptura será definido pelo valor máximo absoluto da estatística de U_t , definido pela equação seguinte.

$$K(t) = \text{MAX}_{1 \leq t \leq T} |U_{t,T}|$$

Além disso, para definir o ponto de mudança brusca, é o t onde ocorre o máximo de $K(t)$. Os valores críticos de K podem ser calculados pela equação próxima:

$$K_{crit} = \pm \sqrt{\frac{-\ln\left(\frac{p}{2}\right) * (T^3 + T^2)}{6}}$$

Onde: p= nível de confiança estatística (0,05 e 0,01) e T é o número de elementos da série de dados.

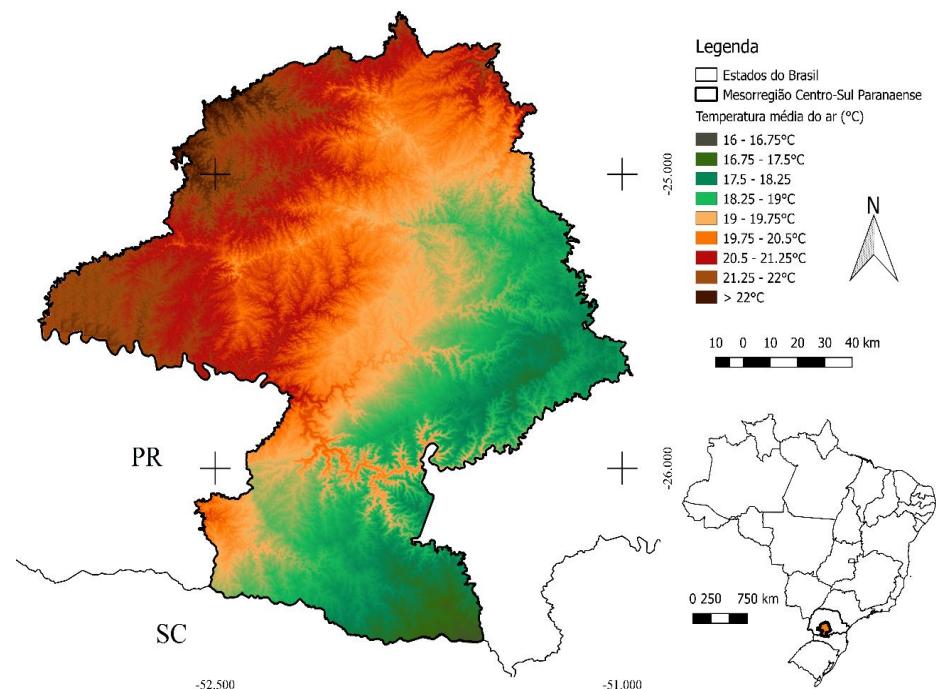
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Variabilidade térmica

A temperatura média do ar da região variou de 16 a 22,1°C (Figura 3), a grande variação foi perceptível ao observar o relevo da região que também apresentou grande diferença, mesmo sendo uma área relativamente pequena do Estado do Paraná (Figura 2), com 300m na borda dos rios e chegando a ultrapassar 1.300 m no extremo sul.

Dessa forma, as áreas nas bordas dos Rios Iguaçu e Ivaí apresentaram as maiores temperaturas médias, enquanto a porção serrana apresentou as menores, influência da altitude identificada em vários trabalhos sobre temperatura e chuva no estado do Paraná (OLIVEIRA e BORROZZINO, 2018; TERASSI et al., 2018; CALDANA et al., 2019a; ELY; KOGIMA, 2019; CALDANA et al., 2020).

Figura 3 - Distribuição da temperatura média do ar na Mesorregião Centro-Sul Paranaense

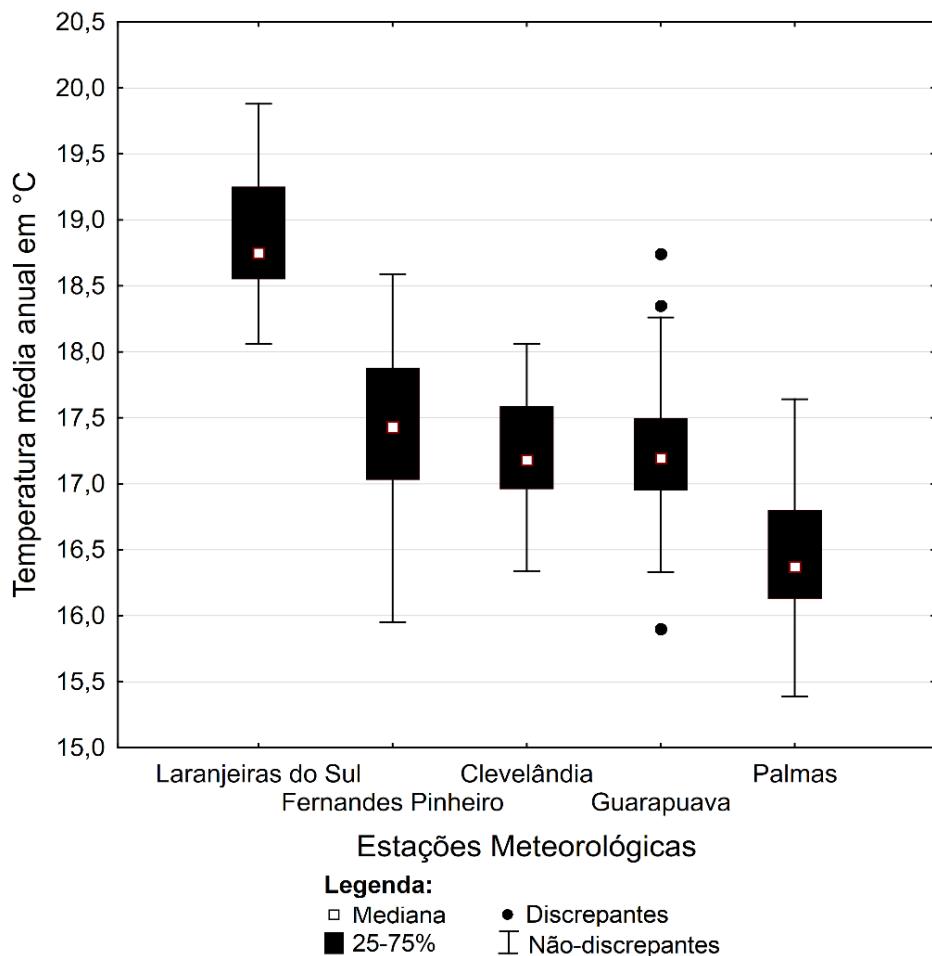


Fonte: Organizado pelos autores (2020)

Cabe-se destacar ainda, que as áreas mais elevadas da região são as mais chuvosas, e consequentemente com maior nebulosidade e umidade relativa (NITSCHE et al., 2019; CALDANA et al., 2020), contribuindo para menores horas de sol e distribuição de radiação, contribuindo para as melhores temperaturas.

A distribuição regional da temperatura média anual corrobora com as discrepâncias vinculadas a altitude (Figura 4). A estação de Laranjeiras do Sul localizada a 800m de altitude apresentou todas as temperaturas médias superiores a estações com maiores altitudes, apresentando mediana de 18,6°C e variação de 18,1 a 19,7°C com distribuição assimétrica à direita.

Figura 4 - Variabilidade anual da temperatura média do ar na Mesorregião Centro-Sul Paranaense



Fonte: Organizado pelos autores (2020)

Ao contrário de Laranjeiras do Sul, a estação com maiores altitudes e no extremo sul da região, em Palmas, localizada a 1.100m apresentou a menor mediana, com 16,3°C, com menor registro anual da região, com 15,3°C.

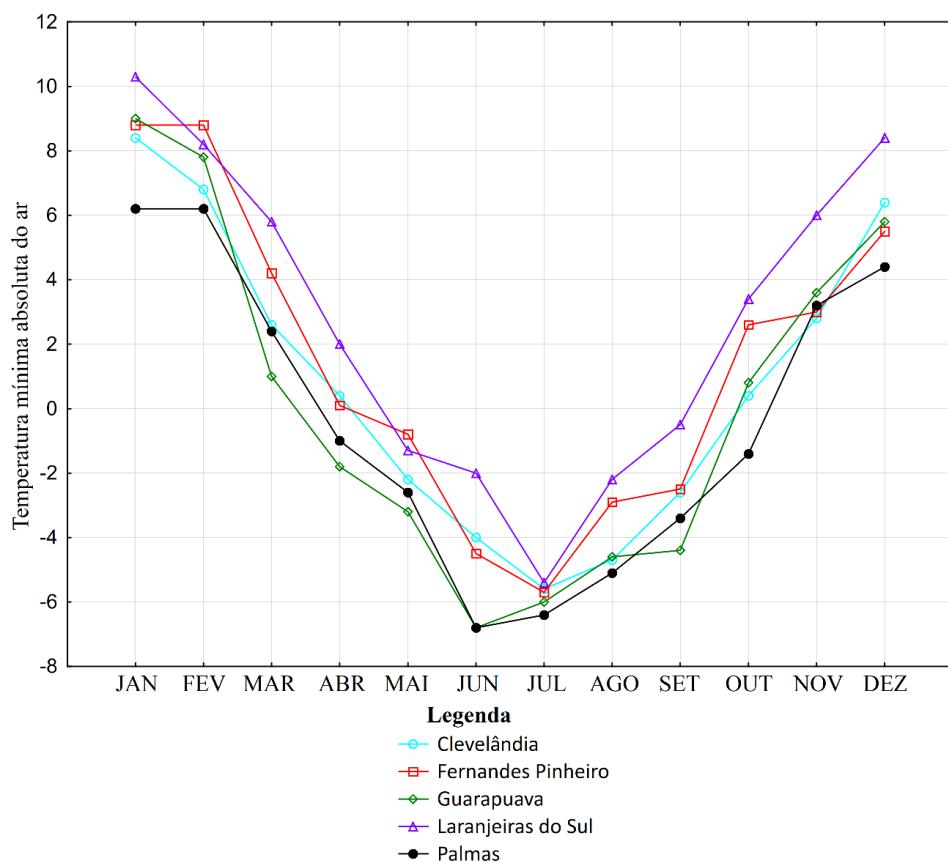
As estações de Fernandes Pinheiro (900m), Clevelândia (930m) e Guarapuava

(1.058m) apresentaram medianas similares de 17,4, 17,2 e 17,3°C respectivamente, com maior variação entre os valores máximos e mínimos na primeira, e três valores discrepantes nos dois lados da caixa em Guarapuava, essa última ainda, foi a que apresentou distribuição mais simétrica dentre as analisadas.

A mesorregião em destaque é a mais fria do estado do Paraná e uma das mais frias do Brasil (NITSCHE et al., 2019). No contexto dessa afirmação, identificou-se temperaturas mínimas extremas em toda a região e durante pelo menos seis meses, principalmente nas estações de outono e inverno (Figura 5).

Figura 5 - Temperaturas mínimas absolutas do ar em estações da Mesorregião Centro-Sul

Paranaense



Fonte: Organizado pelos autores (2020)

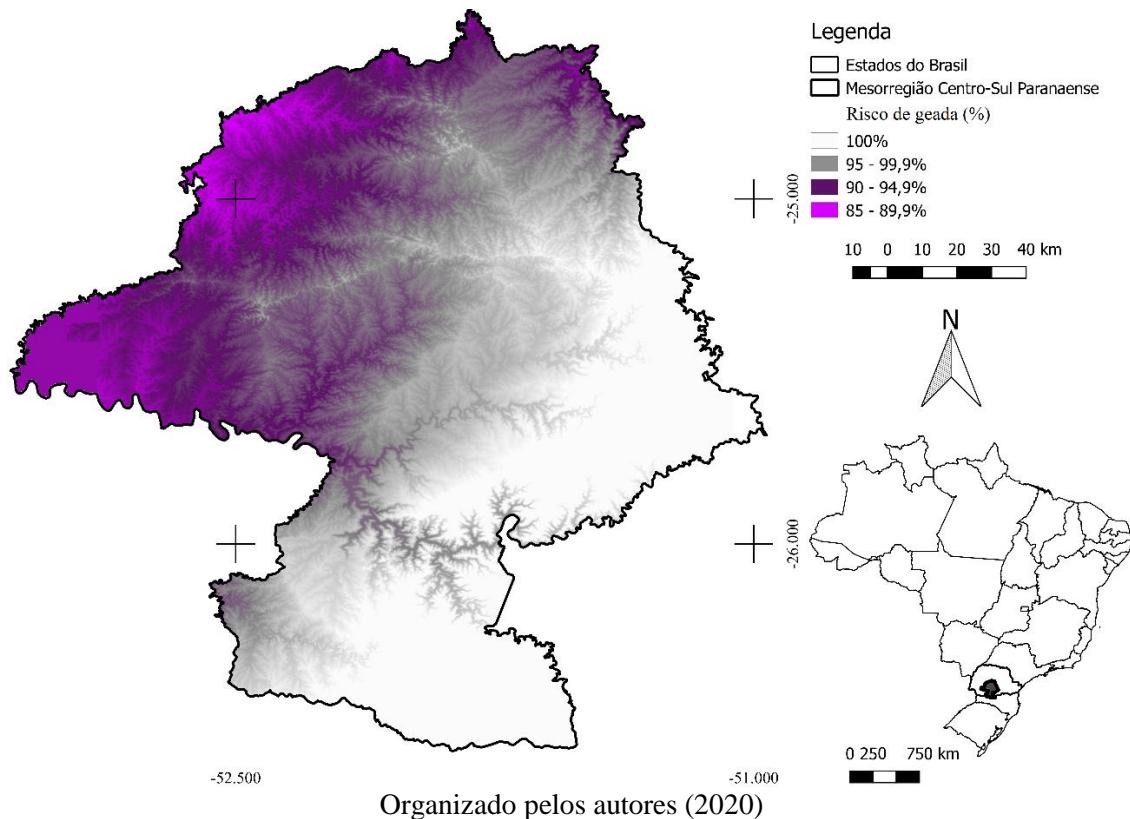
O menor registro foi de -6,8°C, no mês de junho e nas estações de Palmas e Guarapuava, porém em anos diferentes, em 1981 e 1978, respectivamente. A estação de Palmas, ainda, apresentou maior frequência de temperaturas do ar negativa, ocorrendo de abril a outubro. A única estação a não apresentar temperaturas inferiores a 10°C em todos os meses foi Laranjeiras do Sul, no mês de janeiro.

O frio na região, também, foi averiguado no trabalho de Oliveira e Borrozino (2018) que compararam a quantidade de horas de frio em Guarapuava, Palmas (localizadas na mesorregião analisada) e Londrina (localizada no norte do Estado do Paraná) e identificaram que o número de geadas e de horas de frio abaixo de 7º C aumentam do norte para o sul do Paraná, variando de 4 até 23 eventos de geada e de 45 (Londrina) até 445 horas de frio (Palmas) por ano. Apresentando assim, a grande diferença entre a quantidade de frio e geada da mesorregião Centro-Sul para outras áreas do Paraná. Variação também identificada por Wrege et al. (2018) onde constatou-se que o risco de geada, nos Estados de transição climáticas Paraná e São Paulo, pode variar de 0 a 80%, mesmo nas áreas tropicais.

Ocorrências e risco de geada

Como mencionado, a região possui alta frequência de ocorrência da geada. Ao analisar o risco anual (Figura 6), toda a área leste e sul da mesorregião apresentou 100% de risco de geada anual, com pelo menos uma ocorrência em todos os anos de dados disponível, abrangendo as regiões de municípios como Guarapuava, Pinhão, Palmas e Clevelândia.

Figura 6 - Risco anual de geada moderada (<2°C) na Mesorregião Centro-Sul Paranaense. Fonte:

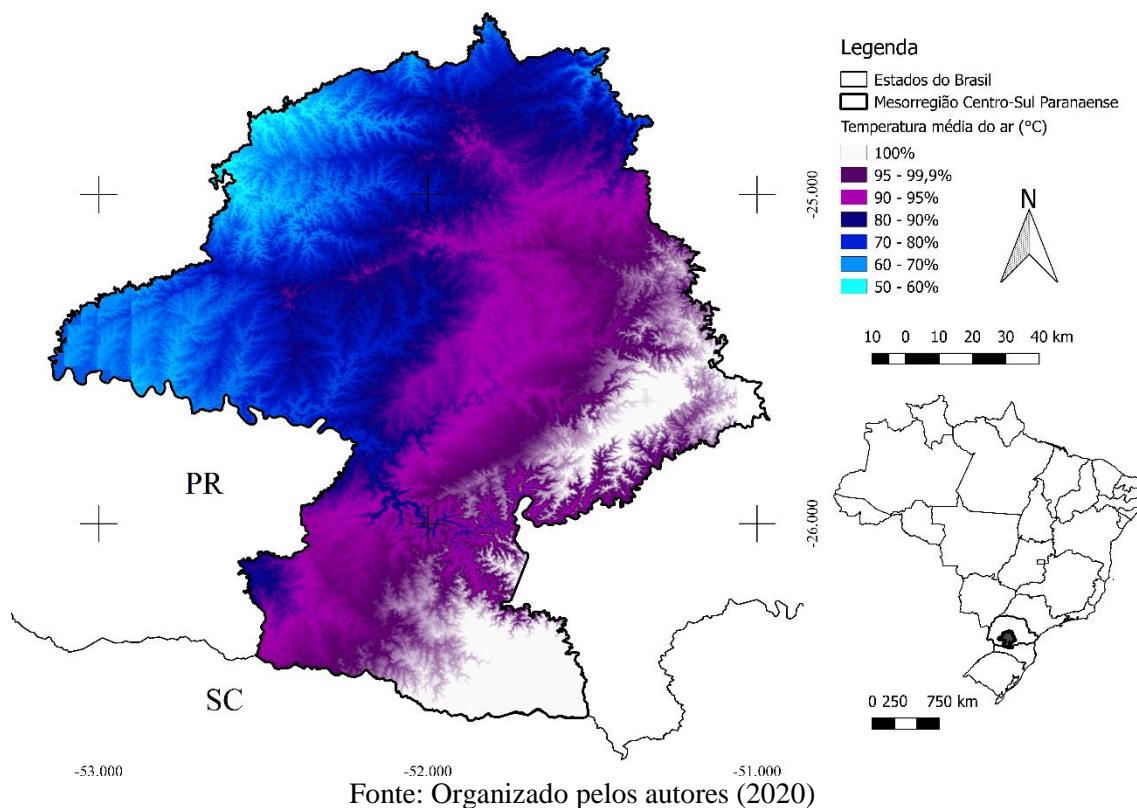


Mesmo nas regiões com menores altitudes e consequentemente mais quentes o risco permanece alto. Nas áreas em cinza do mapa, poucos anos da série não tiveram geada, e possuem risco superiores a 95%, nas áreas em tons de roxo o risco varia de 85 a 95%.

Para compreender a gênese de formação das geadas nessa região, deve-se atentar a atuação das frentes frias, sendo identificadas pela atuação da massa Polar atlântica (mPa) formando uma linha de descontinuidade com um bolsão de ar aquecido em contraste com outro de características térmicas diferentes (BORSATO, 2016). O encontro dessas massas de ar de diferentes temperaturas causa ascensão do ar mais aquecido podendo provocar chuva, após em condições normais, predomina-se a atuação do ar seco e frio, e dependendo a sua intensidade pode culminar na formação de geada na manhã seguinte, se o céu estiver limpo (CALDANA et al., 2019b).

E, ainda, como observado, temperaturas negativas ocorrem com frequências em alguns meses na região (Figura 01), dessa forma, estimou-se o risco de ocorrência de geada severa com temperaturas abaixo de 0°C (Figura 7), tomando-se como base, que com a inversão térmica, a temperatura do solo pode atingir -4°C a menos que do abrigo meteorológico em noites de geada (DA SILVA; SENTELHAS, 2001; CARAMORI et al., 2007).

Figura 7 - Risco anual de geada severa (<0°C) na Mesorregião Centro-Sul Paranaense

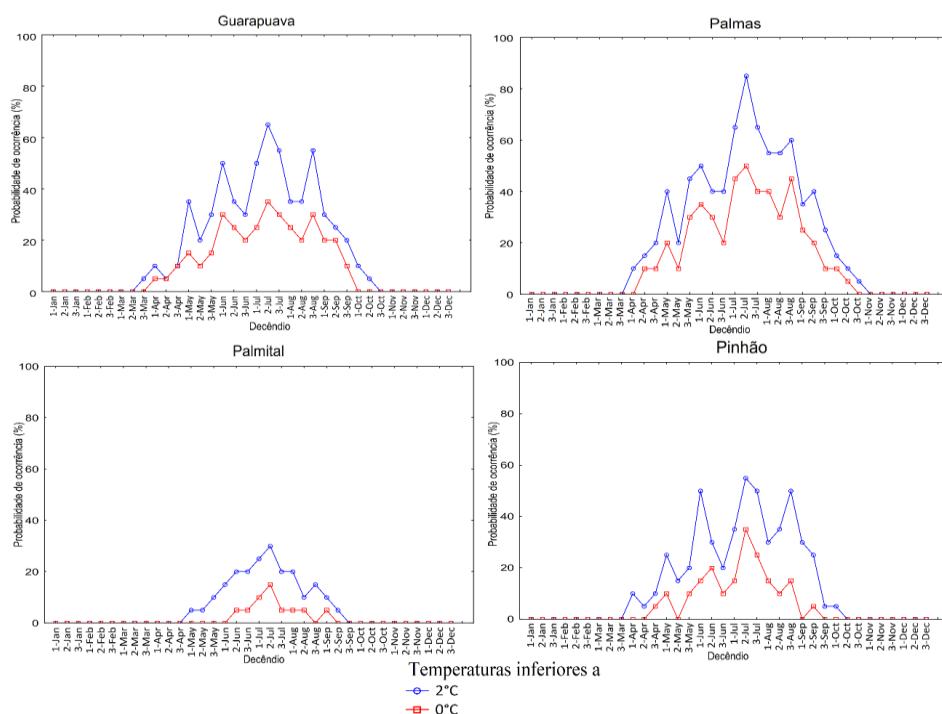


O risco de geada severa mostrou similaridade ao de geada moderada, porém, com redução das áreas com 100% de risco, apenas as áreas com as maiores altitudes da região apresentaram risco de ocorrer todos os anos. Enquanto nas áreas mais baixas e próximo a calha de rios o risco cai para 50% de chance de ocorrência.

Para a agricultura e ao estado do Paraná, as plantas respondem a intensidades diferentes quanto à geada. As culturas anuais que possuem porte e dossel foliar são mais sensíveis a geada, as de ciclo curto podem ser readequadas para o período do ano livre de geada, se houver (SENTELHAS et al., 1996; CARAMORI et al., 2008). As culturas arbóreas sentem menos o impacto devido o porte elevado, em alguns sistemas de cultivo, atua como protetoras de outras culturas principais. Porém, dependendo da intensidade da geada e a sua forma de ocorrência, elas também estarão sujeitas aos impactos negativos do evento (SENTELHAS et al., 1996).

Dessa forma, identificar o risco de geada em períodos curto de tempo, como em decêndios, podem contribuir para o planejamento agrícola e adequação da época de semeadura, podendo garantir o sucesso de espécie de pequeno ciclo no período livre de geadas (CALDANA et al., 2020). Sendo assim, estimou-se o risco de geada por decêndios, em diferentes áreas da mesorregião (Figura 8).

Figura 8- Risco de geada moderada e severa por decêndio na Mesorregião Centro-Sul Paranaense.



Fonte: Organizado pelos autores (2020)

Identificou-se que todas as estações apresentaram risco de ocorrência de temperatura negativa em inúmeros decêndios, e como esperado, com risco maior na estação de inverno. Palmas apresentou o maior risco em único decêndio superando os 80% no dia 02-jul. E nesse mesmo decêndio, superando o risco de 40% para temperaturas negativas e geada severa.

Guarapuava e Pinhão apresentaram distribuição dos riscos similares, sendo relativamente maior na primeira citada. Enquanto em Palmital, houve os menores riscos, com apenas dois decêndios com risco superior a 10% de geada severa e cinco de geada moderada.

O conhecimento do regime de geadas é um importante subsídio na tomada de decisões do setor agropecuário. Informações como o número de geadas esperado em cada mês, a data de ocorrência da primeira geada de outono e da última geada de primavera, permitem o planejamento mais seguro de atividades como plantio das culturas anuais e manejo de podas, colheita e outras operações nas culturas perenes (DE OLIVEIRA e BORROZZINO, 2018). Dessa forma, estimou-se o período livre de geada em localidades diferentes da região (Tabela 2).

Tabela 2 - Período livre de geada na Mesorregião Centro-Sul Paranaense

Estação Meteorológica	Período Livre de Geada
Guarapuava	Primeira geada: Decêndio 3-mar Última geada: Decêndio 2-out
Palmas	Primeira geada: Decêndio 2-mar Última geada: Decêndio 3-out
Palmital	Primeira geada: Decêndio 1-mai Última geada: Decêndio 3-set
Pinhão	Primeira geada: Decêndio 1-abr Última geada: Decêndio 2-out

Fonte: Organizado pelos autores (2020)

Guarapuava e Palmas apresentaram os menores períodos livre de geada, com menos de cinco meses sem registros da adversidade meteorológica. Mesmo que com o risco baixo no mês de março, como já houve registro (Figura 07), é configurado como período crítico. Dessa forma, apenas nos meses de novembro a fevereiro apresentaram aptidão para o plantio de espécies não resistentes a geada nessas áreas e, ainda, há de se optar por espécies com ciclo curto.

O posto Palmital foi a estação que apresentou maior período livre de geadas, demonstrando que as áreas com menores altitudes são mais propícias para o cultivo de espécies tropicais.

Sendo assim, regionalmente, recomenda-se o plantio das espécies sensíveis ao frio e geada no terceiro decênio de outubro ou no primeiro novembro, sendo também um dos períodos mais chuvosos na região (CALDANA et al., 2019a; NITSCHE et al., 2019), contribuindo assim, na semeadura, e garantindo maior período livre de geada no desenvolvimento da espécie, e ainda sendo possível terminar o ciclo de culturas temporárias até a ocorrência da primeira geada na região, que pode ocorrer no final de abril.

Tendências

Os dados de temperatura média mínima demonstram que todos os postos investigados observaram tendência de aumento ao longo das séries, mesmo com períodos de coleta distintos. A partir do coeficiente de determinação (R^2) observou-se que as estações de Fernandes Pinheiro, Palmas e Guarapuava registraram os maiores indicativos de mudança ao longo do tempo, em menor nível encontra-se Laranjeiras do sul e Clevelândia.

Os testes de verificação Mann Kendall e Pettit revelaram que os pontos Fernandes Pinheiro, Laranjeiras do Sul, Palmas e Guarapuava apresentam tendência de elevação a 99% de confiança, apenas o ponto de Clevelândia, que tem tendência de elevação, porém sem significância estatística.

Já o teste de Pettit identificou o ponto de ruptura nas séries de dados, com isso a 99% de significância observa-se as rupturas de Fernandes Pinheiro e Palmas, em 1981 e 1990, respectivamente. Com 95% de significância observou-se alteração em Laranjeiras do Sul e Guarapuava, em 1990 e 1991/1993, respectivamente, além de Clevelândia que apresentou ruptura em 1990, porém sem significância. Há que se destacar o fato de que quatro dos cinco postos registraram suas rupturas no início da década de 1990, apenas Fernandes Pinheiro registrou em 1981, no entanto, esta estação apresenta uma série de dados maior, desde 1963 (Quadro 1).

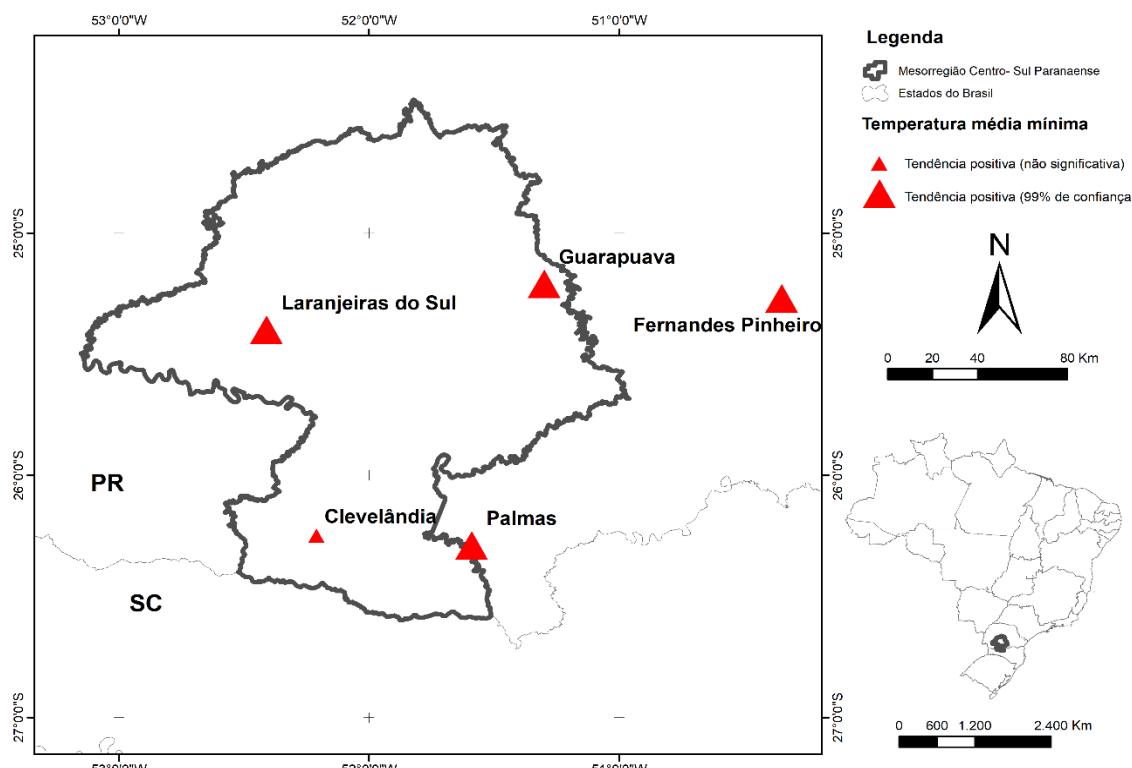
Observando na Figura 9 a espacialização dos pontos permite destacar que mesmo nas áreas mais elevadas como Guarapuava e Palmas, onde a probabilidade de ocorrência de geadas é elevada, as tendências são de elevação da temperatura média mínima do ar. Além disso, no setor sudoeste da mesorregião se encontra o único ponto que registrou tendência, porém, ainda sem significância estatística, localizado em Clevelândia.

Quadro 1 - Cálculos estatísticos oriundos da regressão linear simples, Teste Mann-Kendall e Teste de Pettit para a temperatura média mínima do ar.

Estação	Equação	R ²	MK	Tendência	Pettit
Fernandes Pinheiro	0,0337x + 12,036	0,5624	6,2305**	+	1981**
Laranjeiras do Sul	0,0227x + 13,868	0,232	2,6848**	+	1990*
Clevelândia	0,0102x + 12,849	0,0753	1,6899	+	1990
Palmas	0,0317x + 11,433	0,4091	4,0975**	+	1990**
Guarapuava	0,028x + 12,275	0,3759	3,7029**	+	1991* e 1993*

Fonte: Organizados pelos autores. Significância a 99% = ** e 95% = *

Figura 9 - Tendência da temperatura média mínima do ar, por ponto de coleta.



Fonte: Organizado pelos autores (2020)

Os dados de temperatura média apontam para um cenário parecido ao da temperatura média mínima do ar, todos os pontos apresentam também tendência de elevação na temperatura média do ar, sendo que os postos de Fernandes Pinheiro, Guarapuava e Palmas tem os maiores coeficientes de determinação (R^2).

O teste Mann Kendall revelou que estes três postos citados (Fernandes Pinheiro, Palmas e Guarapuava) têm tendência de elevação considerada significativa a 99% de confiança. Os outros postos, apesar de manterem tendências de elevação, estas são observadas com uma intensidade menor, o ponto de Clevelândia com um MK =2,43 apresentou-se como significativo a 5%, já o posto Laranjeiras do Sul tem uma tendência não significativa (Quadro 2).

Quadro 2 - Cálculos estatísticos oriundos da regressão linear simples, Teste Mann-Kendall e Teste de Pettit para os dados de temperatura média do ar.

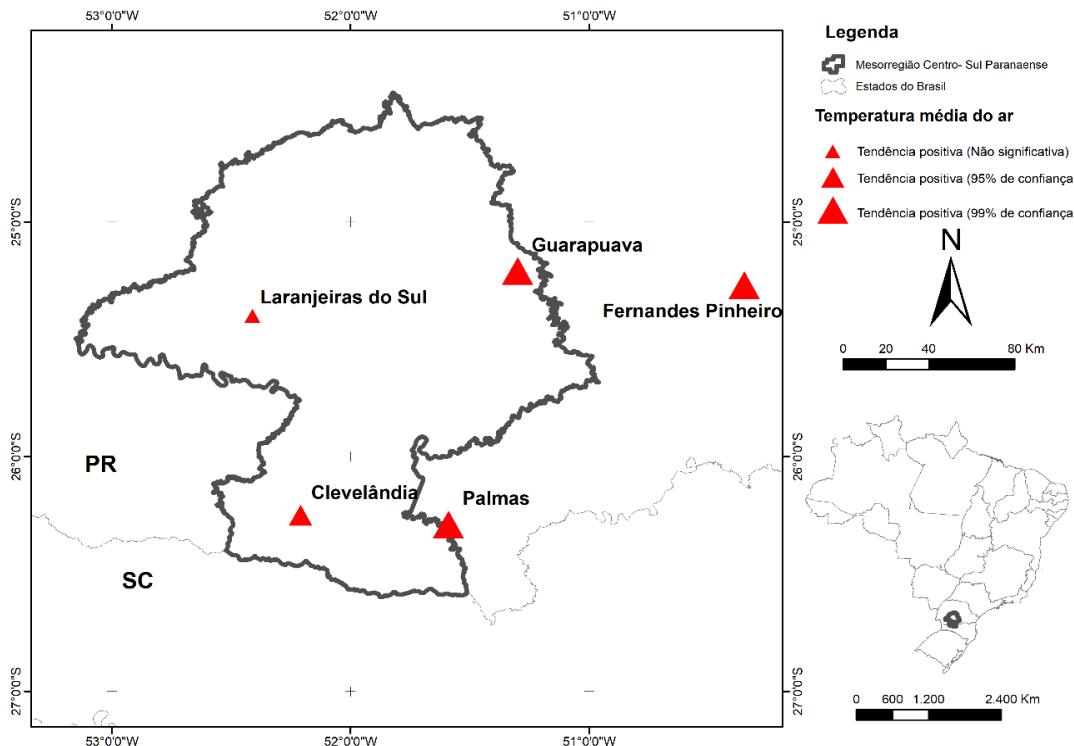
Estação	Equação	R^2	MK	Tendência	Pettit
Fernandes Pinheiro	$0,0279x + 16,618$	0,5689	6,184**	+	1983**
Laranjeiras do Sul	$0,0075x + 18,711$	0,031	1,471	+	2000
Clevelândia	$0,0132x + 16,982$	0,1443	2,435*	+	1990
Palmas	$0,0239x + 15,924$	0,4061	4,119**	+	2000**
Guarapuava	$0,0292x + 16,604$	0,4784	4,634**	+	2000**

Fonte: Organizados pelos autores. Significância a 99%==** e 95%=-*

Além disso, no teste de Pettit pode se constatar que, diferentemente da temperatura média mínima do ar, as rupturas se concentraram no início dos anos 2000, em três dos cinco postos (Laranjeiras do Sul, Palmas e Guarapuava), sendo que no caso de Laranjeiras do sul esta não foi significativa. Já o posto Fernandes Pinheiro teve sua ruptura no ano de 1983 com confiança de 99% e Clevelândia teve a alteração em 1990, porém sem significância (Quadro 02).

Na Figura 10 repara-se que os postos localizados no setor leste da mesorregião apresentaram as maiores tendências de elevação, conforme já destacado, nos postos de Palmas, Guarapuava e Fernandes Pinheiro, já os postos de Clevelândia, no setor sudoeste e Laranjeiras do Sul na porção centro-oeste apresentam tendências de menor intensidade.

Figura 10 - Tendência da temperatura média do ar, por ponto de coleta.



Fonte: Organizado pelos autores (2020)

Após a investigação de tendência nos postos estudados atenta-se para o fato de que Palmas, Guarapuava e Fernandes Pinheiro mostraram tendência de elevação tanto na temperatura média do ar, como também na média mínima do ar, em ambos os casos com 99% de confiança, sendo estas localizadas no setor leste da mesorregião Centro-Sul Paranaense. Os pontos localizados no setor oeste, Clevelândia e Laranjeiras do Sul, apresentam tendências de aumento, porém com menor intensidade a partir dos testes estatísticos realizados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Mesorregião Centro-Sul Paranaense apresentou grande discrepância nas variáveis meteorológicas analisadas principalmente vinculadas ao fator geográfico altitude, como a temperatura média variou de 16 a 22,1°C.

Tanto o risco de geada moderada quanto o de severa apresentaram altas probabilidades de ocorrências anuais. Toda a área com maiores altitudes da região apresentou 100% de risco por ano, enquanto ocorre a diminuição progressiva para as menores altitudes. Enquanto o

decêndio mais crítico para a ocorrência de geada foi 02-julho, indo do dia de 10 a 20 deste mês. Regionalmente, o período livre de geada foi do decêndio 02-março ao 01-novembro.

A análise de tendência relevou tendências significativas de elevação nas temperaturas média mínima e média do ar em três pontos, Fernandes Pinheiro, Palmas e Guarapuava, sendo as duas últimas localizadas nas áreas mais elevadas no setor leste da mesorregião.

Sendo assim, regionalmente, recomenda-se o plantio das espécies sensíveis ao frio e geada no terceiro decêndio de outubro ou no primeiro novembro, dessa forma, mostra-se possível o cultivo de espécies tropicais na mesorregião, desde que essas tenham ciclo curto.

REFERÊNCIAS

ADAMI, P. F., COLET, R. A., LEMES, E. S., OLIGINI, K. F., & BATISTA, V. V. Plantas de cobertura nas entressafra soja-trigo e soja-soja/Cover plants in soybean-wheat and soybean-soybean offseason. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 16551-16567, 2020.

AMBROISE, V., LEGAY, S., GUERRERO, G., HAUSMAN, J. F., CUYPERS, A., & SERGEANT, K. The roots of plant frost hardiness and tolerance. **Plant and Cell Physiology**, v. 61, n. 1, p. 3-20, 2020.

BACK, A.J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesq. Agropec. Bras.** v. 36, n. 5, p. 717-726, 2001.

BLAIN, G.C. Detecção de tendências monótonas em série mensais de precipitação pluvial do estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p1027-1033, 2010.

BORSATO, V. A dinâmica dos sistemas atmosféricos: Brasil e as massas de ares. In: **A dinâmica climática do Brasil e massas de ares**. Editora CRV, 182p. 2016.

CALDANA, N. F. S., RUDKE, A. P., DA SILVA, I., NITSCHE, P. R., & CARAMORI, P. H. Gênese, Impacto e a Variabilidade das Precipitações de Granizo na Mesorregião Centro-Sul Paranaense, Brasil/Genesis, Impact and Variability of Hail Precipitations in the Central South Mesoregion of the State of Paraná, Brazil. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 56, p. 61-61, 2019.

CALDANA, N. F. S.; NITSCHE, P. R.; MARTELOCIO, A. C.; RUDKE, A. P.; COSTA, G. C. Z.; FERREIRA, L. G. B.; ZACCHEO, P. V. C.; CARVALHO, S. L. C.; MARTINS, J. A. Agroclimatic Risk Zoning of Avocado (*Persea americana*) in the Hydrographic Basin of Paraná River III, Brazil. **Agriculture**, v. 9, p. 1-11, 2019.

CALDANA, N. F. S.; NITSCHE, P. R.; MARTELOCIO, A. C.; FERREIRA, L. G. B.; CARAMORI, P. H.; MARTINS, J. A. Agroclimatic Risk Zoning of Guava (*psidium guajava* L.) in the Basin of Paraná River 3. **Revista De Agricultura Neotropical**, 2020.

CARAMORI, P. H. e; MANETTI FILHO, J. **Proteção dos cafeeiros contra geadas**.

Londrina, IAPAR, 1993. 28p. (IAPAR, Circular 79).

CARAMORI, P. H., MORAIS, H., ANDROCIOLI, A., LEAL, A. C., GORRETA, R., & CRUZ, R. F. R. **Utilização de espécies intercalares ao cafezal para proteção contra geadas: Resultados e perspectivas.** SPCB (02: 2001: Vitória, ES) – Resumos Expandidos [385] 2001. Disponível em < <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/1096> > Acesso em: 15 de março de 2020.

CARAMORI, P., ESQUERDO, J., ZULLO JÚNIOR, J., PINTO, H., & ASSAD, E. Análise da ocorrência de geadas no Estado do Paraná com base na temperatura de superfície obtida dos dados AVHRR/NOAA. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso** (ALICE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. Anais... Florianópolis: INPE; SELPER, 2007.

CARAMORI, P. H., CAVIGLIONE, J. H., WREGE, M. S., HERTER, F. G., HAUAGGE, R., GONÇALVES, S. L., ... & RICCE, W. D. S. Zoneamento agroclimático para o pessegueiro e a nectarineira no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 1040-1044, 2008.

CHAUHAN, Y. S.; RYAN, M. Frost Risk Management in Chickpea Using a Modelling Approach. **Agronomy**, v. 10, n. 4, p. 460, 2020.

ELY, D. F.; KOGIMA, K. C. Índices Térmicos Para A Identificação De Ondas De Calor Aplicados Ao Estado Do Paraná, Brasil. **Geo UERJ**, n. 34, p. 40947, 2019.

FIORENTIN, A. M. X., DE MIRANDA, R. B., SCARPINELLA, G. D. A., CAMELINI, J. H., & MAUAD, F. F. Estudo de susceptibilidade à geada para a cultura da cana-de-açúcar. **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 3, n. 1, p. 43-50, 2016.

FONSECA, E. L.; BOLFE, E. L.; DA SILVA JÚNIOR, J. F. **Zoneamento agrícola para espécies frutíferas tropicais do Centro-Sul do Estado de Sergipe-Abacaxi, Banana, Mamão e Mangaba.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 19p. 2004.

IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), **Censo Demográfico: Brasil**, 2019. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: < <https://censo2020.ibge.gov.br> > Acesso em: 14 de março de 2020.

IPCC, Intergovernmental Panel On Climate Change. **Special report on global warming of 1.5 C (SR15)**. 2019. Disponível em: < <https://www.ipcc.ch/sr15/graphics/> > Acesso em: 15 de março de 2020.

KOTIKOT, S. M., FLORES, A., GRIFFIN, R. E., NYAGA, J., CASE, J. L., MUGO, R., ... & IRWIN, D. E. Statistical characterization of frost zones: Case of tea freeze damage in the Kenyan highlands. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 84, p. 101971, 2020.

LEM, S., ONGHENNA, P., VERSCHAFFEL, L., & VAN DOOREN, W. The heuristic interpretation of box plots. **Learning and Instruction**, v. 26, p. 22-35, 2013.

DE LIMA, J. F., ALVES, L. R., PIFFER, M., & PIACENTI, C. A. Análise regional das mesorregiões do Estado do Paraná no final do Século XX. **Análise Econômica**, v. 24, n. 46, 2006.

LIU, Y., ZHENG, W., WANG, Q., CAO, C., CHANG, M., & ROCCHI, I. Evaluating sulfur-free lignin as a sustainable additive for soil improvement against frost resistance. **Journal of Cleaner Production**, v. 251, p. 119504, 2020.

MARENKO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI** – Brasília: Ministério do Meio Ambiente – MMA, 212 p. 2a edição, 2007.

MARTELOCIO, A. C.; CALDANA, N. F. S.; CARAMORI, P. H. Potencialidades e riscos climáticos para o cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) na Mesorregião Norte Central Do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, p. 049-066, 2020.

MORAIS, H., CARAMORI, P. H., LEAL, A. C., MOREIRA, I. A., DE ARRUDA RIBEIRO, A. M., & FILHO, F. C. Avaliação de métodos de proteção contra geadas em cafezais recém implantados. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 10, n. 2, p. 259-264, 2002

DE OLIVEIRA, D., BORROZZINO, E. Risco de geada e ocorrência de horas de frio abaixo de 7° C em Londrina, Guarapuava e Palmas, no estado do Paraná. **Agrometeoros**, v. 25, n. 2, p.333-337, 2018.

RUSSELL, J. M.; TEDDER, M. J. Frost tolerance in *Vachellia sieberiana* var. *woodii* in the high-altitude grasslands of southern Africa. **South African Journal of Botany**, v. 128, p. 239-245, 2020.

SANCHES, F. O.; VERDUM, R.; FISCH, G. Estudo de tendência de chuvas de longo prazo. **Revista Ambiente, Água**, v.8, n.3. p.214-228, 2013.

SALVIANO, M. F.; GROOPPO, J. D.; PELLEGRINO, G. Q. Análise de tendências em dados de precipitação e temperatura no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 31, n. 31, p. 64-73, 2016.

SENTELHAS, P. C., JÚNIOR, P., TOLEDO, C., SIGRISTI, J. M. M., KAVATI, R., & PARODI, M. T. Temperatura letal de diferentes plantas frutíferas tropicais. **Bragantia**, v. 55, n. 2, p. 201-235, 1996.

SHEN, Y., TANG, T., ZUO, R., TIAN, Y., ZHANG, Z., & WANG, Y. The effect and parameter analysis of stress release holes on decreasing frost heaves in seasonal frost areas. **Cold Regions Science and Technology**, v. 169, p. 102898, 2020.

DA SILVA, J. G.; SENTELHAS, P. C. Diferença de temperatura mínima do ar medida no abrigo e na relva e probabilidade de sua ocorrência em eventos de geada no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, p. 9-15, 2001.

SCHNEIDER, H.; DA SILVA, C. A. O uso do modelo box plot na identificação de anos-padrão secos, chuvosos e habituais na microrregião de Dourados, Mato Grosso do Sul.

Revista do Departamento de Geografia, v. 27, p. 131-146, 2014.

TERASSI, P. D. B., OLIVEIRA JÚNIOR, J. F., GOIS, G., & GALVANI, E. Variabilidade do índice de precipitação padronizada na região norte do estado do paraná associada aos eventos de el niño-oscilação sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 1, p. 11-25, 2018.

WREGE, M. S., FRITZSONS, E., SOARES, M. T. S., PRELA-PÂNTANO, A., STEINMETZ, S., CARAMORI, P. H., ... & PANDOLFO, C. Risco de Ocorrência de Geadas na Região Centro-Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, p. 524-553, 2018.

ZARO, G. C., RICCE, W. D. S., CARAMORI, P. H., CARVALHO, S. L. C., & VICENTINI, M. E. Zoneamento agroclimático para a cultura do abacateiro no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 363-372, 2014.

CHECKLIST DA FLORA FANEROGÂMICA E MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE FRAGMENTOS FLORESTAIS URBANOS EM SÃO LUÍS, MARANHÃO

Luann Brendo da Silva **COSTA**

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação (PPGBC) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
luanncostaslz@gmail.com

Eduardo Bezerra de **ALMEIDA JR.**

Professor Adjunto IV (DE) do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão - UFMA
ebaj25@yahoo.com.br

Recebido
Fevereiro de 2020

Aceito
Junho de 2020

Publicado
Julho 2020

RESUMO: O presente estudo tem como objetivo realizar um levantamento da flora fanerogâmica, mapear e descrever os fragmentos florestais da Universidade Federal do Maranhão, com vistas ao manejo e conservação. As coletas foram realizadas entre 2016 e 2019 em todos os fragmentos de vegetação do Campus Bacanga da Universidade Federal do Maranhão. Após a coleta, o material foi herborizado conforme as metodologias usuais em botânica. As identificações foram realizadas com auxílio de literatura especializada e por comparação com material já identificado no Herbário do Maranhão (MAR). A listagem seguiu a classificação do APG IV e os nomes das espécies e dos autores foram verificados na base de dados Tropicos e Flora do Brasil. Para a caracterização dos fragmentos, foram utilizadas imagens de satélite obtidas no programa Google Earth Pro no período de 2009 a 2019. Para elaboração do mapa temático foi utilizado o Software QGIS. Os fragmentos foram caracterizados a partir de visitas *in loco* e por meio de imagens de satélite. Foram identificadas 237 espécies, 177 gêneros e 58 famílias. As famílias mais ricas em número de espécies foram Poaceae com 41 espécies, Fabaceae (31 spp.), Asteraceae (25 spp.) e Euphorbiaceae (13 spp.). As ervas foram as mais representativas, seguida dos arbustos e das árvores. Foram registradas espécies que ocorrem na Amazônia, Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, destacando os ambientes de transição do Estado. O presente estudo apresenta um panorama das mudanças que ocorreram nos fragmentos ao longo de 10 anos com a perda de mais 80% da vegetação, comprovando a necessidade de conservação dos fragmentos, sobretudo os de maior extensão. Dessa forma, o presente estudo proporciona dados robustos para oficialização dos Parques Ambientais da UFMA, além de subsidiar dados para realização de planos de manejo visando a recuperação das áreas degradadas.

Palavras-chave: Fragmentação. Florística. Imagens de satélite. Conservação.

CHECKLIST OF FANEROGAMIC FLORA AND MAPPING OF VEGETATED AREAS OF URBAN FOREST FRAGMENTS IN SÃO LUÍS, MARANHÃO STATE

ABSTRACT: The present study aims to conduct a survey of the phanerogamic flora, map and describe the forest fragments of the Universidade Federal of Maranhão, with a view to management and conservation. The collections were collected between 2016 and 2019 in all vegetation fragments of the Campus Bacanga of Universidade Federal of Maranhão. After collection, the material was herborized according to the usual botanical methodologies. The identifications were performed with the aid specialized literature and by comparison with material already identified in the Maranhão Herbarium (MAR). The listing followed the classification of APG IV and the names of the species and authors were verified in the Tropicos and Flora of Brazil database. Satellite images obtained from the Google Earth Pro program from 2009 to 2019 were used to characterize the fragments. The QGIS Software was used to elaborate the thematic map. The fragments were characterized from *in loco* visits and via satellite images. A total of 237 species, 177 genera and 58 families were identified. The richest families in number of species were Poaceae with 41 species, Fabaceae (31 spp.), Asteraceae (25 spp.) and Euphorbiaceae (13 spp.). The herbs were the most representative, followed by the shrubs and trees. Species that occur in the Amazon, Cerrado, Caatinga and Atlantic Forest were recorded, highlighting the state's transition environments. The present study presents an overview of the changes that occur in fragments over 10 years with the loss of over 80% of vegetation, thus proving the need for conservation of fragments, especially those of greater extent. Thus, the present study provides robust data for the officialization of UFMA environmental parks, besides supporting data to carry out management plans aimed at the recovery of the degraded areas.

Keywords: Fragmentation. Floristic. Satellite images. Conservation.

LISTA DE VERIFICACIÓN DE LA FLORA FANEROGAMIC Y CARTOGRAFÍA DE LAS ÁREAS VEGETADAS DE FRAGMENTOS DEL BOSQUE URBANO EN SÃO LUÍS, MARANHÃO

RESUMÉN: El presente estudio tiene como objetivo realizar un estudio de la flora faroneógama, mapear y describir los fragmentos forestales de la Universidad Federal de Maranhão, con miras a la gestión y conservación. Las colecciones se recogieron entre 2016 y 2019 en todos los fragmentos de vegetación del Campus Bacanga de la Universidad Federal de Maranhão. Después de la recolección, el material fue herbido de acuerdo con las metodologías botánicas habituales. Las identificaciones se realizaron con la ayuda de literatura especializada y en comparación con el material ya identificado en el Herbario de Maranhão (MAR). La lista siguió la clasificación de la APG IV y los nombres de las especies y autores fueron verificados en la base de datos Tropicos and Flora de Brasil. Las imágenes satelitales obtenidas del programa Google Earth Pro de 2009 a 2019 se utilizaron para caracterizar los fragmentos. El software QGIS se utilizó para elaborar el mapa temático. Los fragmentos se caracterizaron por visitas locu y a través de imágenes satelitales. Se identificaron un total de 237 especies, 177 géneros y 58 familias. Las familias más ricas en número de especies fueron Poaceae con 41 especies, Fabaceae (31 spp.), Asteraceae (25 spp.) y Euphorbiaceae (13 spp.). Las hierbas eran las más representativas, seguidas por los arbustos y los árboles. Se registraron especies que se encuentran en el Amazonas, Cerrado, Caatinga y Bosque Atlántico, destacando los entornos de transición del estado. El presente estudio presenta una visión general de los cambios que se producen en fragmentos a lo largo de 10 años con la pérdida de más del 80% de vegetación, lo que demuestra la necesidad de conservación de fragmentos, especialmente los de mayor extensión. Así, el presente estudio proporciona datos sólidos para la oficialización de los parques ambientales de la UFMA, además de apoyar los datos para llevar a cabo planes de gestión destinados a la recuperación de estas áreas degradadas.

Palabras clave: Fragmentación. Florística. Imágenes satelitales. Conservación.

INTRODUÇÃO

A fragmentação, considerada um processo comum em consequência do uso da terra, caracteriza-se como uma área de vegetação natural contínua, interrompida por barreiras antrópicas ou barreiras naturais, capazes de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen ou sementes (LAURANCE, 2009). Este fenômeno é especialmente importante pelos efeitos deletérios que tem sobre as florestas tropicais do planeta, tendo em vista a grande importância destes ecossistemas para a biodiversidade, efeitos sobre o clima, entre outros (LAURANCE, 2009).

Os fragmentos florestais urbanos (FFU) provocam não só os efeitos de borda como também o isolamento genético das populações vegetais. Numa área urbana, a imigração é impedida por barreiras antrópicas, como construções, que não permitem a passagem de material genético na forma de pólen ou de sementes (EWERS; DIDHAM, 2006; BORN et al., 2008). Em contrapartida, as áreas verdes desempenham, juntamente com a vegetação viária, importantes funções como contribuir para a estabilização climática, diminuir as oscilações térmicas, reduzir localmente as temperaturas por meio do sequestro de carbono, proporcionar resistência aos ventos, fixando poeiras e oxigenando o ar (LOPES; MIOLA, 2010; DAVIES, 2017).

Além disso, os FFUs podem prover variados serviços ecossistêmicos influenciando diretamente na melhoria da qualidade de vida e na saúde física e mental do ser humano. Podendo amenizar os impactos causados pela antropização e até diminuir o estresse causado pelos transtornos das grandes cidades; angustiantes para o psíquico humano (FEIBER, 2004; CASTRO et al., 2010; MELO et al., 2011). As florestas urbanas proporcionam ainda o restabelecimento da relação entre o homem e a natureza e, dessa forma, podem promover benefícios ambientais, paisagísticos e educativos com a possibilidade de ações de educação ambiental e aulas em campo, bem como atividades ao ar livre (RIBEIRO, 2009; ESCOBEDO et al., 2011; MELO et al., 2011; DAVIES, 2017).

Nesse contexto, os FFUs têm se tornado mais comuns também como consequência de ações de manejo inadequadas (NILON, 2011) e uma das causas de fragmentação urbana encontra-se também em áreas utilizadas para construção de universidades, que, embora sejam áreas altamente fragmentadas, possuem em seus *campi* espaços arborizados com reconhecido potencial para o desenvolvimento de pesquisas em arborização urbana e paisagismo (KURIHARA et al., 2005; EISENLOHR et al., 2008). Com isso, os levantamentos florísticos

mostram-se como uma alternativa para o acompanhamento das variações na composição, riqueza, determinação de padrões de diversidade e distribuição, além da percepção de espécies endêmicas, exóticas e/ou em extinção em fragmentos florestais urbanos em universidades (FFUU) que podem contribuir para a implementação de medidas de manejo nesses ambientes (SCHORN et al., 2014).

Dessa forma, mesmo em formações não naturais, o conhecimento do status, a correta identificação taxonômica e a manutenção de espécimes em herbário são fundamentais, uma vez que as interferências antrópicas inadequadas, como a introdução e a retirada de indivíduos de forma aleatória, poderão causar prejuízos futuros que vão muito além da descaracterização da paisagem (GOODEN et al., 2009; CARVALHO et al., 2014; ALMEIDA JR., 2015).

Outra alternativa viável para obter informações que possibilitam planos de manejo ou conservação dos FFUU é a partir do mapeamento realizado por meio de técnicas de sensoriamento remoto. Tais técnicas se mostram altamente efetivas na análise da cobertura vegetal através de imagens de satélites, bem como na observação de imagens históricas das áreas vegetadas, sendo essa uma ferramenta que, quando aliada a levantamentos florísticos, pode trazer respostas que auxiliem os tomadores de decisões no planejamento e gerenciamento dos espaços urbanos (METZGER, 2004; SAITO et al., 2016).

Particularmente, no Maranhão, pouco se conhece sobre a composição florística e estrutural das diferentes formações vegetais que ocorrem no Estado, como Floresta Amazônica, Cerrado e Caatinga, - incluindo as áreas urbanas inseridas nesses ecossistemas - as quais podem variar de acordo com a posição do relevo, a proximidade dos cursos d'água e a intensidade das alterações que em alguns casos provocam a predominância de algumas espécies.

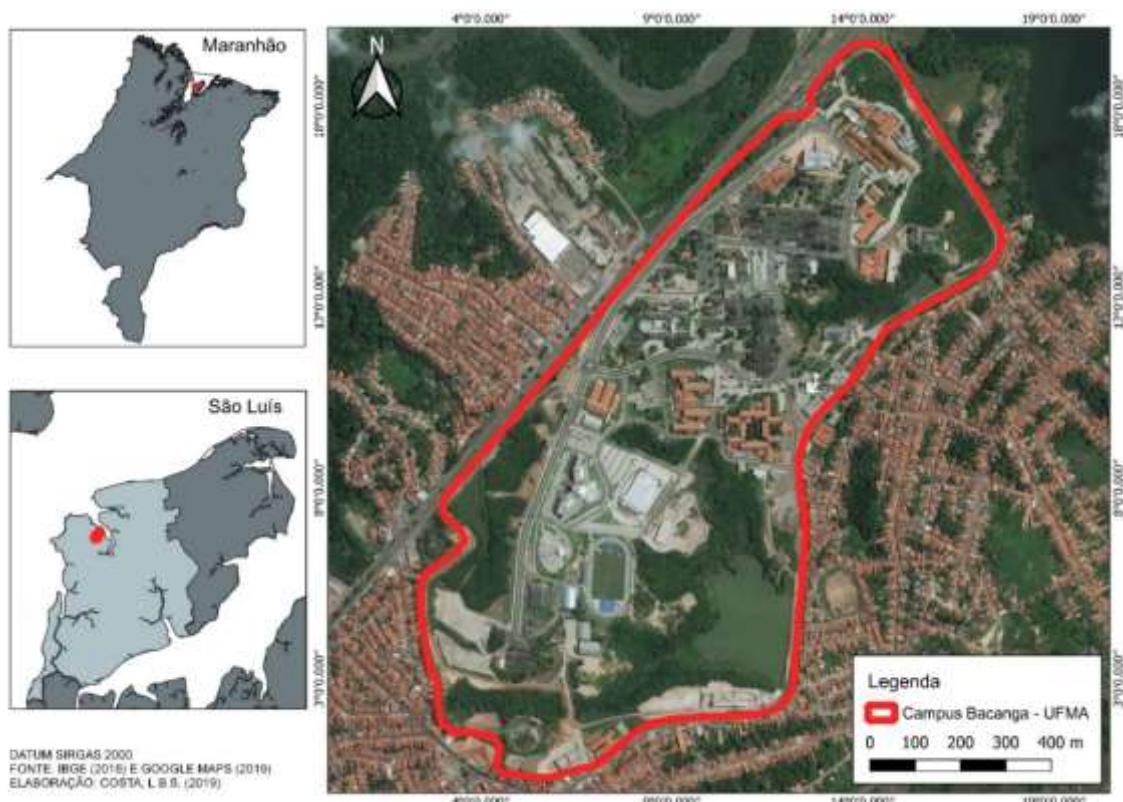
Identificar, conhecer e mapear áreas fragmentadas de vegetação em perímetros urbanos no Maranhão é importante para subsidiar pesquisas de conservação e recuperação de fragmentos, a partir de listas florísticas e análises das imagens de satélites, com a disponibilização de informações ecológicas, servindo como base para que o crescimento arquitetônico seja ligado à conservação. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo realizar um levantamento da flora fanerogâmica, mapear e descrever os fragmentos florestais urbanos da Universidade Federal do Maranhão, com vistas ao manejo e conservação.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido nos fragmentos de vegetação do Campus Bacanga - Cidade Universitária Dom Delgado ($2^{\circ}32'20.7''S$; $44^{\circ}16'58.4''W$) da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, localizada em São Luís, Maranhão, Brasil (Figura 1), inserido em uma área de transição entre o semiárido nordestino e tropical úmido da Amazônia.

Figura 1 - Localização do Campus Bacanga - Cidade Universitária Dom Delgado da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, São Luís, MA, Brasil.



De acordo com o Mapa de Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019), foram apresentados os novos limites dos Biomas brasileiros, estando São Luís localizada dentro dos limites do Bioma Amazônico e do Cerrado. No entanto, não existem registros oriundos de pesquisas científicas que possam embasar teórico e experimentalmente qual ecossistema pode apresentar maior influência na composição dos fragmentos de vegetação da UFMA, visto que o presente estudo é pioneiro nesse trecho do município.

Os fragmentos estudados, localizados dentro dos limites da Universidade, são pequenos e próximos; a vegetação é relativamente baixa, possui um importante componente lenhoso e o estrato herbáceo se destaca por causa das áreas de borda, apesar disso, vem sofrendo impactos devido à forte ação antrópica, o que contribuiu para descharacterizar a vegetação original nos últimos 50 anos. A alguns quilômetros da UFMA é possível encontrar uma vegetação densa típica de Manguezal às margens do Rio Bacanga, além de alguns fragmentos com aspecto de vegetação amazônica devido ao registro de determinadas espécies.

O clima é do tipo Aw, tropical chuvoso, com predominância de chuvas nos meses de janeiro a abril (ALVARES et al., 2013). A temperatura varia de 26 °C a 33 °C ao longo do ano e a pluviosidade apresenta um volume médio anual de 2.000 mm (INMET, 2018). Nos fragmentos, o relevo é bastante acidentado, contendo áreas baixas e outras dominadas por declividades acentuadas.

Amostragem da vegetação

As coletas foram realizadas entre os anos de 2016 e 2019 a fim de contemplar todos os meses do ano, abrangendo somente as espécies fanerogâmicas em estádio reprodutivo. As coletas foram realizadas em todos os fragmentos de vegetação por meio de caminhadas exploratórias e por trilhas já existentes para ampliar o esforço amostral (PEIXOTO; MAIA, 2013). Após a coleta, o material foi herborizado conforme as metodologias usuais em botânica (MORI et al., 1989; PEIXOTO; MAIA, 2013).

As identificações foram realizadas com auxílio de literatura especializada; chaves analíticas como Goldenberg et al. (2012), Asprino e Amorim (2016), Trindade et al. (2018), entre outras, e por meio de comparação com material já identificado no Herbário do Maranhão (MAR), do Departamento de Biologia, da Universidade Federal do Maranhão.

A listagem seguiu a proposta de classificação das famílias reconhecidas pelo APG IV (2016), com exceção das espécies de Turneraceae que, no presente estudo, não foram associadas à família Passifloraceae. Os nomes das espécies e seus respectivos autores foram verificados na base de dados do Tropicos (<http://www.tropicos.org>) e Flora do Brasil 2020 (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>).

No site da Flora do Brasil 2020 também foram consultados o padrão de distribuição das espécies, quanto aos domínios fitogeográficos (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampas e Pantanal); Origem (se nativa, naturalizada ou cultivada); Endemismo (se a espécie é, ou não, endêmica do Brasil) e Hábito (árvore, arbusto, subarbusto, trepadeira, liana ou erva),

para categorização dos hábitos foram realizadas também observações dos espécimes em campo. As espécies da família Arecaceae foram caracterizadas como palmeiras, segundo Pinheiro (2011). Após a identificação, as exsicatas foram incorporadas ao acervo do Herbário MAR.

Processamento das imagens e caracterização dos fragmentos

Foram utilizadas imagens de satélite obtidas a partir do programa Google Earth Pro versão 7.3., no período de 2009 a 2019. Foram selecionadas imagens com diferença de até 18 meses com o mínimo de interferência possível de nuvens.

As imagens de alta resolução espacial que foram obtidas a partir do botão “Imagens Históricas” constam de 2009, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 e 2019. Após a mensuração de cada fragmento (perímetros e áreas) em cada ano, as imagens foram capturadas e armazenadas, segundo Moreira et al. (2011) com modificações. No presente estudo fez-se uso apenas da fase I descrita pelos autores, utilizando o próprio Google Earth para captura das imagens.

Para elaboração do mapa temático do Campus Bacanga da Universidade Federal do Maranhão, evidenciando os fragmentos de vegetação presentes na área, foi utilizado o software QGIS Desktop 3.8.3. versão Zanzibar com complemento *Quick Map Services Google Satellite*, seguindo as orientações de Calegari et al. (2016) com modificações. No presente estudo a plotagem se baseou na elaboração e exportação de polígonos, diferente dos autores que realizaram os mapas com a plotagem de pontos de passagem.

Os fragmentos foram caracterizados a partir de visitas *in loco* e por meio de imagens de satélite, delimitando as áreas vegetadas isoladas por construções civis, tais como prédios e vias de acesso; e tendo como base o mapa do Campus Bacanga da UFMA divulgado no site da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC (2012).

Para caracterização dos fragmentos, foram traçados polígonos nas porções de cobertura vegetal mensurando o perímetro e a área de cada um dos fragmentos, em seguida, foram traçados também polígonos em todas as lagoas. Para mensuração da área final de cada fragmento, foram subtraídas as medidas das lagoas com as das áreas verdes. Cada um dos polígonos foi preenchido com a cor verde e opacidade a 30% para que não houvesse extração da cobertura vegetal e, consequentemente, uma avaliação equivocada das imagens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Florística

Foram identificadas 237 espécies, distribuídas em 177 gêneros e 58 famílias (Tabela 1). Destacaram-se as famílias Poaceae com 41 espécies (17%), Fabaceae com 31 spp. (13%), Asteraceae com 25 spp. (10,6%) e Euphorbiaceae com 13 spp. (5%), seguidas por Myrtaceae e Solanaceae com 8 spp. cada (3% cada).

As três famílias mais representativas, Poaceae, Fabaceae e Asteraceae, possuem espécies cosmopolitas que se desenvolvem em ambientes antropizados. Dentre essas, a que apresentou maior número de espécies foi Poaceae, por ser uma família com adaptações a ambientes diversos, ocorrendo inclusive em áreas fragmentadas com forte antropização, como no presente estudo. Além disso, ter sua polinização e dispersão pelo vento contribui para o maior sucesso reprodutivo (WELKER; LONGHI-WAGNER, 2007; SANCHEZ-KEN; CLARK, 2010; MACIEL et al., 2011).

Ressaltamos que o grande número de espécies da família Poaceae pode estar relacionado com o direcionamento nas coletas, sendo o presente trabalho pioneiro no aumento do esforço amostral desse grupo de monocotiledôneas em levantamentos florísticos. Geralmente, a família Poaceae trata-se de um grupo subamostrado na maioria dos estudos, sobretudo no Maranhão, onde não há trabalhos exclusivamente voltados à família como evidenciado por Dias e Almeida Jr. (2017).

As famílias Fabaceae e Asteraceae, respectivamente, também foram citadas como as mais representativas em diversos trabalhos, como Potascheff et al. (2012) na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita; Rocha (2017) na Universidade Federal do Maranhão no Campus Codó; Brianezi et al. (2019) na Universidade Federal de Viçosa e Oliveira et al. (2019) na Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Fabaceae e Asteraceae constituem umas das maiores famílias de angiospermas, e caracterizam-se também por se desenvolverem em habitats com características diversas de clima e de solo, o que contribui para a maior representatividade desses grupos. Além disso, as espécies possuem frutos com grande oferta de sementes, o que contribui para a eficiência da sua dispersão participando como pioneiros na colonização de ambientes degradados (SOUZA; LORENZI, 2005; HEIDEN et al., 2007; ROQUE; BAUTISTA, 2008).

Tabela 1. Lista das espécies identificadas nos fragmentos florestais urbanos do Campus Bacanga da Universidade Federal do Maranhão, MA, Brasil; destacando os Hábitos, Origem, Endemismo no Brasil, Domínios Fitogeográficos (AM=Amazônia, CA=Caatinga, CE=Cerrado, MA=Mata Atlântica, PA=Pampas, PT=Pantanal) com base no Flora do Brasil 2020. F1=Fragmento 1; F2=Fragmento 2; F3=Fragmento 3; F4=Fragmento 4; F5=Fragmento 5. s/i=sem informações.

Família/espécie	Hábito	Origem	Endemismo	Domínios fitogeográficos	Fragmentos				
					F1	F2	F3	F4	F5
Acanthaceae									
<i>Ruellia</i> sp.	Arbusto	-	-	-	-	X	X	X	X
Amaranthaceae									
<i>Alternanthera brasiliiana</i> (L.) Kuntze	Subarbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	-	X	X	X
<i>Alternanthera tenella</i> Colla	Subarbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
<i>Celosia grandifolia</i> Moq.	Subarbusto	Nativa	Não	MA	-	-	X	X	X
<i>Gomphrena celosioides</i> Mart.	Subarbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
Anacardiaceae									
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Árvore	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
<i>Mangifera indica</i> L.	Árvore	Cultivada	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
Annonaceae									
<i>Annona exsucca</i> DC.	Árvore	Nativa	Não	AM	-	-	X	-	X
<i>Annona muricata</i> L.	Árvore	Cultivada	Não	s/i	X	-	-	-	-
<i>Annona squamosa</i> L.	Árvore	Cultivada	Não	s/i	-	-	X	-	X
<i>Duguetia echinophora</i> R.E.Fr.	Árvore	Nativa	Não	AM, CE	X	-	X	-	X
Apocynaceae									
<i>Allamanda doniana</i> Müll.Arg.	Arbusto	Nativa	Sim	AM, CA, CE	X	-	X	-	X
<i>Mandevilla hirsuta</i> (A.Rich.) K.Schum.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	-	X	X	X
Araceae									
<i>Taccarum ulei</i> Engl. & K.Krause	Erva	Nativa	Sim	CA, MA	-	-	-	-	X
Arecaceae									
<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	Palmeira	Nativa	Não	AM, CE	X	X	X	X	X
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	Palmeira	Nativa	Sim	AM, CE	X	X	X	X	X
<i>Cocos nucifera</i> L.	Palmeira	s/i	s/i	s/i	X	X	X	X	X
<i>Syagrus cocoides</i> Mart.	Palmeira	Nativa	Sim	AM, CE	X	-	X	-	X
Asteraceae									
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	-	X	X	X
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Erva	s/i	s/i	s/i	X	X	X	X	X

<i>Bidens pilosa</i> L.	Erva	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	-	X	-	X
<i>Cosmos</i> sp.	Erva	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	Subarbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
<i>Chromolaena maximiliani</i> (Schrad. ex DC.) R.M.King & H.Rob.	Arbusto	Nativa	Não	AM, CE, MA	-	-	X	-	X
<i>Cyanthillium cinereum</i> (L.) H.Rob.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
<i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lam.) H.Rob.	Subarbusto	Nativa	Sim	AM, CE	X	-	X	X	X
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Erva	Nativa	Não	CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex Wight	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
<i>Eleutheranthera ruderalis</i> (Sw.) Sch.Bip.	Erva	Naturalizada	Não	AM, CE, MA, PT	X	X	X	X	X
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
<i>Lepidaploa remotiflora</i> (Rich.) H.Rob.	Arbusto	Nativa	Não	CE	X	-	X	X	X
<i>Mikania cordifolia</i> (L.f.) Willd.	Liana	Nativa	Não	AM	X	-	X	-	X
<i>Pectis brevipedunculata</i> (Gardner) Sch.Bip.	Erva	Nativa	Sim	CA, CE	-	-	X	-	X
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
<i>Praxelis diffusa</i> (Rich.) Pruski	Erva	Nativa	Não	CE	-	-	X	-	X
<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	-	-	X	X	X
<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn.	Arbusto	Nativa	Não	AM, CA	-	-	X	X	X
<i>Tagetes minuta</i> L.	Erva	Naturalizada	Não	CE, MA, PA, PT	-	-	-	-	X
<i>Tilea baccata</i> (L.f.) Pruski	Arbusto	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A.Gray	Arbusto	Naturalizada	Não	AM, CE, MA	-	-	-	X	X
<i>Tridax procumbens</i> L.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	X	X
<i>Wedelia villosa</i> Gardner	Arbusto	s/i	s/i	s/i	X	X	X	X	X
Bignoniaceae									
<i>Bignonia aequinoctialis</i> L.	Liana	Nativa	Não	AM, CE, MA	X	-	X	-	X
<i>Handroanthus arianeae</i> (A.H.Gentry) S.Grose	Árvore	Nativa	Sim	MA	X	-	X	-	-
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Árvore	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	-	-	X	X	-
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	Árvore	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	-	-	X	X	X
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Árvore	Nativa	Não	CA, CE, MA	X	-	X	-	X
Bixaceae									
<i>Bixa orellana</i> L.	Árvore	Nativa	Não	AM, CE, MA	-	-	X	-	X
Boraginaceae									
<i>Cordia tomentosa</i> (Lam.) Schult.	Erva	s/i	s/i	s/i	X	-	X	X	X

<i>Euploca polyphylla</i> (Lehm.) J.I.M.Melo & Semir	Erva	Nativa	Não	AM, CA, MA	X	X	X	X	X
<i>Varronia multispicata</i> (Cham.) Borhidi	Arbusto	Nativa	Sim	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
Cannabaceae									
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	Arbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	-	-	X	X	X
Caricaceae									
<i>Carica papaya</i> L.	Árvore	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA, PT	-	X	X	X	X
Chrysobalanaceae									
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	Arbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	-	X	-	X
Combretaceae									
<i>Terminalia catappa</i> L.	Árvore	Naturalizada	Não	AM, CA, MA	X	X	X	X	X
<i>Terminalia lucida</i> Hoffmanns. ex Mart. & Zucc.	Árvore	Nativa	Não	AM, CE	X	X	X	X	X
Commelinaceae									
<i>Commelina erecta</i> L.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	-	X	-	X
<i>Tradescantia pallida</i> (Rose) D.R. Hunt	Erva	s/i	s/i	s/i	-	-	X	X	X
Convolvulaceae									
<i>Camonea umbellata</i> (L.) A.R. Simões & Staples	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	-	-	X	-	X
<i>Distimake aegyptius</i> (L.) A.R. Simões & Staples	Trepadeira	Nativa	Sim	AM, CA, CE, MA	-	-	-	X	X
<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult.	Trepadeira	Nativa	Não	A, CA, MA	-	-	X	X	X
<i>Ipomoea bahiensis</i> Willd. ex Roem. & Schult.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	-	-	X
<i>Ipomoea grandifolia</i> (Dammer) O'Donell	Trepadeira	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	X	X
<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R.Br.	Liana	Nativa	Não	AM, MA	X	X	X	X	X
<i>Ipomoea quamoclit</i> L.	Liana	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	-	X	X	X	-
Costaceae									
<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	-	-	-	-	X
<i>Costus</i> sp.	Erva	-	-	-	-	X	-	-	X
Cucurbitaceae									
<i>Cucurbita pepo</i> L.	Trepadeira	Cultivada	Não	s/i	X	X	X	X	X
<i>Cucurbita</i> sp.	Trepadeira	-	-	-	X	-	-	X	X
<i>Momordica charantia</i> L.	Trepadeira	Naturalizada	Não	AM, CE	-	-	X	X	X
Cyperaceae									
<i>Cyperus laxus</i> Lam.	Erva	Nativa	Sim	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
<i>Cyperus ligularis</i> L.	Erva	Nativa	Sim	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X

<i>Rhynchospora ciliata</i> (Vahl) Kük.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeckeler	Erva	Nativa	Sim	AM, CA, CE, MA, PT	X	-	X	X	X
<i>Scleria bracteata</i> Cav.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA	X	X	X	X	X
<i>Scleria hirtella</i> Sw.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
Dilleniaceae									
<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	Arbusto	Nativa	Não	CE	-	-	-	-	X
Euphorbiaceae									
<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	Subarbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	X	X
<i>Croton cuneatus</i> Klotzsch	Árvore	Nativa	Sim	AM, CE	X	-	-	X	X
<i>Croton campestris</i> A. St.-Hil.	Subarbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	-	X	-	X
<i>Croton matourensis</i> Aubl.	Arbusto	Nativa	Não	AM	X	-	-	X	X
<i>Dalechampia pernambucensis</i> Baill.	Trepadeira	Nativa	Sim	AM, MA	X	X	X	X	X
<i>Dalechampia tiliifolia</i> Lam.	Trepadeira	Nativa	Não	AM, CE, MA	-	-	X	X	X
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Erva	Nativa	Não	AM, CA	X	X	X	-	X
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA	X	X	X	X	X
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA	X	-	X	X	X
<i>Manihot baccata</i> Allem	Arbusto	Nativa	Não	AM, MA	-	X	-	X	X
<i>Manihot tristis</i> Müll.Arg.	Arbusto	Nativa	Sim	AM	-	-	X	-	X
<i>Ricinus communis</i> L.	Arbusto	Cultivada	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	X	X
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Árvore	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	-	-	X	X	X
Fabaceae									
<i>Acacia mangium</i> Willd.	Árvore	s/i	s/i	s/i	X	X	X	X	X
<i>Albizia polyccephala</i> (Benth.) Killip ex Record	Árvore	Nativa	Sim	CA, CE, MA	-	-	X	-	X
<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	Arbusto	Nativa	Não	CE, MA	X	-	X	X	X
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	Arbusto	Naturalizada	Não	AM, CE, MA	-	X	-	-	-
<i>Centrosema brasiliannum</i> (L.) Benth.	Trepadeira	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	X	X
<i>Centrosema pubescens</i> Benth.	Trepadeira	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	-	-	X	X	X
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	-	X	X	X
<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moench	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	-	-	X	X	X
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard	Árvore	Nativa	s/i	AM, CA, CE, MA	X	X	-	-	-
<i>Crotalaria retusa</i> L.	Subarbusto	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA, PA	X	X	X	X	X
<i>Dioclea violacea</i> Mart. ex Benth.	Trepadeira	Nativa	Não	CA, MA, PA, PT	X	-	X	X	X
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Árvore	Nativa	Não	AM, CA, CE	-	-	X	-	X
<i>Entada polystachya</i> (L.) DC.	Liana	Nativa	Não	AM	X	X	-	X	X

<i>Galactia striata</i> (Jacq.) Urb.	Liana	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	-	X	X
<i>Inga cayennensis</i> Sagot ex Benth.	Árvore	Nativa	Não	AM, CE, MA	X	-	-	-	X
<i>Inga edulis</i> Mart.	Árvore	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	-	-	-	-
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Arbusto	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
<i>Macroptilium atropurpureum</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Urb.	Erva	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA, PT	-	-	X	-	X
<i>Mimosa caesalpiniifolia</i> Benth.	Árvore	Nativa	Sim	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
<i>Mimosa candollei</i> R.Grether	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
<i>Neptunia plena</i> (L.) Benth.	Subarbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	-	X	-	-
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	Árvore	Nativa	Sim	AM, CA, CE	X	X	X	X	X
<i>Parkia</i> sp.	Árvore	-	-	-	X	X	X	X	X
<i>Rhynchosia minima</i> (L.) DC.	Trepadeira	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	-	X	-	X
<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Arbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	-	-	X	X	X
<i>Senna polyphylla</i> (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby	Arbusto	Nativa	Não	MA	-	-	X	-	X
<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	Árvore	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA	-	-	X	-	X
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	-	X	X	X	X
<i>Tamarindus indica</i> L.	Árvore	Cultivada	Não	AM, CA, CE, MA	X	-	-	-	-
<i>Zornia diphylla</i> (L.) Pers.	Subarbusto	s/i	s/i	s/i	X	X	X	-	X
<i>Zornia latifolia</i> Sm.	Subarbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	-	X	-	X
Gentianaceae									
<i>Coutoubea spicata</i> Aubl.	Erva	Nativa	Não	AM, CE, MA	X	-	-	X	X
Heliconiaceae									
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	X	X
Hydroleaceae									
<i>Hydrolea spinosa</i> L.	Arbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	-	-	-	-
Hypericaceae									
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Árvore	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
Lamiaceae									
<i>Amazonia arborea</i> Kunth	Subarbusto	Nativa	Não	AM, CE	-	-	X	X	X
<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	Erva	Nativa	Não	AM, CE, MA	X	-	X	-	X
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	X	X
<i>Mesosphaerum suaveolens</i> (L.) Kuntze	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	-	X	X	X
<i>Ocimum basilicum</i> L.	Erva	s/i	s/i	s/i	-	-	X	X	X
<i>Salvia splendens</i> Sellow ex Roem. & Schult.	Arbusto	Nativa	Sim	MA	-	-	X	-	X
Lauraceae									

<i>Persea americana</i> Mill.	Árvore	Naturalizada	Não	MA	-	X	-	-	-
Lecythidaceae									
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	Árvore	Nativa	Sim	AM, MA	-	-	X	X	X
Loganiaceae									
<i>Spigelia anthelmia</i> L.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	X	X
Lythraceae									
<i>Cuphea flava</i> Spreng.	Erva	Nativa	Sim	MA	X	-	X	X	X
Malpighiaceae									
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Árvore	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	-	X	X
<i>Malpighia emarginata</i> D.C.	Árvore	s/i	s/i	s/i	X	-	-	-	-
Malvaceae									
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Árvore	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	-	X
<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Arbusto	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA	X	-	-	-	-
<i>Gossypium mustelinum</i> Miers	Arbusto	Nativa	Sim	CA	X	-	-	-	X
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Árvore	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	-	-	X	-	X
<i>Hibiscus acetosella</i> Welw. ex Hiern	Arbusto	s/i	s/i	s/i	-	-	-	X	X
<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
<i>Waltheria indica</i> L.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	X	X
Melastomataceae									
<i>Leandra laevigata</i> (Triana) Cogn.	Arbusto	Nativa	Sim	MA	-	-	-	X	X
<i>Miconia alata</i> (Aubl.) DC.	Arbusto	Nativa	Não	AM, CA	-	-	-	X	X
<i>Pterolepis trichotoma</i> (Rottb.) Cogn.	Erva	Nativa	Não	AM, CE, MA	-	-	X	X	X
Moraceae									
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Árvore	Naturalizada	Não	AM, CA, MA	X	-	-	-	-
Myoporaceae									
<i>Capraria biflora</i> L.	Arbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	-	-	X	X	X
Myrtaceae									
<i>Calycolpus goetheanus</i> (Mart. ex DC.) O.Berg	Árvore	Nativa	Não	AM, CE	-	-	X	-	X
<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Arbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE	X	X	X	X	X
<i>Eugenia punicifolia</i> (Kunth) DC.	Arbusto	Nativa	Sim	AM, CA, CE, MA	-	-	X	X	X
<i>Myrcia cuprea</i> (O.Berg) Kiaersk.	Arbusto	Nativa	Sim	AM, CE	X	-	X	-	X
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	Árvore	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	-	-	X	-	X
<i>Psidium guajava</i> L.	Arbusto	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA	X	-	-	X	X
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Árvore	Naturalizada	Não	AM, CE, MA, PT	X	X	X	X	X

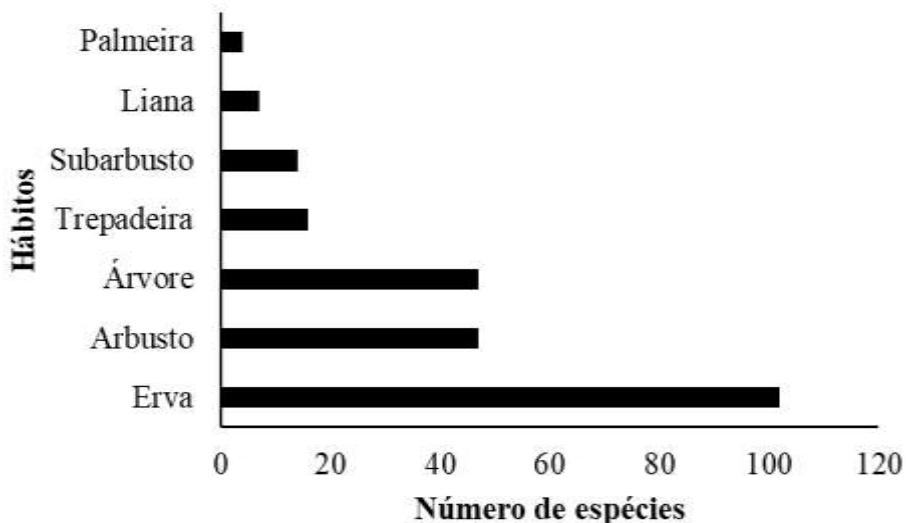
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Árvore	Naturalizada	Não	CE, MA	-	-	X	X	-
Nyctaginaceae									
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Árvore	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	-	-	X	-	X
Olacaceae									
<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	Árvore	Nativa	Sim	CE, MA	-	-	X	-	X
Ochnaceae									
<i>Ouratea fieldingiana</i> (Gardner) Engl.	Arbusto	Nativa	Não	MA	X	X	X	X	X
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	Árvore	Nativa	Não	CE	X	-	X	X	X
Onagraceae									
<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G.Don) Exell	Erva	Nativa	Não	AM, MA, PT	X	-	X	-	X
Passifloraceae									
<i>Passiflora edulis</i> Sims	Trepadeira	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	-	X	-	X
<i>Passiflora foetida</i> L.	Trepadeira	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
<i>Passiflora glandulosa</i> Cav.	Trepadeira	Nativa	Não	AM	X	-	X	X	X
Piperaceae									
<i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kunth	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	-	X	X	X	X
<i>Piper crassinervium</i> Kunth	Arbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	-	X	-	X
Plantaginaceae									
<i>Scoparia dulcis</i> L.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
Poaceae									
<i>Andropogon bicornis</i> L.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
<i>Axonopus purpusii</i> (Mez) Chase	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	-	X	-	X
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	X	X
<i>Cenchrus polystachios</i> (L.) Morrone	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	-	X	-	X
<i>Chloris barbata</i> Sw.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	-	X	-	X
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Erva	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	-	X
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Erva	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	X	X
<i>Digitaria</i> sp.	Erva	-	-	-	X	X	X	X	X
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Erva	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
<i>Echinochloa polystachya</i> (Kunth) Hitchc.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	-	X	-	X
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Erva	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R.Br.	Erva	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	-	X

<i>Eragrostis maypurensis</i> (Kunth) Steud.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	-	X
<i>Eragrostis tenella</i> (L.) P.Beauv. ex Roem. & Schult.	Erva	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	-	-	X
<i>Eragrostis</i> sp.	Erva	-	-	-	X	X	X	X	X
<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	-	X
<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf	Erva	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	X	X
<i>Ischaemum rugosum</i> Salisb.	Erva	Naturalizada	Não	AM, MA	-	-	X	-	X
<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs	Arbusto	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	X	X
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Erva	Naturalizada	Não	CA, CE, MA	X	X	-	-	X
<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P.Beauv.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	-	X	X	X
<i>Panicum cayennense</i> Lam.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	-	X	-	X
<i>Pariana campestris</i> Aubl.	Erva	Nativa	Não	AM	-	-	-	-	X
<i>Paspalidium geminatum</i> (Forssk.) Stapf	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	-	X	-	X
<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	X	X
<i>Paspalum ligulare</i> Nees	Erva	Nativa	Não	AM, CA, MA	X	X	X	X	X
<i>Paspalum maritimum</i> Trin.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
<i>Paspalum melanospermum</i> Desv. ex Poir.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
<i>Paspalum millegrana</i> Schrad. ex Schult.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	-	X	-	X
<i>Paspalum</i> sp.	Erva	-	-	-	X	X	X	X	X
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	Erva	Naturalizada	Não	AM, CE, MA, PT	X	-	X	-	X
<i>Rugoloa polygonata</i> (Schrad.) Zuloaga	Erva	Nativa	Sim	AM, CE, MA	X	-	X	-	X
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	-	X
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Erva	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA	X	-	X	X	X
<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R.Br.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	X	-	X
<i>Streptostachys asperifolia</i> Desv.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
<i>Urochloa fusca</i> (Sw.) B.F.Hansen & Wunderlin	Erva	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	-	X	X	X
<i>Urochloa humidicola</i> (Rendle) Morrone & Zuloaga	Erva	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA, PA	X	-	X	-	X
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R.D. Webster	Erva	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA, PA	X	-	X	-	X
Polygalaceae									
<i>Securidaca diversifolia</i> (L.) S.F.Blake	Liana	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	-	-	X	-	X
Rubiaceae									
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	Subarbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
<i>Isertia spiciformis</i> DC.	Arbusto	Nativa	Não	AM	-	-	X	-	X
<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE	X	X	X	X	X
Rutaceae									

<i>Citrus x limon</i> (L.) Osbeck	Árvore	Naturalizada	Não	CE, MA	-	-	X	-	X
Sapindaceae									
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Árvore	Nativa	Não	AM, CE, MA, PT	-	-	X	-	X
Sapotaceae									
<i>Manilkara cavalcantei</i> Pires & W.A.Rodrigues ex T.D.Penn.	Árvore	Nativa	Sim	AM, CA, MA	-	-	-	-	X
Solanaceae									
<i>Cestrum latifolium</i> Lam.	Arbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE	-	-	-	-	-
<i>Schwenckia americana</i> D. Royen ex L.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	-	-	-	-	-
<i>Solanum apiculatum</i> Sendtn.	Arbusto	Nativa	Sim	CA	-	-	X	-	X
<i>Solanum caavurana</i> Vell.	Arbusto	Nativa	Não	CA, CE, MA	-	-	X	-	X
<i>Solanum crinitum</i> Lam.	Arbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	-	X
<i>Solanum grandiflorum</i> Ruiz & Pav.	Arbusto	s/i	s/i	s/i	X	-	X	-	X
<i>Solanum jamaicense</i> Mill.	Arbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	-	-	-	X	-
<i>Solanum subinerme</i> Jacq.	Arbusto	Nativa	Não	AM, CE	-	-	-	X	X
Talinaceae									
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PA, PT	X	X	-	-	X
Turneraceae									
<i>Turnera pumilea</i> L.	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
<i>Turnera subulata</i> Sm.	Arbusto	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
Urticaceae									
<i>Cecropia angustifolia</i> Trécul	Árvore	Nativa	Não	s/i	X	X	X	X	X
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Árvore	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	X	X	-	X
Verbenaceae									
<i>Duranta erecta</i> L.	Arbusto	Naturalizada	Não	CE, MA	-	-	X	-	X
<i>Lantana camara</i> L.	Arbusto	Naturalizada	Não	AM, CA, CE, MA	X	X	X	X	X
<i>Priva bahiensis</i> A.DC.	Erva	Nativa	Sim	CA, MA	X	X	X	X	X
Violaceae									
<i>Pombalia calceolaria</i> (L.) Paula-Souza	Erva	Nativa	Não	AM, CA, CE, MA, PT	X	-	X	X	X
Vitaceae									
<i>Cissus erosa</i> Rich.	Trepadeira	Nativa	Sim	AM, CA, CE, MA	X	X	-	-	-

Considerando os hábitos, as ervas foram as mais representativas em número de espécies, seguida dos arbustos e das árvores. Já as trepadeiras, os subarbustos, as lianas e as palmeiras corresponderam apenas a cerca de 17% das espécies (Figura 2).

Figura 2 - Distribuição do número de espécies por hábito, amostrados nos fragmentos do Campus Bacanga da Universidade Federal do Maranhão, MA, Brasil.



Fonte: os autores

Na maioria dos estudos realizados em fragmentos florestais de universidades (EISENLOHR et al., 2008; COSTA; MACHADO, 2009; LEAL et al., 2009; CASTRO et al., 2010; CABREIRA; CANTO-DOROW, 2016), em diferentes regiões do país, ocorre a predominância dos hábitos arbóreos e arbustivos. Considerando, particularmente o estado do Maranhão, Reis e Conceição (2010) estudando o fragmento de vegetação da Universidade Estadual do Maranhão em Caxias, evidenciaram uma maior quantidade de árvores, provavelmente pelo direcionamento metodológico escolhido para o estudo.

Rocha (2017) no Campus Codó da UFMA, registraram um predomínio de espécies herbáceas. Essas plantas são, em sua maioria, pioneiras de ambientes degradados, possuem rápida taxa de crescimento com polinização e dispersão majoritariamente pelo vento (VIEIRA; PESSOA, 2001). Nas áreas do presente estudo, as árvores não alcançam alturas superiores a 8m. No entanto, mesmo com os esforços de coletas direcionados ao estrato arbóreo, as ervas foram mais representativas. Foi observado que existe uma regularidade no corte severo da vegetação lenhosa, o que pode favorecer a propagação das espécies herbáceas, devido ao aumento da luminosidade e disponibilidade de matéria orgânica no ambiente (LORENZI, 2008).

O presente estudo registrou oito espécies típicas do domínio fitogeográfico Amazônico, sendo elas: *Annona exsucra*, *Croton matourensis*, *Entada polystachya*, *Isertia spiciformis*, *Manihot tristes*, *Mikania cordifolia*, *Pariana campestris* e *Passiflora glandulosa* (FLORA DO BRASIL, 2020).

A Amazônia maranhense ocupa uma área que corresponde a cerca de 25% do território do Estado, no entanto, sofre com o processo alarmante de desmatamento e fragmentação florestal. Esse processo pode possibilitar diferentes condições ambientais nessas áreas perturbadas e essa heterogeneidade pode exercer um forte efeito seletivo nas espécies, levando-as a se adaptarem a condições adversas (MARTINS; OLIVEIRA, 2011). Dessa forma, a presença das espécies citadas anteriormente evidencia a influência da vegetação amazônica no Estado (MARTINS; OLIVEIRA, 2011).

Foram encontradas ainda as espécies *Davilla elliptica*, *Lepidaploa remotiflora*, *Ouratea hexasperma* e *Praxelis difusa* que são típicas do Cerrado. Esse Bioma cobre uma área de aproximadamente 14% da região nordestina, principalmente nos estados do Piauí e Maranhão (CASTRO et al., 2007). No entanto, o Cerrado encontra-se ameaçado e espécies nativas importantes estão desaparecendo em função da ocupação desordenada (CASTRO et al., 2007; NERES; CONCEIÇÃO, 2010).

Gossypium mustelinum e *Solanum apiculatum* também foram registradas no presente estudo, apesar de terem distribuição exclusiva para a Caatinga. Dentre os três domínios presentes no Estado, a Caatinga é o de menor ocupação geográfica, embora cubram a maior parte da área com clima semiárido da região Nordeste do Brasil (GIULIETTI et al., 2004; ALVES et al., 2009). Dessa forma, a Caatinga, diante da diversidade de espécies vegetais, muitas das quais endêmicas ao bioma, podem exemplificar as relações biogeográficas que ajudam a esclarecer a dinâmica histórica vegetacional da própria Caatinga (GIULIETTI et al., 2004). Embora apresente pouca área de cobertura no Maranhão, ainda influencia a composição florística do Estado, inclusive em áreas fragmentadas e antropizadas.

A presença de espécies nativas do Cerrado e da Caatinga indica que apesar do processo de fragmentação e antropização dos ambientes naturais, ainda há condições, mesmo que não ideais, para as espécies de importância ecológica dos principais domínios fitogeográficos do Brasil se desenvolverem e influenciarem a composição da flora do Estado; sendo esse um dado importante na conservação da flora da UFMA.

Foram encontradas também espécies comuns da Mata Atlântica, tais como *Celosia grandifolia*, *Cuphea flava*, *Handroanthus arianeae*, *Leandra laevigata*, *Ouratea fieldingiana*, *Salvia splendens* e *Senna polyphylla* que compõem a flora do *campus*. Smith (1962) em seus relatos, mencionou possíveis rotas migratórias para as espécies, passando pelo centro do Brasil através das matas de galerias, ou seguindo pelos Andes, podendo chegar até regiões com influência amazônica, o que pode explicar a presença dessas espécies (ASSIS et al., 2004) compondo a flora do Maranhão.

Além disso, foram encontradas espécies que podem ocorrer em ambientes de transição, como a Amazônia e Caatinga (*Allamanda doniana*, *Cestrum latifolium*, *Eugenia biflora*, *Mitracarpus hirtus*, *Parkia platycephala*) e Amazônia e Cerrado (*Amazonia arborea*, *Astrocaryum vulgare*, *Attalea speciosa*, *Calycolpus goetheanus*, *Croton cuneatus*, *Cyrtocymura scorpioides*, *Duguetia echinophora*, *Momordica charantia*, *Myrcia cuprea*, *Solanum subinerme*, *Syagrus cocoides* e *Terminalia lucida*) confirmando a situação ecotonal do Maranhão (MARTINS; OLIVEIRA, 2011), o que pode justificar a presença dessas espécies nos fragmentos da UFMA.

Quanto à origem, as nativas do Brasil corresponderam a pouco mais de 75% do total de espécies (175 spp.). Dados semelhantes aos apresentados por Carvalho et al. (2007) na Bahia; Potascheff et al. (2012) em São Paulo e Rocha (2017) no Maranhão. Os estudos citados anteriormente foram realizados em fragmentos urbanos com grande influência antrópica e também evidenciaram o maior número de plantas nativas em detrimento das exóticas. O que reforça a necessidade emergencial de proteção e conservação dessas áreas de vegetação.

A predominância de espécies nativas do Brasil registradas na flora do *campus* é um dado importante, pois mesmo aquelas consideradas ruderais possuem importância ecológica. Em um ambiente onde a maioria das espécies são exóticas, existe a possibilidade de comprometer o estabelecimento e a regeneração de populações naturais, especialmente em áreas muito perturbadas pela ação antrópica (LETCHER; CHAZDON, 2009; DURIGAN et al., 2013). O registro dessas espécies nativas pode auxiliar no direcionamento de planos de manejo e contribuir para a determinação da identidade local (ANICO, 2016).

Foram encontradas espécies naturalizadas correspondendo a cerca de 17% (37 spp.) e espécies cultivadas, cerca de 3% (6 spp.). Para 11 espécies não foi possível identificar sua origem, correspondendo a 5%. Segundo Moro et al. (2012), as plantas

naturalizadas são plantas exóticas que conseguem se reproduzir de forma consistente no local onde foram introduzidas, estabelecendo sua população sem necessidade da intervenção humana direta, mas que não se dispersam para longe da área onde foram introduzidas. Os autores destacam ainda a extrema importância em catalogar as espécies naturalizadas, pois uma espécie exótica pode passar pelo estágio de naturalizada e se dispersar cada vez mais até se tornar invasora. Embora esse processo seja menos comum, pode prejudicar o equilíbrio do ambiente e dificultar ou até mesmo eliminar as espécies nativas (RICHARDSON et al., 2000). Diante disso, o número de plantas naturalizadas registrado pode estar relacionado ao grau de interferência humana no local, podendo se tornar um fator preocupante para a flora dos fragmentos da UFMA.

Imagens históricas

Em 2009, a área vegetada da UFMA (soma das áreas dos fragmentos) correspondia a cerca de 1.626.950 m² (Figura 3A) e possuía quatro fragmentos que já sofriam com a interferência humana pela construção de prédios, vias de acesso e capinas. Na porção oeste do *campus*, concentrava-se a maior área vegetada, pois existiam poucas construções quando comparado à porção leste.

Em 2012 (Figura 3B), foi o último ano do Programa de Apoio de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni), que se iniciou em 2003. O Reuni teve como propósito o aumento no investimento para crescimento das universidades federais visando maior oferta de vagas e consolidação de maior número de cursos ofertados (SILVA; MARTINS, 2014). Nesse contexto, a UFMA também estava incluída entre as universidades que receberam investimento. A partir dos recursos do Governo Federal, houve um maior direcionamento para início e conclusão das unidades acadêmicas.

Concomitantemente, ocorreu a 64^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) na UFMA, e, como previsto no Plano de Metas da Universidade 2012 (UFMA, 2012) para sediar o evento, houve o direcionamento nos esforços para a construção e melhoria de diversas outras unidades acadêmicas, como a estruturação do Restaurante Universitário, a pavimentação das principais vias de acesso aos centros acadêmicos, a construção da Avenida Perimetral, que percorria todo o entorno da UFMA, além de uma área para estacionamento e tendas chamada de Espaço Multicultural Multiuso (que atualmente é uma área aberta de solo exposto e sem uso).

Figura 3 - Fragmentos Florestais do Campus Bacanga da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brasil. A=2009, B=2012, C=2017, D=2019.



Em 2012, a área vegetada correspondia a aproximadamente 226.906 m², o equivalente a apenas 14% da área que era possível ser encontrada em 2009. Nesse sentido, o crescimento arquitetônico foi inversamente proporcional ao da vegetação e, consequentemente, pode ter levado à perda de espécies vegetais. Não houve um planejamento a médio e longo prazo, o que inviabilizou os tomadores de decisões a pensarem em maneiras de tornarem úteis os espaços construídos exclusivamente para o evento, suprimindo assim a vegetação local como resultado de uma necessidade pontual da Universidade. Nessa mesma época, foram definidas áreas para serem criados os “Parques Ambientais da UFMA”, no entanto, não foram tomadas medidas oficiais e documentais para o estabelecimento dos parques. Nos anos de 2013, 2014, 2015 e 2016 não houve diferenças consideráveis na vegetação.

De 2017 (Figura 3C) a 2019 (Figura 3D), com as políticas de proibição de descarte de lixo oriundos das construções nos fragmentos de vegetação, além da interrupção das novas construções, houve um leve aumento na área vegetada da Universidade, correspondendo a aproximadamente 281.703 m², o equivalente a cerca de 17% da área vegetada de 10 anos atrás. Dessa forma, os dados oriundos do presente estudo são de fundamental relevância para planos de manejo e conservação dos fragmentos remanescentes, cuja composição florística continua sob influência antrópica.

Os fragmentos atuais e a flora

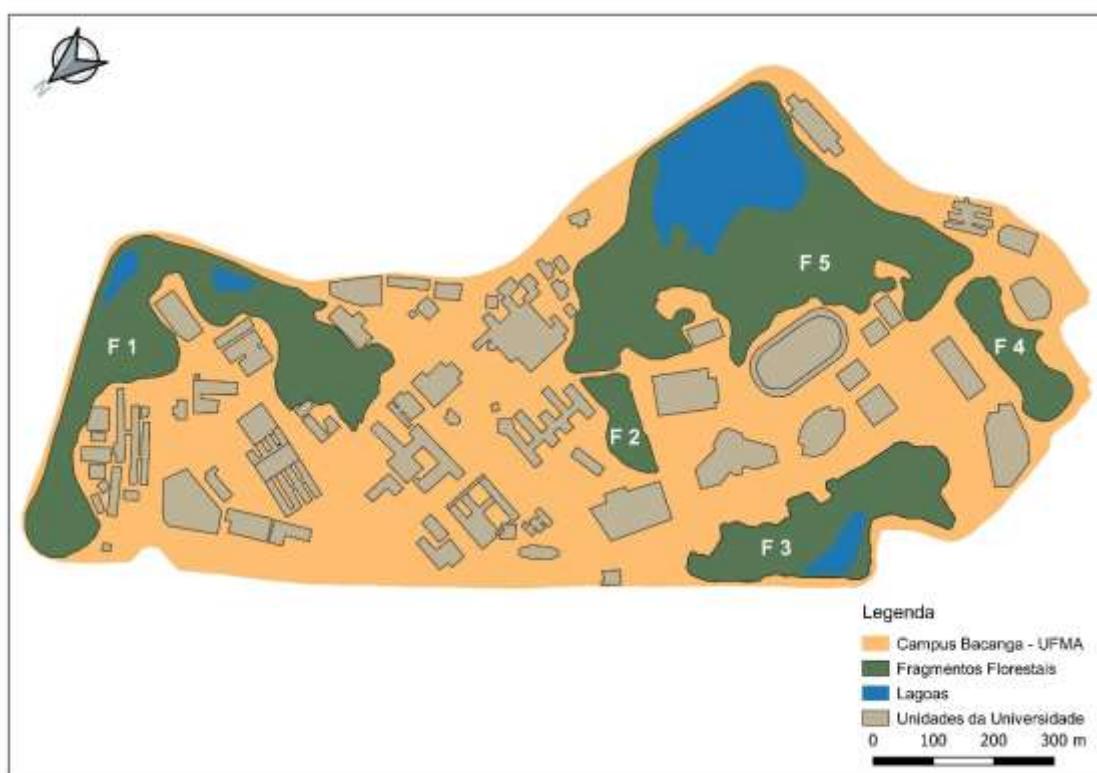
Após o tratamento das imagens de satélite foi possível delimitar cinco fragmentos florestais urbanos presentes atualmente no *campus* Bacanga (Figura 4).

O fragmento 1 (F1) possui cerca de 2.338,74 m de perímetro e uma área de 84.970,31 m². O solo é argiloso com aclives acentuados e formação de lagoas sazonais, há espaços aleatórios para descarte de lixos das construções civis. O fragmento 2 (F2) possui cerca de 482,30 m de perímetro e uma área de 10.860,07 m². O centro do fragmento possui declive acentuado com áreas constantemente alagadas e presença de espaços aleatórios para descarte de lixos.

O fragmento 3 (F3) é um dos dois fragmentos indicados para ser “Parque Ambiental da UFMA”, possui 1.310,89 m de perímetro e uma área de 50.284,14 m². Na área o relevo é irregular, com áreas alagadas, formação de trilhas e presença de tubos de escoamento de água; há ainda a formação da Lagoa dos Portugueses que possui cerca de 4.566,98 m². O fragmento 4 (F4) possui cerca de 711,68 m de perímetro e sua área possui 18.131,54 m². Assim como nos demais fragmentos, o relevo é irregular com aclives acentuados e solo argiloso.

O fragmento 5 (F5) consiste no outro fragmento indicado para ser “Parque Ambiental da UFMA” (não oficial, por não seguir a legislação municipal e estadual), sendo este o maior fragmento com 2.347,16 m de perímetro e área de 160.965,15 m². Nesse fragmento, o relevo é plano, no entanto, quanto mais se aproxima da Lagoa do Jambeiro (37.280,78 m²) existe a formação de declives acentuados com deposição de rochas. Ao sul do fragmento, próximo à borda, existiam espaços aleatórios para descarte de lixos. Atualmente existe uma proibição quanto a tais práticas, no entanto, não houve a retirada dos rejeitos descartados anteriormente.

Figura 4 - Mapa dos fragmentos florestais urbanos atuais do Campus Bacanga da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brasil. A descrição de cada área foi realizada na Tabela Suplementar.



Fonte: os autores

A espécies vegetais da Universidade Federal do Maranhão se mostraram bem distribuídas ao longo dos cinco fragmentos acima descritos. A maior quantidade de espécies encontradas corresponde aos fragmentos 1, 3 e 5 (Tabela 2), o que deve estar associado ao fato de serem as três maiores áreas e estarem localizadas nas extremidades da Universidade.

Foram encontradas plantas exclusivas nos fragmentos 1, 2, 4 e 5, com destaque para os fragmentos 1 e 5 onde foi registrada, em cada área, seis espécies exclusivas. No fragmento 1, cinco das seis espécies encontradas são árvores frutíferas como a *Annona muricata* e a

Artocarpus heterophyllus, e a presença delas deve-se, provavelmente, ao plantio intencional, não possuindo ligação direta com a área do fragmento ou com suas características físicas. Destaca-se *Hydrolea spinosa* que é uma espécie melífera, ruderal e associada a ambientes alagados (CONCEIÇÃO; RUGGIERI, 2010), encontrada próximo ao lago do fragmento 1.

Tabela 2 - Tamanho da área de cada fragmento, número de espécies e espécies exclusivas encontradas em cada fragmento de vegetação do Campus Bacanga da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brasil.

Fragmentos	Área (m ²)	Número de espécies	Espécies exclusivas
1	84.930,31	163	6
2	10.860,07	106	1
3	50.284,14	194	-
4	18.131,54	140	1
5	160.965,15	217	6

Fonte: os autores

Já no fragmento 5, quatro das seis espécies exclusivas são ervas. Porém, merece destaque a espécie arbórea *Manilkara cavalcantei* por constar na lista vermelha do Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFLORA). Trata-se de uma espécie nativa e endêmica do Norte (Amazonas e Pará) e no Nordeste (Maranhão e Piauí) (ALMEIDA JR. et al., 2011); e suas populações estão diminuindo por conta do corte de madeira e diminuição de habitat (FLORA DO BRASIL, 2020).

Ainda caracterizando a vegetação em cada fragmento, foram registradas ao todo 31 espécies endêmicas do Brasil. Os fragmentos de maior ocorrência dessas plantas foram os fragmentos 1 (19 spp.), 3 (24 spp.) e 5 (29 spp.) que possuem maior área e que apresentaram o maior número de espécies. O único fragmento que apresentou espécies endêmicas exclusivas (*Taccarum ulei* e *Manilkara cavalcantei*) foi o fragmento 5 que possui melhores condições de conservação comparado aos outros.

O registro de espécies endêmicas, em fragmentos de vegetação de ambientes urbanos, contribui para o entendimento da riqueza da flora da área possibilitando a realização de um panorama da vegetação (GIULIETTI et al., 2005), para que estudos futuros possam analisar quais ecossistemas apresentam maior influência na vegetação dos fragmentos de São Luís. Além disso, a lista com a indicação de espécies endêmicas pode servir de base para políticas de recuperação de ambientes degradados no Maranhão, como é o caso dos fragmentos estudados.

Apesar da quantidade de espécies registradas, os fragmentos de vegetação da UFMA sofrem cortes severos e aleatórios constantemente. Esse fato influenciou nas coletas do presente estudo devido a eliminação total de espécimes ou das partes da planta que possuíam estruturas

reprodutivas. Algumas espécies só foram encontradas em fragmentos específicos, principalmente no F1 e no F5, incluindo as espécies nativas *Davilla elliptica*, *Manilkara cavalcantei*, *Pariana campestris*, *Solanum jamaicense* e *Taccarum ulei*, ou espécies típicas da Amazônia, como *Croton matourensis* e *Isertia spiciformis*. Além de espécies endêmicas do Brasil como *Myrcia cuprea* e *Eschweilera ovata*. Tais informações evidenciam a necessidade de cuidado com as “poda” realizadas nas plantas, sobretudo nas espécies que se desenvolvem nas bordas dos fragmentos, inclusive com a eliminação total de determinadas espécies típicas para a inserção de espécies ornamentais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A flora dos fragmentos florestais da UFMA possui grande importância ecológica e histórica, pois são testemunhas da adaptação do meio ambiente às condições adversas provocadas pelo homem, diante da ausência de um plano de manejo e conservação das áreas verdes da Universidade. A permanência de áreas vegetadas é de suma importância para o equilíbrio do microclima local, bem-estar humano e sucesso nas relações ecológicas presentes nas áreas.

Ressaltamos que o crescimento arquitetônico da Universidade é de extrema importância, no entanto, esse crescimento deve ser associado a ações que possibilitem a conservação das áreas verdes que se encontram sob forte ação antrópica e ainda assim possuem imensurável importância ecológica.

O presente estudo mostrou um panorama das mudanças ocorridas na vegetação da Universidade ao longo de 10 anos com a perda de mais 80% da vegetação que existia em 2009. Isso comprova a necessidade de conservação dos fragmentos florestais remanescentes, sobretudo dos fragmentos de maior área, denominados “Parques Ambientais”. Por fim, os dados obtidos permitem assegurar a oficialização dessas áreas como verdadeiros Parques Ambientais, diante da execução de planos de manejo que visem a recuperação desses fragmentos para fins de conservação.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e ao Laboratório de Estudos Botânicos (LEB) pela estrutura física e recursos humanos. Ao Herbário do Maranhão (MAR) pelo espaço e disponibilização do acervo. À Pró-reitora de Assistência Estudantil (PROAES) da UFMA pela concessão da bolsa. Ao INCT-Herbário Virtual da Flora e dos Fungos pela concessão da bolsa de Apoio Técnico e a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico

e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo auxílio financeiro e bolsa produtividade do segundo autor.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JR., E. B. Herbário do Maranhão, Maranhão (MAR). **Unisanta BioScience**, v. 4, n. 6, p. 129-132, 2015.
- ALMEIDA JR., E. B.; SANTOS-FILHO, F. S.; ZICKEL, C. S. Magnoliophyta, Ericales, Sapotaceae, *Manilkara cavalcantei* Pires and Rodrigues ex T.D. Penn: First occurrence for northeastern Brazil. **Checklist**, v. 7, n. 1, p. 53-54, 2011.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711- 728, 2013.
- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; SANTOS DO NASCIMENTO, S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.
- ANICO, A. F. L. Plantas autóctones em coberturas verdes: avaliação do desenvolvimento e valor estético vs. rega e tipo de substrato. 2016. PhD Thesis.
- APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, p. 1-20, 2016.
- ASPRINO, R.; AMORIM, A. M. Flora of Bahia: *Hirtella* (Chrysobalanaceae). **SITIENTIBUS série Ciências Biológicas**, v. 16, 2016.
- ASSIS, A. M.; THOMAZ, L. D.; PEREIRA, O. J. Florística de um trecho de floresta de restinga no município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. **Acta bot. bras.** v. 18, n. 1, p. 191-201. 2004.
- BORN, C.; HARDY, O. J.; CHEVALLIER, M. H.; OSSARI, S.; ATTÉKÉ, C.; WICKINGS, E. J.; HOSSAERT-MCKEY, M. Small-scale spatial genetic structure in the Central African rainforest tree species *Aucoumea klaineana*: a stepwise approach to infer the impact of limited gene dispersal, population history and habitat fragmentation. **Molecular Ecology**, Oxford, v. 17, p. 2041-2050, 2008.
- BRIANEZI, D.; JACOVINE, L. A. G.; GONÇALVES, W.; ROCHA, S. J. S. S. Avaliação da arborização no campus-sede da Universidade Federal de Viçosa. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 8, n. 4, p. 89-106, 2019.
- CABREIRA, T. N.; CANTO-DOROW, T. S. Florística dos componentes arbóreo e arbustivo do Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 1, p. 9-23, 2016.

CALEGARI, B. B.; DELAPIEVE, M. L. S.; SOUSA, L. M. Tutorial para preparação de mapas de distribuição geográfica. **Boletim, Sociedade Brasileira de Ictiologia**, v. 118, p. 15-30, 2016.

CARVALHO, G. M.; ROQUE, N.; GUEDES, M. L. S. Levantamento das espécies arbóreas da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia. **Sitientibus série Ciências Biológicas**, v. 7, n. 4, p. 377-387, 2007.

CARVALHO, J.; FERREIRA, A. M.; BELÃO, M.; BOÇON, R. Exóticas invasoras nas rodovias BR 277, PR 508, PR 407, Paraná, Brasil. **Floresta**: Curitiba, PR. v. 44, n. 2. p. 249-258, 2014.

CASTRO, A. A. J. F.; CASTRO, N. M. C. F.; COSTA, J. M.; FARIA, R. R. S.; MENDES, M. R. A.; ALBINO, R. S.; BARROS, J. S.; OLIVEIRA, M. E. A. Cerrados marginais do Nordeste e ecótonos associados. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 273-275, 2007.

CASTRO, A. S. F.; MORO, M. F.; ROCHA, F. C. L. Plantas dos espaços livres da Reitoria da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 1, p. 126-129, 2010.

CONCEIÇÃO, G. M.; RUGGIERI, A. C. Ocorrência e importância de *Hydrolea spinosa* L. (Hydrophyllaceae), Caxias, Maranhão–Brasil. **Acta Tecnológica**, v. 5, n. 1, p. 44-54, 2010.

COSTA, I. S.; MACHADO, R. R. B. A arborização do Campus da UESPI-Poeta Torquato Neto em Teresina-PI: diagnóstico e monitoramento. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 4, n. 4, p. 32-46, 2009.

DAVIES, H. **Delivery of ecosystem services by urban forests**. Forestry Commission research Project. Edinburgh: Forestry Commission. 28p, 2017.

DIAS, K. N. L.; ALMEIDA JR., E. B. Estudos taxonômicos para o Maranhão a partir do registro de nova ocorrência de *Rottboellia cochinchinensis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 9, n. 01, 2017.

DURIGAN, G.; IVANAUSKAS, N. M.; ZAKIA, M. J. B.; ABREU, R. C. R. Control of Invasive Plants: ecological and socioeconomic criteria for the decision-making process. **Natureza & Conservação**, v. 11, n. 1, p. 23-30, 2013.

EISENLOHR, P. V.; OKANO, R. M. D. C.; VIEIRA, M. F.; LEONE, F. R.; STRINGUETA, A. C. O. Flora fanerogâmica do campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. **Ceres**, v. 55, n. 4, 2008.

ESCOBEDO, F. J.; KROEGER, T.; WAGNER, J. E. Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices. **Environmental Pollution**, v. 159, p. 2078-2087, 2011.

- EWERS, R. M.; DIDHAM, R. K. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. **Biological Reviews**, Oxford, v. 81, p. 117-142, 2006.
- FEIBER, S. D. Áreas verdes urbanas imagem e uso-o caso do passeio público de Curitiba-PR. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 8, 2004.
- FLORA DO BRASIL 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
- GIULIETTI, A. M.; BOCAGE NETA, A. L.; CASTRO, A. A. J. F.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J. F.; HARLEY, R. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma caatinga. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. 2004, 44p.
- GIULIETTI, A. M.; QUEIROZ, L. P.; WANDERLEY, M. D. G. L.; VAN DEN BERG, C. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. **MEGADIVERSIDADE**, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2005.
- GOLDENBERG, R.; BAUMGRATZ, J. F. A.; SOUZA, M. L. D. E. R. Taxonomia de Melastomataceae no Brasil: retrospectiva, perspectivas e chave de identificação para os gêneros. **Rodriguésia**, v. 63, n. 1, 2012.
- GOODEN, B.; FRENCH, K.; TURNER, P. J. Invasion and management of a woody plant *Lantana camara* L., alters vegetation diversity wet sclerophyll forest in southeastern Australia. **Forest Ecology and Management**, p. 960-967, 2009.
- HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; WASUM, R. A.; SCUR, L.; SARTORI, M. A família Asteraceae em São Mateus do Sul, Paraná. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, p. 249-251, 2007.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. 2018. Disponível em <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em setembro de 2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Geociências Biomas. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/15842-biomas.html?=&t=sobre>. Acesso em 18 de maio de 2020.
- KURIHARA, D. L.; IMAÑA-ENCINAS, J.; PAULA, J. E. Levantamento da arborização do campus da Universidade de Brasília. **Cerne**, v. 11, n. 2, p. 127-136, 2005.
- LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia brasiliensis**, v. 13, n. 3, p. 434-451, 2009.
- LEAL, L.; PEDROSA-MACEDO, J. H.; BIONDI, D. Censo da arborização do campus III-Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 6, p. 443-453, 2009.

- LETCHER, S. G.; CHAZDON, R. L. Rapid recovery of biomass, species richness, and species composition in a forest chronosequence in northeastern Costa Rica. **Biotropica**, v. 41, n. 5, p. 608-617, 2009.
- LOPES, R. B.; MIOLA, D. T. B. Sequestro de carbono em diferentes fitofisionomias do Cerrado. **Revista Digital FAPAM**, v. 2, n. 2, p. 127-143, 2010.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ed. Nova Odessa, SP, Plantarum, 672p., 2008.
- MACIEL, J. R.; ALVES, M. A família Poaceae na Serra de Itabaiana, Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe-Brasil. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 85-93, 2011.
- MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. (ed.) **Amazônia maranhense**: diversidade e conservação. Belém: Museu Emílio Goeldi, 2011.
- MELO, A. D.; CARVALHO, D. D.; CASTRO, G. D.; MACHADO, E. L. M. Fragmentos florestais urbanos. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 17, n. 1, p. 58-79, 2011.
- METZGER, J. P. Estruturas da paisagem: o uso adequado de métricas. In: CULLEN, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Editora UFPR, 2004.
- MOREIRA, M. A.; ADAMI, M.; RUDORFF, B. F. T.; BERNARDES, T. Uso de imagens do Google Earth capturadas através do software stitch map e do TM/Ladsat-5 para mapeamento de lavouras cafeeiras—nova abordagem metodológica. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 15, p. 481-488, 2011.
- MORI, L. A.; SILVA, L. A. M.; LISBOA, G.; CORADIN, L. Manual de manejo do herbário fanerogâmico. Ihéus, **Centro de pesquisa do Cacau**, p. 4-42, 1989.
- MORO, M. F.; SOUZA, V. C.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. O.; QUEIROZ, L. P.; FRAGA, C. N.; RODAL, M. J. N.; ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 4, p. 981-989, 2012.
- NERES, L. P.; CONCEIÇÃO, G. M. Florística e fitossociologia da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão, Brasil. **Cadernos de Geociências**, v. 7, n. 2, 2010.
- NILON, C. H. Urban biodiversity and the importance of management and conservation. **Landscape Ecological Engineering**, Amsterdam, v. 7, p. 45 - 52, 2011.
- OLIVEIRA, F. A. C.; SILVA, L. M.; HASSE, I.; CADORIN, D. A.; OLIVEIRA, K. A. Inventário da arborização do Campus Pato Branco da Universidade Tecnológica Federal do

Paraná-UTFPR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 4, n. 1, p. 93-106, 2019.

PEIXOTO, A. L.; MAIA, L. C. **Manual de Procedimentos para herbários**. INCT-Herbário virtual para a Flora e os Fungos. Editora Universitária UFPE, Recife, 2013.

PINHEIRO, C. U. B. **Palmeiras do Maranhão**: onde canta o sabiá. São Luís: Editora Aquarela, 2011.

POTASCHEFF, C. M.; LOMBARDI, J. A.; LORENZI, H. Angiospermas arbóreas e arbustivas do campus da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Rio Claro (SP). **Títulos não-correntes**, v. 24, n. 1, 2012.

REIS, C. S.; CONCEIÇÃO, G. M. Aspectos florísticos de um fragmento de vegetação, localizado no Município de Caxias, Maranhão, Brasil. **Scientia Plena**, v. 6, n. 2, 2010.

RIBEIRO, F. A. B. S. Arborização urbana em Uberlândia: Percepção da população. **Revista da Católica**, v. 1, n. 1, p. 224-237, 2009.

RICHARDSON, D. M.; PYSEK, P.; REJMANEK, M.; BARBOUR, M. G.; PANETTA, F. D.; WEST, C. J. Naturalization and Invasion of Alien Plants: Concepts and Definitions. **Diversity and Distributions**, v. 6, p. 93-107, 2000.

ROCHA, O. D. **Levantamento florístico das espécies ocorrentes na Universidade Federal do Maranhão – UFMA**, Campus Codó. 89 f. Monografia apresentada na Universidade Federal do Maranhão Campus Codó, Codó, MA, Brasil. 2017.

ROQUE, N.; BAUTISTA, H. P. **Asteraceae**: caracterização e morfologia floral. 2008. ISBN 978-85-232-0539-3

SAITO, N. S.; ARGUELLO, F. V. P.; MOREIRA, M. A.; DOS SANTOS, A. R.; EUGENIO, F. C.; FIGUEIREDO, A. C. Uso da geotecnologia para análise temporal da cobertura florestal. **Cerne**, v. 22, n. 1, p. 11-18, 2016.

SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. 2012. Disponível em <http://www.sbpcnet.org.br/saoluis/arquivos>. Acesso em janeiro de 2019.

SCHORN, L. A.; MEYER, L.; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A. C.; VANESSA, D.; DE GASPER, L. A. L.; STIVAL-SANTOS, A. Fitossociologia de fragmentos de floresta estacional decidual no Estado de Santa Catarina–Brasil. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 4, p. 821-831, 2014.

SILVA, A. F.; MARTINS, T. C. O Reuni no contexto de expansão das universidades federais de 2003 a 2012. **XIV Colóquio Internacional de Gestão Universitária – CIGU**: A gestão do Conhecimento e os Novos Modelos de Universidade, Santa Catarina, 2014. 14 p.

SMITH, L. B. Origins of the flora of Southern Brazil. **Contributions from the United States National Herbarium**, v. 35, n. 3, p. 215-249, 1962.

TRINDADE, J. R.; ROSÁRIO, A. S. D.; SANTOS, J. U. M. D. Flora of the canga of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Myrtaceae. **Rodriguésia**, v. 69, n. 3, p. 1259-1277, 2018.

UFMA. Plano de Metas UFMA 2012. Universidade Federal do Maranhão, 2012. 58 p.

VIEIRA, C. M.; PESSOA, S. V. A. Estrutura e composição florística do estrato herbáceo-subarbustivo de um pasto abandonado na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, Rio de Janeiro. **Rodriguésia**, v. 52, p. 17-30, 2001.

WELKER, C. A. D.; LONGHI-WAGNER, H. M. A família Poaceae no Morro Santana, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 4, p. 53-92, 2007.

Tabela Suplementar: Descrição dos fragmentos florestais, de acordo com a figura 4, do Campus Bacanga da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brasil.

Fragmentos	Localização dos fragmentos na UFMA
Fragmento 1 (F1)	Seus limites, devido as construções (prédios e vias de acesso) no seu entorno são: Avenida de acesso ao Sá Viana; Casa de Vegetação do CERMANGUE; Pórtico de entrada; Biologia I e II; Meliponário; Oceanografia; Labohidro; Anexo da Pós-Graduação do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde; Ensino Integrado I; Odontologia; Biotério Central; Pavilhão Tecnológico; Laboratório de Pesquisa; Almoxarifado Central; Garagem e Porta de entrada do Sá Viana.
Fragmento 2 (F2)	Seus limites são: Rua 4; Rua 10; Centro de Ciências Humanas – CCH; Pós-Graduação do Centro de Ciências Sociais e CCH; Colégio Universitário – COLUN; Centro de Convenções e Estacionamento do Centro Pedagógico Paulo Freire.
Fragmento 3 (F3)	Seus limites são: Avenida dos Portugueses; Avenida Principal da Universidade Federal do Maranhão; Colégio Universitário – COLUN; Quadra esportiva – COLUN; Centro Pedagógico Paulo Freire; Espaço Cultural Concha Acústica; Ginásio Poliesportivo e Espaço Multicultural Multiuso.
Fragmento 4 (F4)	Seus limites são: Estacionamento do Prédio da Educação Física; Ginásio Poliesportivo; Ginásio; Espaço Multicultural Multiuso; Torre da Embratel; Creche e Prédio de Empreendedorismo.
Fragmento 5 (F5)	Seus limites são: Avenida Perimetral; Avenida Epitácio Cafeteira; Instituto de Engenharias I; Instituto de Engenharias II; Colégio Estadual; Piscina Semiolímpica; Ginásio; Pista de Atletismo; Campo de futebol; Centro de Convenções; Central de Resíduos Químicos; Pós-Graduação do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia; Laboratório de Pesquisa e Instituto de Energia Elétrica – IEE.

Fonte: os autores

ANÁLISES DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS VIVENCIADOS PELOS MORADORES DO SÍTIO GULANDIM/LIMOEIRO DE ANADIA/ALAGOAS

Maria Betânia da Costa Pereira **DUARTE**
Mestre em Geografia - PPGG/UFAL
E-mail: betania.c@hotmail.com

Maria Francineila Pinheiro dos **SANTOS**
Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGG/UFAL
E-mail: francineilalap@gmail.com

*Recebido
Março de 2020*

*Aceito
Junho de 2020*

*Publicado
Julho 2020*

RESUMO: Neste artigo apresentamos e discutimos os impactos socioambientais vivenciados pelos moradores do sítio Gulandim localizado no município de Limoeiro de Anadia/Alagoas. Os aportes teóricos foram consubstanciados em Mendonça (2001) através da abordagem da Geografia Socioambiental, assim como em Cortez (2016), Waldman (2013) e Machado (2012), dentre outros, e a legislação acerca dos resíduos sólidos. Como procedimentos metodológicos foram realizados levantamentos bibliográficos, trabalho de campo na área de estudo, registros fotográficos, aplicação de questionários e entrevista, análise dos dados e elaboração de gráficos. A partir dos diálogos estabelecidos com os referidos moradores, observamos que os problemas de ordem social e ambiental permanecem na área, mesmo após a desativação do lixão. Identificamos, por meio da entrevista com o secretário de Meio Ambiente do município de Limoeiro de Anadia/AL, as dificuldades para a recuperação da área do antigo lixão, pauta da luta atual travada pelos moradores da área e do seu entorno. Também constatamos acentuados entraves postos pelos municípios alagoanos, no caso específico de Limoeiro de Anadia, no cumprimento da legislação e diretrizes que regem a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Sendo assim, a relevância deste trabalho consiste em refletirmos a situação de descaso na qual vivem as famílias residentes próximas a área ocupadas por lixões ativados e/ou desativados, em municípios brasileiros que não cumprem a legislação quanto a proteção e/ou recuperação destas áreas degradadas ambientalmente, e potencializadoras de impactos sociais de elevado grau quando se trata notadamente da saúde desta população.

Palavras-chave: Geografia Socioambiental. Sítio Gulandim. Resíduos Sólidos.

ANALYSIS THE SOCIO-ENVIRONMENTAL IMPACTS EXPERIENCED BY THE RESIDENTS OF THE GULANDIM/LIMOEIRO DE ANADIA/ALAGOAS

ABSTRACT: In this article we present and discuss the socio-environmental impacts experienced by the residents of the Gulandim site located in Limoeiro de Anadia, a town in Alagoas. Theoretical contributions were supported by Mendonça (2001) through the approach of Socioenvironmental Geography, as well as in Cortez (2016), Waldman (2013) and Machado (2012), among others and the legislation on solid waste. As methodological procedures, bibliographic survey, fieldwork in the study area, photographic records, application of questionnaires and interviews, data analysis and graphics development were carried out. From the dialogues established with the referred residents, we observed that social and environmental problems remain in the area, even after the deactivation of the dump. We identified, through an interview with the Secretary of Environment of the town Limoeiro de Anadia/AL, the difficulties for the recovery of the area of the old dump, which is the subject of the current struggle waged by the residents of the area and its surroundings. We can also see marked obstacles posed by the Alagoas municipalities, in the specific case of Limoeiro de Anadia, in compliance with the legislation and guidelines that govern the National Solid Waste Policy. Therefore, the relevance of this work is to reflect the situation of neglect in which families living near the area occupied by activated and / or deactivated dumps live in Brazilian municipalities that do not comply with the legislation regarding the protection and/ or recovery of these degraded areas environmentally, and potentializing social impacts, of a high degree when it comes to the health of this population.

Keywords: Socio-environmental Geography. Sítio Gulandim. Solid Waste.

ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES EXPERIMENTADOS POR LOS RESIDENTES DEL SITIO GULANDIM/LIMOEIRO DE ANADIA/ALAGOAS

RESUMEN: En este artículo presentamos y discutimos los impactos sociales y ambientales experimentados por los residentes del sitio de Gulandim, ubicado en el municipio de Limoeiro de Anadia/Alagoas. Las contribuciones teóricas se fundamentaron en Mendonça (2001) mediante el enfoque de la Geografía Socioambiental, así como en Cortez (2016), Waldman (2013) y Machado (2012), entre otros, y la legislación sobre desechos sólidos. Como procedimientos metodológicos, se realizaron encuestas bibliográficas, trabajos de campo en la zona de estudio, registros fotográficos, aplicación de cuestionarios y entrevistas, análisis de datos y preparación de gráficos. A partir de los diálogos establecidos con los referidos residentes, observamos que los problemas sociales y ambientales permanecen en la zona, incluso después de la desactivación del vertedero. Identificamos, a través de una entrevista con el Secretario de Medio Ambiente del municipio de Limoeiro de Anadia/AL, las dificultades para la recuperación de la zona del antiguo vertedero de basura, la pauta de la lucha actual de los habitantes de la zona y sus alrededores. También constatamos que los municipios de Alagoas, en el caso concreto de Limoeiro de Anadia, se enfrentan a graves obstáculos para cumplir la legislación y las directrices que rigen la Política Nacional de Residuos Sólidos. Por lo tanto, la relevancia de este trabajo consiste en reflejar la situación de abandono en la que viven las familias cercanas al área ocupada por los vertederos activados y/o desactivados, en los municipios brasileños que no cumplen con la legislación relativa a la protección y/o

recuperación de estas áreas ambientalmente degradadas, y en potenciar los impactos sociales de alto grado en lo que respecta a la salud de esta población.

Palabras clave: Geografía socio-ambiental. El sitio de Gulandim. Residuos sólidos.

INTRODUÇÃO

A partir da segunda metade do século XVIII, com a Revolução Industrial, houve um aumento populacional devido, principalmente, às migrações dos trabalhadores do campo para a cidade, os quais, por vezes, atendiam à crescente demanda de mão de obra decorrente da nova forma de produção, aumentando, consequentemente, a concentração de lixo. O número de habitantes e o aumento da expectativa de vida, aliados ao poder de consumo cada vez mais desenfreado, são fatores que proporcionam uma significativa produção de resíduos sólidos urbanos.

O inadequado tratamento dos resíduos sólidos no espaço geográfico tem provocado sérios problemas socioambientais que afetam comunidades inteiras e as colocam em situações de risco e fragilidades, tanto na questão ambiental, quanto no sistema social, político e humano. Para gerenciar as questões relacionadas ao tratamento de resíduos sólidos no Brasil, existe a Lei de nº 12. 305/2010, de 2 de agosto de 2010, que concerne à Política Nacional de Resíduo Sólido – PNRS, regulando os setores públicos e privados, transparência na gestão e gerenciamento de seus resíduos sólidos e rejeitos.

Desse modo, busca-se analisar os impactos socioambientais decorrentes do não tratamento dos resíduos sólidos presentes no lixão situado no sítio Gulandim, em Limoeiro de Anadia/AL, município localizado a 108 km da capital Maceió, com população estimada de 28 mil habitantes, especificamente o sítio analisado nesta pesquisa contava com uma população de 320 habitantes, no ano de 2017.

As reflexões apresentadas neste artigo têm como objetivo central discutir os impactos socioambientais vivenciados pelos moradores do sítio Gulandim localizado no município de Limoeiro de Anadia/Alagoas. Neste texto, consideramos as abordagens da Geografia Socioambiental, assim como um aporte teórico pautado em livros e/ou trabalhos acadêmicos e a legislação acerca dos resíduos sólidos.

Na sequência, discutimos as respostas dos questionários aplicados com 30 moradores do sítio Gulandim sobre os impactos de ordem socioambiental que permanecem na área, mesmo após a desativação do lixão, assim como os esforços deles para que o referido lixão fosse desativado após dezoito anos de funcionamento e, na atualidade, para que tal área seja

recuperada ambientalmente, evitando e/ou minimizando os problemas que ainda persistem na comunidade em virtude do antigo lixão.

Com base nas questões relacionadas à ação do Poder Público frente à situação da comunidade do sitio Gulandim, realizamos entrevista com o secretário de Meio Ambiente do município de Limoeiro de Anadia/AL, a partir da qual foram apontadas as dificuldades para a recuperação da área do antigo lixão, bem como os entraves postos pelos municípios alagoanos, no caso específico de Limoeiro de Anadia, no cumprimento da legislação e diretrizes que regem a Política Nacional de Resíduos Sólidos (doravante PNRS).

Ademais, complementamos os procedimentos metodológicos com a realização do trabalho de campo na área de estudo, registros fotográficos, análise dos achados da pesquisa e elaboração de gráficos. A partir desse conjunto de elementos, procuramos refletir sobre a legislação acerca da produção e destinação correta dos Resíduos Sólidos no Brasil, o qual embora apresente consideráveis avanços, ainda são mínimos, principalmente no que tange à fiscalização e ao cumprimento delas, acarretando prejuízos incalculáveis para a vida humana e o meio ambiente em geral.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Os procedimentos metodológicos foram embasados nas pesquisas qualitativa e quantitativa. Para isso, foi realizado levantamento bibliográfico acerca da temática, visitas *in loco* para reconhecimento da área, levantamento de documentos cartográficos (imagens), delineamento da área de estudo, análises de água e do solo no entorno da área investigada (lixão desativado), registros fotográficos e elaboração de gráficos, quadros e tabelas. Foram aplicados questionários com a comunidade local e entrevista com o secretário de meio ambiente do município de Limoeiro de Anadia/AL.

O desenvolvimento da pesquisa está fundamentado inicialmente em uma discussão sobre os resíduos sólidos no Brasil, na análise da Lei da Política Nacional de Resíduo Sólidos, bem como os Planos que se referem ao âmbito nacional, estadual e municipal. Além disso, foram abordados os conceitos de impactos socioambientais, de riscos e resíduos sólidos, desenvolvendo as categorias da diferenciação de áreas.

Nessas condições, uma das análises que se pode mencionar é a PNRS, a partir da qual o uso desses documentos torna possível conhecer, de maneira aprofundada, as diretrizes que direcionam diversas ações, como a de eliminação dos lixões, de recuperação de áreas degradadas, apontando para o princípio do poluidor-pagador (no qual destaca o resarcimento

do dano causado ao meio ambiente), entre outros fatores. Esse conhecimento é indispensável à análise posterior referente à coleta de dados na área da pesquisa.

Os métodos utilizados para a coleta de dados desse estudo trazem uma visão geral de como ocorreu o seu desenvolvimento, dentre eles se pode mencionar que a aquisição de dados foi através das imagens de satélites extraídas do Google Earth Pro, que foram captadas em 6 de julho de 2016 na qual foi delimitado todo o entorno da área de estudo, entre eles a área do lixão e do sítio Gulandim, e as coordenadas geográficas da localização espacial do sítio Gulandim/AL, as quais foram registradas através do GPS MAP 62S Garmim.

A priori, foram realizadas visitas regulares ao sítio Gulandim para a elaboração de anotações acerca dos possíveis impactos socioambientais originados a partir da implantação do lixão na área estudada e para o agendamento do questionário com os moradores. Houve a necessidade de incluir na pesquisa famílias que residiam na área de estudo desde o início da implantação do lixão, neste caso, há dezenas de anos.

Foram realizados 30 questionários, sendo um habitante por família, e de maioridade ou o representante da família, cerca de 53,57% das famílias residentes nesta localidade, levando em consideração os problemas socioambientais vivenciados pelos moradores entorno do sítio. Para o questionário com o público-alvo do local, priorizaram-se os limites de saturação teórica de acordo com Fontanella *et al.* (2011) para que, quando alcançasse o limite desejado de respostas, não haveria a necessidade de incluir novos participantes na pesquisa, visto que os dados obtidos passaram a apresentar repetição, de modo a não ter mais relevância permanecer na coleta de dados, pois as informações fornecidas pelos novos participantes da pesquisa pouco acrescentariam ao material já obtido.

Foi realizada também uma entrevista de caráter semiestruturado com o secretário de meio ambiente, permite aos representantes o município, informar e relacionar suas experiências a partir do foco principal proposto pelo pesquisador, no caso os impactos socioambientais, sem julgar as ações da população ou dos gestores municipais.

Tanto o questionário, realizado com parte da população local, como a entrevista com o secretário de meio ambiente do município, foram submetidos e aprovados pelo Comitê de ética da Universidade Federal de Alagoas. Com a finalidade de estudar a relação social e humana, com os problemas gerados pela presença do lixão no sítio Gulandim, este trabalho apresenta as discussões da aplicação de questionário que avaliou a influência e os impactos negativos exercidos pelo lixão desde o início de sua ativação (2001).

OS RESÍDUOS SÓLIDOS NOS ESTUDOS DA GEOGRAFIA SOCIOAMBIENTAL

De acordo com Mendonça (2001, p. 136) a Geografia Socioambiental discute “[...] O envolvimento da sociedade e da natureza nos estudos emanados de problemáticas ambientais, nos quais o natural e o social são concebidos como elementos de um mesmo processo”. Portanto, partiremos dessa concepção para discutirmos os impactos socioambientais resultantes do lixão desativado no sitio Gulandim.

Acredita-se que a Geografia socioambiental pode tecer discussões acerca da complexidade ambiental frente à produção embasada no conhecimento, na ciência e na tecnologia, de modo que se relacionam a natureza, a técnica e a cultura. Tal complexidade ambiental é determinada como uma forma de reconstrução de identidades formadas por atores sociais que se mobilizam para fazer uso da natureza, a partir de um novo entendimento que possibilita a construção e o surgimento de um espaço integrando homem, natureza e ciência.

Esta discussão faz-se necessária na atualidade, uma vez que notadamente em face dos inúmeros impactos ambientais, o que diz respeito a “[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou de energia resultante das atividades humanas” (RESOLUÇÃO CONAMA, 1986, p.1). Logo, os impactos ambientais podem ser positivos ou negativos, resultantes da modificação e processos sociais provocados pela ação humana. Assim, a avaliação de impacto ambiental é uma das ferramentas da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), estabelecida em 1980 com a finalidade de buscar as soluções a serem adotadas em determinadas atividades.

As implicações dos impactos ambientais nas condições de vida da sociedade são por vezes prejudiciais, notadamente quando são resultantes de ações e/ou atividades, as quais geram a disposição inadequada dos resíduos sólidos. Os resíduos compreendem as “[...] sobras ou restos do processo produtivo ou de consumo, que tem valor e podem ser reutilizados ou reciclados” (CORTEZ, 2016, p.5). Desse modo, o resíduo permite a sua destinação para outros fins, de modo que pode ser reaproveitado, com possibilidade ainda de reciclagem ou reuso.

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs) são classificados em perigosos e não perigosos, de acordo com o padrão estabelecido pela NBR 10.004 (ABNT, 2004). Os perigosos são aqueles que devido às suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas prejudicam a saúde ou podem provocar riscos ao meio ambiente, se a disposição final for

inadequada. E aqueles denominados de não perigosos são subdivididos em inertes (podem alterar a potabilidade da água) e não inertes (não alteram a potabilidade da água).

Em relação aos resíduos sólidos, autores como Miller Jr. (2008) defendem que esses são resultados de atividades realizadas pela ação humana e, consequentemente, são depositadas no meio ambiente, quando não mais utilizados. Esses resíduos podem ser de origem doméstica, industrial, agrícola, hospitalar, comercial e de serviços de varrição, de modo que são caracterizados pelos estados físicos, sólidos ou semissólidos.

Desse modo, os resíduos sólidos têm diversos conceitos e natureza, apresentando também características e classificações diferenciadas como perigosos e não perigosos. Assim, a gestão dos diversos tipos de resíduos e as formas de coleta, tratamento e disposição final é de responsabilidade do poder público municipal.

No que se refere à disposição final dos Resíduos Sólidos, vale salientar que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estipula prazos para adequação da destinação final dos resíduos com a finalidade de eliminar os lixões, os quais podem ser substituídos pelos aterros do tipo controlado ou sanitário. Poratnto, é pertinente compreender a diferença entre eles, como veremos a seguir.

O lixão é conceituado como uma técnica de depósito de resíduos ou rejeitos *in natura*. Sua origem pode ser de construção civil, hospitalar, doméstico, industrial, dentre outros. Waldman (2013) ao discutir sobre essa temática menciona que esse lixo, disposto de forma irregular, ou seja, sem nenhum manejo técnico ou estudo prévio da área, permite que o chorume e o metano escoem livremente, ocorrendo constantemente explosões em decorrência da decomposição do material existente. Ademais, pode ocorrer a infiltração no solo provocando a degradação da área, poluindo as águas superficiais e subterrâneas, o ar, o solo e a proliferação de insetos na área e em seu entorno.

No que diz respeito ao aterro controlado, “São áreas cobertas com solo que passam constantemente por um processo de compactação, porém, sem impermeabilização, drenagem e tratamento de chorume e gases” (BOSCOV, 2008, p. 60), sendo considerado menos agressivo do que lixões, pois ocorre uma prévia preparação da área para, posteriormente, receber os resíduos e rejeitos.

No entanto, vale salientar que esse tipo de aterro apresenta alguns problemas consideráveis, pois o solo não é impermeabilizado, além de que não existe sistema de dispersão de gases e nenhum tratamento do chorume gerado, sendo, portanto, uma categoria intermediária entre o lixão e o aterro sanitário.

Quanto ao aterro sanitário, ele se destaca por apresentar o confinamento mais adequado para os resíduos, pois envolvem técnicas de “[...] impermeabilização do solo com camadas de argila e uma geomembrana de polietileno de alta densidade (PEAD); o rebaixamento do lençol freático; a drenagem e o tratamento dos líquidos percolados” (TROLEIS; BASSO, 2013, p.7). Tais medidas garantem a diminuição de danos ambientais. Porém, para que isso aconteça, o chorume precisa ser destinado através de uma tubulação até uma Central de Tratamento de Esgoto – CTE.

Por outro lado, Waldman (2013) destaca em seus estudos que os aterros ao serem instalados, em determinados lugares, precisam de grandes áreas. Para que elas sejam preparadas para o recebimento desses resíduos, fazem-se necessários investimentos consideráveis, visto que somente a partir desses investimentos, do preparo adequado do espaço para descarte do lixo, é que é possível identificar aqueles que poderiam ser passíveis de reutilização ou de reúso.

É importante destacar ainda que, mesmo se tratando de aterros, eles estão sujeitos a falhas operacionais, tais como transbordamento e infiltração do chorume no solo, depósito de resíduos perigosos, escorregamentos, rupturas e diversos acontecimentos não previstos pelos planos operacionais de tais construções.

Logo, independentemente do método de depósito dos resíduos sólidos ou dos rejeitos, é necessário avaliar desde os procedimentos administrativos para o destino final deles até os riscos e impactos socioambientais que eles provocam quando a destinação é ambientalmente inadequada.

AS POLÍTICAS PÚBLICAS VOLTADAS PARA OS RESÍDUOS SÓLIDOS

A concentração populacional aliada ao poder de consumo, ao estilo de vida das pessoas e à disposição do lixo em locais inadequados tem ocasionado problemas relacionados aos RSUs, possibilitando impactos socioambientais, dentre eles: poluição da água, do solo, do ar, proliferação de vetores e doenças.

A Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) rege um conjunto de “[...] princípios, objetivos, diretrizes, e ações adotadas pelo Congresso Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos” (BRASIL, 2010, p. 12). Nesse contexto, encontra-se ainda a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual não só organiza as ações em esfera federal, como também busca

implementar políticas voltadas para as esferas estaduais e municipais, estabelecendo diretrizes de acordo com as necessidades de cada região.

No artigo 6º, da Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), “estão dispostos vários princípios, todos com sua devida importância, sendo cada órgão responsável pelos prejuízos causados ao meio ambiente”. Nesses termos, ressalta-se o princípio poluidor-pagador, o qual determina aos agentes econômicos maior responsabilidade pelos danos provocados ao meio ambiente, devido às suas atividades e obrigatoriedade em recuperar e/ou indenizar os danos causados. Tal princípio retrata que o meio ambiente é um bem comum à sociedade em geral, havendo a necessidade de recuperar e reabilitar a área degradada.

Nas palavras de Machado (2012, p. 43), “O princípio poluidor-pagador obriga o responsável pela degradação ao resarcimento (por meio de revitalização, recuperação e reabilitação), como forma de punição referente aos danos provocados ao meio ambiente”. Portanto, o poluidor, que utiliza o meio ambiente para lançar os poluentes, prejudica a propriedade da população apoderando-se do direito da propriedade alheia.

O princípio poluidor-pagador aponta como obrigações do poluidor a “[...] proteção da saúde pública e da qualidade ambiental e a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos, como também, a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (MACHADO, 2012, p. 43).

Outro item importante a ser destacado na Lei 12.305/2010 no art.3º, inciso XII, refere- se à logística reversa e à responsabilidade compartilhada, sobre a qual Leite (2012) relata o equacionamento do retorno e a destinação adequada dos resíduos, objetivando ressarcir o dano ambiental de alguma maneira. Além de expor sobre as mercadorias consumidas e aquelas que não têm destinação correta, demonstrando que a sociedade precisa sensibilizar-se diante dos inconvenientes decorrentes da visualização de resíduos de todas as naturezas dispostos de forma inadequada, como ocorre nos lixões, gerando problemas de ordem socioambiental.

Segundo a PNRS, os problemas ambientais originados pela geração de resíduos sólidos é uma questão para ser discutida com toda a sociedade, na qual um dos princípios que se destaca é a cooperação entre o setor público, o jurídico e a sociedade civil. Dessa forma, trata- se de uma responsabilidade compartilhada, reconhecendo também que os resíduos sólidos podem ser reciclados e reutilizados, gerando renda e promovendo a cidadania. A prática do consumo consciente de bens e serviços leva a sociedade a adotar práticas de sustentabilidade, como formas de minimizar os impactos socioambientais.

Em relação ao destino dos resíduos sólidos no Brasil, os planos (federal, estadual e municipal) devem ser atualizados a cada quatro anos. O PNRS expressa também a necessidade de revisão da referida lei a cada quatro anos com a participação efetiva da sociedade, discutindo e corrigindo novas metas para verificar sua eficácia, avaliada por representantes do Poder Público Federal, sociedade civil e setor empresarial.

Mesmo que os resíduos sólidos ocasionem inumeros problemas à sociedade atual, é possível diminuir os riscos causados por eles, adotando medidas mitigadoras, sejam em relação ao destino ambientalmente adequado, na qual os aterros sanitários é a mais viável e menos agressiva ao meio ambiente (JUCÁ, 2003), sejam como as formas de reciclagem ou reúso dessa produção.

No entanto, faz-se necessário que as leis no Brasil, referentes a essa temática, sejam efetivadas com um gerenciamento adequado à quantidade e diversidade de resíduos que são produzidos diariamente, assim como a destinação dos resíduos para aterros sanitários.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) divulgou a última revisão do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2017, a qual redefiniu o texto do referido plano, instituindo diretrizes e metas principalmente para a eliminação dos lixões, assim como para a inclusão de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, auxiliando os planos estaduais e municipais para o manejo e gestão dos resíduos sólidos. Desse modo, todos os estados brasileiros estão obrigados perante a Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010) a elaborarem seus planos de resíduos sólidos, para que recebam verbas federais, as quais serão destinadas à prestação de serviços relacionados aos projetos e às ações voltadas para o tratamento dos resíduos sólidos.

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos é similar ao plano nacional, contendo diagnóstico, conhecimento da área destinada aos resíduos sólidos, reutilização e reciclagem, forma de aproveitamento enérgico dos gases gerados pelos resíduos, caso sejam eliminados de forma adequada, nas unidades de disposição final, além da eliminação e recuperação de resíduos sólidos. Os planos estaduais são importantes porque é essencial que os estados e municípios tenham acesso aos recursos federais na área de saneamento; caso não tenha o plano, o município não pode concorrer a verbas destinadas a melhorias para essa área.

A Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010) dá prioridade aos estados que instituem microrregiões para integrar o planejamento, a organização e a execução das ações, sob a responsabilidade de municípios limítrofes na gestão de resíduos sólidos. Caso os estados e municípios estejam munidos de planos de resíduos sólidos, elaborados de forma adequada como estabelece a lei, receberão apoio financeiro da União para a sua execução.

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Alagoas – SEMARH/AL (2015) expressa que os planos estaduais estão pautados em princípios hierarquizados como a não geração de resíduos, a diminuição da geração, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada.

De acordo com a SEMARH/AL, o estado de Alagoas está sujeito à Lei Estadual Nº 7.749, de 13 de outubro de 2015 (ALAGOAS, 2015) a partir da qual os agentes públicos e privados devem desenvolver ações que, direta ou indiretamente, envolvam a geração e a gestão de resíduos sólidos.

No estado de Alagoas, após a elaboração do Plano Estadual de Regionalização da Gestão dos Resíduos Sólidos, foram definidas sete regiões de planejamento para resíduos sólidos, as quais serviram de base para a constituição de consórcios públicos. O responsável pela mesorregião do Agreste é o Consórcio Regional de Resíduos Sólidos do Agreste Alagoano – CONAGRESTE, o qual conta com a participação de 20 municípios, entre eles, o município de Limoeiro de Anadia (área de estudo), que atualmente destina seu resíduos sólidos e seus rejeitos para um aterro controlado, localizado na cidade de Craibas.

Percebe-se que, no Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Alagoas – Volume I – Relatórios Técnicos, 2016 , que no estado de Alagoas 95% dos resíduos sólidos são destinados para os lixões e/ou aterro controlado, o qual dispõe de somente um aterro sanitário, localizado em sua capital, Maceió, e outro em fase de construção no agreste alagoano.

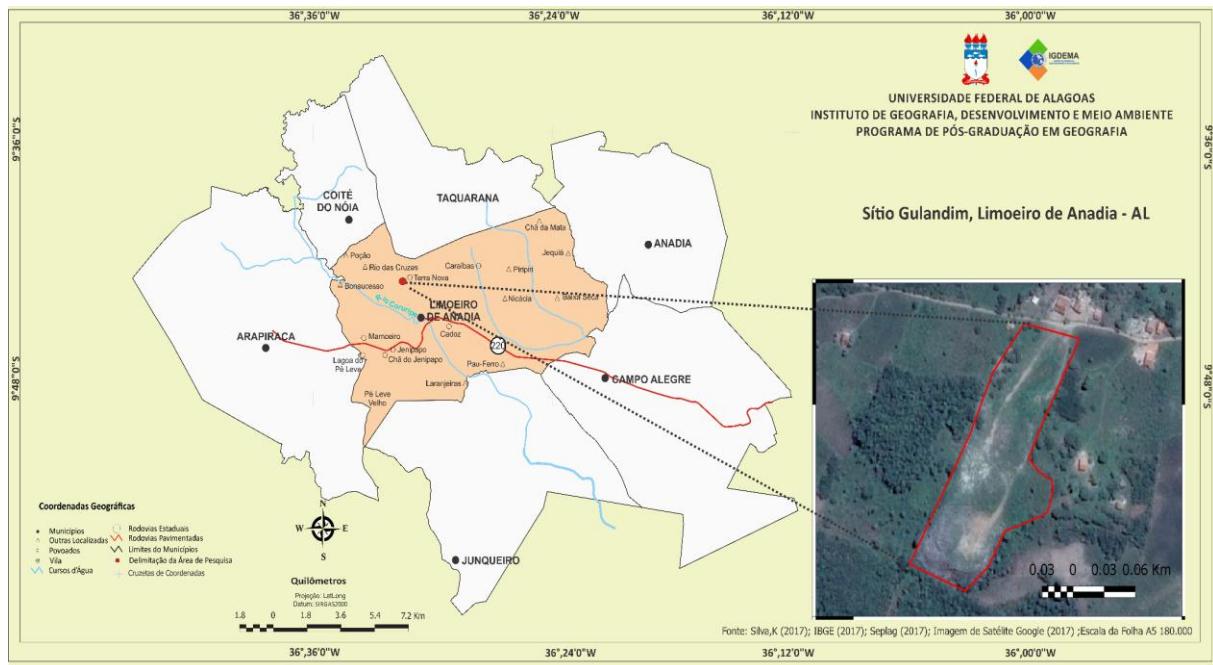
Nesses termos, pode-se salientar que embora a elaboração de leis destinadas aos resíduos sólidos no Brasil esteja avançando, a falta de fiscalização na efetivação dessas leis e punição daqueles que não as cumprem possibilitam que vários municípios brasileiros ainda disponham dos lixões como destinação final dos resíduos sólidos, não cumprindo o que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Localização geográfica da área de estudo da pesquisa

O sítio Gulandim (área de estudo) está localizado na zona rural do município de Limoeiro de Anadia (Figura 1, logo mais abaixo), o qual está inserido na Mesorregião do Agreste alagoano e Microrregião Geográfica de Arapiraca. A população local utiliza-se das águas do riacho Gulandim para irrigação, pecuária, criatórios de peixes e crustáceos. Com sete nascentes, sendo três perenes e quatro temporárias, o riacho Gulandim tem propriedade salobra em seu curso.

Figura 1: Localização do município de Limoeiro de Anadia/AL e do sítio Gulandim.



Fonte: As autoras (2018).

O referido sítio dispõe de uma vegetação de transição entre a Caatinga e a Mata Atlântica, apresentando resquícios de vegetação nativa e áreas ocupadas pelas pastagens, agricultura de subsistência; no ano 1999 foi instalado um lixão na área.

A população do sítio chega em média a uma quantidade de 350 habitantes. Esse dado é explicitado na dissertação de mestrado da autora, cujo título é Os impactos socioambientais decorrentes de lixões: estudo de caso do sítio Gulandim.

O sítio Gulandim e os impactos socioambientais decorrentes do lixão na área

A área do lixão está situada a 6 km do centro da cidade de Limoeiro de Anadia. Trata-se de uma propriedade que foi comprada pela prefeitura do referido município no ano de 1999, com a finalidade de transformá-la em um lixão. A Figura 2 (imagem de satélite) retrata a área de localização do lixão, com aproximadamente 14,912m², a qual denota imagens que revelam a situação do lixão, mesmo após a sua desativação em 2016, concentrando resíduos diversos distribuídos por toda área de influência direta do lixão. Na margem esquerda da figura 2, encontra-se uma ampliação da área, a qual era retirada parte do solo por meio de máquina escavadeira, para cobrir e compactar parte do lixo depositado.

Figura 2 - Imagem de satélite adaptada - Área do sítio Gulandim e imagem 1 e 2.



Fonte: As autoras (2018).

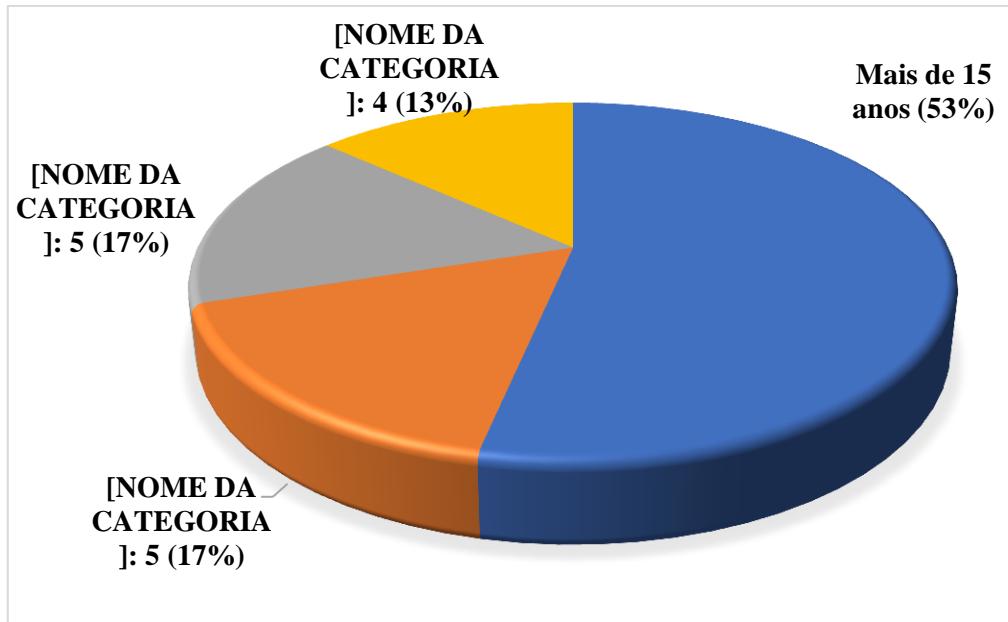
De acordo com a Figura 2 por meio da ampliação da área, podemos observar na margem esquerda (1), como essa se encontra na atualidade, assim como na margem direita (2) o acúmulo de lixo e a fumaça. No decorrer dos dezesseis anos, 1999 a 2015, de manutenção do lixão no sítio Gulandim, observaram-se impactos socioambientais, os quais interferiram na vida dos moradores que viviam naquela área e no seu entorno.

Com o intuito de analisar tal problemática, realizamos um questionário com 30 moradores do sítio Gulandim, ou seja, 35% da população local, no intuito de dialogar com a comunidade do estudo acerca dos problemas vivenciados por eles durante o período em que o lixão esteve funcionando.

Inicialmente, perguntamos sobre o tempo de residência desses moradores no sítio Gulandim (gráfico da Figura 3), tendo em vista que o período que um habitante reside em um lugar pode impactar e/ou ser impactado pelo que ocorre em tal local.

Os dados da Figura 3 apontam que os moradores do sítio Gulandim, em sua grande maioria, com uma porcentagem de 51% residem no local há mais de quinze anos, enquanto somente 13% residem até 5 anos, e por fim, destaca-se os que residem 5 a 10 anos e entre 10 a 15 anos com a mesma porcentagem de 17%. Estes dados demonstram que os sujeitos analisados vivenciaram e conhecem bem a realidade do local, assim como os problemas de ordem social e ambiental decorrentes da presença do lixão na área.

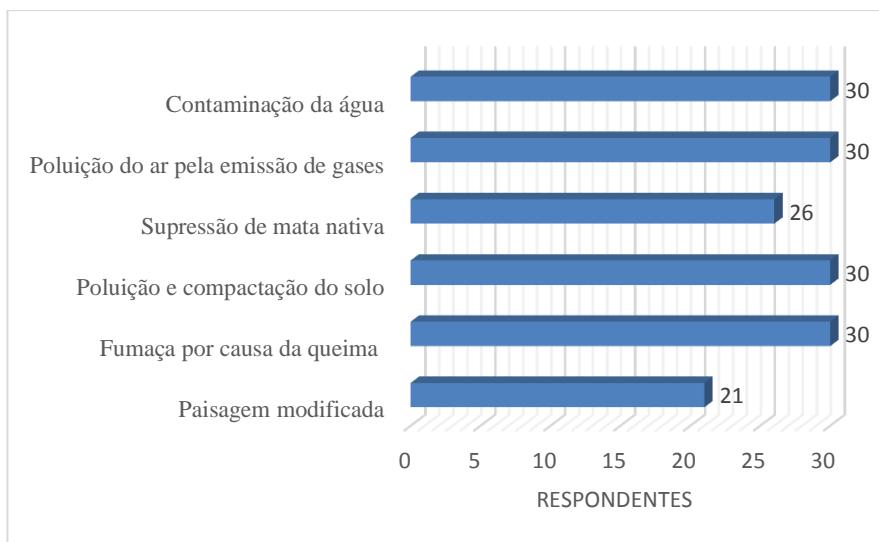
Figura 3 - Tempo em que os moradores residem no sítio Gulandim.



Fonte: Pesquisa direta (2018).
Elaboração: SANTOS, 2019.

Indagamos aos moradores, que tipo e quais problemas ambientais eles observaram no sítio Gulandim decorrentes do lixão na área, representados no gráfico da Figura 4.

Figura 4 - Impactos ambientais apresentados pelas moradoras do sítio Gulandim



Fonte: Pesquisa Direta, 2018. Elaboração: SANTOS, 2019.

De acordo com o gráfico da Figura 4, um total de 100% dos moradores pesquisados salientaram quatro impactos ambientais observados no sítio, são eles: fumaça por causa da queima do lixo, a poluição e compactação do solo a poluição do ar pela emissão de gases e,

por fim, a contaminação da água do riacho Gulandim. Na sequência, destacam-se 26 moradores que ressaltam a retirada da mata nativa da área e, por fim, 21 moradores apontam a modificação da paisagem local, possivelmente ocasionando prejuízos para as atividades agropecuárias existentes na área.

Desse modo, podemos constatar na Figura 5, alguns problemas apontados pelos moradores anteriormente (gráfico da figura 4), dentre eles a fumaça e, consequentemente, a poluição do ar pela emissão de gases e ainda a proximidade de vegetação nativa com os resíduos sólidos, mostrando a transformação da paisagem local.

Figura 5 - Queimadas e fumaça (A) e proximidade de vegetação nativa com resíduos sólidos (B), ambos no lixão do sítio Gulandim.

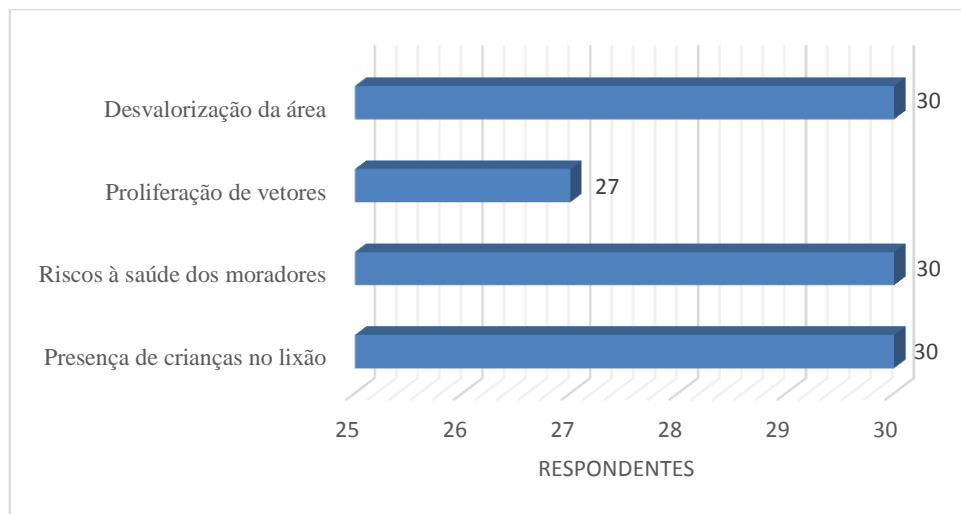


Fonte: As autoras (2018).

A análise das imagens explicitadas na figura 5 exemplifica a preocupação quanto aos impactos ambientais existentes no sítio Gulandim e ainda os efeitos de tais problemas na vida dos seus moradores, acarretando os impactos sociais.

A Figura 6 apresenta alguns impactos sociais apontados pelos moradores do sítio Gulandim, os quais estão associados a presença do lixão na área.

Figura 6 - Impactos sociais explicitados pelos moradores do sítio Gulandim.



Fonte: Pesquisa Direta, 2018.

Elaboração: SANTOS, 2019.

Na Figura 6, podemos observar que 30 moradores pesquisados salientaram o risco a saúde dos moradores enquanto impacto social, o qual está diretamente associado aos impactos ambientais observados no referido sítio e ressaltados na figura 4. Dentre o risco a saúde dos moradores apontados anteriormente, podemos citar as doenças respiratórias da maioria dos moradores da comunidade.

Outros problemas apontados, também por 30 moradores foi a desvalorização da área, possibilitando uma baixa no preço dos terrenos, em virtude da proximidade com o lixão. E ainda a preocupação com a presença das crianças no lixão, as quais podemos observar na Figura 7, e daí possivelmente o aumento das doenças de pele e respiratórias nas crianças da comunidade.

Figura 7 - Presença de criança dentro da área do lixão do sítio Gulandim.



Fonte: As autoras (2018).

De acordo com os moradores do sítio Gulandim, a área destinada ao lixão não apresentava qualquer tipo de isolamento e, por isso, era constante a presença de crianças e de animais domésticos nesse local, sujeitos a contaminantes diversos e doenças provenientes do mau condicionamento dos resíduos sólidos na área.

Na sequência, destaca-se a proliferação de vetores, sobre os quais os moradores reclamaram bastante da proliferação de insetos e roedores no sítio Gulandim. Por fim, a contaminação de catadores, os quais se ariscavam no lixão em busca do sustento. Vale salientar que a desativação do lixão do sítio Gulandim ocorrida no ano de 2016 foi resultado de muita luta dos moradores da área por meio de reuniões com o gestor municipal, denúncias aos órgãos competentes como o Instituto de Meio Ambiente – IMA e também na Promotoria do referido município.

Essas ações eram uma tentativa dos moradores de buscarem minimizar e/ou resolver os problemas socioambientais vivenciados por eles no período de funcionamento do referido lixão, os quais inclusive estavam amparados pela Lei nº 9.605/98 (BRASIL, 1998), na qual a disposição de resíduos sólidos em lixões é considerada crime desde 1998, quando foi sancionada a Lei de Crimes Ambientais. Na atualidade, a referida população trava outra solução, com o intuito de conseguir que a área do lixão do sítio Gulandim seja recuperada, conforme dispõe a Lei 12.305/2010 do PNRS (BRASIL, 2010b)

Diante dos impactos socioambientais apresentados por 30 moradores pesquisados do sítio Gulandim, e atualmente da busca pela recuperação da área, foi realizado uma entrevista com o secretário de Meio Ambiente do município de Limoeiro de Anadia/AL.

A princípio, indagamos o secretário de Meio Ambiente sobre os impactos socioambientais gerados por lixão, o qual respondeu salientando que “[...] é preciso ter cuidado com o local a ser instalado o lixão, pois o mesmo pode gerar muitos problemas a população, como a contaminação da água, a fumaça devido a incêndios, gerado pelo próprio lixão, e as vezes para a saúde da população”. As palavras do secretário corroboram exatamente com os problemas vivenciados e explicitados pelos moradores do sítio Gulandim.

Em seguida, perguntamos ao secretário de Meio Ambiente do município de Limoeiro de Anadia/AL sobre o destino final dos resíduos sólidos do referido município, com o objetivo de verificar se eram destinados todos para o lixão do sítio Gulandim, ou se havia outros locais de destino. O entrevistado respondeu que “O lixo era depositado todo no lixão do sítio Gulandim. Mas a população, você sabe, não é fácil [...] vai naquela esquina e despeja um monte de lixo, e daqui a pouco também vai se tornando uma área de lixão também, e se

você for analisar hoje, até uns dois ou três anos atrás, tinha vários pontos aqui na cidade que tinha diversos tipos de lixo e formava áreas de entulho”.

De acordo com a fala do entrevistado, percebe-se que embora existam na cidade de Limoeiro de Anadia locais nos quais as pessoas despejam e/ou acumulem resíduos sólidos, o lixão do sítio Gulandim era o destino final dos resíduos sólidos produzidos no município estudado.

Na sequência, perguntamos ao secretário de Meio Ambiente se o município tem projetos que visem minimizar e/ou recuperar a área degradada do lixão do sítio Gulandim, desativado na atualidade, o qual ressaltou que: “Isso depende de muita coisa, de recurso, do IMA, de gente especializada, de outras secretarias, de apoio. Já visitamos várias vezes o lixão para fazer levantamentos, até representante do IMA foi com a gente algumas vezes [...] mas leva tempo, depende de muita coisa”. Desse modo, pode-se afirmar que a Secretaria de Meio Ambiente do município de Limoeiro de Anadia/AL não dispõe de um projeto de recuperação para a área degradada do lixão desativado do sítio Gulandim.

Vale salientar que mesmo após o lixão ser desativado, ele ainda é motivo de preocupação por parte da população local que reside ao seu entorno, pois mesmo estando desativada, a área do antigo lixão foi considerada perigosa durante muitos anos, notadamente devido à presença de metais pesados, combustões e/ou explosões, fumaças, os quais acabam provocando problemas de saúde àqueles que estão em contato direto ou indireto com tal área.

De acordo com a PNRS, é responsabilidade do município recuperar e reabilitar áreas degradadas de lixões desativados. Assim, indagamos o secretário de Meio Ambiente do município de Limoeiro de Anadia/AL sobre as diretrizes e metas propostas na Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, e se o referido município pretende se adequar à tal, de modo que ele respondeu da seguinte forma: “Isso leva tempo, leva negociação, mas já fazemos parte do consórcio. E aos poucos podemos se adequar, mas fica difícil para um pequeno município como Limoeiro de Anadia dizer que está totalmente de acordo com a lei. Acredito que nenhum município de Alagoas esteja [...] porque isso depende de muita coisa, muita gente envolvida para seguir a lei”. Conforme resposta do secretário, percebe-se que são apontadas muitas dificuldades e/ou entraves para o cumprimento da lei que rege a PNRS.

Ademais, o secretário ainda salientou que o referido município faz parte de um consórcio – Consórcio Regional de Resíduos Sólidos do Agreste Alagoano – CONAGRESTE, o qual conta com a participação de 20 municípios alagoanos.

Sabe-se que os municípios de pequeno e médio porte em todo território nacional têm dificuldade para coletar e destinar os resíduos sólidos para áreas consideradas adequadas, os

quais muitas vezes alegam não dispor de recursos suficientes, mesmo sendo responsáveis por tal ação. Para tentarem minimizar os problemas com relação à gestão dos resíduos sólidos, alguns municípios brasileiros estão formando e/ou precisam formar de acordo com a Lei 12.305/2010, consórcios públicos municipais ou interfederativos para proporcionar a sustentabilidade dos serviços prestados e dividirem as despesas, além de contribuirem para a inclusão social de catadores e a desativação de lixões (BRASIL, 2011).

Por fim, foi questionado ao referido secretário sobre a destinação dos resíduos sólidos do município na atualidade, tendo em vista a desativação do lixão do sítio Gulandim. Prontamente o secretário informou que: “Atualmente o nosso município deposita o lixo coletado em Craibas, no aterro que foi construído naquele município, junto com outros municípios dessa região”. Vale ressaltar que se trata de um aterro controlado, o qual conforme já discutido anteriormente não é o ideal para a destinação final dos resíduos sólidos.

CONCLUSÃO

A quantidade e a disposição irregular dos resíduos sólidos transformaram-se em um grave problema a ser considerado nas políticas de desenvolvimento social e ambiental, havendo a necessidade de organização e de planejamento para minimizar os problemas que foram se acumulando, tanto na questão sanitária quanto na questão ambiental, social e econômica, não apenas para o município em si, como também para áreas adjacentes.

Quanto a área estudada e o objeto de estudo, o lixão do sítio Gulandim registrou inúmeros impactos socioambientais para população que reside no referido sítio, assim como para aqueles do seu entorno. Os resultados desta pesquisa demonstraram que embora o referido lixão encontre-se desativado, alguns problemas permanecem causando desconforto aos moradores e impactando negativamente a qualidade de vida dessa população.

A pesquisa evidenciou ainda, por meio da entrevista realizada com o secretário de Meio Ambiente do município de Limoeiro de Anadia/AL, que a referida secretaria não dispõe de um projeto de recuperação para a área degradada do lixão desativado do sítio Gulandim. Desse modo, pode-se afirmar que o conceito de poluidor-pagador, o cumprimento da legislação, das leis e diretrizes que regem a PNRS no estado de Alagoas não vêm sendo efetivado conforme o esperado.

Nesses termos, a persistência dessa comunidade do sítio Gulandim não findou, pelo contrário, ela permanece frente aos problemas ainda existentes após a desativação do lixão, e o desejo da comunidade de que a área seja recuperada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 10004. Resíduos Sólidos - Classificação, 2004.

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente de Recursos Hídricos – SEMARH. **Lei 7.749/2015**, Plano Estadual de Resíduos Sólidos. 2015a.

_____. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Alagoas**, 2015b.

ALAGOAS. Secretaria de Estado do planejamento e Desenvolvimento Econômico. **Perfil Municipal**: Limoeiro de Anadia. 3. ed. Maceió: 2016.

BOSCOV, M. E. G. **Geotecnia Ambiental**, São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

BRASIL, **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências, 2010a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm Acesso em 1 de jun. de 2017.

_____. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Política nacional de resíduos sólidos [recurso eletrônico]. – 2. ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2010b.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**, 2010c. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/planos-municipais-de-gest%C3%A3o-integrada-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>. Acesso em 1 de ago. de 2017.

_____. BRASIL. **Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, 2010**. Destaques da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Ministério do Meio Ambiente. Brasília/DF: Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, 2011. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/pers_orientacoesmma_28_06_11_125.pdf. Acesso em 20 jan. de 2017.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 1, de 23 de janeiro de 1986a**. Publicada no DOU, de 17 de fevereiro de 1986, Capítulo 1, páginas 2548-2549.

_____. **Resolução CONAMA Nº 001, DE 23 de jan. de 1986b**.

CORTEZ, A. T. C. **Aplicação de Métodos e Técnicas Sustentáveis na Gestão de Resíduos Sólidos**. Geographos. Revista digital. Vol. 7. Nº 87 (4). 2016, p. 5.

DUARTE, Maria Betânia da Costa Pereira. **Os impactos socioambientais decorrentes de lixões**: Estudo de caso do Sítio Gulandin – Limoeiro de Anadias/. 103f. Dissertação (mestrado em Geografia). Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió, 2018.

FONTANELLA, B. J. B., et. al. 2011. **Amostragem em pesquisas qualitativas**: proposta de procedimento para constatar saturação teórica. Caderno Saúde Pública, 27 (2), 389-394. 2011.

JUCÁ, J. F. T. **Disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil.** 5º Congresso Brasileiro de Geotécnica Ambiental. REGEO – Porto Alegre, 2003.

LEITE, P. R. **Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos** - Autor do capítulo logística reversa na atualidade. Manole – São Paulo, 2012.

MACHADO, P. A. L. **Princípios da política nacional de resíduos sólidos.** Revista do Tribunal Regional Federal da 1ª Região, v. 24, n. 7, jul., 2012.

MENDONÇA, Francisco. **Geografia socioambiental.** Terra Livre São Paulo n. 16 p. 139-158 1º semestre/2001.

MILLER Jr. G. T. **Ciência Ambiental.** São Paulo: Cengage Learning, 2008.

TROLEIS, A. L.; BASSO, L. A. **A Evolução da Disposição dos Resíduos Sólidos em Porto Alegre e a Coleta Seletiva.** Sociedade e Território, Natal, v. 25, nº 1, p. 1 - 18, jan./jun. 2013.

WALDMAN, M. **Lixo domiciliar brasileiro: MODELOS DE GESTÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS** Boletim Goiano de Geografia, vol. 33, num. 2, maio-agosto, 2013, p. 11- 26. Universidade Federal de Goiás. Goiás, Brasil.

CONTRIBUIÇÃO DA FERRAMENTA *DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM* NOS ESTUDOS DE DINÂMICA COSTEIRA NO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL

Ana Letícia Barbosa **LEMOS**
Universidade Federal do Ceará
E-mail: analeticia.barbosa23@gmail.com

Carlos Henrique **SOPCHAKI**
Universidade Federal do Ceará
E-mail: carlos.geografia@ufc.br

Recebido
Maio de 2020

Aceito
Junho de 2020

Publicado
Julho 2020

RESUMO: Possuindo 573 km de linha de costa, o Estado do Ceará conta com 50,8% de sua população vivendo em ambientes costeiros. O litoral cearense atrai turistas brasileiros e estrangeiros, destacando-se os municípios de Fortaleza, Caucaia, Aquiraz, Aracati, Cascavel, Fortim, Icapuí, Camocim, Jijoca de Jericoacoara, entre outros. A dinâmica morfológica costeira é intensa, mas pode ser acelerada por processos antrópicos, como ocupação desordenada. Algumas localidades do litoral cearense já vêm sofrendo processos erosivos há décadas, ora com maior, ora com menor intensidade, fazendo com que a linha de costa (limite da preamar média, ou seja, linha do alcance das marés, a qual torna-se visível pela divisão entre sedimentos secos e molhados) migre de local, seja por processos de retrogradação ou progradação. Com o intuito de monitorar a evolução da linha de costa, o Serviço Geológico dos Estados Unidos desenvolveu a ferramenta *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS), como complemento do *software* ArcGIS. Tal ferramenta tem sido aplicada em diversas praias do litoral cearense, por distintos pesquisadores. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi o de elaborar uma análise histórica do uso da ferramenta DSAS nos estudos de variação da linha de costa dos municípios litorâneos do Ceará, mostrando sua funcionalidade na obtenção de resultados. Os resultados demonstraram que o DSAS está possibilitando cada vez mais a realização de diagnósticos e a compreensão das dinâmicas praiais locais e apontaram também potencialidades, bem como fragilidades, como por exemplo a dificuldade de acesso a sensores remotos em resolução compatível com a metodologia.

Palavras-chave: Linha de costa. Geomorfologia Costeira. Processos erosivos. Sensoriamento Remoto.

CONTRIBUTION OF THE TOOL DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM (DSAS) ON STUDIES OF COASTAL DYNAMICS IN THE STATE OF CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: With 573 km of coastline, the state of Ceará has 50.8% of its population living in coastal environments. Ceará's coast attracts both Brazilian and foreign tourists, and the following municipalities stand out: Fortaleza, Caucaia, Aquiraz, Aracati, Cascavel, Fortim, Icapuí, Camocim, Jijoca de Jericoacoara, among others. The natural coastal morphological dynamics is intense, but often gets catalyzed by anthropogenic processes, like disorderly occupation. Some places of the Ceará coastal zone have been suffering by erosion processes for decades, sometimes with greater intensity, sometimes with less intensity, causing the coast line (limit of the medium high tide, that is, the range of the tides, which becomes visible by the division between dry and wet sediments) to migrate from place, either by retrogradation or progradation processes. In order to monitor the evolution of the coastline the United States Geological Survey developed a tool called Digital Shoreline Analysis System (DSAS), as a complement to ArcGIS software. This tool has been applied to several beaches on the coast of Ceará, by different researchers. Therefore, the objective of this research was to elaborate a historical analysis about the use of the DSAS tool in studies of variation of the coastline of the municipalities of Ceará, showing its functionality in obtaining results. The results showed that DSAS is increasingly enabling diagnoses and understanding of local beach dynamics and also pointed out potentials and weaknesses, such as the difficulty of accessing remote sensor images in a resolution compatible with the methodology.

Key words: Shoreline. Coastal Geomorphology. Erosive processes. Remote Sensing.

CONTRIBUCIÓN DE LA HERRAMIENTA *DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM (DSAS)* EN LOS ESTUDIOS DE DINÁMICA COSTERA EN EL ESTADO DE CEARÁ, BRASIL

RESUMEN: Con 573km de línea costera, el Estado de Ceará tiene el 50,8% de su población viviendo en ambientes costeros. La costa de Ceará atrae a turistas brasileños y extranjeros, destacando los municipios de Fortaleza, Caucaia, Aquiraz, Aracati, Cascavel, Fortim, Icapuí, Camocim, Jijoca de Jericoacoara, entre otros. La dinámica morfológica costera es intensa, pero puede ser acelerada por procesos antrópicos, como la ocupación desordenada. Algunas localidades en la costa de Ceará han sufrido procesos erosivos durante décadas, a veces con mayor intensidad, a veces con menos intensidad, haciendo que la línea costera (límite de pleamar media, o sea, el alcance de las mareas, que se hace visible por la división entre sedimentos secos y húmedos) migre desde el lugar, sea por procesos de retrogradación o de progradación. Para monitorear la evolución de la costa, el Servicio Geológico de los Estados Unidos desarrolló la herramienta *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*, como complemento del *software ArcGIS*. Esta herramienta ha sido aplicada a varias playas en la costa del Ceará, por diferentes investigadores. Así, el objetivo de este trabajo fue elaborar un análisis histórico del uso de la herramienta DSAS en los estudios de variación de línea costera de los municipios costeros de Ceará, mostrando su funcionalidad en la obtención de resultados. Los resultados mostraron que DSAS está permitiendo cada vez más el diagnóstico y la comprensión las dinámicas costeras locales y también señaló potenciales y debilidades, como la dificultad de acceder a imágenes de sensores remotos en una resolución compatible con la metodología.

Palabras llave: Línea costera. Geomorfología Costera. Procesos erosivos. Teledetección.

INTRODUÇÃO

O Estado do Ceará conta com 50,8% de sua população residindo em ambientes costeiros (IBGE, 2015). O turismo de sol e mar é considerado um dos setores mais importantes da economia cearense, visto que, a cada ano, milhares de turistas são atraídos pelo clima tropical de temperatura média de 28°C. Desse modo, o crescimento urbano acelerado e desordenado em direção às zonas costeiras tem contribuído fortemente para a antropização do litoral cearense, o que tem gerado diversos problemas ambientais, dentre eles a erosão costeira.

As zonas costeiras são ambientes altamente dinâmicos, formados através de ações gravitacionais, meteorológicas e oceanográficas, que permitem o acúmulo de sedimentos geologicamente recentes (datados do holoceno e pleistoceno) nas bordas dos continentes. Tais sedimentos são submetidos à ação de energias modeladoras (marés, ondas, ventos etc.) e assim, permitem a formação de diferentes componentes morfológicos, tais como faixa praial, campos de dunas, estuários, lagunas, entre outros (MEIRELES, 2012).

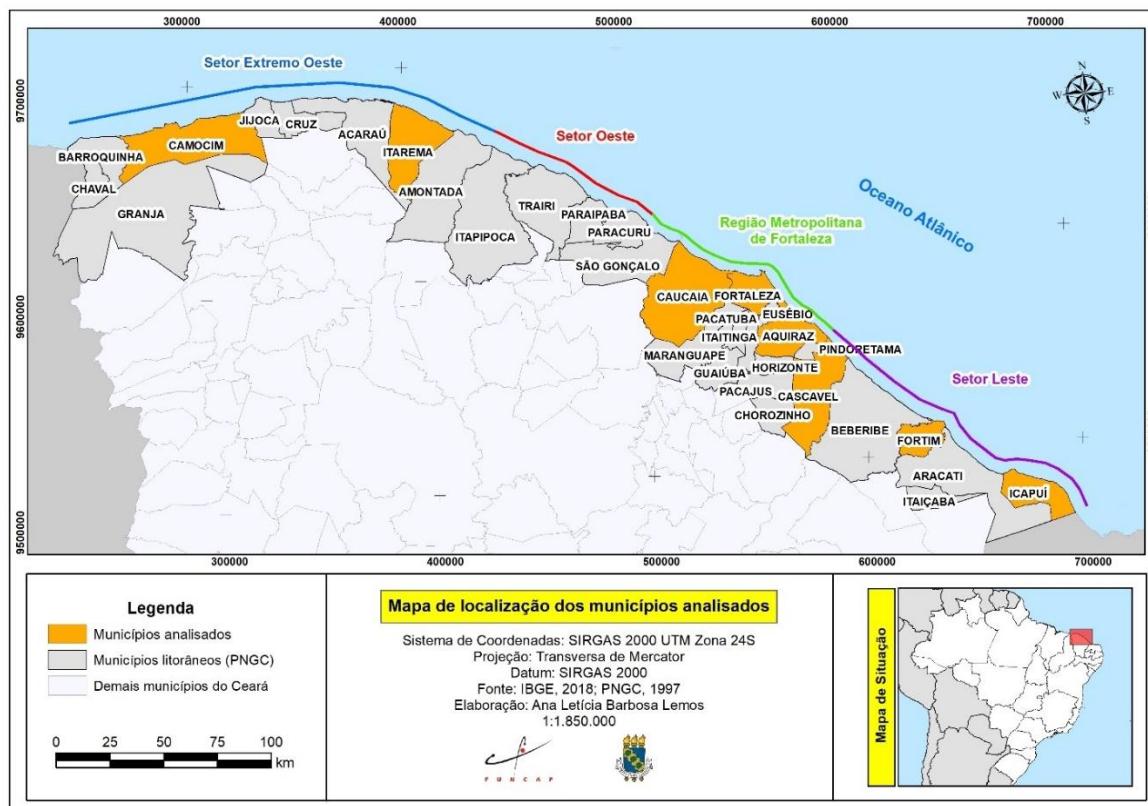
Com o crescimento urbano nas zonas costeiras, muitos desses componentes morfológicos sofrem intensas alterações (barramentos nos cursos fluviais, antropização de dunas frontais etc.), afetando diretamente a carga sedimentar que abastece a praia. Farias (2008) afirma que algumas atividades responsáveis pela modificação dos sistemas costeiros são realizadas em lugares distantes da costa, como a extração de areia e cascalho do leito dos rios e a construção de dragagens para abastecimento humano.

Segundo Meireles (2012), os processos erosivos na costa cearense também estão intrinsecamente relacionados às ações antrópicas associadas à ocupação de áreas de aporte de sedimentos que compõem a zona costeira, destacando-se os promontórios e margens estuarinas. Dessa forma, desde a metade do século XIX, diversas pesquisas acadêmicas estão sendo realizadas para compreender a evolução das zonas costeiras, além dos processos erosivos atuantes no litoral cearense, possibilitando assim, informar à comunidade os riscos consequentes da antropização da costa, além de estabelecer métodos para evitar que praias que ainda não sofrem com processos erosivos, não estejam condicionadas a esse problema futuramente.

O litoral do Estado do Ceará (Figura 1) possui 573 km de linha de costa, indo do município de Barroquinha (extremo oeste) até Icapuí (extremo leste), sendo caracterizado por praias arenosas e lamosas, falésias arenosas e rochosas, além de recifes de arenito e/ou pontais

rochosos, permitindo assim, dinâmicas distintas em cada situação. De acordo com o Plano Nacional do Gerenciamento Costeiro (PNGC), é setorizado por: Setor Extremo Oeste (Amontada, Itarema, Acaraú, Cruz, Jijoca de Jericoacoara, Camocim, Barroquinha, Chaval e Granja), Setor Oeste (Paracuru, Paraipaba, Trairi, Itapipoca), Região Metropolitana de Fortaleza (Aquiraz, Fortaleza, Eusébio, Chorozinho, Pacajus, Horizonte, Itaitinga, Guaiuba, Pacatuba, Maracanaú, Maranguape, Caucaia, São Gonçalo do Amarante) e Setor Leste (Icapuí, Aracati, Itaiçaba, Fortim, Beberibe, Cascavel, e Pindoretama) (MORAIS *et al.*, 2018).

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Os autores (2020).

Segundo Farias (2008), o nível de ocupação urbana no litoral do Estado do Ceará é variável, garantindo assim diversos estados ao longo da costa entre áreas com tendências erosionais, deposicionais, ou que passam por equilíbrio. Tendo em vista que o litoral de Fortaleza possui o maior índice ocupacional do Estado, pode-se estimar que, quanto maior a proximidade com a capital, maior será o índice de erosão, em virtude do alto crescimento urbano na costa (PAULA, 2015).

Cabe ressaltar que a erosão é um processo natural presente na dinâmica costeira, o qual é resultado da remoção de sedimentos da praia por ondas, ventos e pela deriva litorânea, essencial no balanço sedimentar. Os processos erosivos passam a ser problemáticos a partir do

momento em que há ocorrência de déficit sedimentar, ou seja, a perda de sedimentos da praia se torna maior do que a alimentação da mesma, resultando em diversos problemas socioeconômicos em praias urbanizadas.

O mapeamento sistemático da linha de costa possui certa relevância ao inserir-se no planejamento da gestão costeira, contribuindo no planejamento urbano de cidades litorâneas. Assim, as técnicas de geoprocessamento se mostram bastante eficazes para estudos de análise costeira, sendo bastante relevantes nas análises multitemporais, fornecendo informações sobre a área dentro de um contexto geográfico e proporcionando a compreensão da evolução dos ambientes costeiros (FARIAS, 2008; AGUIAR, 2012; SOUZA, 2016).

Uma das ferramentas mais presentes nos estudos é o *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS), que consiste num complemento do software ArcGis, elaborado pela *United States Geological Service* (USGS) com a finalidade de analisar estatisticamente o comportamento da linha de costa de determinado local, ao longo de um determinado período de tempo. Assim, torna-se possível elaborar diagnósticos e possíveis prognósticos. Portanto, o presente trabalho visa realizar uma análise histórica do uso da ferramenta DSAS nos estudos de variação da linha de costa dos municípios litorâneos do Ceará, mostrando sua funcionalidade na obtenção de resultados.

REFERENCIAL TEÓRICO

A linha de costa possui diversos conceitos, pois trata-se de um componente litorâneo bastante mutável. Levando em consideração a análise desse componente de modo remoto (sem contato próximo), a linha de costa pode ser compreendida como o limite da preamar média, ou seja, a divisão entre sedimentos secos e molhados, resultantes das preamarés de sizígia (CROWELL *et al.*, 1991 apud FARIAS; MAIA, 2010).

Dentre as diversas técnicas utilizadas para análise do comportamento dos sistemas praias estão as técnicas de geoprocessamento, responsáveis por manipular e analisar dados geográficos através de *softwares* agregados ao Sistema de Informações Geográficas - SIG. Assim, tais *softwares* são capazes de trabalhar com informações devidamente georreferenciadas.

A utilização das geotecnologias, com a finalidade de compreender os sistemas ambientais, se dá com os produtos de sensoriamento remoto (orbitais e/ou sub-orbitais, tais como imagens de satélites e fotografias aéreas). Esses permitem a obtenção de cenas capturadas ao longo dos anos, sendo instrumentos importantes na observação da dinâmica

espaço-temporal da linha de costa e dos diversos componentes geomorfológicos dos ambientes litorâneos, além de possibilitar a elaboração de prognósticos (SOUZA, 2016). Desse modo, é possível obter informações a respeito de um objeto sem haver contato físico com o mesmo.

Para a realização de análises de linha de costa, os produtos de Sensoriamento Remoto se mostram com algumas limitações no processo de delimitação de linha de costa. Quando se trata de análise temporal através de sensores remotos, a delimitação de linha de costa se dá apenas com a definição de linha de costa como “divisão entre sedimentos secos e molhados”, conforme proposto por Crowell (1991), sendo a única definição aplicável aos estudos de análise espaço-temporal. Assim, as variações de curto e longo prazo ocorrentes na costa (episódios de ressaca ou eventos cíclicos) não são observadas com vigor, podendo ocorrer uma diminuição na qualidade dos resultados, em termos de acurácia (FARIAS, 2008).

As ferramentas presentes nos SIG's são utilizadas para diversas finalidades. Com relação à análise de linha de costa, uma das ferramentas disponíveis é o *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS). A partir da adoção desta ferramenta, elaborada pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos da América, e disponível gratuitamente para o *software* ArcGis, é possível analisar estatisticamente o comportamento da linha de costa em um determinado período de espaço e tempo.

Para gerar os cálculos, o DSAS necessita de três arquivos vetoriais: 1) a *baseline*, ou linha de base, desenhada de modo paralelo à linha de costa sendo posicionada *onshore* ou *offshore*, ou seja, dentro ou fora do continente, que servirá de base para os cálculos de movimentação da linha de costa; 2) os transectos, linhas perpendiculares à costa, responsáveis por gerar os cálculos de variação em determinados pontos, setorizam o litoral partindo da *baseline* e cruzando todas as linhas de costa disponíveis, sendo gerados automaticamente pelo DSAS, necessitando apenas a atribuição do intervalo entre cada transecto e; 3) os vetores de linhas de costa, cada uma atribuída a uma data do recorte temporal analisado.

A ferramenta DSAS conta com seis métodos estatísticos para análises evolutivas, cada qual contribuindo singularmente para a obtenção de diversos resultados. São eles: 1) *Shoreline Change Envelope* (SCE): responsável por calcular a distância entre as linhas extremas (a mais distante e a mais próxima da linha de base); 2) *Net Shoreline Movement* (NSM): calcula a distância entre a linha mais nova e a mais antiga; 3) *End Point Rate* (EPR): calcula a variação espacial das linhas de costa dividindo pelo tempo total da análise; 4) *Linear Regression Rate* (LRR): realiza um cálculo de regressão linear simples; 5) *Weighted Linear Regression Rate* (WLR): calcula a taxa de regressão linear ponderada; e 6) *Least Median of*

Squares (LMS): informa o valor da menor mediana dos quadrados. No entanto, os mais utilizados nas pesquisas desenvolvidas no litoral cearense são o *End Point Rate* e *Linear Regression Rate*, pois são considerados os métodos mais simples e que, ao utilizá-los, os resultados já se mostram completos o suficiente para conclusões a respeito da dinâmica costeira, auxiliando na gestão integrada da zona costeira (SOUZA, 2016).

O *End Point Rate* (EPR) é o método responsável por calcular o intervalo entre a linha de costa mais antiga e a mais recente, dividindo pelo tempo total desse intervalo (m/ano), fazendo assim uma média da movimentação anual da linha de costa durante o período analisado. O *Linear Regression Rate* (LRR) é, de modo geral, uma taxa de regressão linear que gera um valor anual de variação em metros (BARROS, 2018; SOUZA, 2016).

Vale ressaltar que essa ferramenta tem sido bastante utilizada em pesquisas de diversas regiões do Brasil (FRANCO; AMARO; SOUTO, 2012; RODRIGUES, 2017; RANIERI; EL-ROBRINI, 2015) e no mundo (NASSAR et al, 2018; SHEIK; CHANDRASEKAR, 2011), confirmando assim a popularização da metodologia para análises de linha de costa.

METODOLOGIA

Para atingir o objetivo exposto anteriormente, inicialmente foi realizada uma busca por publicações a respeito da utilização da ferramenta DSAS em pesquisas realizadas no litoral cearense. Desse modo, foi possível analisar como a ferramenta foi utilizada em cada pesquisa, além da sua importância para os estudos de dinâmica de linha de costa, auxiliando na obtenção de diagnósticos das praias do litoral cearense.

Seriam incluídas nesta análise pesquisas que tivessem utilizado imagens com resolução espacial menor do que 5m, as quais permitem que se reduzam erros de interpretação visual e posicionamento no momento da delimitação das linhas de costa. O recorte temporal de buscas, planejado inicialmente, era referente a um intervalo de dez anos, ou seja, abarcando pesquisas que tivessem sido publicadas no período entre 2010 a 2019. Contudo, devido ao delineamento da pesquisa, em termos de recorte espacial (litoral do Ceará), resolução espacial das imagens utilizadas e recorte temporal, foram encontrados poucos trabalhos e, portanto, o recorte temporal foi revisto para o período compreendido entre 2008 e 2019.

A partir de pesquisas realizadas em bases de dados nacionais, utilizando a ferramenta *Google Scholar*, o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), bem como repositórios de Instituições de Ensino Superior

localizadas no Estado do Ceará, foram selecionados oito trabalhos para serem analisados, sendo dois artigos científicos, dois trabalhos de conclusão de curso, duas dissertações e duas teses, publicados entre 2008 e 2019.

Assim, as localidades do litoral cearense serão objeto de análise nesta pesquisa são (do sentido oeste para leste): Barroquinha, Camocim, Itarema, Caucaia, Fortaleza, Aquiraz, Cascavel, Fortim e Icapuí; a partir das seguintes pesquisas: Farias (2008), Marino e Freire (2013), Maia (2014), Souza (2016), Maia e Costa (2017), Barros (2018), Duarte (2018) e Lima (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

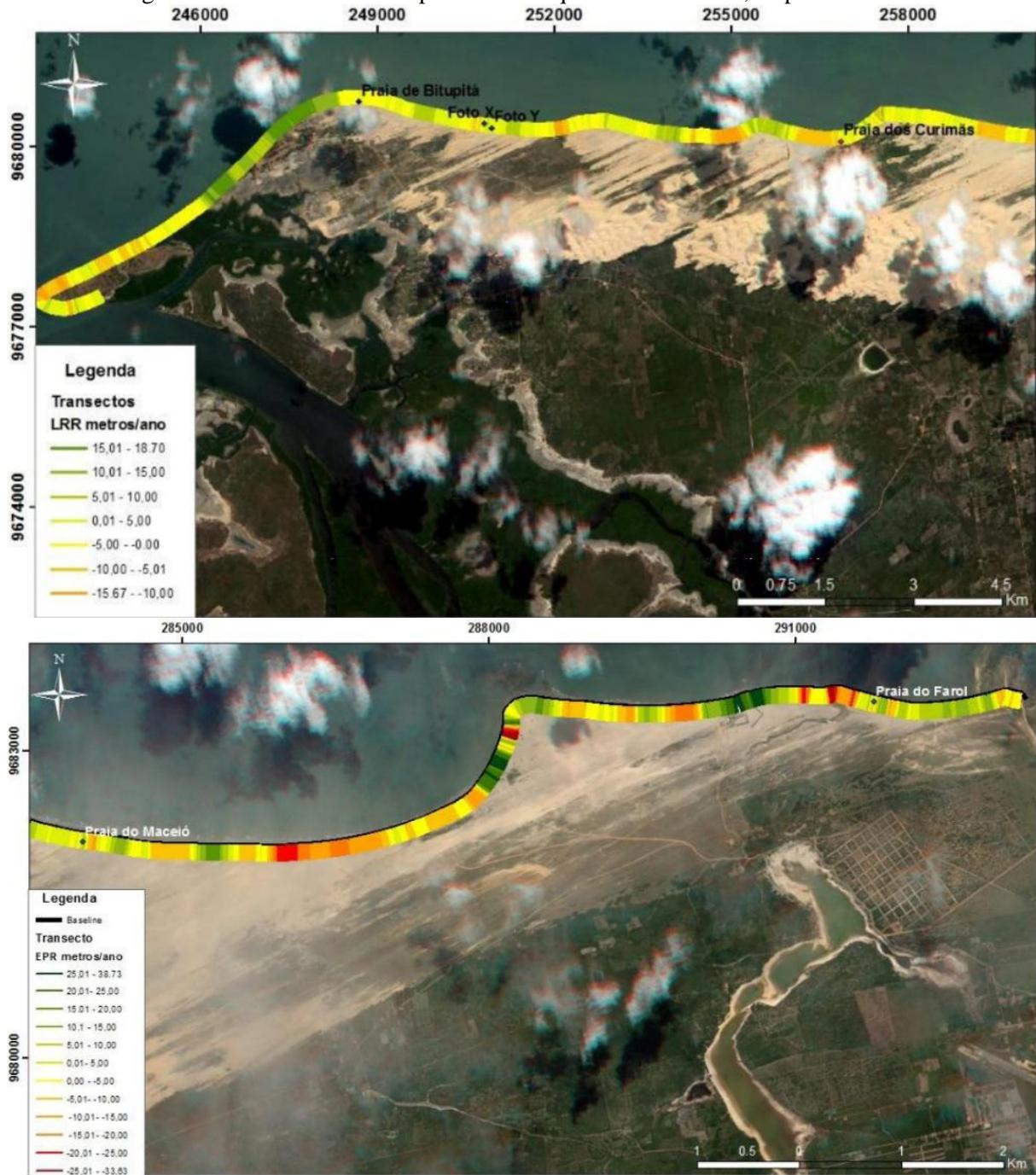
Os resultados e discussões serão apresentados em tópicos distintos para cada área/praias do litoral cearense, para as quais foram localizadas pesquisas que adotaram o DSAS, a saber: Barroquinha e Camocim; Itarema; Caucaia; Fortaleza e Aquiraz; Cascavel; Fortim; e Icapuí.

Barroquinha e Camocim

Maia e Costa (2017) calcularam as taxas de vulnerabilidade física à erosão nas praias de Barroquinha e Camocim, localizadas no extremo oeste cearense, com foco nas alterações da linha de costa de 2011 a 2014, utilizando o DSAS (Figura 2). Utilizando imagens *RapidEye* (resolução de 5 m) e os métodos EPR e LRR, chegou-se aos resultados que as praias de Bitupitá e Curimãs, em Barroquinha, sofrem tendências ora erosivas, com recuo de até 10 m/ano, ora progradacionais, com acréscimos na faixa de praia de até 5 m/ano.

As autoras concluíram que as praias de Barroquinha são subordinadas à remobilização dos sedimentos, que são transportados ao longo da costa pela deriva litorânea que atua no sentido Leste-Oeste. Esse processo ocorre naturalmente na costa do município, sem causar problemas relacionados à erosão, pois a área possui baixa taxa de urbanização, tendo apenas poucas casas próximas à costa. As autoras propuseram um planejamento correto da zona costeira do município, garantindo a segurança da linha de costa para movimentar-se livremente sem atingir as edificações construídas, mantendo o baixo nível de ocupação.

Figura 2 - Análise dos municípios de Barroquinha e Camocim, respectivamente.



Fonte: Maia e Costa, 2017.

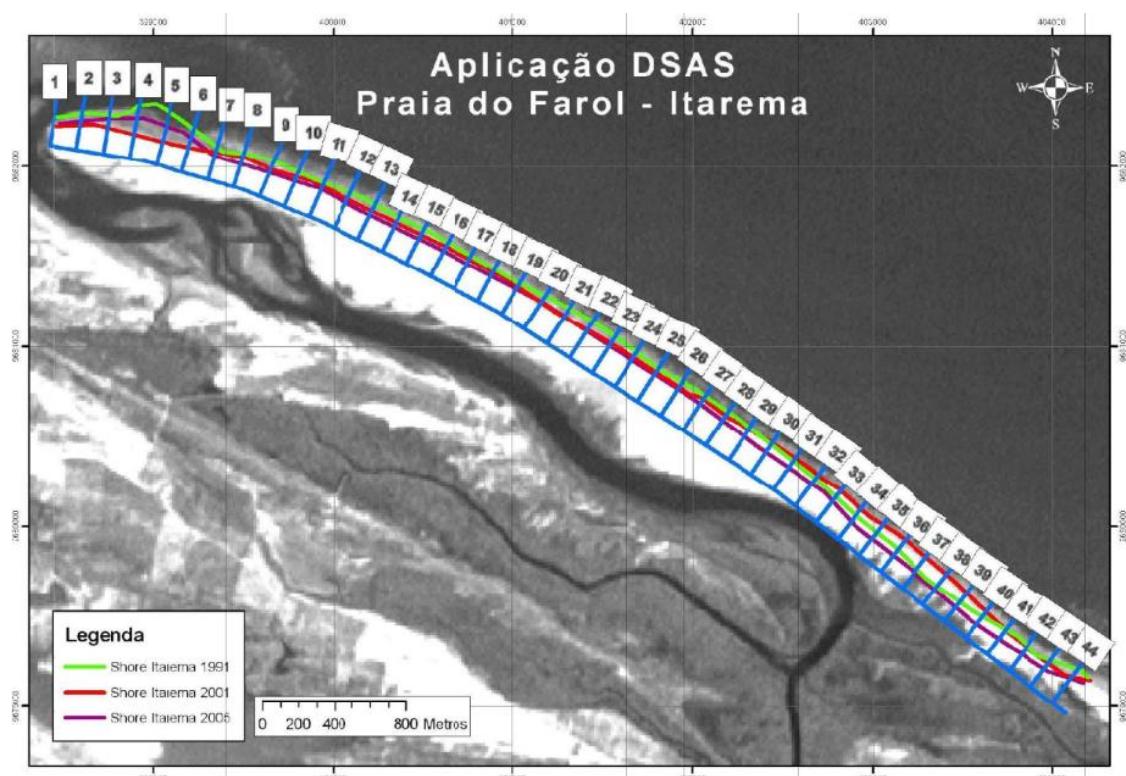
No município de Camocim, nas praias de Farol e Maceió, as autoras encontraram tendências progradacionais associadas à influência dos sedimentos transportados pelo Rio Coreaú e depositados próximos à foz. As tendências são instáveis devido às condições climáticas do Estado do Ceará, que, durante o período chuvoso, no primeiro semestre do ano, permitem um maior transporte de sedimentos devido ao aumento da vazão do rio, e durante o

período seco, na segunda metade do ano, o rio diminui sua vazão, impedindo boa parte dos sedimentos de chegarem até sua foz e se depositando ao longo das margens do rio.

Itarema

O município de Itarema, localizado na porção oeste do Estado, foi analisado por Farias (2008). Foram calculadas as taxas de recuo da linha de costa, associando os resultados com os processos dinâmicos pontuais em uma análise multitemporal, utilizando imagens de diversos sensores e demais produtos de Sensoriamento Remoto. O autor utilizou imagens Landsat e CBERS, para o recorte temporal de 1991 a 2005, e aplicou os métodos EPR, LRR e JKR (Figura 3).

Figura 3 - Aplicação do DSAS na praia do Farol em Itarema.



Fonte: Farias e Maia, 2010.

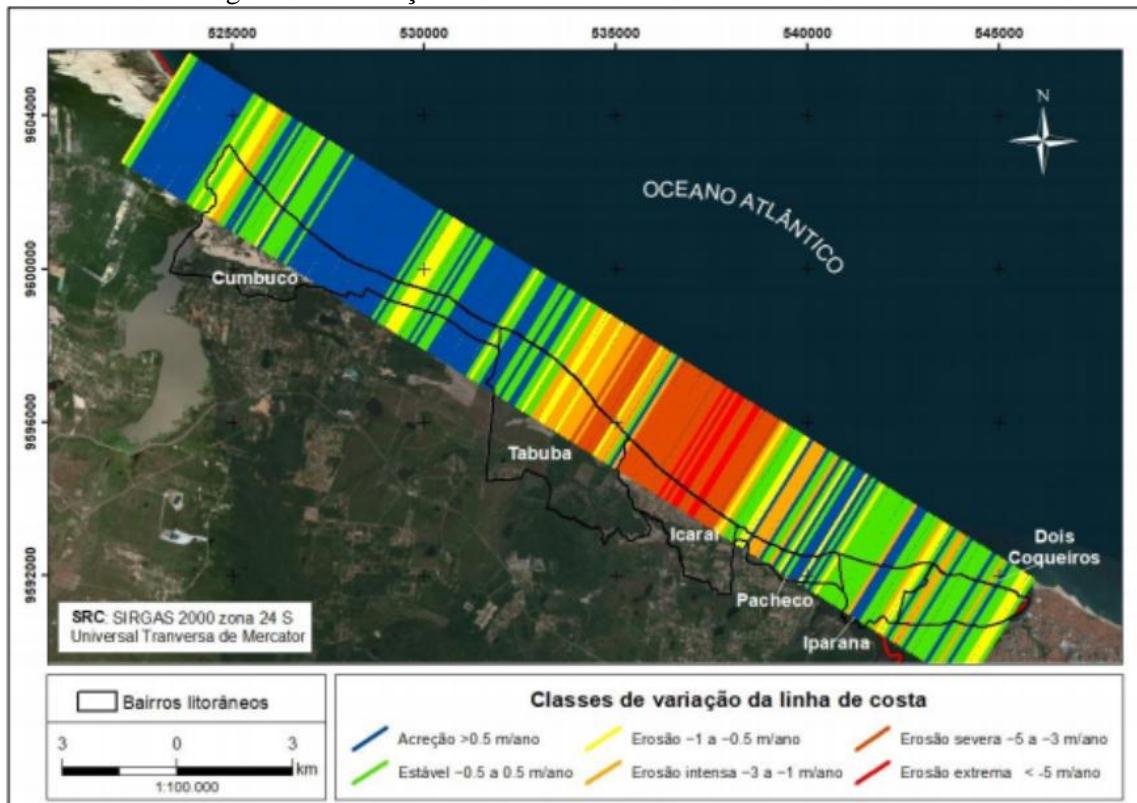
O município apresentou índices críticos de erosão, com média geral de -3,4m/ano, tendo valores máximos de até -8,8m/ano, segundo o método LRR. Segundo o autor, essa evolução está associada à migração natural, pela deriva do cordão litorâneo existente na praia que, em 4 anos, migrou 483m para oeste e ficou cerca de 25,8m mais estreito. Apesar da região possuir baixo atrativo turístico, sendo ocupada apenas por moradores e pescadores

locais, com a finalidade de contenção dos processos erosivos contínuos, foram construídos gabiões de forma inadequada, que logo foram destruídos pela ação das ondas.

Caucaia

No município de Caucaia, Farias (2008) analisou as praias de Iparana, Pacheco e Icaraí, principais focos de erosão do município, utilizando imagens *Landsat* e *Quickbird* (Figura 4). A praia de Iparana foi atingida por intensos processos erosivos desde a década de 1980, como consequência da construção do Porto do Mucuripe e dos diversos espiões instalados na orla de Fortaleza que gradativamente deslocou os processos erosivos para as praias a oeste. Em consequência desse problema, em 1992 houve a construção de um *seawall*, como método de contenção do avanço do mar, a fim de evitar danos ao patrimônio edificado (DIAS, 2005).

Figura 4 - Utilização da ferramenta DSAS no litoral de Caucaia.



Fonte: Lima, 2019.

Na análise foram calculadas, para a praia de Iparana, taxas médias de 1,25m/ano, com valores máximos de até -9,4m/ano. Já na praia do Pacheco a média é de -1,25m/ano, porém com valor máximo de -4m/ano e com tendências pontuais de deposição com média de 1,11m/ano associados aos fluxos dinâmicos da região. Na praia do Icaraí a média foi de -0,95m/ano com valor máximo de -2m/ano segundo o método LRR.

Atualmente, a praia do Icaraí é o principal foco de erosão do município (e um dos maiores no estado do Ceará), com taxas de até 6m/ano, apresentando tendências erosivas em 97% da sua orla, enquanto as praias de Iparana e Pacheco possuem 61% de sua costa com tendências a estabilidade (LIMA, 2019). Na tentativa de mitigar o problema erosivo na praia do Icaraí, o qual vem destruindo construções e vias de acesso, foi construído um dissipador de energia do tipo *bagwall*, com 1,5km de extensão, no ano de 2010.

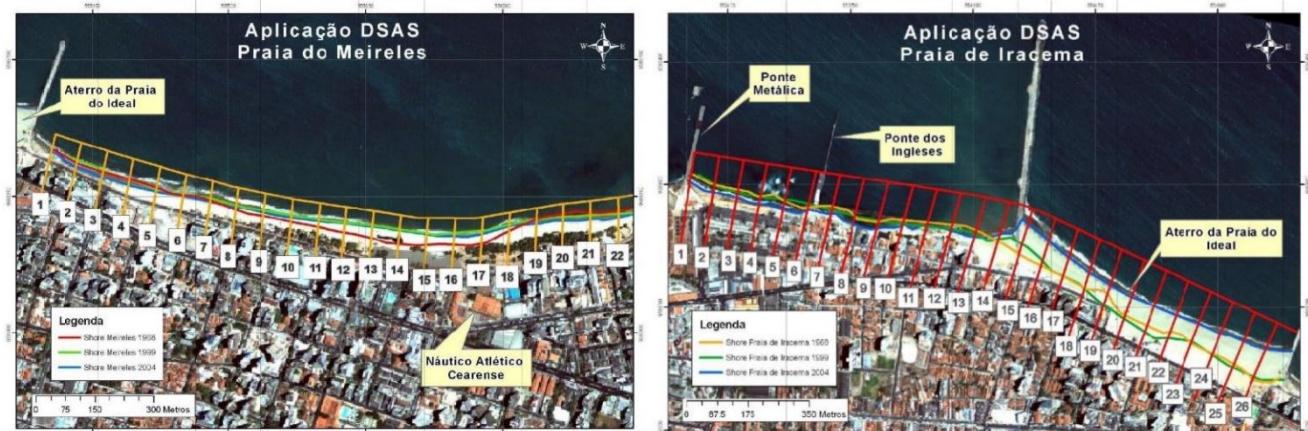
Ainda em Caucaia, na praia do Cumbuco, a qual é considerada um dos melhores recantos para turismo e lazer no estado do Ceará, devido às boas condições ambientais para práticas turísticas, Lima (2019) demonstrou que há tendências progradacionais com taxa de mais de 7,75m/ano, devido à condição do Porto do Pecém, localizado a barlamar, servindo como uma armadilha de sedimentos.

Fortaleza e Aquiraz

Em Fortaleza, Farias (2008) analisou as praias de Meireles e Iracema, num recorte temporal de 1968 a 2004, conforme Figura 5, utilizando imagens *Landsat* e *Quickbird*, além de fotografias aéreas. Para a praia do Meireles, no período de 36 anos, observou uma média geral de deposição de 0,10m/ano com valor máximo de 1,1m/ano e taxas de erosão de cerca de -0,6m/ano, garantindo certa estabilidade segundo o método LRR. Na praia de Iracema, os valores máximos foram de -0,5m/ano, apresentando tendência erosiva em toda a costa, com exceção da região do aterro hidráulico, construído em 2001 para conter o avanço do mar.

Apesar das taxas pequenas, foram encontrados diversos problemas relacionados à erosão costeira devido ao alto índice de ocupação da orla, destruindo estruturas e partes do calçadão, sendo necessária a construção de obras de proteção como os enrocamentos.

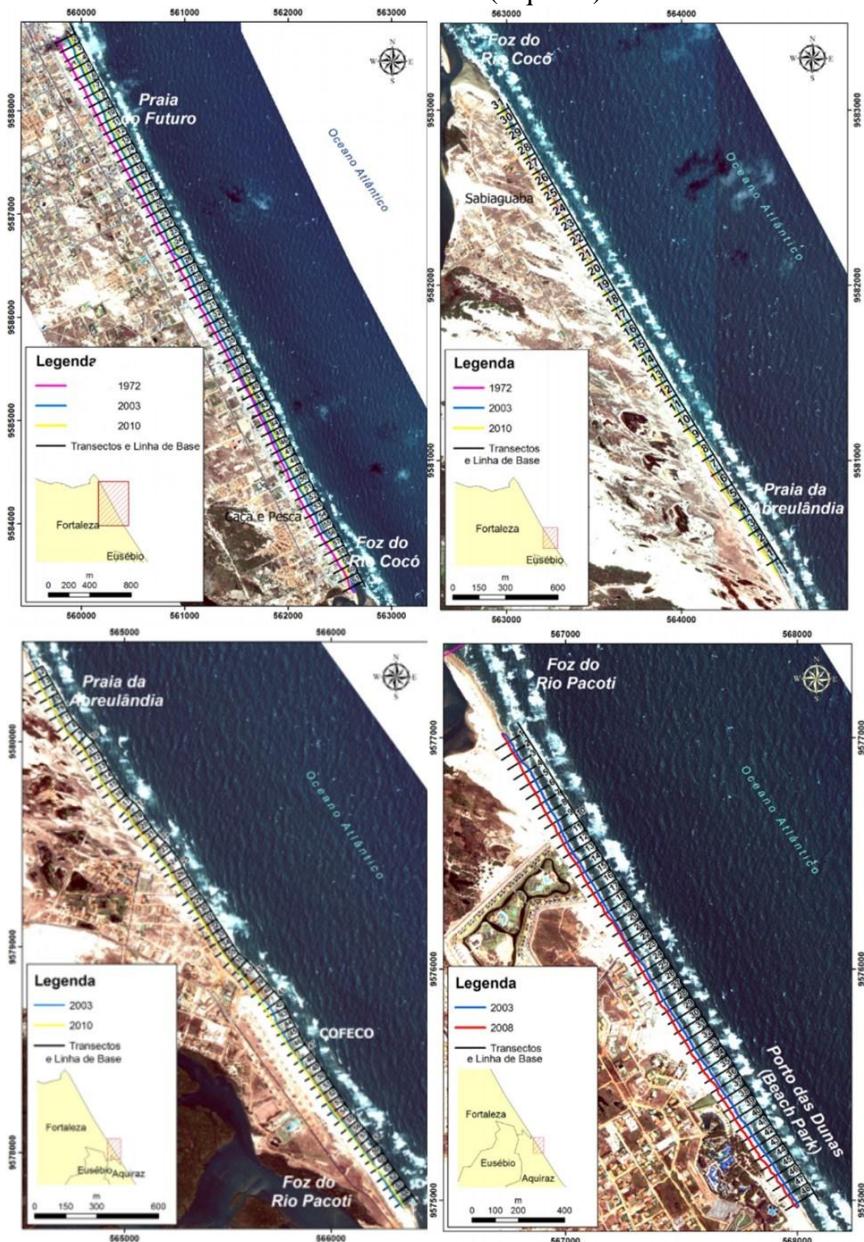
Figura 5 - Aplicação do DSAS nas praias de Meireles e Iracema, respectivamente, em Fortaleza.



Fonte: Farias, 2008.

Marino e Freire (2013) estudaram a orla da porção leste de Fortaleza, desde a praia do Futuro, até o Porto das Dunas, no município de Aquiraz (Figura 6). Analisaram o período entre os anos de 1972 a 2010, utilizando imagens *Quickbird* e fotografias aéreas. Para a praia do Futuro foi evidenciada uma tendência de progradação de 1,49m/ano, engordando ao todo cerca de 54 m de faixa de praia em 38 anos. Nas praias da Sabiaguaba, Abreulândia e COFECO foram detectadas tendências erosão de -0,07m/ano a -3,63m/ano, porém com impactos insignificantes devido à baixa taxa de urbanização da costa. A construção de barramentos ao longo dos rios Cocó e Pacoti auxiliou nos processos erosivos dessas praias, devido à diminuição da carga de sedimentos que chega à praia, causando déficit sedimentar.

Figura 6 - Análise das praias do Futuro, Sabiaguaba, Abreulândia e COFECO (Fortaleza); e Porto das Dunas (Aquiraz).



Fonte: Farias, 2008.

Já em Aquiraz houve taxas de erosão de -3,53m/ano com valores máximos de -6,03m/ano, no intervalo de 5 anos (2003 a 2008). Segundo a autora, a região era área de transporte de sedimentos durante as últimas quatro décadas, porém, com o avanço da urbanização, a mesma foi tomada aos poucos pela infraestrutura turística, que ocupou regiões importantes para a dinâmica costeira, como a planície de deflação, acarretando nos processos erosivos existentes.

Maia (2014) também analisou as praias de Aquiraz (no período de 1954 a 2014), e apontou que os cenários críticos de erosão nesse período estavam localizados na Praia do Porto das Dunas, devido a construção do *resort* e clube aquático *Beach Park* em 1985 e que, ao longo dos anos, formou um megacomplexo turístico na região, com ocupação de campos de dunas frontais e a pós-praia, componentes essenciais na alimentação sedimentar da praia.

Cascavel

No município de Cascavel, Farias (2008) estudou a praia da Caponga dos anos de 1984 a 2004, e, conforme a Figura 7, concluiu que nesse intervalo houve erosão média de -7,3m/ano, caracterizando uma forte tendência erosiva na região com valor máximo de até -9,2m/ano no ponto de maior ocupação antrópica na orla. Segundo o autor, em 18 anos, a faixa de praia recuou cerca de 160m ao todo, provocando diversos prejuízos na infraestrutura local.

Figura 7 - Aplicação do DSAS na praia da Caponga, município de Cascavel.

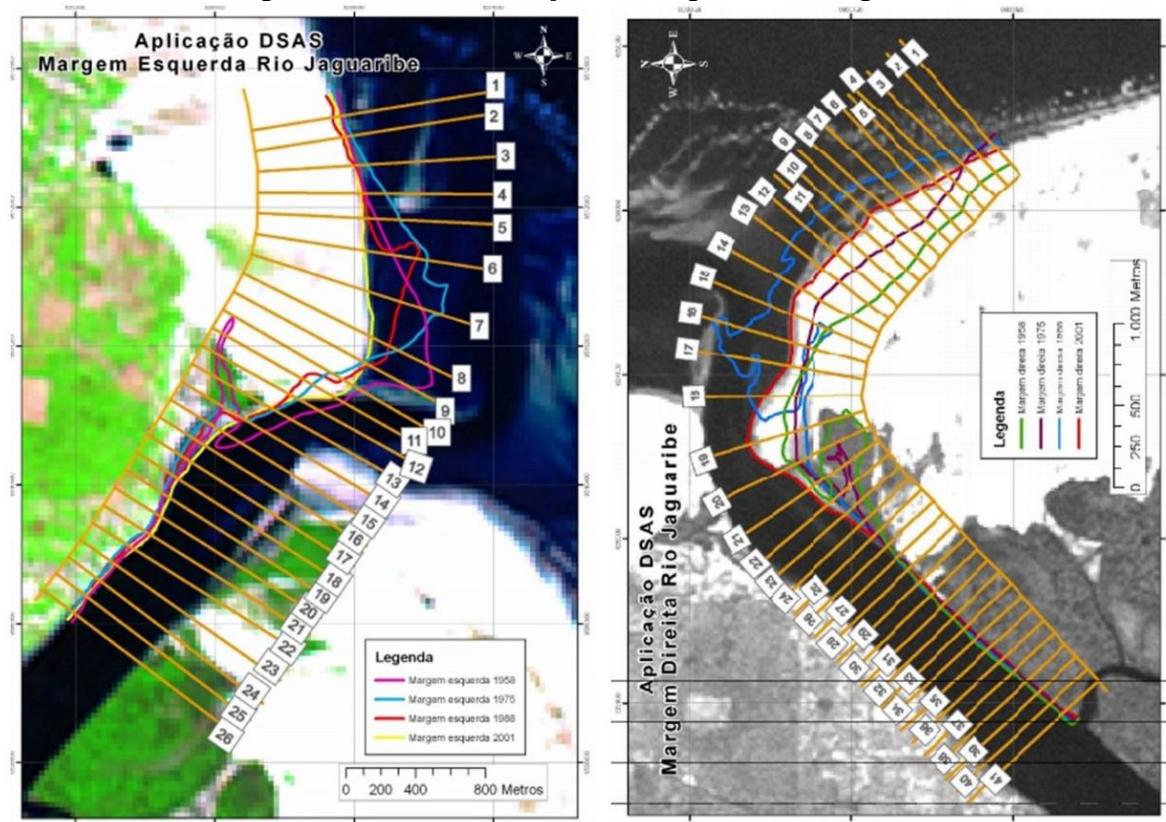


Fonte: Farias, 2008.

Fortim

Farias (2008) analisou também a foz do Rio Jaguaribe, em Fortim, um dos corpos d'água mais importantes do Estado do Ceará. As análises focaram o período compreendido entre anos de 1958 a 2001 e foram setorizadas para a margem esquerda e direita do rio (Figura 8). Na margem esquerda foi observado um recuo médio de -0,83m/ano com valor máximo de até -10m/ano na desembocadura, devido a fatores hidrodinâmicos, geomorfológicos e até antrópicos. A instabilidade da vazão do canal ao longo do ano contribui para problemas erosivos devido ao déficit sedimentar causado pela ausência de sedimentos abastecendo a costa.

Figura 8: Análise da evolução das margens do Rio Jaguaribe.



Fonte: Farias, 2008.

Além disso, o transporte eólico atua na direção da deriva litorânea, empurrando a foz para leste, provocando erosão na margem esquerda e destruindo até casas construídas próximas ao rio. Na margem direita é observada a deposição dos sedimentos transportados, formando bancos de areia em alguns períodos. Possui média de deposição de 1,65m/ano, porém em alguns pontos apresenta tendências erosivas com valores negativos de até -6,1m/ano (FARIAS, 2008).

Além dessa região, a praia de Pontal do Maceió, localizada próximo a foz do Jaguaribe, também é analisada por Duarte (2018). Com o objetivo de analisar o comportamento espaço-temporal da linha de costa dos anos 2004 a 2014, o autor utilizou imagens *Quickbird* e *RapidEye*, além da realização de um monitoramento de curto prazo da linha de costa com GNSS RTK e estação total. Foi mensurada uma erosão média de - 0,02m/ano, porém a partir de 2013 foi possível observar um acúmulo de sedimentos associados à dinâmica dos bancos arenosos, acumulados na margem direita do Rio Jaguaribe, conforme citado anteriormente.

Icapuí

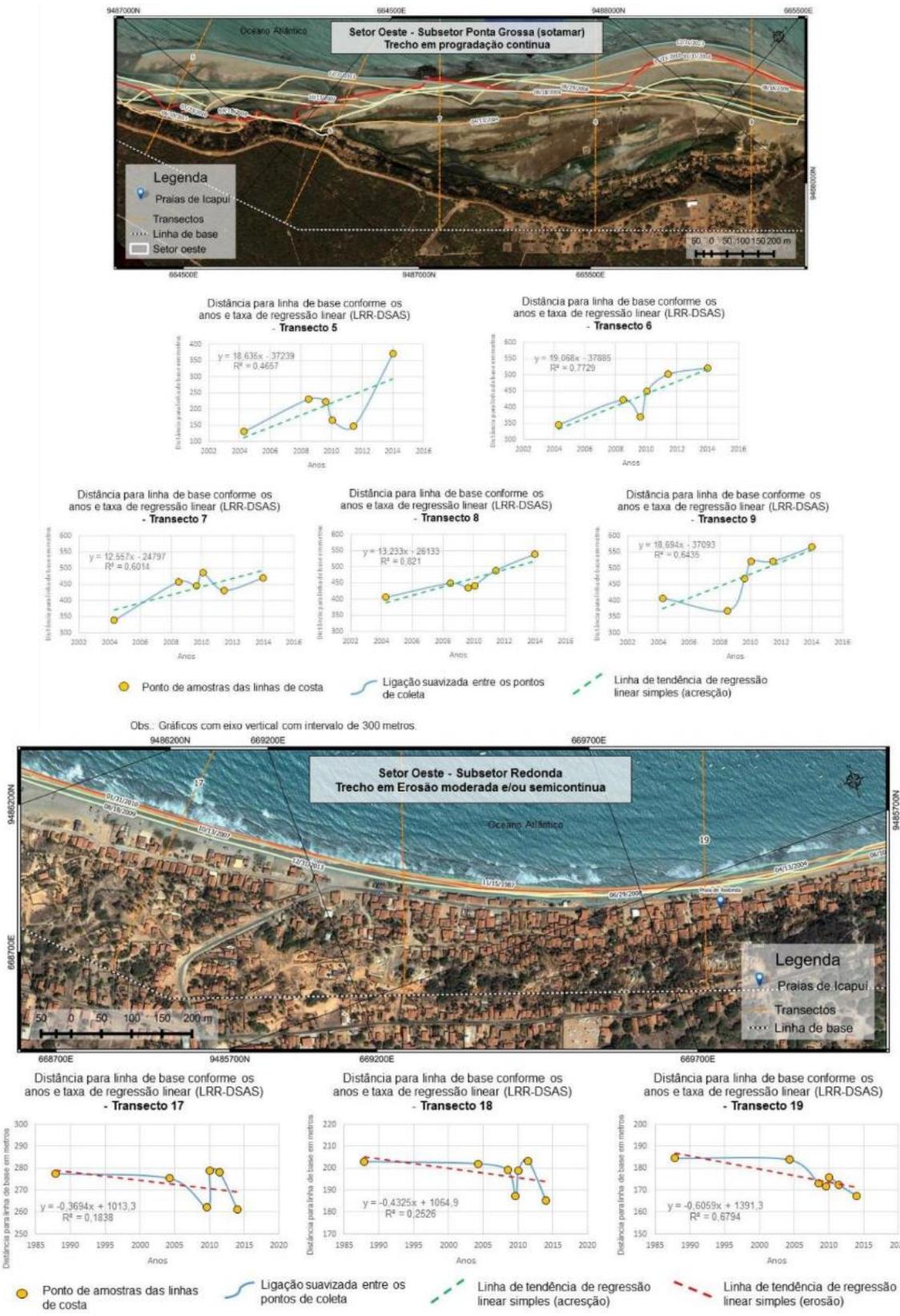
O município de Icapuí, localizado no extremo leste do Estado do Ceará, foi analisado por Souza (2016), que estudou a linha de costa de todo o litoral de Icapuí entre 1987 a 2014 (27 anos), setorizando a praia em 3 partes: oeste, central e leste. Utilizou os métodos do DSAS de variação máxima (NSM), variação absoluta (SCE), média de variação anual (EPR) e a tendência anual de regressão linear (LRR) com o auxílio de imagens *Landsat* (30m de resolução), *Quickbird* (60cm), *CBERS 2B* (2,5m), *WorldView II* (50cm), *RapidEye* (5m), além de imagens de alta resolução disponibilizadas pelo Google Earth e fotografias aéreas.

O setor oeste, que abrange as praias de Ponta Grossa, Retiro Grande, Redonda, Peroba e Picos, foi o trecho que apresentou as maiores variações evolutivas (tanto erosão, quanto progradação), tendo de 20m a 60m de variabilidade, exceto no setor a sotamar do promontório de Ponta Grossa, que teve progradação de cerca de 240 m entre as linhas de costa mais antiga e mais recente, segundo o método NSM. Destaque para a praia de Redonda, com variação de - 1m/ano, taxa que, mesmo sendo considerada relativamente baixa, foi responsável por ocasionar problemas de infraestrutura, devido ao alto índice de ocupação próximo a linha de costa (Figura 9).

Para o setor central, o autor identificou duas áreas com variações significativas, sendo uma com tendência erosiva, relacionada à praia da Barrinha, local onde já ocorreram diversos danos às estruturas, e outra progradacional, associada ao *spit* arenoso no estuário da Barra Grande.

Já no setor leste, desde a praia de Quitérias até a divisa com o Rio Grande do Norte, a análise foi de 11 anos (2003 a 2014) constando áreas de progradação semicontínua, com valores de até 26,4m de acreção, segundo o método NSM, e áreas de erosão moderada, associadas às mudanças da desembocadura do Rio Arrombado, com valores de até 10m de erosão.

Figuras 9 e 10: Aplicação do DSAS nas praias de Ponta Grossa e Redonda, setor Oeste de Icapuí, respectivamente. A Praia de Ponta Grossa apresenta tendências progradacionais associadas a promontório e a Praia de Redonda possui taxas relativamente baixas de erosão, porém causando intensos impactos devidos à presença de construções muito próximas à costa.



Fonte: Souza, 2016.

Barros (2018), em seu estudo desenvolvido na região, aponta que a erosão em Icapuí passou a ser um problema após sua emancipação, deixando de fazer parte do município de Aracati, começando a aparecer notícias frequentes a respeito entre 2011 e 2014. Uma das causas desses problemas seria de cunho natural: o regime de mesomaré (marés de até 4m de amplitude) associado ao perfil praial plano e sedimentos muito finos, que ajudam o mar a avançar áreas mais distantes em períodos de maré de sizígia, acarretando em uma elevação do nível do mar considerável, colocando em risco alguns trechos da região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise de pesquisas que utilizam o DSAS em suas metodologias, pode-se apontar alguns pontos positivos e negativos da extensão. O DSAS está possibilitando cada vez mais a realização de diagnósticos e a compreensão das dinâmicas locais de determinadas praias, como os fatores que contribuem para o aporte sedimentar e as razões que culminam em processos erosivos intensos, gerando transtornos econômicos de diversas escalas. Além do mais, os desenvolvedores lançaram em 2018 uma nova atualização capaz de realizar prognósticos a respeito da situação da dinâmica do local (HIMMELSTOSS *et al.*, 2018).

No entanto, a ferramenta apresenta certos problemas e dificuldades, que foram observados nos trabalhos. A indisponibilidade de imagens de alta resolução de certas áreas do litoral, bem como restrições para o acesso de determinadas imagens, ou a necessidade de pagamento para obtenção destas imagens, acaba por prejudicar pesquisas, corroborando para vazios temporais nas análises e utilização de imagens de baixa resolução espacial ($>5m$) que não garantem a acurácia dos resultados.

Cabe destacar que nem sempre é possível adquirir imagens de períodos distintos, com a mesma resolução e também num mesmo momento de maré (ex. primeira maré mais alta de uma determinada maré de quadratura em quarto-crescente), podendo acarretar em análises equivocadas, levando à conclusão do deslocamento da linha de costa, quando pode estar havendo apenas variação nas marés analisadas. Além disso, os métodos EPR, NSM e SCE podem mascarar processos evolutivos, já que consideram apenas duas linhas de costa extremas, sejam de data ou de distância.

A respeito da situação do litoral cearense, o DSAS permite observar que os problemas erosivos são evidentes, mas não generalizados. Ainda há ocorrências de praias que sofrem processos de progradação contínua (como o caso da praia do Cumbuco, por exemplo) e de

praias que sofrem erosão natural, sem causar impactos socioeconômicos. Desta forma, os estudos de evolução de linha de costa tornam-se cada vez mais presentes nos planejamentos urbanos, auxiliando na tomada de decisões a respeito do correto uso e ocupação do solo de áreas costeiras, garantindo a segurança dos componentes ambientais responsáveis pela alimentação sedimentar da costa, impedindo problemas relacionados ao déficit sedimentar.

Por fim, o DSAS pode ser considerado uma importante ferramenta para análises da dinâmica costeira, sendo utilizado por pesquisadores multidisciplinares em todo o mundo. Com as atualizações das versões, esta extensão busca sempre por melhorias, bem como incremento de métodos de análise, tornando-a cada vez mais importante em estudos socioambientais litorâneos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Ponciana F. de *et al.* Análise multitemporal da linha de costa da praia de Torrões (Itarema, Ceará, Brasil) em médio período (1958-2004) utilizando imagens Quickbird e fotografias aéreas. **Revista Geonorte**, Amazonas, v. 2, n. 4, p.1279-1290, jun/2012.

BARROS, Eduardo Lacerda. **Erosão costeira no município de Icapuí-CE na última década: causas, consequências e perspectivas futuras**. Tese (Doutorado) – Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

DIAS, Nilena B. M. **Influência de regime ondulatório sobre "seawall" de proteção na praia de Iparana - Caucaia - Ceará - Brasil**. 2005. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Pós-graduação em Engenharia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

DUARTE, Débora M. **Erosão e progradação da praia de Pontal do Maceió, Fortim, Ceará**. 96p. TCC (Graduação) – Curso de Oceanografia, Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

FARIAS, Eduardo G. G. de. **Aplicação de técnicas de geoprocessamento para a análise da evolução da linha de costa em ambientes litorâneos do Estado do Ceará**. 2008. 109f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

FARIAS, Eduardo G. G. de.; MAIA, Luís. P. Uso de Técnicas de Geoprocessamento para a Análise da Evolução da Linha de Costa em Ambientes Litorâneos do Estado do Ceará, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, [s.i], v. 10, n. 4, p. 521-544, dez/2010.

FRANCO, Caio G. de M.; AMARO, Venerando E.; SOUTO, Michael V. da S. Prognóstico da Erosão Costeira no Litoral Setentrional do Rio Grande do Norte para os anos de 2020, 2030 e 2040. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 25, n. 2, p.37-55, jul/2012.

HIMMELSTOSS, Emily A. *et al.* **Digital Shoreline Analysis System (DSAS):** Version 5.0 User Guide. Virginia: U.S Geological Survey, 2018.

IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais [e] Coordenação de Geografia. **Indicadores de desenvolvimento sustentável.** Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/biblioteca/visualizacao/livros/liv94254.pdf>>. Acesso em: 16/06/2020.

LIMA, J. C.; LIMA, R. J. R.; BARROS, E. L.; Paula, D. P. Análise multitemporal da variabilidade da linha de costa do litoral do município de Caucaia, Ceará, Brasil. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS),** v. 21, n. 2, p. 864-884, 2019.

MAIA, Claudiane dos S.; COSTA, Elian A. F. **Análise da vulnerabilidade à erosão costeira das praias de Bitupitá, Curimás, Farol e Maceió - litoral noroeste do estado do Ceará.** 2017. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Geologia, Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

MAIA, Glacianne G. de O. **Vulnerabilidade e riscos naturais a eventos de alta energia nas praias semiurbanas e naturais do litoral de Aquiraz, Ceará.** 2014. 189f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

MARINO, Márcia T. R. D.; FREIRE, George S. S. Análise da evolução da linha de costa entre as Praias do Futuro e Porto das Dunas, Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), Estado do Ceará, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada,** [s.i.], v. 13, n. 1, p.113-129, mar/2013.

MEIRELES, Antônio J. A. **Geomorfologia costeira:** funções ambientais e sociais. Fortaleza: Edições UFC, 2012.

NASSAR, Karim *et al.* Shoreline change detection using DSAS technique: Case of North Sinai coast, Egypt. **Marine Georesources & Geotechnology,** [s.i.], v. 37, n. 1, p.81-95, mar/2018

PAULA, Davis P. de. Erosão costeira e estruturas de proteção no litoral da Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, Brasil): um contributo para artificialização do litoral. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA,** Fortaleza, v. 9, n. 1, p.73-83, dez/2015.

RANIERI, Leilanhe A.; EL-ROBRINI, Maâmar. Evolução da linha de costa de Salinópolis, Nordeste do Pará, Brasil. **Pesquisas em Geociências,** Porto Alegre, v. 42, n. 3, p.207-226, set/2015.

RODRIGUES, Pedro M. L. de S. **Erosão e acreção de sedimentos nas praias da Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro:** Aplicação do software DSAS. 2017. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017

SHEIK, Mujabar; CHANDRASEKAR. A shoreline change analysis along the coast between Kanyakumari and Tuticorin, India, using digital shoreline analysis system. **Geo-spatial Information Science,** [s.i.], v. 14, n. 4, p.282-293, jan/2011

**SOUZA, Wallason F. de. Sensoriamento remoto e SIG aplicados à análise da evolução
espaçotemporal da linha de costa do município de Icapuí, Ceará - Brasil.** 2016. 136 f.
Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Programa de Pós-graduação em Geografia,
Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
(FUNCAP), que permitiu a realização desta pesquisa.

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN PARA O ESTADO DO PIAUÍ – BRASIL

Raimundo Mainar de **MEDEIROS**

Meteorologista, Pós-Doutor Universidade Federal Rural de Pernambuco

E-mail: mainarmedeiros@gmail.com

Enilson Palmeira **CAVALCANTI**

Universidade Federal de Campina Grande

E-mail: enilson.cavalcanti@ufcg.edu.br

Jaqueline Fernandes de Medeiros **DUARTE**

Analista de Tecnologia da Informação, Universidade Federal de Campina Grande

E-mail: jaqueline.duarte@ufcg.edu.br

*Recebido
Dezembro de 2019*

*Aceito
Maio de 2020*

*Publicado
Julho 2020*

RESUMO: O estudo objetivou realizar a classificação climática para o estado do Piauí, utilizando o modelo de classificação climática de Köppen, com a elaboração do mapa climático. A série pluviométrica utilizada foi de 219 municípios distribuídos no Estado. Utilizou-se do método de interpolação de krigagem pelo *software* Surfer 8 para espacialização dos resultados. Os regimes pluviais e as flutuações das temperaturas médias foram decisivos para os cálculos e sua distribuição espacial. O modelo de classificação de Köppen na área estudada identificou três características climáticas: do tipo climático “Aw” em 111 municípios, o clima do tipo semiárido quente, com chuvas de verão e inverno seco (BSH) registra-se em 56 municípios e o tipo climático “As” predominando em 52 municípios. O modelo de classificação climática de Köppen é eficiente somente para os sistemas de macro escala e, com baixa capacidade de separação de tipos de climas levando-se em consideração a temperatura do ar, a precipitação pluvial e os resultados do balanço hídrico.

Palavras-chave: Tipos e Índices Climáticos; oscilações térmicas; Método da Krigagem.

KÖPPEN CLIMATE CLASSIFICATION FOR THE STATE OF PIAUÍ – BRAZIL

ABSTRACT: The study aimed to carry out the climatic classification for the state of Piauí, using the Köppen climate classification model, with the elaboration of the climate map. The rainfall series used was 219 municipalities distributed in the State. The kriging interpolation method was used by the Surfer 8 software to spatialize the results. The pluvial regimes and the fluctuations of the average temperatures were decisive for the calculations and their spatial distribution. The Köppen classification model in the studied area identified three climatic characteristics: the “Aw” type climate in 111 municipalities, the hot semi-arid climate, with summer and dry winter rains (BSH) is registered in 56 municipalities and the type “As” climate prevailing in 52 municipalities. The Köppen climate classification model is efficient only for macro-scale systems and, with a low capacity to separate types of climates, taking into account air temperature, rainfall and water balance results.

Keywords: Types and Climate Indexes; thermal oscillations; Kriging method.

CLASSIFICATION CLIMATIQUE DE KÖPPEN POUR L'ÉTAT DE PIAUÍ - BRÉSIL

SOMMAIRE: L'étude visait à réaliser la classification climatique de l'état de Piauí, en utilisant le modèle de classification climatique de Köppen, avec l'élaboration de la carte climatique. La série de précipitations utilisée était de 219 municipalités réparties dans l'État. La méthode d'interpolation de krigage a été utilisée par le logiciel Surfer 8 pour spatialiser les résultats. Les régimes pluviaux et les fluctuations des températures moyennes ont été déterminants pour les calculs et leur répartition spatiale. Le modèle de classification de Köppen dans la zone étudiée a identifié trois caractéristiques climatiques: le type de climat «Aw» dans 111 municipalités, le climat chaud semi-aride, avec des pluies estivales et hivernales sèches (BSH) est enregistré dans 56 municipalités et le type Climat «as» prévalant dans 52 municipalités. Le modèle de classification climatique de Köppen n'est efficace que pour les systèmes à grande échelle et, avec une faible capacité à séparer les types de climats, en tenant compte de la température de l'air, des précipitations et des résultats du bilan hydrique.

Mots-clés: types et indices climatiques; oscillations thermiques; Méthode de krigage.

INTRODUÇÃO

O método de classificação climática de Köppen é mais utilizada no Brasil, em virtude da abordagem aos diversos cultivos agrícolas e devido à menor exigência para determinação do mês úmido ou seco. Além disso, o método foi adaptado para algumas situações diferenciadas na América do Sul de acordo com os autores Camargo et al. (1961) e Barros et al. (2012). Ainda, em conformidade com Barros et al. (2012), a classificação de Köppen é um dos sistemas mais empregados na ciência Geográfica, climatologia e ecologia. A classificação baseia-se, com origem na fitossociologia e ecologia, em que a vegetação natural de cada

região do universo está vinculada essencialmente a um tipo de clima. As regiões climáticas globais são caracterizadas para corresponder às áreas de predominância de cada tipo de vegetação regional. No entanto, essa classificação em certos casos não distingue regiões com biomas distintos (KÖPPEN, 1928; 1931).

A Classificação de Köppen baseia-se na abundância e distribuição dos índices pluviais e na variabilidade da temperatura anual e mensal. Os dados de temperatura e precipitação constituem critério inicial para a divisão dos tipos de clima. De acordo com Köppen, nas últimas décadas, ocorreram adaptações de outros autores como Setzer (1966), que simplificou as chaves classificatórias.

Rolim et al. (2007) afirmaram que os princípios da classificação climática são de ampla importância, pois analisa e define os tipos de climas levando em consideração vários fatores climáticos (vento, temperatura, radiação) ao mesmo tempo, facilitando a troca de informações e análises para diferentes objetivos.

Barros et al. (2012) ressaltaram que para o desenvolvimento da classificação climática, fica restringido a indefinições de diferentes gêneros devido à complexidade de agrupar fatores inter-relacionados ao ambiente e/ou índices simplesmente matemáticos. Toda classificação de fenômenos naturais, não consegue se enquadrar entre as sistemáticas dos elementos. Todavia, vários outros elementos aclimáticos exercem influência sobre o caráter da vegetação, orografia, solo implicando nas atividades humanas na agricultura e exploração vegetal.

Holanda et al. (2019) efetivaram as classificações climáticas por meio dos modelos: Köppen e Thornthwaite para o município de Bom Jesus do Piauí, gerando informações importantes para o planejamento e racionalização das suas diversas atividades produtivas e de políticas das atividades agrícolas. Na classificação de Köppen, os autores encontraram o clima tipo “Aw” e segundo a classificação de Thornthwaite o clima é do tipo “B2rA’a”.

Setzer (1966) afirma que na repartição de postos pluviométricos com espacialização ajustada pelo método de Köppen tem-se excelente distribuição dos tipos climáticos nas regiões do Estado.

Andrade Júnior et al. (2005) afirmaram que a classificação climática tende a identificar grande área ou região e zonas com características climáticas e biogeográficas relativamente homogêneas provendo indicações sobre as condições ecológicas e suas potencialidades agrícolas e do meio ambiente da área estudada.

Medeiros et al. (2018) aplicaram o modelo da classificação de Köppen para o Estado de Pernambuco utilizando o método da Krigagen. As classificações indicadas mostraram-se

muito sensíveis à orografia municipal, aos índices pluviais e às oscilações de temperatura resultando em três tipos climáticos, tipo “As” em 108 municípios, o tipo semiárido quente com precipitação de verão e inverno seco “BSh” foi registrado em 55 municípios e o tipo “Am” predominou em 20 municípios. O sistema da classificação de Köppen é eficiente apenas para a macro escala e com baixa capacidade para separar os tipos climáticos, levando em importância a temperatura do ar, as chuvas e os elementos (ETP, EVR, DEF, EXC).resultante do balanço hídrico (BH).

De acordo com Berdeglieri et al. (2011), a geoestatística, de modo geral, desenvolve e aplica modelos em representações de fenômenos naturais cujas propriedades variam conforme a posição espacial dos pontos observados. A krigagem compreende um conjunto de técnicas geoestatísticas de ajuste usadas para aproximar dados pelo princípio que: fixado um ponto no espaço, os pontos no seu entorno são mais relevantes do que os mais afastados. Isto pressupõe a existência de dependência entre os dados, exigindo saber até onde espacialmente esta correlação importa (ISAAKS et al. 1989). A técnica consiste em estimar valores médios e também uma medida de precisão dessa estimativa. Seus pesos são calculados com base na distância entre a amostra e o ponto estimado; na continuidade espacial e no arranjo geométrico do conjunto (ISAAKS et al., 1989).

Conforme Jakob (2012), a krigagem é considerada uma boa metodologia de interpolação de dados. Ela utiliza o dado tabular e sua posição geográfica para calcular as interpolações. Utilizando o princípio da Primeira Lei de Geografia de Tobler, que diz que unidades de análise mais próximas entre si são mais parecidas do que unidades mais afastadas, a krigagem utiliza funções matemáticas para acrescentar pesos maiores nas posições mais próximas aos pontos amostrais e pesos menores nas posições mais distantes, e criar assim os novos pontos interpolados com base nessas combinações lineares de dados.

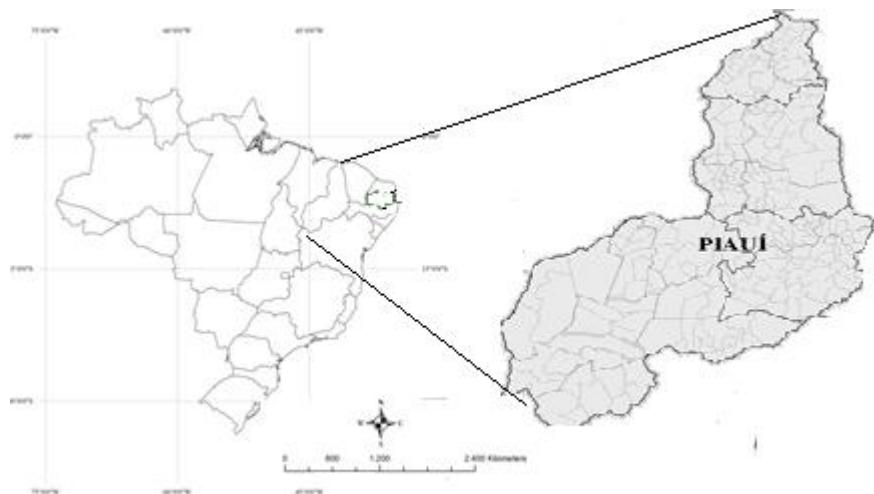
Desse modo, o estudo objetivou realizar a classificação climática para o estado do Piauí, utilizando o modelo de classificação climática de Köppen, com a elaboração do mapa climático.

MATERIAL E MÉTODOS

O Estado do Piauí está localizado na região Nordeste do Brasil (NEB), situado entre o meio norte úmido e o nordeste semiárido, este fato estabelece condições geoambientais particulares. Em acréscimo, têm-se as variações altimétricas diferenciadas como as altas chapadas do sul-sudoeste, cuja altitude está em torno de 600 metros e vai decrescendo à

proporção que se aproxima do norte até chegar ao mínimo no litoral. Ao longo deste trajeto têm-se as chapadas tubulares, com vertentes íngremes, vales interplanálticos e superfícies de erosão. São 2.650 km de rios perenes, 68 lagoas perenes e 54 açudes de médio e grande porte e 50 açudes pequenos, além do lago de Boa Esperança que tem como principal objetivo à geração de energia. Apresenta, também, portentosos aquíferos subterrâneos, reconhecidamente detentor de volumoso manancial de água de sul a norte do Estado (CONDEPI, 2002).

Figura 1 - Localização do estado do Piauí no contexto do Brasil.



Fonte: Medeiros (2018).

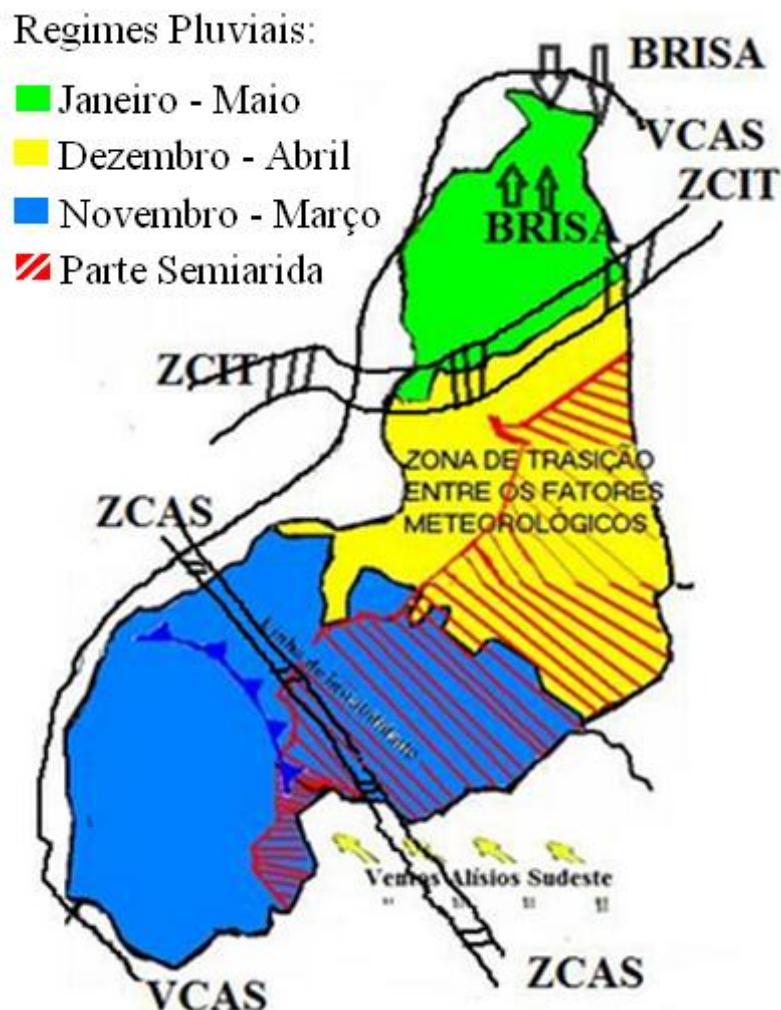
Em escala macrorregional a área em estudo se situa entre o semiárido do sertão nordestino e a floresta tropical chuvosa da Amazônia. Colocando-se, portanto entre dois projetos distintos de ocupação representados, do lado nordestino, pela pecuária extensiva e, do lado amazônico, pelo projeto baseado em pequenos aldeamentos ribeirinhos isolados, em meio à rarefação da economia natural do extrativismo.

Os mecanismos climáticos que produzem as precipitações no estado do Piauí são excessivamente complexos e estão ligados às influências e à conjugação de vários sistemas de circulação atmosférica, agindo separadamente nas diferentes regiões do estado. A esses mecanismos que dependem diretamente da circulação atmosférica geral, se superpõem outros fatores, como a orografia e/ou a proximidade do mar (região norte do Estado). Estudos que confirmam estas complexidades foram realizados por Yamazaki et al. (1997), Nobre et al. (1998; 2004), Alves et al. (1998), Araújo et al. (2008) e Medeiros (2014).

Na região sul o principal sistema causador de chuvas são as penetrações de frentes frias e/ou seus vestígios, formação das linhas de instabilidade auxiliada pelos Vórtices Ciclônicos do Atlântico Sul (VCAS), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Linha

de Instabilidade (LI), a contribuição dos ventos alísios de sudeste que, juntos, aumentam a nebulosidade e provocam chuvas de intensidade moderada a forte. Na região norte o principal fator provocador de chuvas é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Brisa marítima e terrestre, a contribuição dos ventos alísios de nordeste e os vórtices ciclônicos de altos níveis. Na região central as chuvas são ocasionadas pelas junções dos sistemas atuantes nas regiões sul e norte. (Figura 2), conforme destaca Medeiros (2016).

Figura 2 - Regimes pluviométricos e principais fatores provocadores de chuva no estado do Piauí.



Fonte: Medeiros (2016).

Utilizaram-se valores da temperatura média do ar adquiridos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019) e estimados pelo *software Estima_T* (CAVALCANTI et al., 1994; CAVALCANTI et al., 2006). O *Estima_T* é um *software* para fazer estimativas de temperaturas do ar na Região Nordeste do Brasil, que determinam os coeficientes da função quadrática para as temperaturas média, máxima e mínima mensal em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude (CAVALCANTI et al., 2006) dada pela Equação 1:

$$T = C_0 + C_1\lambda + C_2\varnothing + C_3h + C_4\lambda^2 + C_5\varnothing^2 + C_6h^2 + C_7\lambda\varnothing + C_8\lambda h + C_9\varnothing h \quad [Eq.1]$$

em que: T é a temperatura do ar; C_0, C_1, \dots, C_9 são os coeficientes (constantes); λ é a longitude; \varnothing a latitude e h a altitude.

Foi estimada a série temporal de temperatura, adicionando a esta à anomalia de temperatura do Oceano Atlântico Tropical (SILVA *et al.*, 2006), conforme está expresso na Equação 2.

$$T_{ij} = T_i + AAT_{ij} \quad [Eq.2]$$

em que: AAT_{ij} é a Anomalia da Temperatura Atlântico Tropical para o mês i e ano j , sendo $i=1,2,3,\dots,12$ e $j=1950, 1951, 1952, 1953, \dots, 2015$.

Foram elaboradas planilhas eletrônicas com séries históricas mensais e anuais de temperatura e precipitação, com os preenchimentos de falhas seguidamente de suas consistências. O *software Surfer*, versão 8, foi aplicado para as estatísticas utilizando o processo da krigagem, confeccionando os respectivos mapas.

Os dados pluviométricos foram obtidos junto a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) e a Empresa de Extensão Rural do Estado da Piauí (EMATERPI, 2019). Os 219 postos pluviométricos trabalhados tinham trinta ou mais anos de observações de acordo com as normas da Organização Meteorológica Mundial (WMO, 1986). Neste artigo não foi possível tornar as séries de precipitação em padrões normalizados de 30 anos devido à diferença de início da operação entre os referidos postos pluviométricos. A Classificação climática foi realizada utilizando a metodologia de Köppen (1928; 1931), de acordo com as descrições abaixo.

Método da classificação climática de Köppen

O clima de uma região resulta das diferentes combinações dos processos atmosféricos com uma diversidade de tipologia.

Regiões climáticas são os efeitos combinados dos fatores que resultam em um conjunto de condições atmosféricas aproximadamente homogêneas. A fim de mapear as regiões climáticas, é necessário identificar e classificar cada tipo, a saber:

A Classificação tem três objetivos: 1 - Organizar grandes quantidades de informações; 2 - Recuperar as informações com rapidez; 3 – Facilitar a comunicação. O objetivo dessa Classificação é definir em termos de temperatura, umidade e distribuições estacionais os limites dos diferentes tipos climáticos que ocorrem na superfície do globo, neste caso, para o

Estado de Piauí. A classificação de Köppen é baseada na quantidade e distribuição de precipitação anual e na temperatura anual e mensal.

Existem cinco categorias maiores de clima que foram enumerados com as designações de letras maiúsculas: A, B, C, D, E.

Para o estudo específico de região tropical, serão abordadas as categorias A, B, C. Os tipos A e C são considerados úmidos e o tipo B seco.

A divisão entre clima úmido e seco é feito através das seguintes fórmulas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Divisão entre clima úmido e seco e a respectiva fórmula.

Descrição	Fórmula
a) Se a precipitação for uniforme em todos os meses, ou seja, se há uma boa distribuição de precipitação em todo o ano, sem concentração no inverno ou verão.	$r = 20t + 140$
b) Se a concentração da precipitação for no verão, ou seja, se 70% ou mais da precipitação anual ocorrer nos meses de abril a setembro no Hemisfério Norte (HN) e outubro a março no Hemisfério Sul.	$r = 20t + 250$
c) Se a concentração da precipitação ocorrer no inverno, ou seja, 70% ou mais da precipitação anual for nos meses de outubro a março no HN e abril a setembro no Hemisfério Sul.	$r = 20t$

Fonte: Koppen (1928).

Em que r – valor teórico da precipitação anual (mm) e t – Temperatura média anual ($^{\circ}$ C).

De posse desses valores, é possível definir se o clima é úmido ou seco.

P - Precipitação média anual (mm), (70%);

$P > r \rightarrow$ clima úmido (A ou C);

$P < r \rightarrow$ clima seco (B)

De acordo com a comparação acima, tem-se uma definição se o clima é seco ou úmido.

A partir daí, o passo seguinte é definir qual o tipo de clima. De acordo com as classificações:

A - Tropical úmido (Megatérmico) - temperatura média do mês mais frio acima de 18° C;

B - Deserto ou estepe - sem limite de temperatura;

C – Temperado (Mesotérmico). Temperatura média do mês mais frio entre -3° C e 18° C.

Nesses tipos de clima, existem subtipos encontrados na região tropical (região montanhosa). As letras maiúsculas referem-se à temperatura e as minúsculas à precipitação, com exceção do tipo B, em que as minúsculas referem-se à temperatura.

Na Tabela 2 têm-se as variabilidades dos tipos de clima “A” - subcategoria

Tabela 2 - Tipos de clima do tipo “A” - subcategoria

Tipo	Descrição	Fórmula
Am	Úmido. Clima de Bosque. Mês mais seco com a precipitação média inferior a 60 mm e a precipitação total anual superior a 10 vezes este valor	$p \geq 60\text{mm}$
Aw	Úmido com inverno seco. Clima de Savana. Mês mais seco com a precipitação média inferior a 60 mm e a precipitação total anual inferior a 10 vezes este valor.	$p < 10P$

Fonte: Koppen (1928).

Em que p - precipitação média do mês mais seco (mm). Valor teórico; P - precipitação total anual (mm).

Na Tabela 3 Têm-se as oscilações dos tipos de clima do tipo “B” – subcategoria

Tabela 3 - Tipos de clima do tipo “B” - subcategoria

Tipo	Descrição	Fórmula
Bs	Seco ou semiárido. É a transição do clima mais úmido para os desérticos	$P < t+7$ tipo Bw
Bw	Deserto ou árido	$t+7 > P > 2t+14$ tipo Bs

Utilizou-se dos critérios abaixo, para definir as subcategorias (Tabela 4).

Tabela 4 - Utilizou-se dos critérios abaixo, para definir as subcategorias:

Ordem	Descrição	formula
1	Se a precipitação for uniformemente distribuída durante o ano,	$P < t+7$ tipo Bw $t+7 > P > 2t+14$ tipo Bs
2	Se 70% ou mais da precipitação ocorrem no Verão	$P < t+14$ tipo Bw $t+14 > P > 2t+28$ tipo Bs
3	Se 70% ou mais da precipitação ocorrem no Inverno	$P < t$ tipo Bw $t > P > 2t$ tipo Bs

Fonte: Koppen (1928).

Em que t - temperatura média anual em $^{\circ}\text{C}$; P - precipitação total anual média (Cm). Cada uma dessas subcategorias é subordinada conforme a temperatura, nos seguintes tipos: k - frio - temperatura média anual inferior a 18°C ; h - quente - temperatura média anual superior a 18°C .

Clima do tipo C - Subcategorias

Cw - Seco de inverno (Tropical de altitude). Chuvas são de Verão. Essa subcategoria representa um tipo climático que pode ocorrer nas regiões montanhosas.

A precipitação máxima de verão $\geq 10p$ (precipitação do mês mais seco).

Cs - Seco de verão. Chuvas são de Inverno.

Precipitação máxima de inverno $\geq 3p$ (precipitação do mês mais seco) com $p < 30$ mm.

Obs: Se $p > 30$ mm, teremos o caso particular de Cfs , o qual não é seco de verão, mas apenas diz-se que a época mais seca ocorre no verão.

Cf - Constantemente Úmido.

Se a chuva é de verão Prp máxima de Verão $< 10p$ (precipitação do mês mais seco)

Se a chuva é de inverno Prp máxima de Inverno $< 3p$ (precipitação do mês mais seco)

Divisões desta subcategoria (C):

Temperatura do mês mais quente $> 22^{\circ}\text{C}$ a – Sub Tropical

Temperatura do mês mais quente $< 22^{\circ}\text{C}$ b – Temperado propriamente dito

RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Tabela 5 têm-se os nomes dos municípios, as coordenadas geográficas (longitude, latitude e altitude) a classificação climática de Köppen para os 219 municípios do estado do Piauí. Os tipos climáticos classificados foram dos tipos “As” classificado como quente e úmido Tropical chuvoso. O Tipo “Aw” clima tropical com estação seca de Inverno e o tipo “Bsh” clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude).

Tabela 5 - Nomes dos municípios e suas coordenadas geográficas (Longitude; Latitude e Altitude), classificação climática pelo modelo de Köppen.

Municípios	Long	Lat	Alt	Class	Municípios	Long	Lat	Alt	Class
Acauã	-41,04	-8,12	471,6	BSh	Esperantina	-42,24	-3,90	84,4	Aw
Agricolândia	-42,67	-5,80	297,6	Aw	Fartura Piauí	-42,79	-9,45	447,7	BSh
Água Branca	-42,66	-5,88	233,1	Aw	Flores Piauí	-42,93	-7,82	326,7	Aw
Alagoinha Piauí	-40,83	-7,00	444,9	BSh	Floriano	-43,02	-6,77	211,5	Aw
Alegrete Piauí	-40,86	-7,25	486,8	BSh	Francinópolis	-42,28	-6,39	297,6	Aw
Alto Longá	-42,21	-5,25	163,7	Aw	Francisco yres	-42,68	-6,62	181,3	Aw
Altos	-42,46	-5,04	172,4	Aw	Fran Macedo	-40,78	-7,32	458,4	BSh
Alvorada Gurguéia	-43,76	-8,38	375,7	Aw	Fran Santos	-41,18	-7,00	399,6	BSh
Amarante	-42,86	-6,24	164,1	Aw	Fronteiras	-40,62	-7,09	517,5	BSh
Angical do Piauí	-42,74	-6,09	217,5	Aw	Geminiano	-41,35	-7,15	306,6	BSh
Anísio de Abreu	-43,06	-9,20	490,8	Aw	Gilbués	-44,35	-9,83	467,1	Aw
Antônio Almeida	-44,18	-7,23	339,9	Aw	Guadalupe	-43,58	-6,78	200,4	Aw
Aroazes	-41,80	-6,12	247,0	Aw	Guaribas	-43,41	-9,23	560,9	Aw
Arraial	-42,51	-6,64	189,9	Aw	Hugo Napoleão	-42,53	-6,01	224,9	Aw
Assunção Piauí	-41,02	-5,51	611,5	As	Ilha Grande	-41,49	-2,51	4,3	As
Avelino Lopes	-43,95	-10,14	495,1	Aw	Inhuma	-41,74	-6,68	466,2	As
Baixa G. Ribeiro	-44,20	-8,17	476,5	Aw	Ipiranga Piauí	-41,79	-6,85	444,6	As
Barra D'Alcântar	-42,10	-6,51	344,5	Aw	Isaías Coelho	-41,59	-7,68	296,8	Aw
Barras	-42,31	-4,24	103,0	As	Itainópolis	-41,53	-7,39	278,1	BSh
Barreiras Piauí	-45,48	-9,93	468,5	Aw	Itaueira	-43,03	-7,61	314,9	Aw
Barro Duro	-42,50	-5,82	197,5	Aw	Jacobina Piauí	-41,19	-7,91	335,9	BSh
Batalha	-42,08	-4,02	92,9	As	Jaicós	-41,14	-7,36	337,3	BSh
Bela Vista Piauí	-41,87	-7,98	322,0	BSh	Jardim Mulato	-42,37	-6,50	248,3	Aw
Belém do Piauí	-42,49	-8,12	366,7	BSh	Jatobá Piauí	-41,82	-4,77	177,2	As
Beneditinos	-42,36	-5,46	117,7	Aw	Jerumenha	-43,51	-7,09	215,3	Aw
Bertolínia	-43,94	-7,64	313,8	Aw	João Costa	-42,48	-8,05	403,9	BSh
Betânia do Piauí	-40,78	-8,13	476,7	BSh	Joaquim Pires	-42,20	-3,51	50,7	As
Boa Hora	-42,08	-4,40	115,3	As	Joca Marques	-42,42	-3,47	58,4	As
Bocaina	-41,33	-6,91	320,9	BSh	José de Freitas	-42,58	-4,76	122,1	Aw
Bom Jesus	-44,36	-9,07	504,5	Aw	Juazeiro Piauí	-41,42	-5,10	228,6	As
Bom P. Piauí	-41,65	-3,17	61,8	As	Júlio Borges	-44,23	-10,32	545,8	Aw
Bonfim do Piauí	-42,86	-9,17	438,0	BSh	Jurema	-43,12	-9,22	549,6	Aw
Boqueirão Piauí	-42,04	-4,29	123,6	As	Lagoinha Piauí	-42,62	-5,82	255,7	Aw
Brasileira	-41,40	-4,11	137,6	As	Lagoa Alegre	-42,62	-4,05	117,9	Aw
Brejo do Piauí	-42,49	-8,12	391,7	Aw	L. Barro Piauí	-41,65	-8,41	444,6	BSh
Buriti dos Lopes	-41,88	-3,17	52,2	As	L. S. Francisco	-41,60	-4,38	354,4	As
Buriti dos Monte	-41,08	-5,30	391,8	As	Lagoa Piauí	-42,63	-5,40	139,5	Aw

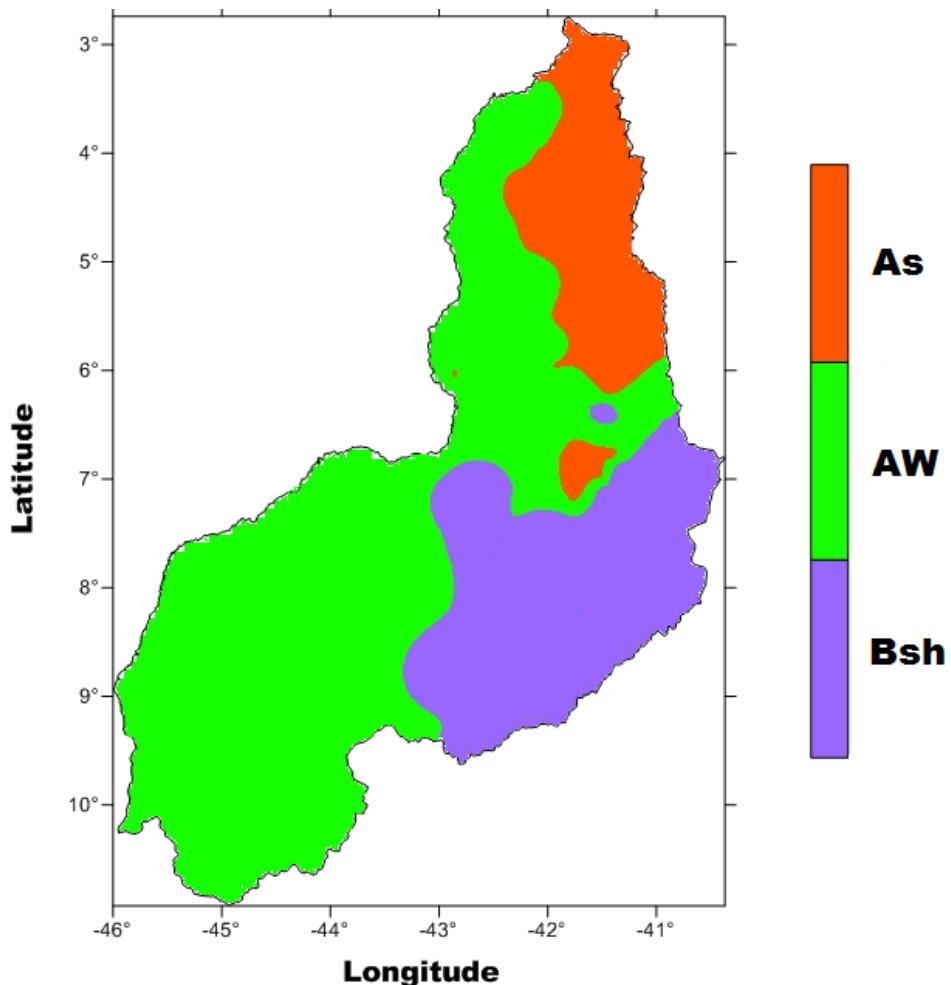
Cabeceiras Piauí	-42,33	-4,42	110,7	As	Lagoa Sítio	-41,58	-6,05	464,7	As
Cajazeiras Piauí	-42,38	-7,50	173,6	Aw	Landri Sales	-43,93	-7,26	328,5	Aw
Cajueiro da Praia	-41,03	-2,75	12,7	As	Luís Correia	-41,67	-2,88	39,8	As
Caldeirão G. Piauí	-40,59	-7,27	652,9	BSh	Luzilândia	-42,36	-3,46	58,4	Aw
Campinas Piauí	-41,84	-7,66	268,7	BSh	Madeiro	-42,05	-3,47	56,7	Aw
Campo A. Fidalgo	-41,83	-8,37	380,8	BSh	Manoel Emídio	-43,86	-7,97	404,9	Aw
Campo G. Piauí	-41,33	-7,12	388,1	BSh	Marcolândia	-40,72	-7,39	658,6	BSh
Campo L. Piauí	-42,62	-3,80	84,3	Aw	Marcos Parente	-43,90	-7,16	287,6	Aw
Campo Maior	-42,18	-4,82	147,3	As	Massapê Piauí	-41,12	-7,45	302,7	BSh
Canavieira	-43,73	-7,70	260,4	Aw	Matias Olímpio	-42,55	-3,71	74,1	Aw
Canto do Buriti	-42,95	-8,11	453,6	Aw	Miguel Alves	-42,90	-4,17	82,0	Aw
Capitão Campos	-41,94	-4,45	176,6	As	Miguel Leão	-42,75	-5,68	266,5	Aw
Capitão G. Oliveira	-41,82	-8,48	354,7	BSh	Milton Brandão	-41,42	-4,68	317,1	As
Caracol	-43,33	-9,29	602,1	Aw	Mons Gil	-42,62	-5,57	195,2	Aw
Curral Novo Piauí	-41,47	-6,35	510,2	BSh	Mons Hipólito	-41,07	-6,98	466,6	BSh
Demerval Lobão	-42,68	-5,36	112,6	Aw	Monte A Piauí	-45,29	-9,75	444,0	Aw
Dirceu Arcanjo	-42,44	-9,34	443,8	BSh	Morro C. Temporinho	-43,54	-9,43	520,8	Aw
D. Expedito Lopes	-41,69	-6,98	454,6	As	Morro C. Piauí	-42,30	-3,73	79,5	Aw
Domingos Mourão	-41,28	-4,25	236,7	As	Murici Portela	-42,08	-3,32	46,3	As
Elesbão Veloso	-42,15	-6,20	232,7	Aw	N S Nazaré	-42,10	-4,37	117,1	As
Eliseu Martins	-43,72	-8,21	324,8	Aw	N S Remédio	-42,63	-3,98	87,4	Aw
Novo Oriente Piauí	-41,94	-6,46	324,6	Aw	São Julião	-40,84	-7,08	402,2	BSh
Novo Santo Antônio	-41,93	-5,93	170,7	As	S Luis Piauí	-42,54	-9,20	386,5	BSh
Oeiras	-42,14	-7,02	238,5	Aw	São L. Piauí	-41,82	-6,82	403,9	As
Olho D'Água Piauí	-40,90	-7,35	245,3	Aw	Passagem Franc	-42,22	-4,66	260,2	Aw
Padre Marcos	-40,91	-7,35	395,6	BSh	Patos Piauí	-42,22	-4,59	259,1	BSh
Paes Landim	-42,25	-7,74	259,4	BSh	Paulistana	-42,22	-4,52	258,0	BSh
Pajeú do Piauí	-42,32	-7,85	328,4	Aw	Pavussu	-42,22	-4,45	256,9	Aw
Palmeira do Piauí	-44,24	-8,73	470,1	Aw	Padre Marcos	-42,24	-4,11	251,4	BSh
Palmeirais	-43,08	-5,97	170,3	Aw	Paes Landim	-42,24	-4,04	250,2	BSh
Paquetá	-41,70	-7,10	299,1	As	Pajeú Piauí	-42,24	-3,97	249,1	Aw
Parnaguá	-44,64	-10,23	453,4	Aw	Palmeira Piauí	-42,25	-3,90	248,0	Aw
Parnaíba	-41,78	-2,91	19,6	As	Palmeirais	-42,25	-3,83	246,9	Aw
Passagem F.	-42,43	-5,85	186,8	Aw	Paquetá	-42,25	-3,76	245,8	As
Patos do Piauí	-41,24	-7,56	311,4	BSh	Parnaguá	-42,26	-3,69	244,7	Aw
Paulistana	-41,15	-8,14	386,7	BSh	Parnaíba	-42,26	-3,62	243,6	As
Pavussu	-43,22	-7,95	409,0	Aw	São M. B. Grandes	-42,18	-5,85	186,0	Aw
Pedro II	-41,46	-4,42	427,7	As	S. M. Fidalgo	-42,37	-7,58	244,3	BSh
Pedro Laurentino	-42,28	-8,08	299,0	BSh	São M. Tapuio	-41,33	-5,50	370,6	As
Nova Santa Rita	-42,05	-8,08	325,7	BSh	São Pedro Piauí	-42,73	-5,93	257,9	Aw

Picos	-41,47	-7,08	322,0	BSh	São R Nonato	-42,68	-9,02	462,0	BSh
Pimenteiras	-41,45	-6,24	520,7	As	Sebastião Barro	-44,08	-10,82	478,1	Aw
Pio IX	-40,62	-6,83	578,0	BSh	Sebastião Leal	-44,05	-7,55	422,0	Aw
Piracuruca	-41,72	-3,93	118,4	As	Sigefredo Pac	-41,73	-5,90	228,6	As
Piripiri	-41,78	-4,27	185,0	As	Simões	-40,81	-7,60	542,8	BSh
Porto	-42,72	-3,89	56,4	Aw	Simp Mendes	-41,91	-7,86	285,7	BSh
Porto A Piauí	-44,02	-6,97	260,1	Aw	Socorro Piauí	-42,50	-7,80	284,6	BSh
Prata do Piauí	-42,22	-5,66	134,1	Aw	Sussuapara	-41,38	-7,03	293,3	BSh
Novo O Piauí	-42,17	-5,69	276,9	Aw	Tamboril Piauí	-42,09	-8,04	426,1	Aw
Novo S Antônio	-42,18	-5,62	275,8	As	Tanque Piauí	-42,26	-6,06	301,8	Aw
Oeiras	-42,18	-5,55	274,7	Aw	Teresina	-42,81	-5,09	113,3	Aw
Olho D'Água Piauí	-42,19	-5,28	270,2	Aw	União	-42,87	-4,59	85,7	Aw
Padre Marcos	-42,19	-5,21	269,1	BSh	Uruçuí	-44,56	-7,23	411,7	Aw
Paes Landim	-42,20	-5,14	268,0	BSh	Valença Piauí	-41,75	-6,40	314,6	Aw
Pajeú do Piauí	-42,20	-5,07	266,9	Aw	Várzea Branca	-42,95	-9,15	469,1	BSh
Palmeira do Piauí	-42,20	-5,00	265,8	Aw	Várzea Grande	-42,27	-6,54	342,5	Aw
Palmeirais	-42,21	-4,93	264,7	Aw	Vera Mendes	-41,46	-7,06	311,5	Aw
Paquetá	-42,21	-4,86	263,6	As	Vila N. Piauí	-40,93	-7,13	413,9	BSh
Parnaguá	-42,21	-4,79	262,5	Aw	Wall Ferraz	-40,09	-7,21	239,7	As
Parnaíba	-42,21	-4,72	261,4	As					

Fonte: Medeiros (2018)

A Figura 2 apresenta as variabilidades da classificação climática para o estado de Piauí com o modelo de Köppen (1928, 1931). A relevância do trabalho foi encontrar três categorias de climas, dos tipos “AW” localizado no Oeste, sul e parte da região central do Estado. O tipo de clima “Bsh” com predominância em quase toda área semiárida piauiense e área isolada na região central. O tipo de clima “As” predominante a Este e Nordeste do estado e em faixa isolada na região central.

Figura 2 - Classificação climática de segundo o modelo Köppen para o Estado do Piauí



Fonte: Medeiros (2018).

Resultados análogos foram encontrados por Alvares et al. (2014) na classificação climática para o Brasil em que destaca a costa do Nordeste do Brasil, com clima “Bsh”, na zona de transição e o clima tipo “As” Costeiro do Ceará, estendendo-se até a costa do Estado Pernambuco.

A classificação climática segundo Köppen para a área em estudo está em conformidade com as classificações climáticas realizadas por Camargo (1961) e Alvares et al. (2014), estudo semelhantes foram realizados por Medeiros et al. (2018) o que corroboram com os resultados apresentados

Na Tabela 6 têm-se as oscilações estatísticas da temperatura média do ar no estado do Piauí. Os parâmetros estudados referem-se às variabilidades da temperatura média mínima, média máxima e média da média, seguidamente de sua mediana, desvio padrão e coeficiente de variância representativa dos 219 municípios que compõem a formação do Estado.

Tabela 6 - Oscilações estatísticas para a temperatura média do ar no estado do Piauí.

Meses	°C					
	Temp. máxima	Temp. mínima	Temp. média	Mediana	Desvio padrão	Coef. Variância
Jan	27,3	23,4	25,8	27,1	0,87	0,034
Fev	26,4	23,1	25,3	26,4	0,70	0,027
Mar	26,4	23,5	25,7	26,4	0,55	0,022
Abr	26,5	23,2	25,7	26,5	0,63	0,025
Mai	26,8	22,4	25,7	26,8	0,81	0,031
Jun	27,0	21,5	25,6	27,0	1,05	0,041
Jul	27,6	21,3	25,8	27,6	1,17	0,046
Ago	28,4	21,4	26,8	28,4	1,27	0,047
Set	29,5	22,9	28,1	29,1	1,09	0,039
Out	29,4	24,5	28,3	29,3	0,86	0,030
Nov	29,2	23,9	27,6	29,1	1,21	0,044
Dez	28,5	23,7	26,6	28,2	1,07	0,040
Anual	29,3	23,1	26,5	27,7	0,92	0,035

Legenda: Temp. = Temperatura; Coef. = Coeficiente de variância. Fonte: Medeiros (2018).

A temperatura média da máxima registrada foi de 29,3°C, suas flutuações ocorrem entre 26,4°C nos meses de janeiro e fevereiro a 29,5°C. As oscilações das temperaturas média da mínima ocorreram em junho com 21,3°C a 24,5°C no mês de outubro. As oscilações médias das médias fluíram entre 25,3°C no mês de fevereiro a 28,3°C em outubro. Os valores dos desvios padrões nos meses de julho a agosto e de novembro e dezembro apresenta-se em elevação. Os coeficientes de variâncias são de baixas significâncias. Salienta-se que os valores mais prováveis de acontecimento estão centrados nos valores da mediana.

Trabalhos como o de Bussab et al. (2002) e Triola (2009) enfatizam a necessidade e a importância da análise descritiva das variáveis analisadas antes de qualquer análise inferencial, pois, fatos como a presença de valores atípicos, o tipo de comportamento da variável analisada e até mesmo os erros de digitação em bancos de dados, podem distorcer os resultados da análise inferencial, provocando conclusões incorretas ou não precisas fato que corrobora com o artigo em estudo.

CONCLUSÕES

O modelo de classificação climática de Köppen é eficiente somente para o macro escala e, com baixa capacidade de separação de tipos de climas levando-se em consideração a temperatura do ar, a precipitação pluvial e elementos resultantes do balanço hídrico.

Os regimes pluviométricos e as variações das temperaturas foram determinantes para os cálculos e sua distribuição espacial.

O modelo da krigagem pelo software Surfer 8 adequou-se satisfatoriamente na geoespacialização dos dados da área estudada.

As classificações climáticas resultantes demonstraram sensível a orografia local, aos índices pluviais e térmicos médios.

Na região sul, parte da região central e na área oeste do estado (divisa com o Maranhão), composta por 111 municípios o tipo de clima predominante é o “Aw” caracterizado por apresentar o mês mais frio com mais de 18°C e o mês mais seco com menos de 60 mm, com chuvas atrasando para o outono.

No setor Nordeste e Norte-Nordeste e parte da região litorânea piauiense o tipo de clima foi o “AS” (Tropical Chuvoso, com verão seco) predominando em cinquenta e dois municípios.

Nos setores sudeste e parte do setor sul sudeste onde está contida a região semiárida e em uma pequena área foram registrados o tipo de clima “Bsh” (clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude) registra-se em cinquenta e seis municípios.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.; STAPE, J.; SENTELHAS, P.; GONÇALVES, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** 22, 711–728. 2014.
- ALVES, J.. Produção agrícola de subsistência no Estado do Ceará com ênfase aos anos de ocorrências de El Niño e La Niña, **Revista Brasileira de Meteorologia**, V.6, n.2, p.249-256. 1998
- ANDRADE JUNIOR, A.; BASTOS, E.; BARROS, A.; SILVA, C.O.; GOMES, A. Classificação climática e regionalização do semiárido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. **Revista Ciência Agronômica** 36, 143-151. 2005.
- ARAÚJO, L.; SOUSA, F.; RIBEIRO, M.; SANTOS, A.; MEDEIROS, P. Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do Rio Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, V.23, n.2, p.162-169. 2008.
- BARROS, A.; ARAÚJO FILHO, J.; SILVA, A; SANTIAGO. Gabriela Climatologia do Estado de Alagoas. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n.211. Recife: **Embrapa Solos**, p.32. 2012.
- BERVEGLIERI, A.; MENEGUETTE J.; PITERI, M. A. Aplicação do interpolador krigagem em modelos digitais de terrenos comparando-se os casos de isotropia e anisotropia. In:

Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15. **SBSR, Curitiba: Anais...INPE**, p.7222-7229. 2011.

BUSSAB, W.; MORETTIN, P. **Estatística básica**. 4. ed. São Paulo: Atual, 320 p. 1987.

CAMARGO, A. Contribuição para a estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. **Piracicaba: ESALQ, (Tese de Doutorado)**. 1961.

CAVALCANTI, E.P.; SILVA, E.D. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. **VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia e II Congresso Latino-Americanano e Ibérico de Meteorologia. Sociedade Brasileira de Meteorologia**. Belo Horizonte, outubro de 1994. 154-157. 1994.

CAVALCANTI, E.P.; SILVA, V.P.R.; SOUSA, F.S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Brasil**, v. 10, n. 1, p. 140-147. 2006.

COMDEPI. **COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO PIAUÍ**. Estudo de viabilidade para aproveitamento hidroagrícola do vale do rio Uruçuí Preto. Teresina. 2002.

EMATER-PI, 2019. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Piauí. HOLANDA, R. M.; MEDEIROS, R. M. Classificação climática pelo método de Köppen e Thornthwaite em Bom Jesus do Piauí, Brasil. **Revista Pantaneira**, V. 16., Pag. 57 - 68, UFMS, Aquidauana-M. 2019.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais climatológicas (1990-2017). Brasília: Departamento Nacional de Meteorologia. 2019.

ISAAKS, E.; SRIVASTAVA, M. An introduction to applied geostatistics. New York: **Oxford University Press**, 561p. 1989.

JAKOB, A. A. krigagem como método de análise de dados demográficos. In: **Encontro da Associação Brasileira de Estudos Popacionais**, 13. Ouro Preto. 2002.

KÖPPEN, W. Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science. Berlin: **Walter de Gruyter**, P.388. 1931.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. Gotha: Verlagcondicionadas. **Justus Perthes**. p.270. 1928.

MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; VIANA, M.A.; SILVA, V.P. Climate classification in Köppen model for the state of Pernambuco - Brazil. **Revista de Geografia (Recife)**. v.35, p.219 – 234. 2018.

MEDEIROS, R.M. Análise de aspectos climático, socioeconômico e ambiental e seus efeitos na bacia hidrográfica do Rio Uruçuí Preto e entorno. **Tese de doutorada**. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. p.171. 2016.

MEDEIROS, R.M. Estudo agrometeorológico para o Estado do Piauí. p.114. Divulgação avulsa. 2016

NOBRE, C.; MOLION, L. The climatology of drought and drought prediction. In: PARRY, T.R.; CARTER, R.; KONJIN, N.T. The impact of variations on agriculture, Volume 2: Assessments in Semi-arid Regions. **Dordrech: Kluwer**, p.305-323. 1988.

NOBRE, P.; MELO, Â. Variabilidade climática intrasazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000. **Revista Climanális**, ano 2, n.1, 2004.

ROLIM, G.; CAMARGO, M; LANIA, D.; MORAES, J. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia** v.66, p.711-720. 2007.

SETZER, J. Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai. São Paulo, Brasil, p. 61. 1966.

SILVA, V.Y. ; SOUSA, F.A.S; CAVALCANTI, E. P.; SILVA, B.B. Teleconnections between sea-surface temperature anomalies and air temperature in northeast Brazil. **Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics**, Canada, v. 68, n. 68, p. 781-792. 2006.

SUDENE Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste – Piauí**. Recife, (Série Pluviometria, 2). 1990.

TRIOLA, M. **Introdução à estatística**. Tradução: Alfredo Alves de Faria. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 410p. 1999.

YAMAZAKI, Y.; RAO, V. Tropical cloudiness over the South Atlantic Ocean. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, 55, p.205-207. 1977.

WMO. Organização Meteorológica Mundial. Calculation of monthly and annual 30 - year standard normals. Geneva (WMO). **Technical document**, v.341; WCDP, n.10. 1989.

COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA DO ALTO CURSO DO RIO PARAÍBA-PB

José Marcos Duarte **RODRIGUES**

Doutorando em Geografia da Universidade Federal da Paraíba/UFPB.

E-mail: jmduarterodrigues@hotmail.com

Eduardo Rodrigues Viana de **LIMA**

Prof. Dr. da Universidade Federal da Paraíba, UFPB, João Pessoa, Paraíba.

E-mail: eduvianalima@gmail.com

*Recebido
Abril de 2020*

*Aceito
Junho de 2020*

*Publicado
Julho 2020*

RESUMO: O presente trabalho tem por objetivo realizar uma compartimentação geomorfológica da bacia do alto curso do rio Paraíba. Para tanto, adotou-se a metodologia proposta pelo Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), utilizou técnicas de sensoriamento remoto, através de processamento de imagens SRTM e LANDSAT e trabalhos de campo. Desta forma, considerou-se o planalto da Borborema como domínio morfoestrutural (1º táxon), a depressão intraplanáltica paraibana e os maciços remobilizados da zona transversal como regiões geomorfológicas (2º táxon), as unidades geomorfológicas (3º táxon) correspondem aos maciços elevados e menos elevados, referentes aos maciços remobilizados da zona transversal, a superfície aplainada e as planícies fluviais, correspondentes a depressão intraplanáltica paraibana. Quanto aos modelados (4º táxon), os maciços elevados foram subdivididos nos que possuem topos ondulados e formam áreas subúmidas e os que apenas apresentam topos ondulados, os maciços com elevações moderadas foram subdivididos em cristas simétricas e assimétricas, inselbergs e maciços menos elevados com topos suavemente ondulados. A superfície aplainada está representada pelos Cariris Velhos e pelas planícies fluviais da bacia do alto curso do rio Paraíba. Contudo, a metodologia adotada mostrou-se adequada, possibilitando a organização e hierarquização do relevo da bacia do alto curso do rio Paraíba.

Palavras-Chave: Relevo. Táxons. Rio Paraíba.

GEOMORPHOLOGICAL COMPARTMENTATION OF THE HIGH COURSE OF RIO PARAÍBA-PB

ABSTRACT: This work aims to perform a geomorphological compartmentalization of the basin of the upper course of the Paraíba River. To this end, the methodology proposed by the Technical Manual of Geomorphology (IBGE, 2009) was adopted, by using remote sensing techniques, through SRTM and LANDSAT image processing and field work. Thus, the Borborema plateau was considered as a morphostructural domain (1st taxon), the Paraíba's intraplanaltic depression and the re-mobilized massifs of the transversal zone as geomorphological regions (2nd taxon). The geomorphological units (3rd taxon) correspond to the elevated and less elevated massifs, referring to the re-mobilized massifs of the transverse zone, the flattened surface and the river plains, corresponding to the Paraíba's intraplanaltic depression. As for the modeled (4th taxon), the high massifs were subdivided into those that have corrugated tops and form sub-humid areas and those that only present corrugated tops. The massifs with moderate elevations were subdivided into symmetric and asymmetric ridges, inselbergs and lower elevations with slightly corrugated tops. The flattened surface is represented by *Cariris Velhos* and by the river plains of the basin of the upper course of the Paraíba River. However, the adopted methodology proved to be adequate, allowing the organization and hierarchy of the relief of the basin of the upper course of the Paraíba River.

Key Words: Relief; Taxons; Paraíba River.

COMPARTIMENTACIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL CURSO ALTO DEL RÍO PARAÍBA-PB

RESUMEN: El presente trabajo tiene como objetivo realizar una compartimentación geomorfológica de la cuenca alta del río Paraíba. Con este fin, se adoptó la metodología propuesta por el Manual Técnico de Geomorfología (IBGE, 2009), utilizando técnicas de teledetección, a través del procesamiento de imágenes SRTM y LANDSAT y el trabajo de campo. De esta manera, se ha considerado la meseta de Borborema como un dominio morfoestructural (1^{er} taxón), la depresión intraplanáltica de Paraíba y los macizos removilizados de la zona transversal como regiones geomorfológicas (2º taxón), las unidades geomorfológicas (3^{er} taxón) corresponden a los macizos altos y menos elevados, referentes a los macizos removilizados de la zona transversal, la superficie aplanada y las llanuras fluviales, correspondientes a la depresión intraplanáltica de Paraíba. En cuanto a los modelados (4º taxón), los macizos elevados se subdividieron en los que tienen cimas onduladas y forman áreas subhúmedas y en los que solo presentan cimas onduladas, los macizos elevaciones moderadas se subdividieron en crestas simétricas y asimétricas,

inselbergs y macizos menos elevados con cimas suavemente onduladas. La superficie aplanada está representada por los “Cariris Velhos” y las llanuras fluviales de la cuenca del curso superior del río Paraíba. Sin embargo, la metodología adoptada demostró ser adecuada, permitiendo la organización y jerarquización del relieve de la cuenca del curso superior del río Paraíba.

Palabras Clave: Alivio. Taxones. Río Paraíba.

INTRODUÇÃO

Para Suertegaray (2017) o relevo, um dos constituintes da natureza e estudado pela geomorfologia, possui um corpo teórico-metodológico que lhe é específico. Para Ross (2009) as formas de relevo devem ser interpretadas não somente como um dos componentes da natureza, mas também como recurso natural que pode dificultar ou favorecer o uso humano.

Portanto, a cartografia do relevo torna-se um instrumento para análise da paisagem. No entanto, ainda apresenta dificuldades, como aponta Cunha et al. (2003, apud LIMA; CUNHA; PEREZ FILHO, 2013), ao ressaltarem que a principal problemática consiste na representação, em duas dimensões, de um elemento natural que possui três dimensões. Outra dificuldade mencionada é a falta de critérios padronizados para o mapeamento geomorfológico.

Diante de tais dificuldades e da importância de se delimitar as unidades de relevo para análise da paisagem, tem-se como objetivo, no presente trabalho, realizar uma compartimentação geomorfológica da bacia do alto curso do rio Paraíba, no estado da Paraíba, Nordeste do Brasil, baseando-se na proposta do Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009). Dessa maneira, as formas de relevo se encontram organizadas em níveis taxonômicos, em ordem decrescente, referindo-se aos domínios morfoestruturais, as regiões geomorfológicas, unidades geomorfológicas e modelados.

REFERENCIAL TEÓRICO

Para tratar da geomorfologia do Nordeste, são utilizadas duas perspectivas: a clássica e a atual. A perspectiva clássica considera os processos epirogênicos pós-cretáceo, ou seja, sucessivos ciclos de aplainamento que induziram o rebaixamento do nível de base (MAIA; BEZERRA, 2014). Os trabalhos de Ab'Saber (1969) e Bigarella (2003) são representativos dessa interpretação, os quais se basearam no modelo de pediplanação de Lester King.

Na perspectiva atual, autores como Maia e Bezerra (2014), Claudino-Sales (2016) e Maia et al. (2018), propõem a inclusão da atuação de processos estruturais interpretados a partir da tectônica mesozóica e cenozóica. Dessa forma, Maia e Bezerra (2014) concebem a geomorfologia do Nordeste marcada por deformações estruturais dúctil e rúptil sobre o embasamento pré-cambriano, ou seja, exibe formas elaboradas em resquícios morfoestruturais do “ciclo brasileiro”, orogênese responsável pela formação do supercontinente Panôptia, reativadas durante a divisão do supercontinente Pangéia, originando as áreas arqueadas como o Planalto da Borborema (SAADI, 1993 apud MAIA; BEZERRA; CLAUDINO-SALES, 2010).

Em trabalho recente, Maia et al. (2018) analisaram as paisagens graníticas do Nordeste brasileiro a partir do modelo de etchplanação proposto por Büdel em 1957. Tal modelo se baseia na concepção de duplo aplainamento, justificando a evolução das paisagens graníticas, tanto por processos em superfície como os que ocorrem na base do regolito.

Carvalho (1982), influenciada pela interpretação clássica, descrita anteriormente, realizou uma classificação geomorfológica para o estado da Paraíba, dividindo-o em dois setores morfoclimáticos, o setor oriental úmido e subúmido e o setor ocidental subúmido e semiárido. A área em estudo, de acordo com tal proposta, estaria inclusa no setor oriental subúmido e semiárido, situada nas áreas cristalinas, apresentando superfícies aplainadas e maciços (serras e inselbergs).

Corrêa et al. (2010), Xavier et al. (2016) e Furtado e Souza (2016), apresentam em suas análises considerações relacionadas a influência estrutural. Tal fato fica evidente no trabalho de Corrêa et al. (2010), onde os autores realizaram uma classificação morfoestrutural para o planalto da Borborema, tendo como base trabalhos já realizados, dados geológicos sobrepostos em Modelos Digitais de Elevação - MDE, perfis topográficos e transectos.

Xavier et al. (2016) realizaram uma classificação geomorfológica para a bacia hidrográfica do rio Paraíba, baseando-se na proposta metodológica do Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), utilizando como critério altitude, declividade e amplitude do relevo, assim como a interpretação da gênese e evolução do planalto da Borborema. Empregando a técnica de classificação orientada a objeto, identificou os domínios e as regiões geomorfológicas.

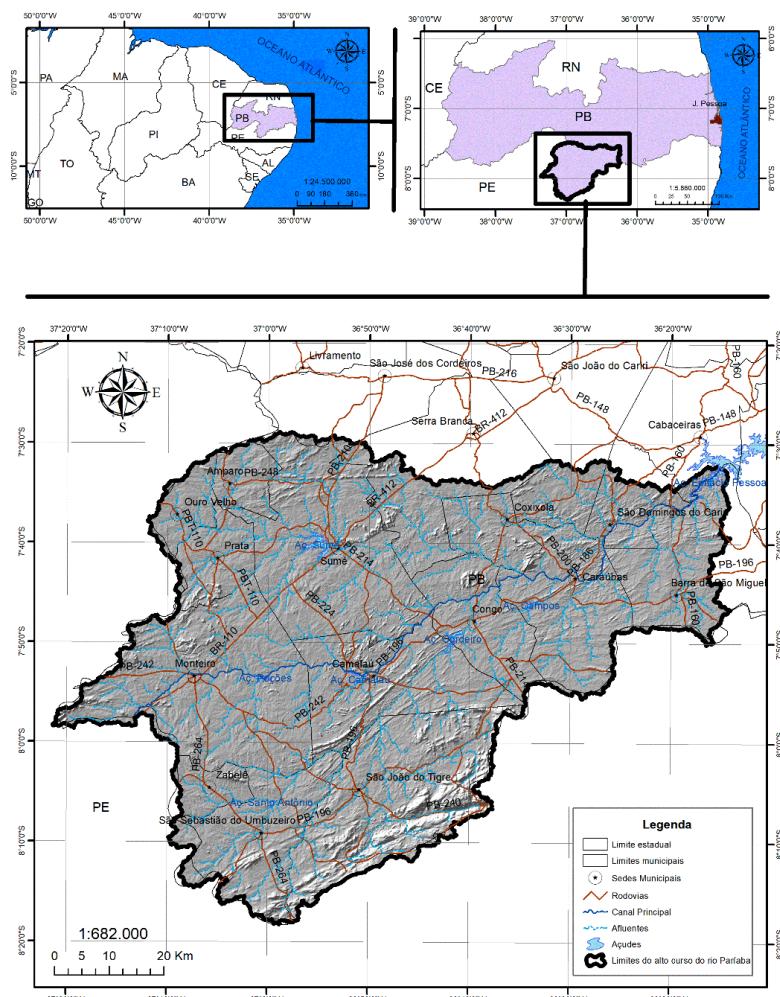
Portanto, as unidades geomorfológicas da bacia do alto curso do rio Paraíba, apresentadas no presente trabalho, foram classificadas baseando-se nos três últimos trabalhos, tendo em vista a distinção e classificação dos modelados, com base na proposta metodológica do IBGE (2009).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A bacia do alto curso do rio Paraíba situa-se no planalto da Borborema, limitando-se a norte (N) com a bacia hidrográfica do rio Taperoá, a sul (S) e oeste (W) com o estado de Pernambuco-PE, e a leste (L) com a região do médio curso do rio Paraíba (ALVES; AZEVEDO; CÂNDIDO, 2017).

A área se estende das cabeceiras mais elevadas, nas serras de Jabitacá no município de Monteiro e Serra do Paulo no município de São João do Tigre, até o açude Boqueirão, totalizando 6.225 km², abrangendo os municípios de Monteiro, Camalaú, Congo, São João do Cariri, Ouro Velho, Amparo, Zabelê, São João do Tigre, Barra de São Miguel, São Domingos do Cariri, Coxixola, Caraúbas, Sumé, São Sebastião do Umbuzeiro e parcialmente Serra Branca e Cabaceiras (Figura 1).

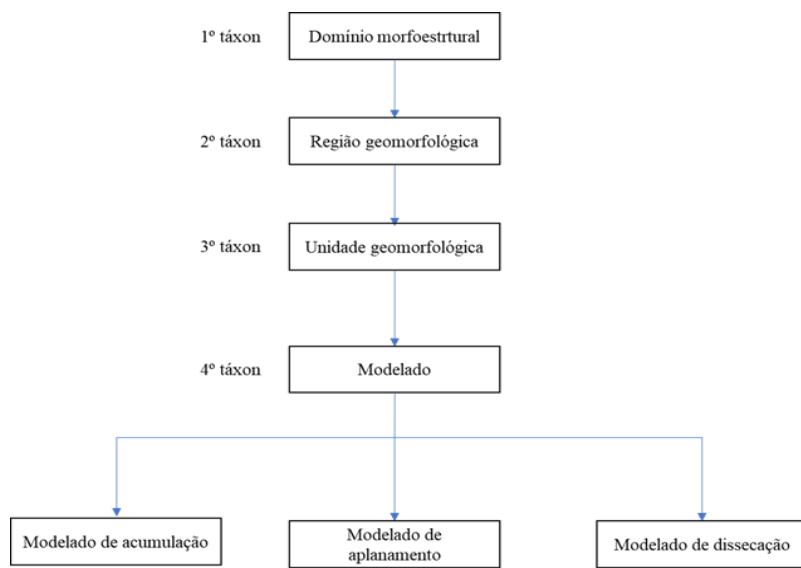
Figura 1 - Localização da bacia do alto curso do rio Paraíba



Fonte: Elaborado pelos autores

Para o mapeamento dos diferentes tipos de relevo, utilizou-se a taxonomia dos fatos geomorfológicos proposta pelo Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009). A Taxonomia dos fatos geomorfológicos, consiste em uma classificação temporal e espacial, no qual tem-se os modelados como unidade básica (IBGE, 2009). Portanto, hierarquizou-se o relevo, de acordo com os táxons, em ordem decrescente de grandeza, da seguinte maneira: Domínios morfoestruturais - 1º táxon, regiões Geomorfológicas - 2º táxon, unidades geomorfológicas - 3º táxon, modelados e formas de relevo simbolizadas - 4º táxon (Figura 2).

Figura 2 - Hierarquização do relevo em táxons.



Fonte: Adaptado de IBGE (2009).

Para a delimitação, principalmente do 4º táxon, que corresponde ao modelado ou formas de relevo, houve o tratamento e análise de imagens do projeto TOPODATA/INPE, com resolução espacial de 30 m, pela qual gerou-se um Modelo Digital de Elevação (MDE), a declividade e o relevo sombreado da área de estudo. Também foram utilizadas imagens do sensor OLI-LANDSAT 8, para testar composições coloridas, sendo a composta pelas bandas 6, 5, 4 a escolhida devido apresentar os melhores resultados. Utilizou-se a composição colorida para extrair as classes de uso e cobertura da terra através da técnica de classificação supervisionada de Máxima Verossimilhança (MaxVer).

Desta forma, utilizou-se como critério para delimitar os compartimentos do relevo a sobreposição do MDE, da declividade, do relevo sombreado e da composição RGB. Tais critérios permitiram melhor visualizar as formas de relevo e consequentemente distingui-las com mais facilidade. Quanto a caracterização utilizou-se como base trabalhos anteriores e os

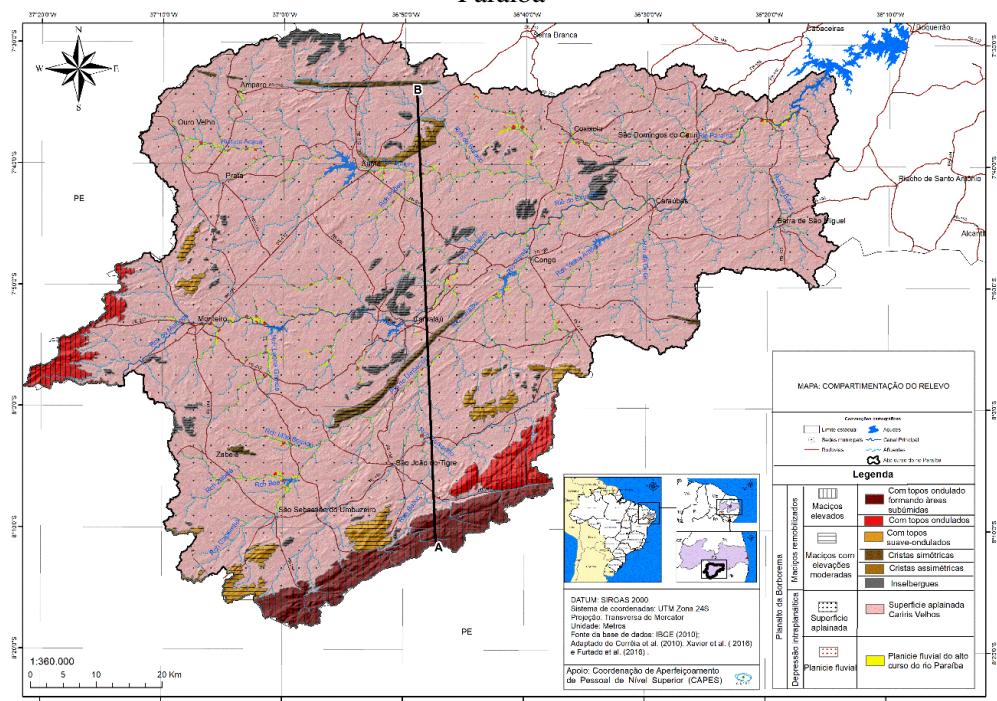
dados obtido através das classes de uso e cobertura da terra. Procurou-se também dados espaciais temáticos, principalmente geológicos e pedológicos.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho foram realizados os trabalhos de campo, que ocorreram durante o primeiro semestre de 2019. Nesses trabalhos se buscou a compressão empírica dos dados obtidos em gabinete, principalmente no que se refere aos critérios utilizados para distinguir e caracterizar os modelados. Foram então distinguidos oito modelados pertencentes à quatro unidades geomorfológicas, inseridas em duas regiões geomorfológicas, pertencentes a um único domínio morfoestrutural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Distinguiu-se o planalto da Borborema como 1º táxon, tendo como regiões geomorfológicas, 2º táxon, os maciços remobilizados da zona transversal e a depressão intraplanáltica paraibana. Como 3º táxon, têm-se os maciços elevados e os menos elevados, a superfície aplainada e as planícies fluviais, enquanto o 4º táxon é representado pelos modelados, ou seja, os maciços elevados com topos ondulados formando brejos de altitude, maciços elevados com topos ondulados, cristas simétricas e assimétricas, inselbergs, maciços menos elevados com topos suavemente ondulados, superfície aplainada dos Cariris Velhos e as planícies fluviais da bacia do alto curso do rio Paraíba (Figura 3).

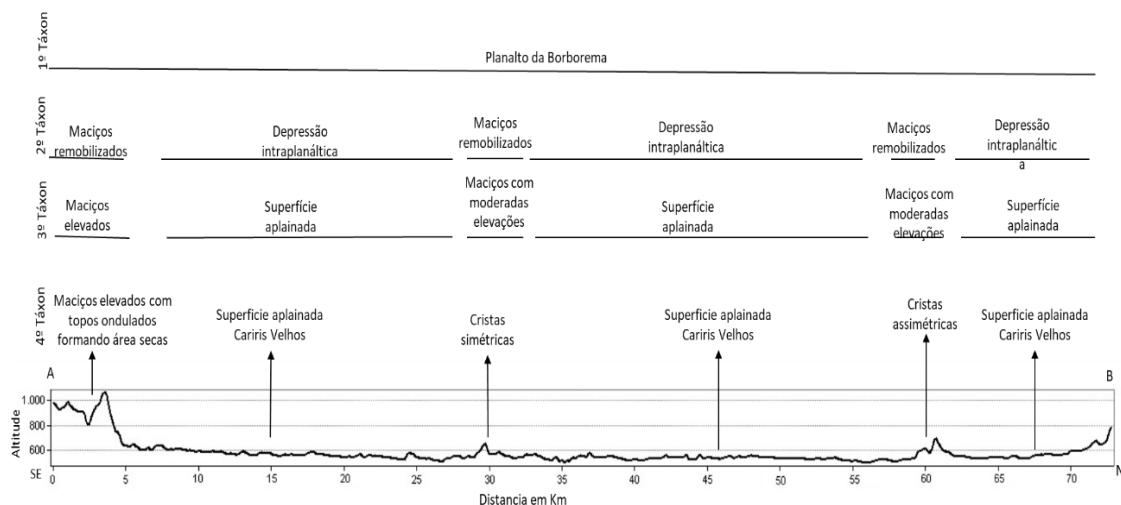
Figura 3: Mapa representando a compartimentação geomorfológica da bacia do alto curso do rio Paraíba



Fonte: elaborado com base em Corrêa (2010); Xavier et al. (2016) e Furtado et al. (2016).

Na Figura 4, tem-se um perfil topográfico representando a compartimentação geomorfológica do alto curso do rio Paraíba.

Figura 4 - Perfil topográfico exemplificando a taxonomia do relevo do alto curso do rio Paraíba



Fonte: Elaborado a partir de dados SRTM

Para melhor discutir os resultados, o texto foi organizado de acordo com a classificação dos táxons do relevo, iniciando pelo domínio morfoestrutural e regiões geomorfológicas, e prosseguindo para as unidades geomorfológicas e os modelados.

Domínio morfoestrutural e regiões geomorfológicas

Definiu-se o planalto da Borborema como domínio morfoestrutural. O mesmo situa-se no nordeste brasileiro, englobando os estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, com altitudes superiores aos 1000 metros. Ross (2009) o classifica como cinturão orogênico ou de dobramento, referindo-se a antigas montanhas, desgastadas por vários processos erosivos, mas que ainda se configuram com aspecto serrano. Para Maia e Bezerra (2014), o planalto da Borborema tem sua gênese em processos epirogênicos, no Cretáceo, devido ao desmantelamento do supercontinente Gondwana e ao magmatismo intraplaca ao longo do Cenozóico.

Corrêa et al. (2010) propuseram a seguinte divisão morfoestrutural para o planalto da Borborema: Cimeira Estrutural São José do Campestre, Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, Depressão Intraplanáltica do Pajeú, Depressão Intraplanáltica do Ipanema, Depressão Intraplanáltica Paraibana, Depressão Intraplanáltica Pernambucana, Maciços

Remobilizados Pernambuco-Alagoas e Maciços Remobilizados do Domínio da Zona Transversal.

No entanto, a bacia do alto curso do rio Paraíba engloba apenas duas delas, a Depressão Intraplanáltica Paraibana e os Maciços Remobilizados da Zona Transversal. A Depressão Intraplanáltica Paraibana corresponde a feições planas, suavemente onduladas ou onduladas. Tal fato é atribuído a ausência de atividades tectônicas mais intensas e a atuação do clima semiárido, impedindo o desenvolvimento de regolitos e expondo rochas como gnaisses e migmatitos (CORRÊA et al., 2010).

Quanto aos Maciços Remobilizados da Zona Transversal, de acordo com os autores supracitados, são formados por intrusões graníticas de dimensões variadas e exibem relevos elevados correspondentes as áreas mais afetadas por arqueamento, o que os caracterizam como maciços, inselbergs e cristas.

Unidades geomorfológicas

A proposta de compartimentação das unidades geomorfológicas baseia-se em Xavier et al. (2016), onde a bacia hidrográfica do rio Paraíba foi dividida em domínio das terras baixas e domínio da Borborema. Nessa classificação a bacia do alto curso do rio Paraíba está situado no domínio da Borborema, apresentando quatro compartimentos, as superfícies aplainadas ou suavemente onduladas, maciços menos elevados com topos suavemente ondulados e maciços elevados com topos ondulados.

As superfícies aplainadas ou suavemente onduladas situam-se na região geomorfológica da depressão intraplanáltica paraibana. Os maciços elevados e os maciços de moderadas elevações, pertencem aos Maciços Remobilizados da Zona Transversal. Portanto, utilizando como principais critérios a altitude e a declividade, distinguiram-se as seguintes unidades geomorfológicas para a bacia do alto curso do rio Paraíba:

- Os maciços elevados - altitude mínima de 700 m e máxima superando os 1000 m, com declividade superando 75%;
- Maciços com moderadas elevações - altitude variando de 500 m a 800 m e declividade superando os 75%;
- Superfície aplainada - altitudes inferiores a 700 m e declividade variando de 0% a 20%;
- Planície fluvial – com menores altitudes e declividade entre 0% e 3%.

Modelados

Os maciços elevados foram subdivididos em dois modelados, os maciços elevados com topos ondulados e os maciços elevados com topos ondulados formando áreas subúmidas. Os maciços com elevadas moderações foram subdivididos em maciços com moderadas elevações e topos suave-ondulados, cristas simétricas, cristas assimétricas e inselbergs. Quanto a superfície aplainada, classificou-se como superfície aplainada Cariris Velhos e as planícies fluviais como planícies fluviais da bacia do alto curso do rio Paraíba.

Maciços elevados com topos ondulados formando áreas subúmidas

Também denominado de serras úmidas, esse modelado é definido por Bétard, Peulvast e Claudino-Sales (2007), como áreas montanhosas isoladas de médias altitudes favorecendo a ocorrência de chuvas orográficas. Na bacia do alto curso do rio Paraíba, correspondem a 199 km², ou seja, 3,1% da área em estudo, apresentando altitudes de até 1700 m e declividade superior à 75%.

Estão sobre rochas metamórficas do complexo Gnáissico Migmatítico Paleoproterozóico, e nas áreas mais elevadas constituí-se de rochas ígneas neoproterozóicas (sin-Brasiliano) (SANTOS; FERREIRA; SILVA JÚNIOR, 2002; ALCANTARA et al., 2016). Apresentam Neossolos Litólicos e afloramentos de rochas nas vertentes íngremes e Argissolos Vermelho-Amarelo nas áreas mais elevadas. Quanto a vegetação, apresenta floresta perenifólia (mata úmida) nas áreas mais elevadas e caatinga arbóreo-arbustiva densa nas vertentes íngremes. Quanto ao uso, predominam a agricultura de subsistência e a pecuária extensiva.

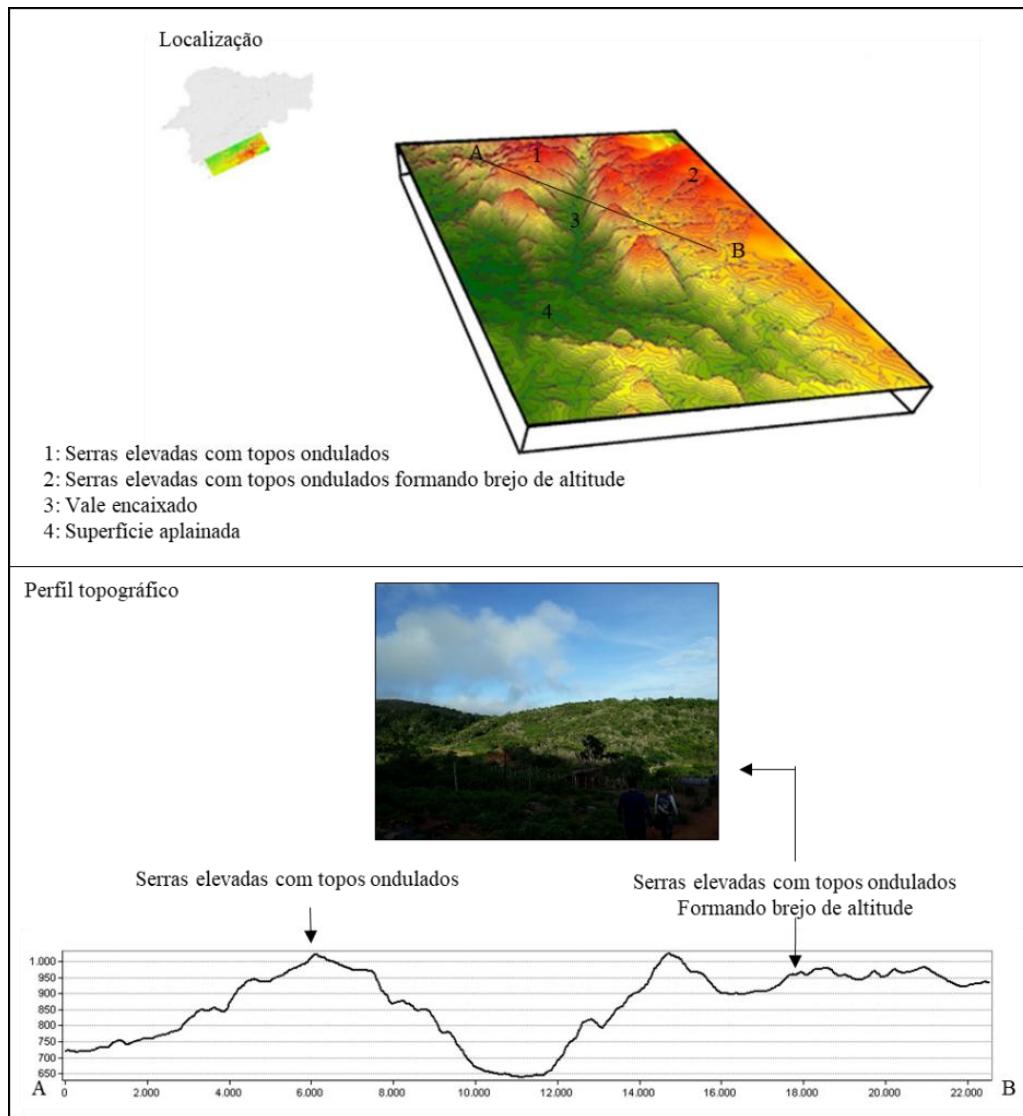
Maciços elevados com topos ondulados

Esse modelado também pode ser definido como serras secas. Na área de estudo corresponde a 144,1 km², ou seja, 2,3% da área total. De acordo com Alcantara et al. (2016), estão esculpidos sobre rochas ígneas intrusivas neoproterozóicas (sin-Brasiliano). Apresentam altitude máxima de 900 m e declividade superior aos 75%. Os solos predominantes são os Neossolos Litólicos recobertos por caatinga arbóreo-arbustiva. Quanto ao uso, predomina a prática da pecuária extensiva.

Na Figura 5, tem-se um bloco-diagrama e um perfil topográfico representando os maciços elevados com topos ondulados (1). No entanto, mostram-se também os maciços

elevados com topos ondulados formando brejos de altitude (2), vale encaixado dividindo os dois modelados (2) e a superfície aplainada Cariris Velhos (4).

Figura 5 - Bloco-diagrama e perfil topográfico dos maciços elevados



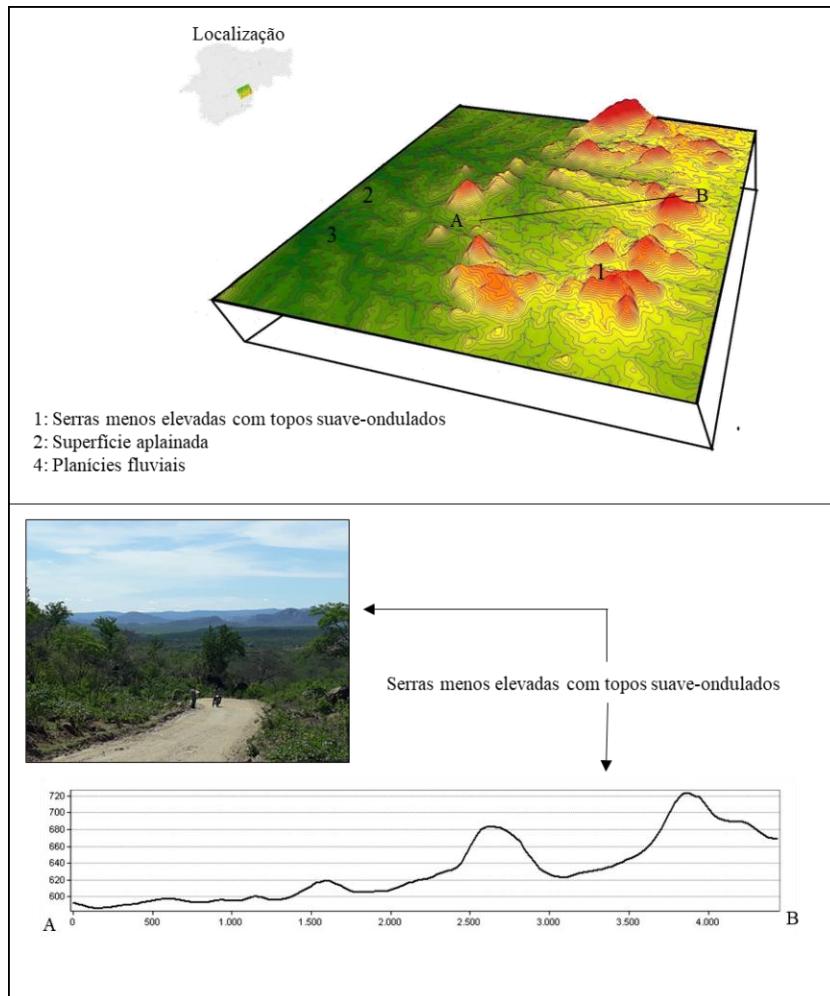
Maciços com elevações moderadas e topos suave-ondulados

Representa 1,7% da bacia do alto curso do rio Paraíba, o que corresponde a 106,5 km². Estão esculpidos sobre rochas ígneas intrusivas das Super-suítes Neoproterozóicas sin-Brasiliiano e pós-Brasiliiano e em rochas metamórficas neoproterozóicas do Complexo Vertentes. Apresentam o predominio de solos do tipo Neossolos Litólicos com caatinga arbustiva-subarbustiva e arbórea e uso representado principalmente pela pecuária extensiva.

Na Figura 6 mostra-se um bloco-diagrama e um perfil topográfico representando esse modelado, a variação das cores do verde para o vermelho denota a variação da altitude que

não alcança os 900 m, enquanto a declividade supera os 75%. O número 1 representa os maciços menos elevados com topos suavemente ondulados, o número 2 a superfície aplainada Cariris Velhos, e o número 3 as planícies fluviais da bacia do alto curso do rio Paraíba.

Figura 6: Bloco diagrama e perfil topográfico de maciços menos elevados com topos suave-ondulados



Fonte: Elaborado a partir de dados TOPODATA-30m (INPE, 2008).

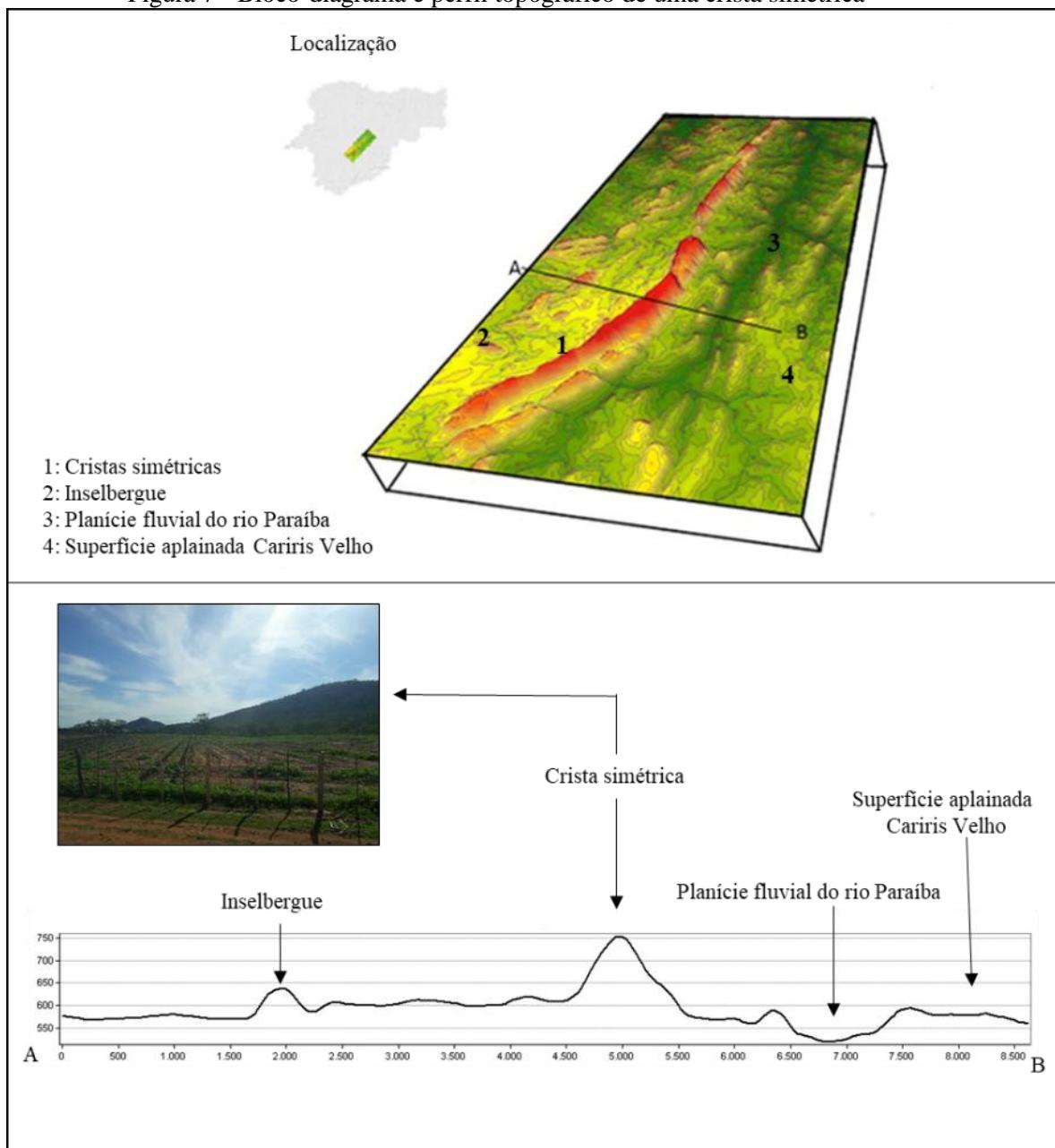
Cristas simétricas

De acordo com IBGE (2009), as cristas simétricas se constituem em formas residuais alongadas, manifestando-se na paisagem de forma isolada. Suas vertentes são ingremes e se interceptam para formar uma linha contínua. Na bacia do alto curso do rio Paraíba ocupam 49,3 km² (0,8%), ocorrem sobre rochas ígneas mesoproterozóicas da Suíte Granítica Camalaú. Está orientada segundo a Zona de Cisalhamento Cruzeiro do Nordeste e Congo (SO-NE). A noroeste (NO), ocorrem cristas simétricas sobre Ortognaisses e Migmatitos Serra da Jabitacá, direcionadas pela Zona de Cisalhamento Coxixola (ALCANTARA, 2016).

Apresentam altitudes que não ultrapassam os 800 m, já a declividade varia de 40% a 75%. Apresenta solos do tipo Neossolos Litólicos recobertos por caatinga arbustiva e subarbustiva densa. Quanto ao uso, é basicamente a prática da pecuária extensiva, sendo dificultado o uso da agricultura de subsistência.

Na Figura 7 mostra-se um bloco diagrama e um perfil topográfico de uma crista simétrica da bacia do alto curso do rio Paraíba. No bloco-diagrama o número 1 representa a crista simétrica, o número 2 um inselberg, o número 3 a planície fluvial do rio Paraíba, e o número 4 a superfície aplainada Cariris Velhos

Figura 7 - Bloco-diagrama e perfil topográfico de uma crista simétrica



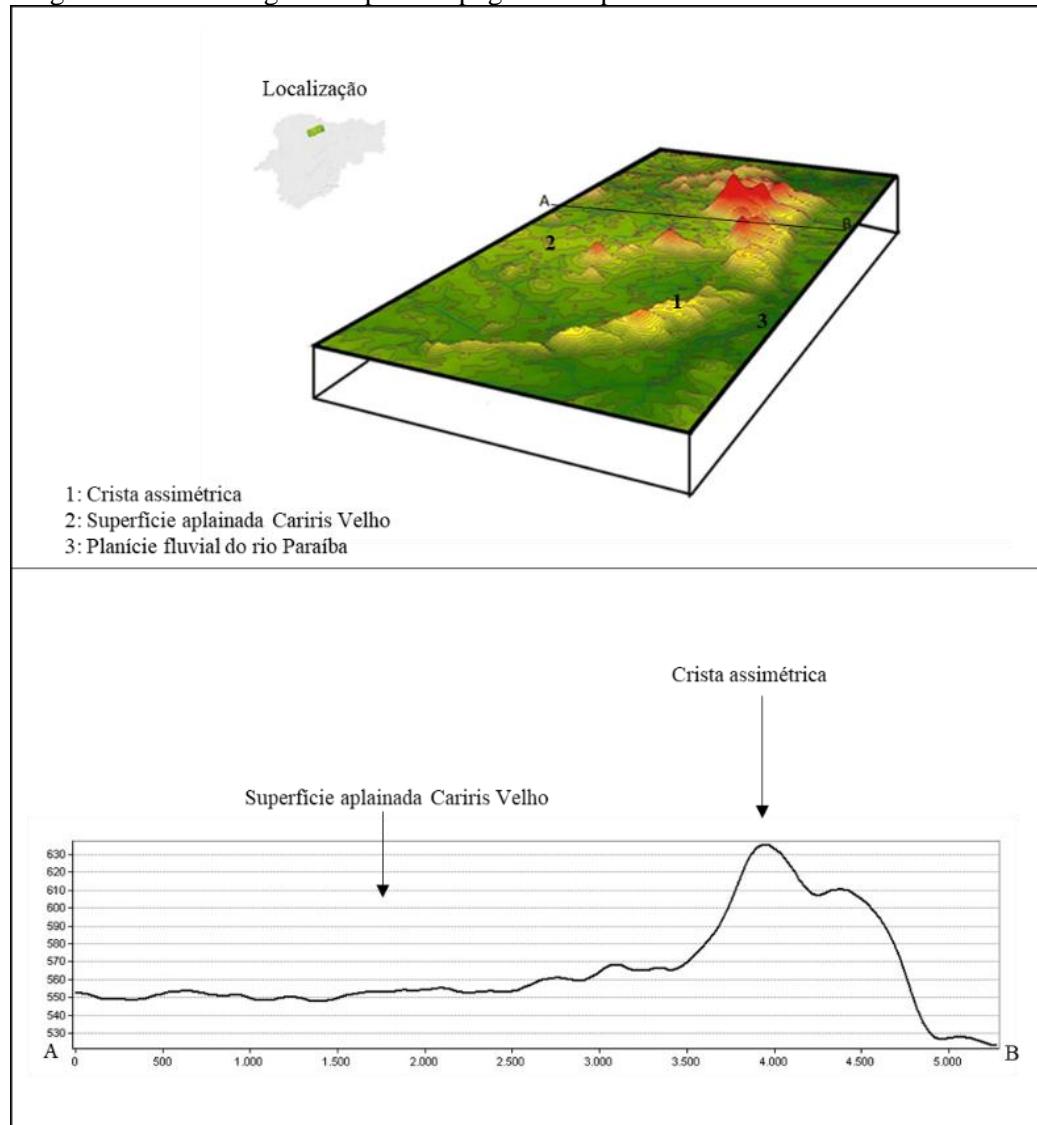
Fonte: elaborado a partir de dados TOPODATA-30m (INPE, 2008).

Crista assimétrica

Esse modelado corresponde a apenas 21,4 km², ou seja, 0,3% da bacia do alto curso do rio Paraíba. Identificou-se apenas uma crista assimétrica, formada sobre rochas ígneas correspondentes à Suíte Intrusiva Neoproterozóica (pós-Brasiliense). A altitude alcança 842m, enquanto a declividade ultrapassa os 75% na porção mais íngreme. Os solos predominantes são do tipo Neossolos Litólicos. Há o predomínio de caatinga arbustiva-subarbustiva densa, havendo a prática da pecuária extensiva.

Na Figura 8 apresenta-se um bloco-diagrama e um perfil topográfico de uma crista assimétrica na bacia do alto curso do rio Paraíba. Mostra-se uma crista assimétrica (1), a superfície aplainada Cariris Velhos (2) e a planície fluvial do rio Paraíba (3).

Figura 8 - Bloco-diagrama e perfil topográfico representando uma crista assimétrica



Fonte: Elaborado a partir de dados TOPODATA-30m (INPE, 2008).

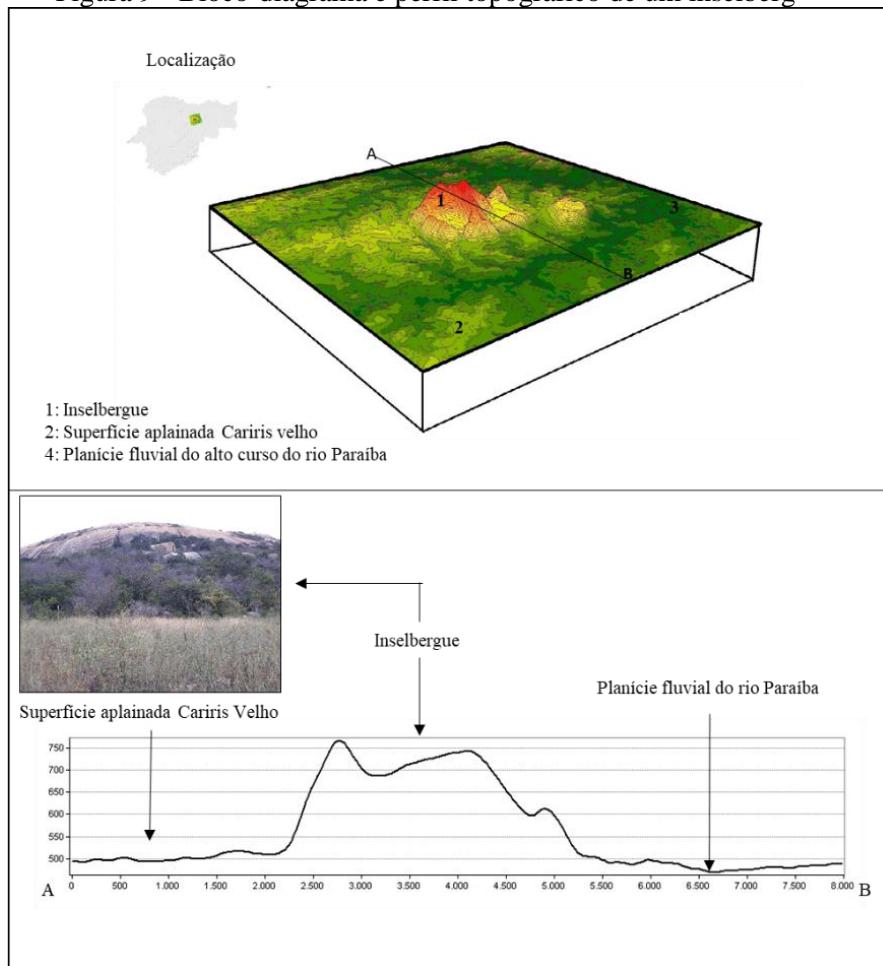
Inselbergs

Para Corrêa et al. (2010) e Maia (2018), os inselbergs do Nordeste brasileiro estão associados às áreas menos fraturadas, inclusive os da Borborema. Podem ser analisados como relevos montanhosos, resultantes do aplainamento das áreas adjacentes (MIGON, 2004 apud RODRIGUES, 2018).

Na área de estudo, corresponde a 113,6 km² (1,8%). Estão sobre rochas das super-suítes plutônicas neoproteorozóicas (cedo a sin-Brasiliiano, tardi-Brasiliiano, pós-Brasiliiano) e sobre a Suíte Granítica Camalaú. A altitude ultrapassa os 800 m e declividade supera os 75%. Os solos são do tipo Neossolos Litólicos, predominando a caatinga arbustiva-subarbustiva densa e podendo apresentar caatinga arbórea. O uso é voltado para a pecuária extensiva.

A Figura 9 apresenta um bloco-diagrama mostrando um inselberg na bacia do alto curso do rio Paraíba. No bloco diagrama, há um inselberg (1) em meio a superfície aplanada Cariris Velhos (2), mostrando também a planície fluvial (3).

Figura 9 - Bloco-diagrama e perfil topográfico de um inselberg



Fonte: Elaborado a partir de dados TOPODATA-30m (INPE, 2008).

Planícies fluviais da bacia do alto curso do rio Paraíba

São consideradas planícies fluviais devido sua origem pela dinâmica fluvial. Se caracterizam como áreas planas sujeitas a inundações periódicas, compostas por sedimentos recentes (IBGE, 2009). Situam-se às margens dos cursos d'água, sobre os depósitos aluvionares, com altitudes não ultrapassando os 500 m e declividade de 0% a 3%.

Representam 3,0% da bacia do alto curso do rio Paraíba, ou seja, 175,2 km². Ocorrem solos do tipo Neossolos Flúvicos recobertos pela mata ciliar. Essa vegetação sofreu invasão da algaroba (*Prosopis juliflora*) de forma mais intensa devido ao lençol freático ser mais superficial (SOUZA, 2008; SEABRA, 2014). Quanto ao uso, se caracteriza pela prática da agricultura de subsistência, agricultura irrigada e pecuária extensiva.

Superfície aplainada Cariris Velhos

De acordo com o IBGE (2009), corresponde a uma superfície de aplainamento de inclinação suave. No entanto, apresenta uma forte inclinação quando encontra relevos mais montanhosos e suaviza-se em direção aos vales. Para Carvalho (1982), essa unidade se situa em níveis altimétricos de 500 m a 600 m, denominando-a de superfície elevada Carris. Tal superfície é descrita por Ab'Sáber (1969) como superfície Cariris Velhos, situada em altitudes de 450 a 570 metros (XAVIER et al., 2016).

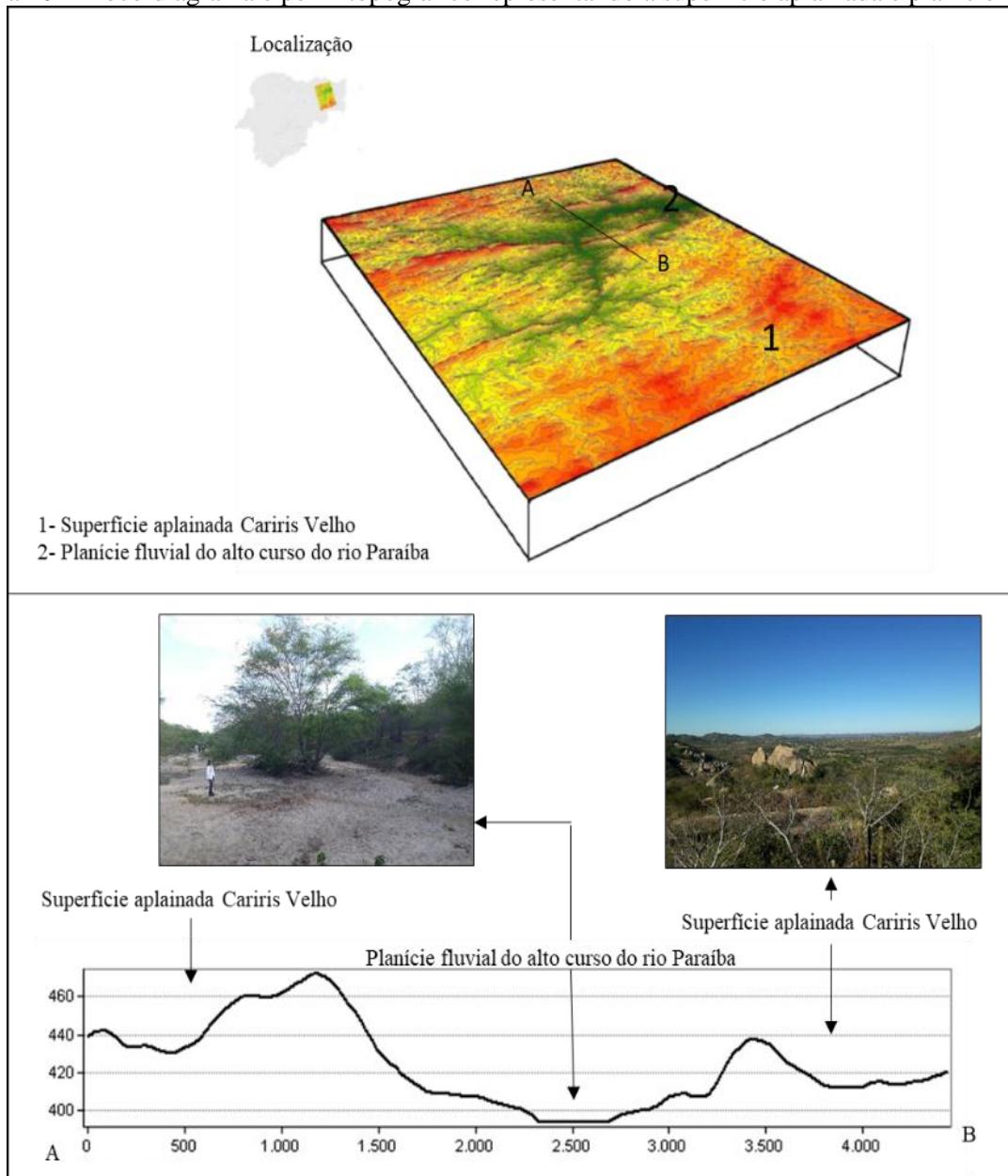
Seguindo o modelo de pediplanação, Mabessone e Castro (1975) distinguiram quatro fases de aplainamento no nordeste oriental brasileiro, estando a superfície Cariris Velhos ligada a segunda fase, desenvolvida devido a um movimento epirogênico lento, ocorrido entre o Albiano e Oligoceno, denominado de superfície sul-americana (RIBEIRO; MARÇAL; CORREA, 2010).

Esse modelado, na área de estudo, corresponde a uma área de 5.415,9 km², ou seja, 87% da bacia do alto curso do rio Paraíba. Ocorre principalmente sobre rochas metamórficas antigas como ortognaisses granodiorito-granito do Arqueano/Paleoproterozoico, rochas paleoproterozóicas do Complexo Sertânia, paleo/mesoproterozóicas do Complexo Sumé e mesoproterozóica do Complexo Vertentes (ALCANTARA et al., 2016).

Apresenta altitudes inferiores a 700 m e declividade de 3% a 20%, solos do tipo Luvisolos Crônicos recobertos por caatinga arbustiva-subarbustiva, em alguns setores apresentam caatinga de porte arbóreo. Quanto ao uso, ocorre a prática da agricultura de subsistência e da pecuária extensiva. Vale salientar que é nesse ambiente que se situam os centros urbanos, destacando-se a cidade de Monteiro.

Na Figura 10 tem-se um bloco-diagrama e um perfil topográfico representando a Superfície aplainada, mostrando a diminuição da declividade em direção aos vales, onde ocorrem feições de planície fluvial. As áreas correspondentes a Superfície aplainada estão nas cores amarelo, laranja e vermelho (1) e as cores em tons de verde representam a planície fluvial (2).

Figura 10 - Bloco-diagrama e perfil topográfico representando a superfície aplainada e planície fluvial



Fonte: Elaborado a partir de dados TOPODATA-30m (INPE, 2008).

De acordo com o exposto, verifica-se que existe correlação entre o modelado, a litologia, os solos, e o uso e cobertura da terra. Através do Quadro 1, nota-se que os modelados esculpidos em rochas ígneas, geralmente apresentam elevadas altitudes e maiores

declividades, desenvolvendo solos do tipo Neossolos Litólicos, predominantemente recobertos por caatinga menos alterada, com prática limitada da pecuária.

Nos modelados de menor altitude e declividade, o substrato rochoso predominante corresponde a rochas metamórficas, com o predomínio de Luvissolos Crônicos, recobertos por caatinga em vários estratos, de caráter denso e aberta. Os usos são múltiplos, com a prática da agricultura de subsistência e pecuária extensiva. Nas áreas de depósitos aluvionares, o relevo é plano, os solos são do tipo Neossolos Flúvicos, com mata ciliar degradada.

Quadro 1: Síntese da taxonomia do relevo da bacia do alto curso do rio Paraíba

1º táxon	2º táxon	3º táxon	4º táxon	Área		Características		
				Km ²	%	Rocha	Solos	Uso e cobertura
Planalto da Borborema	Maciços remobilizados da Zona Transversal	Maciços elevados	Maciços elevados com topos ondulados formando áreas subúmidas	199	3,1	Ígnea e metamórfica	Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelho-Amarelo	Agricultura e pecuária/caatinga árborea e mata úmida
			Maciços elevados com topos ondulados	144,1	2,3	Ígneas	Neossolos Litólicos	Pecuária/caatinga
		Maciços com moderadas elevações	Maciços com moderadas elevações e topos suave-ondulados	106,5	1,7	Ígneas e Metamórficas	Neossolos Litólicos	Agricultura e pecuária
			Cristas simétricas	49,3	0,8	Ígnea Metamórfica	Neossolos Litólicos	Pecuária
			Cristas assimétricas	21,4	0,3	Ígnea	Neossolos Litólicos	Pecuária
	Depressão Intraplanáltica paraibana	Inselbergs	113,6	1,8	Ígneas e metamórficas	Neossolos Litólicos	Pecuária	
		Superfície aplainada	Superfície aplainada Cariris Velhos	5.415, 9	87,0	Metamórfica e Ígnea	Luvissolos Crônicos e Neossolo Litólicos	Agricultura e pecuária/
	Planicie fluvial	Planície fluvial da bacia do alto curso do rio Paraíba	175,2	3,0	Depósitos aluvionares	Neossolos Fluvicos	Agricultura e pecuária/mata ciliar degradada	
Total				6.225	100			

Fonte: Baseado no IBGE (2009), Corrêa et al. (2010), Xavier et al. (2016) e Furtado et al. (2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Notou-se que cada modelado apresenta propriedades que lhes são particulares. Os modelados que apresentam altas altitudes e declividades estão relacionadas com as rochas ígneas, em sua maioria, mas também existindo em condições de rochas metamórficas. Há o predomínio de Neossolos Litólicos, com caatinga arbustiva a arbórea, com uso voltado para a pecuária. Já nos modelados que ocorrem em menores altitudes e declividades, predominam as rochas metamórficas, com Luvissolos e caatinga em diferentes extratos, e com distintos tipos de uso e cobertura da terra.

A metodologia adotada mostrou-se adequada para organização e hierarquização do relevo, no entanto, os critérios e parâmetros relacionados com a distinção dos modelados no nível do 4º táxon, precisam ainda de um melhor ajuste, que proporcionem maior clareza na diferenciação das formas de relevo.

Contudo, conclui-se que o objetivo do trabalho foi alcançado, ou seja, realizou-se uma classificação geomorfológica para a bacia do alto curso do rio Paraíba, para a qual optou-se pela proposta do IBGE (2009). Embora outras classificações já tenham sido elaboradas por outros autores, utilizados como base, a classificação aqui proposta debruçou-se um pouco mais sobre as especificidades de cada modelado, de acordo com as características geológicas, pedológicas e de uso e cobertura da terra.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, através de bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do nordeste brasileiro. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 19, p. 1-38, 1969.
- ALCANTARA, V. C. et al. Evolução geológica do estado da Paraíba. In: TORRES, F. S. M. (Org.). **Geodiversidade do estado da Paraíba**. Recife: CPRM, 2016. Cap. 2. p. 36-48.
- ALVES, T. L. B.; AZEVEDO, P. V. de; CÂNDIDO, G. A. Socioeconomic indicators and desertification in the upper course of the Paraíba river watershed. **Ambiente & Sociedade**, [s.l.], v. 20, n. 2, p.19-38, jun. 2017.

BÉTARD, F.; PEULVAST, J.; CLAUDINO-SALES, V. Caracterização morfopedológica de uma serra úmida no semiárido do nordeste brasileiro: o caso do maciço de Baturité-CE. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, v. 6, n. 12, p.107-126, 2007.

BALLÉN, L. A. C.; SOUZA, B. I. de; LIMA, E. R. V. de. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal na área de proteção ambiental do cariri, Paraíba, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 36, n. 3, p.555-571, 9 dez. 2016.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2003.

CARVALHO, M. G. R. F. de. **Estado da Paraíba**: classificação geomorfológica. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 1982.

CLAUDINO-SALES, V. **Megageomorfologia do estado do Ceará**: história da paisagem geomorfológica. [s.i]: Novas Edições Acadêmicas, 2016.

CORRÊA, A. C. B. et al. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, [s.l.], v. 31, n. 1-2, p.35-52, 2010.

FURTADO, A. V. B. D.; SOUZA, J. O. P. de. Mapeamento geomorfológico para a bacia do Alto Curso do Rio Paraíba de acordo com as normas do Manual Geomorfológico do IBGE. **REGNE**, Caicó, v. 2, n. especial, p.83-91, out. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 188 p. (Manuais técnicos em geociências).

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Topodata**: banco de dados geomorfométricos do Brasil. Variáveis geomorfométricas locais. São José dos Campos, 2008.

LIMA, K. C.; CUNHA, C. M. L. da; PEREZ FILHO, A. Dificuldades e possibilidades da cartografia geomorfológica no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 65, n. 6, p.1063-1073, nov. 2013.

MABESOONE, J. M.; CASTRO, C. de. Desenvolvimento geomorfológico do Nordeste Brasileiro. **Boletim do Núcleo Nordestino da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 3, p. 5-35, 1975.

MAIA, R. P. et al. **Paisagens graníticas do Nordeste**. Fortaleza: Edições da UFC, 2018.

BEZERRA, F. H. B. **R. Tópicos em geomorfologia estrutural**: Nordeste brasileiro. Fortaleza: Edições da UFC, 2014.

BEZERRA, F. H. B. R.; CLAUDINO-SALES, V. Geomorfologia do Nordeste: concepções clássicas e atuais acerca das superfícies de aplanaamento nordestinas. **Revista de Geografia**, Recife, v. especial VIII SINAGEO, n. 1, p.6-19, set. 2010.

RIBEIRO, S. C.; MARÇAL, M. S.; CORRÊA, A. C. B. Geomorfologia de áreas semiáridas: Uma contribuição ao estudo dos sertões nordestinos. **Revista de Geografia**, Recife, v. 27, n. 1, p.120-137, jan. 2010.

RODRIGUES, W. F. **Evolução geomorfológica do inselberg pedra da andorinha, Taperuaba, Sobral, Brasil.** 2018. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Centro de Ciências/programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

SANTOS, E. J. dos; FERREIRA, C. A.; SILVA JUNIOR, J. M. F. da (Org.). **Geologia e recursos minerais do estado da Paraíba.** Recife: CPRM, 2002.

SEABRA, Giovanni. **Paraíba.** João Pessoa: Editora da UFPB, 2014.

SOUZA, I. B. de. **Cariri Paraibano:** do silencio do lugar a desertificação. 2008. 198 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SILVA, M. B. R.; AZEVEDO, P. V. de; ALVES, T. L. B. Análise da degradação ambiental no alto curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 34, n. 1, p.35-53, 5 abr. 2014.

XAVIER, R. A. et al. Mapeamento Geomorfológico da bacia do rio Paraíba (PB) utilizando classificação baseada em objetos. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 10, n. 23, p.139-152, maio/ago. 2016.

UMA ANÁLISE COMPARATIVA DAS EXPERIÊNCIAS DE GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS NOS ESTADOS DO CEARÁ E PARÁ COM BASE NAS METAS DO PROGESTÃO

Carlos Alexandre Leão **BORDALO**

Universidade Federal do Pará

E-mail: carlosbordalo@oi.com.br

Edson Vicente da **SILVA**

Universidade Federal do Ceará

E-mail: cacauceara@gmail.com

Francisco Emerson Vale **COSTA**

Universidade do Estado do Pará

E-mail: emersonvale@yahoo.com.br

*Recebido
Dezembro de 2019*

*Aceito
Junho de 2020*

*Publicado
Julho 2020*

RESUMO: O Pacto Nacional pela Gestão das Águas – PROGESTÃO (Resolução nº 379/13 da Agência Nacional de Águas - ANA), propõe investigar e comparar a implantação, consolidação e o funcionamento dos níveis institucionais de composição do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SINGREH, concebido para implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e coordenar a gestão no país, de forma integrada e harmônica segundo os objetivos dispostos no Art. 32 da Lei Federal nº 9.433/97. O presente artigo tem como objetivos analisar e comparar os modelos de gestão/gerenciamento dos recursos hídricos nos estados do Ceará e Pará, com base nas metas e tipologias de gestão do PROGESTÃO. Mostrando que no estado do Pará, mesmo com a tipologia de gestão “B”, as ações político-institucionais voltadas ao Gerenciamento dos Recursos Hídricos, ainda são recentes, mesmo tendo completado seus 18 anos da Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual nº 6.381/2001), a implantação e consolidação dos objetivos, premissas e metas do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, ainda não se consolidaram, visto que a pouca atuação do CERH e recente criação em setembro de 2019 do primeiro Comitê de Bacia Hidrográfica no estado, são provas desse atraso na consolidação da gestão/governança das águas. Já as experiências de gestão/gerenciamento das águas e do planejamento em bacias hidrográficas no Ceará, iniciaram desde 1992 (Lei Estadual nº

11.996/1992) e alterada pela Lei nº 14.844/2010, já se encontram mais consolidadas mesmo com a tipologia de gestão “D”. Com o destaque para a implantação dos Instrumentos de Gerenciamento dos Recursos Hídricos - IGRH, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH, os Planos de Bacias Hidrográficas e dos Comitês de Bacias Hidrográficas – CBH. Servindo de experiência a nível nacional aos demais estados brasileiros, como o Pará, que ainda possuem os seus IGRH pouco consolidados.

Palavras-chave: Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Progestão. Gestão de Bacia Hidrográfica.

A COMPARATIVE ANALYSIS OF WATER RESOURCE MANAGEMENT EXPERIENCES IN THE STATES OF CEARÁ AND PARÁ BASED ON THE GOALS OF THE PROGESTION

ABSTRACT: The National Pact for Water Management - PROGESTION (Resolution nº 379/13 of the National Water Agency - ANA) proposes to investigate and compare the implementation, consolidation and the functioning of the institutional levels of composition of the National Water System. Water Resources Management – SINGREH, designed to implement the National Water Resources Policy and coordinate management in the country, an integrated and harmonious way according to the objectives set forth in Article 32º of Federal Law nº 9.433/97. This article aims to analyze and compare the models of management/management of water resources in the states of Ceará and Pará, based on the goals and typologies of management of PROGESTION. Showing that in the state of Pará, even with the “B” management typology, political-institutional actions related to Water Resources Management are still recent, even though they have completed their 18 years of State Water Resources Policy (State Law nº 6.381/2001), the implementation and consolidation of the objectives, premises and goals of the State Water Resources Management System, have not yet been consolidated, since CERH's lack of action and the absence of CBHs in the state are evidence of this delay in the consolidation of water management/governance. On the other hand, the experiences of management/water management and the planning in watersheds in Ceará, began since 1992 (State Law nº 11.996/1992) and amended by Law nº. 14.844/2010, are now more consolidated even with the “D” management typology. With emphasis on the implementation of the Water Resources Management Instruments (IGRH), the State Councils for Water Resources (CERH), the Hydrographic Basin Plans and the Hydrographic Basin Committees (CBH). Serving national experience to other Brazilian states, such as Pará, which still have their IGRHs not consolidated.

Key Word: Management of Water Resources. Progestion. Management of Hydrographic Basin.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS EXPERIENCIAS DE GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN LOS ESTADOS DE CEARÁ Y PARÁ BASADOS EN LOS OBJETIVOS DE LA PROGESTIÓN

RESUMEN: El Pacto Nacional por la Gestión de las aguas - PROGESTÃO (Resolución nº 379/13 de la Agencia Nacional del Agua - ANA), se propone investigar y comparar la implantación, consolidación y el funcionamiento de los niveles institucionales de composición del Sistema Nacional de composición Gestión de los Recursos Hídricos –

SINGREH, concebido para implementar la Política Nacional de Recursos Hídricos y coordinar la gestión en el país, de forma integrada y armónica según los objetivos dispuestos en el Art. 32º de la Ley Federal nº 9.433/97. Este artículo tiene como objetivo analizar y comparar los modelos de gestión de recursos hídricos en los estados de Ceará y Pará, en función de los objetivos y tipologías de gestión de PROGESTÃO. Mostrando eso en el estado de Pará, incluso con la tipología de gestión "B", las acciones político-institucionales dirigidas a la Gestión de los Recursos Hídricos, aún son recientes, aun habiendo completado sus 18 años de la Política Estatal de Recursos Hídricos (Ley Estatal nº 6.381/2001), la implantación y consolidación de los objetivos, premisas y premios, las metas del Sistema Estatal de Gestión de los Recursos Hídricos, aún no se consolidaron, ya que la poca actuación del CERH y la ausencia de CBHs en el estado, son pruebas de ese retraso en la consolidación de la gestión/gobernanza de las aguas. Las experiencias de gestión/gestión de las aguas y de la planificación en cuencas hidrográficas en Ceará, comenzaron desde 1992 (Ley Estatal nº 11.996/1992) y enmendada por la Ley nº 14.844/2010, ahora están más consolidadas incluso con la tipología de gestión "D". Con el destaque para la implantación de los instrumentos de gestión de los recursos hídricos - IGRH, de los Consejos Estaduales de Recursos Hídricos - CERH, los Planes de Cuencas Hidrográficas y de los Comités de Cuencas Hidrográficas - CBH. Sirviendo de experiencia a nivel nacional a los demás estados brasileños, como el Pará, que aún poseen sus IGRH poco consolidados.

Palabras clave: Gestión de los Recursos Hídricos. Progestión. Gestión de Cuenca Hidrográfica.

INTRODUÇÃO

O presente artigo tem como objetivos analisar e comparar os modelos de gestão/gerenciamento dos recursos hídricos nos estados do Ceará e Pará, com base nas metas do Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas - PROGESTÃO, Resolução nº 379/13 da Agência Nacional de Águas - ANA (BRASIL, 2013). Desse modo, investigando e comparando o nível de implantação e consolidação dos objetivos e o funcionamento dos níveis institucionais de composição dos Sistemas Estaduais de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SEGREH, com base nos Artigos 32 e 33 da Lei Federal nº 9.433/97.

Nele são apresentados os resultados de uma pesquisa bibliográfica e documental, feita com base aos resultados parciais dos estudos realizados junto à ANA, a Diretoria de Recursos Hídricos da Secretaria de Estado e Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS) no estado do Pará, e a Secretaria de Recursos Hídricos, Superintendência de Obras Hidráulicas e da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, no estado do Ceará, para subsidiar as ações de planejamento e gerenciamento dos seus recursos hídricos.

No estado do Pará as ações político-institucionais voltadas ao Gerenciamento dos Recursos Hídricos, ainda são recentes, visto que mesmo tendo completado seus 18 anos da

Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual nº 6.381) criada em julho de 2001, a implantação e consolidação dos objetivos, premissas e metas do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos ainda não se consolidaram, visto que a pouca atuação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) (PARÁ, 2001). E, ainda, a recente criação, em setembro de 2019, do primeiro Comitê de Bacia Hidrográfica são provas desse atraso na consolidação da gestão/governança das águas.

As experiências de gestão/gerenciamento das águas e do planejamento em bacias hidrográficas no Ceará, uma vez analisadas e comparadas, servirão de laboratório para os gestores, usuários, sociedade civil e a própria academia no estado do Pará. Com o destaque para a implantação dos Instrumentos de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (IGRH), dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERH), os Planos de Bacias Hidrográficas e dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH).

Uma vez que essas experiências de GRH no Ceará, já se encontram implantadas desde 1992 e na fase de expansão e consolidação, situação que permite servir de experiência a nível nacional aos demais estados brasileiros, como o Pará, que ainda possuem os seus GRH pouco consolidados.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta etapa da pesquisa, a metodologia foi organizada a partir da seguinte forma:

- Levantamentos bibliográfico e documental sobre os temas: Gerenciamento de Recursos Hídricos (GRH), Gestão e Planejamento de Bacias Hidrográficas e Comitês de Bacias Hidrográficas;
- Levantamento de dados secundários, estatísticos e cartográficos junto aos órgãos federais e estaduais responsáveis pelo SNGERH como: SRHU/MMA, CNRH, ANA, SEMAS/PA, CERH/PA, SRH/CE, COGERH/CE, CONERH/CE e os CBH no Ceará;
- Análise do material bibliográfico e documental sobre os temas: Gerenciamento de Recursos Hídricos, Gestão e Planejamento de Bacias Hidrográficas e Comitês de Bacias;
- Análise dos dados primários e secundários sobre os temas: Gerenciamento de Recursos Hídricos, Gestão e Planejamento de Bacias Hidrográficas e Comitês de Bacias Hidrográficas, junto aos gestores/representantes dos órgãos responsáveis.

As análises das ações de GRH estão sendo feitas a partir dos quatro níveis (ver Figura 01) de classificação (tipologias) apresentados no Programa de Consolidação do Pacto

Nacional pela Gestão das Águas (PROGESTÃO), os quais procuram refletir a complexidade exigida no processo de gestão das águas, bem como a estrutura institucional necessária para enfrentar os desafios existentes em cada estado (ANA, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (PROGESTÃO)

Em dezembro de 2011, a ANA e dirigentes dos órgãos gestores de recursos hídricos dos estados e do Distrito Federal firmaram o Pacto Nacional pela Gestão das Águas, um termo de compromisso que visa a fortalecer os Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos com vistas a intensificar o processo de articulação e ampliar os laços de cooperação institucional no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (ANA, 2016).

Segundo a ANA (2016), o principal objetivo do Pacto é a construção de compromissos entre os entes federados, visando à superação de desafios comuns e à promoção do uso múltiplo e sustentável dos recursos hídricos. Esse objetivo maior desdobra-se em outros dois mais específicos, quais sejam:

- Promover a efetiva articulação entre os processos de gestão das águas e de regulação dos seus usos, conduzidos nas esferas nacional e estadual; e
- Fortalecer o modelo brasileiro de gestão das águas, integrado, descentralizado e participativo.

O PROGESTÃO, foi criado pela ANA através da Resolução nº 379/2013, visando promover a efetiva articulação entre os processos de gestão das águas e de regulação dos seus usos, conduzidos nas esferas nacional e estadual e fortalecer o modelo de governança das águas, integrado, descentralizado e participativo. (BRASIL, 2013).

Segundo esta Resolução, em seu Art. 1º o PROGESTÃO será desenvolvido pela ANA em apoio aos Sistemas Estaduais de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SEGRH), que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGRH). Por sua vez, a ANA, em seu Art. 2º, aportará recursos orçamentários na forma de pagamento pelo alcance das metas acordadas entre a Agência, os Estados e o Distrito Federal, incluindo:

- I – metas de desenvolvimento e fortalecimento institucional das entidades estaduais componentes do SINGRH, criado pela Lei Federal nº 9344/97;
- II - metas de implementação dos instrumentos e das ferramentas de apoio ao gerenciamento dos recursos hídricos.

Segundo Libânio (2015), o Pacto Nacional pela Gestão das Águas é essencialmente uma iniciativa de cooperação federativa que visa o alcance de dois grandes objetivos correlatos: o fortalecimento dos Sistemas Estaduais de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SEGREHs) e a maior articulação de suas ações com a esfera federal no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH).

A participação no PROGESTÃO é aberta ao Distrito Federal e a todos os estados interessados em corroborar para o alcance dos objetivos do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (Art. 5º). Essa adesão será voluntária e formalizada com a edição de um decreto específico, indicando a entidade estadual responsável, pela coordenação da implementação do Pacto em âmbito estadual.

Para Libânio (2015), na estratégia de operacionalização do Progestão, cabem aos CERHs a definição e aprovação das metas de estruturação e de aprimoramento dos SEGREHs a partir de propostas encaminhadas pelos respectivos órgãos gestores estaduais.

São, também, prerrogativas dos conselheiros o estabelecimento dos patamares mínimos de governança a serem observados em função da complexidade de gestão (tipologias de gestão) e a definição de todos demais elementos norteadores do processo de certificação das metas contratuais (variáveis de gestão e níveis de exigência).

As metas do PROGESTÃO foram divididas em metas de cooperação federativa, definidas pela ANA com base em normativos legais ou de compartilhamento de informações e metas de gerenciamento de recursos hídricos em âmbito estadual, selecionadas pelos órgãos gestores e aprovadas pelos respectivos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERHs), a partir da tipologia de gestão escolhida pelo estado.

Segundo a ANA (2016), uma vez decretada à adesão ao Programa e selecionada a tipologia de gestão do estado, com posterior aprovação pelo CERH do Quadro de Metas, a entidade Estadual deverá enviar à ANA, por meio de ofício dirigido ao seu Diretor Presidente, o respectivo ato normativo que conste a manifestação favorável quanto ao regulamento do Programa, juntamente com o Quadro de Metas e a documentação exigida para a celebração do Contrato Progestão, quais sejam:

- (i) Cópia da publicação no Diário Oficial do Estado (DOE) do Decreto de Adesão ao Progestão;
- (ii) Ato legal de criação da Entidade Estadual, bem como o regimento interno e os atos de eleição, designação ou nomeação do seu representante legal;
- (iii) Identificação do dirigente da Entidade Estadual, contendo cópia do Registro Geral (RG), CPF, publicação oficial do termo de posse no cargo e comprovante de endereço residencial;

- (iv) Ato Normativo do CERH aprovando o Quadro de Metas ou Declaração de Aprovação das Metas devidamente assinada pelo Presidente do CERH;
- (v) Declaração da abertura de conta específica para o Progestão.

As análises das ações de GRH serão feitas a partir dos quatro níveis de classificação (tipologias) apresentados no PROGESTÃO, os quais procuram refletir a complexidade exigida no processo de gestão das águas, bem como a estrutura institucional necessária para enfrentar os desafios existentes em cada estado, da seguinte maneira (ANA, 2016) conforme esta apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Referências para definição da tipologia de gestão.

Tipologia de Gestão	Avaliação quanto à complexidade do processo de gestão	
	Grau	Condições futuras
Tipo A	Baixa	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Balanço quali-quantitativo satisfatório em quase a totalidade do território; ✓ Criticidade quali-quantitativa inexpressiva; ✓ Usos pontuais e dispersos; ✓ Baixa incidência de conflitos pelo uso da água.
Tipo B	Média	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Balanço quali-quantitativo satisfatório na maioria das bacias hidrográficas; ✓ Usos concentrados em algumas poucas bacias hidrográficas com criticidade quali-quantitativa (áreas críticas); ✓ Incidência de conflitos pelo uso da água somente em áreas críticas.
Tipo C	Alta	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Balanço quali-quantitativo crítico (criticidade qualitativa ou quantitativa) em algumas bacias hidrográficas; ✓ Usos concentrados em algumas poucas bacias hidrográficas com criticidade quali-quantitativa (áreas críticas); ✓ Conflitos pelo uso da água com maior intensidade e abrangência, mas ainda restritos às áreas críticas.
Tipo D	Muito Alta	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Balanço quali-quantitativo crítico (criticidade qualitativa ou quantitativa) em diversas bacias hidrográficas; ✓ Usos concentrados em diversas bacias hidrográficas com criticidade quali-quantitativa (áreas críticas); ✓ Conflitos pelo uso da água generalizado e com maior complexidade, não restritos às áreas críticas.

Fonte: ANA, 2016.

Uma vez definida essa tipologia, deverão ser assumidos compromissos e, por conseguinte, estipuladas metas de desenvolvimento institucional que permitam alcançar as condições de sucesso correspondentes. Em função da tipologia selecionada, tem-se um maior ou menor nível de exigência para alcance das metas de gerenciamento de recursos hídricos pactuadas no âmbito estadual, sendo que esta apresenta ainda uma dimensão temporal, uma vez que a exigência por grupo de variáveis de gestão é ampliada ao longo do processo de certificação (ANA, 2016).

A análise comparativa dos Sistemas de Gerenciamento de Recursos Hídricos nos estados do Ceará e Pará

O Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGRH), foi concebido para implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e coordenar a gestão no país, deve funcionar de forma integrada e harmônica. Sendo que os objetivos dispostos no Art. 32, da Lei Federal nº 9.433/97 (BRASIL, 1997) em estudo são os seguintes: coordenar a gestão integrada das águas, arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos; implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos; planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos e promover a cobrança pelo uso desses recursos. Prevê ainda a implantação em todos os estados brasileiros dos seus Sistemas Estaduais de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, com os seus respectivos Instrumentos de Gerenciamento (IGRH).

Adotando assim um modelo “sistêmico” de governança, consagrado pela “Constituição Cidadã” de 1988 e pela edição da Política Nacional de Recursos Hídricos Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e pelas políticas estaduais correlatas, está erguido sobre 3 grandes pilares: gestão descentralizada, participativa e integrada dos recursos hídricos (ANA, 2013).

Essa proposta de implementação de um modelo de gestão das águas no país, baseado numa estrutura mais republicana e democrática instituída pela Constituição Federal de 1988. Deverá substituir totalmente o modelo anterior criado na década de 1930, com o Código das Águas de 1934, sustentado numa estrutura muito centralizada, hierarquizada, burocrática e pouco democrática, com a participação de estados e municípios organizados nos CERH e CBH. (BRASIL, 1988).

A estrutura do SINGRH prevê a implantação dos (Figura 2):

a) Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

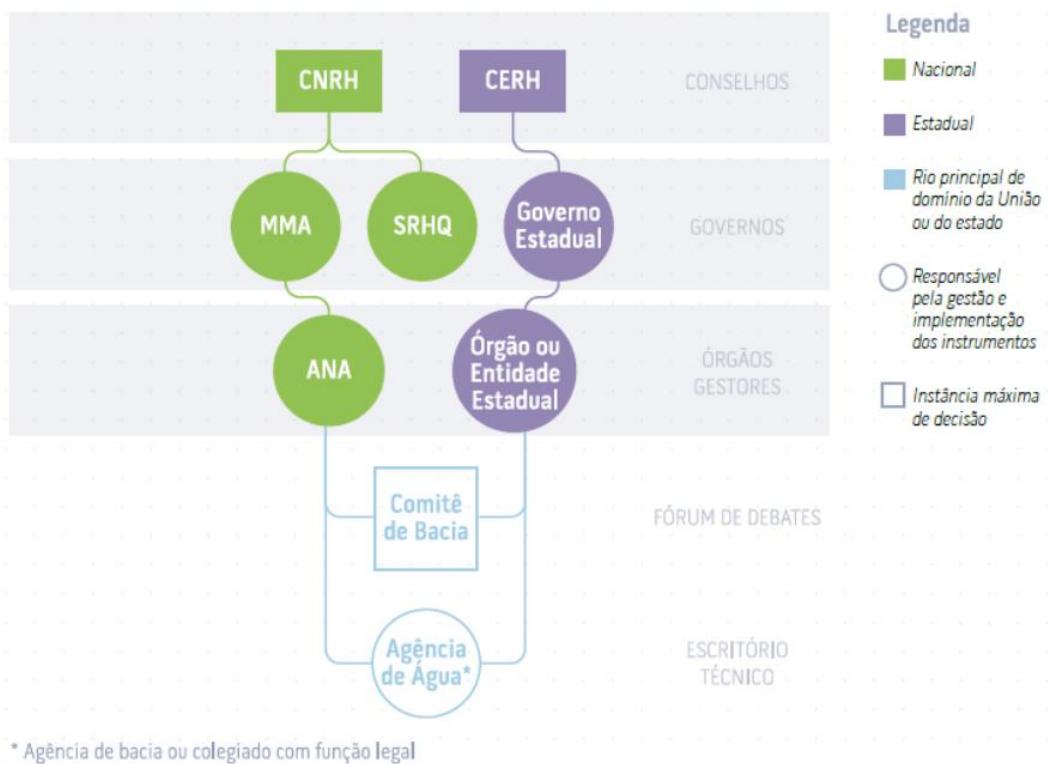
O CNRH integra o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) como órgão colegiado de caráter consultivo e deliberativo da estrutura regimental do Ministério do Meio Ambiente (MMA), criado pela Lei nº 9.433/1997, teve sua regulamentação e instalação no ano seguinte, com o Decreto Federal nº 2.612, de 6 de junho de 1998. (BRASIL, 1998).

b) Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU/MMA).

A Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU), criada pelo Decreto nº 6.101, de 26 de abril de 2007, é integrante da estrutura do Ministério do Meio Ambiente, atuando como secretaria executiva do CNRH. Esta Secretaria possui como principais

atribuições propor a formulação da Política Nacional dos Recursos Hídricos, bem como acompanhar e monitorar sua implementação nos termos da Lei nº 9.433/1997 e da Lei nº 9.984/2000, está constituída de três departamentos: de Recursos Hídricos, de Revitalização de Bacias Hidrográficas e de Ambiente Urbano. (BRASIL, 2000).

Figura 2 - Matriz institucional dos integrantes do SINGRH



Fonte: ANA, 2018.

c) Agência Nacional de Águas (ANA).

A Agência Nacional de Águas é o órgão operacional do Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Foi criado pela Lei nº 9.984/2000 e regulamentada pelo Decreto nº 3.692/2000. O Art. 4º define que a atuação da ANA, que obedecerá aos fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e será desenvolvida em articulação com órgãos e entidades públicas e privadas integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, cabendo-lhe: elaborar estudos técnicos para subsidiar a definição, pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica, na forma do inciso VI do Art. 38 da Lei nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997).

De acordo com o projeto Água Brasil (2003), a promulgação da Lei Nacional de Águas e a criação da ANA representaram passos importantes para o aprimoramento do gerenciamento de recursos hídricos. A existência de uma agência com quadros capacitados e a flexibilidade administrativa necessária constitui elemento fundamental para o sucesso de um sistema adequado de gerenciamento de recursos hídricos.

d) Os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e os Órgãos Gestores Estaduais.

Em relação aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERH) ressalta que atualmente existem em número de 26, são equivalentes em atribuições ao CNRH, mas sem sobreposições, e exercem funções de caráter normativo e deliberativo; sendo, nas esferas estaduais, as instâncias máximas dos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos (ANA, 2013).

e) Os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs).

A grande inovação do modelo de gestão adotado pela Lei nº 9.433/97 foi à criação na base institucional do sistema, de novos organismos, tais quais os Comitês de Bacia Hidrográfica, com área de abrangência territorial diversa da divisão político-administrativa do País. Os Comitês de Bacia Hidrográfica - CBH, que são considerados os "Parlamentos das Águas" e têm como objetivo a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos, por meio da implementação dos instrumentos técnicos de gestão, da negociação de conflitos e da promoção dos usos múltiplos da água na bacia hidrográfica (BRASIL, 1997).

f) Agências de Bacia.

As Agências de Água ou de Bacia Hidrográfica são entidades técnicas e executivas que atuam em apoio à secretaria-executiva dos Comitês de Bacia Hidrográfica e deverão aportar todos os subsídios técnicos à discussão sobre o planejamento e a gestão dos usos da água nas bacias hidrográficas onde atuam. Essas atribuições estão previstas nos Artigos 41 e 44 da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/97, (BRASIL, 1997).

A criação das Agências de Água é autorizada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, mediante solicitação de um ou mais comitês de bacia hidrográfica. Essa criação condiciona-se, assim, à prévia existência dos respectivos comitês e à viabilidade financeira assegurada pela cobrança do uso de recursos hídricos em sua área de atuação. A Lei nº 10.881/2004 possibilita que funções de Agências de Água sejam exercidas por "entidades delegatárias". Estas devem ser organizações civis sem fins lucrativos que, caso indicadas pelos comitês serão qualificadas pelo CNRH para o exercício das atribuições legais de uma Agência de Água (BRASIL, 2004).

O estado do Ceará é um dos pioneiros no desenvolvimento de ações político-institucionais, voltadas a Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil. Tendo iniciadas ainda no final dos anos de 1980, através da criação em 1987 da Secretaria de Recursos Hídricos, a Superintendência de Obras Hidráulicas e posteriormente a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. Mas foi no início dos anos de 1990, que essas ações foram legalmente regulamentadas com a criação em 1992 da Política Estadual de Recursos Hídricos, Lei Estadual nº 11.996/1992 (CEARÁ, 1992) que instituiu o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos, cinco anos antes da criação da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Federal nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997).

Segundo Aquino (2019), a estruturação do setor público, a política de gerenciamento de recursos hídricos no Ceará tem como importante elemento institucional a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado (SRH), criada em 1987, juntamente com a Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA). Posteriormente, é instituída a Política Estadual de Recursos Hídricos do Ceará através da Lei nº 11.996/1992 que trata da Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos (SIGERH).

A importância desse modelo gerenciamento dos recursos hídricos no Ceará é destacada por Vasconcelos (2013) quando diz que com a melhoria institucional o estado, através da SRH priorizou a elaboração de um Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLANERH), concluído em 1991, que resultou na promulgação da Política Estadual dos Recursos Hídricos, através da Lei nº 11.996/1992. Essa Lei instituiu o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH) e define que o gerenciamento dos Recursos Hídricos no Ceará deve ser integrado, descentralizado e participativo. No ano seguinte a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH) foi criada através da Lei nº 12.217/1993, tendo como missão gerenciar os recursos hídricos de domínio do estado do Ceará e da União, por delegação, de forma integrada, descentralizada e participativa, incentivando o uso racional, social e sustentado da água, contribuindo para o desenvolvimento e uma melhor qualidade de vida da população.

Segundo a Lei Estadual nº 11.996/1992 (Cap. VIII, Art. 23), o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH) visa à coordenação e execução da Política Estadual de Recursos Hídricos, bem como a formulação, atualização e execução do Plano Estadual de Recursos Hídricos devendo atender aos princípios constantes do Art. 2º desta lei. Quanto a sua estrutura organizacional, em seu Art. 24, o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH) congregará instituições estaduais, federais e municipais intervenientes no Planejamento, Administração e Regulamentação dos Recursos Hídricos (Sistema de Gestão),

responsáveis pelas obras e serviços de oferta, utilização e preservação dos recursos hídricos (sistemas afins) e serviços de planejamento e coordenação geral, Incentivos econômicos e fiscais, ciência e tecnologia defesa civil e meio ambiente (sistemas correlatos), bem como aqueles representativos dos usuários de águas e da sociedade civil.

Teixeira (2004) explica que passado mais de dez anos desta lei, foi aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos e enviado à Assembleia Legislativa do Ceará, um projeto de uma nova lei de recursos hídricos que propiciará melhor compatibilização da legislação estadual de recursos hídricos com a Lei Federal nº 9.433/97 (BRASIL, 1997) e com a lei de criação da COGERH.

Benevides (2011) também explica que em 2004, passou a ser discutida a revisão desta lei, considerada desatualizada face às mudanças socioeconômicas e ambientais ocorridas no Estado, sendo que em 2009 foi criado um grupo de trabalho presidido pelos representantes da Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA), os dez comitês de bacia do estado, e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH), e encaminhadas as alterações sugeridas à Procuradoria Geral do Estado e uma vez aprovada na Assembleia Legislativa sendo promulgada a Lei nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010. Para esta lei, no seu Art. 39, o SIGERH, visa implementar a Política Estadual de Recursos Hídricos, bem como planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos.

Para essa mesma autora outra mudança verificada foi que não aparece menção ao Comitê Estadual de Recursos Hídricos (COMIRH) visto que foi atribuída a função de dar assessoria técnica ao CONERH (BENEVIDES, 2011).

Na nova lei de 2010, os órgãos que compõem o SIGERH com suas respectivas atribuições são os seguintes: o Conselho de Recursos Hídricos do Ceará (CONERH), que tem caráter deliberativo, por ser colegiado formado por representantes das instituições municipais, estaduais e federais de recursos hídricos, comitês de bacias, universidades, organizações de usuários, entidades da sociedade civil.

A Lei nº 14.844/10 destaca ainda que além da função deliberativa, há também a função normativa, de coordenação e fiscalização da política de águas e do funcionamento do SIGERH, para articular os princípios de planejamento. Ainda há a função normativa, que é responsável pela aprovação do plano estadual de recursos hídricos, por instituição de comitês de bacia e por formação de critérios para seu funcionamento por meio de critérios gerais a serem contemplados no seu regimento interno: arbitragem de conflitos, estabelecimento de critérios complementares para a aplicação dos instrumentos de gestão, como a outorga e a

cobrança pelo uso da água, e a destinação dos recursos definidos nos planejamentos, estabelecimento de diretrizes para o funcionamento do SIGERH, e implementação da política de águas, além de coordenar e fiscalizar seu cumprimento (BENEVIDES, 2011).

No estado do Ceará existem, atualmente, 12 Comitês de Bacias Hidrográficas: Curu (1997), Baixo Jaguaribe (1999), Médio Jaguaribe (1999), Banabuiú (2002), Alto Jaguaribe (2002), Salgado (2002), Metropolitanas (2003), Acaraú (2004), Litoral (2006), Coreaú (2006), Serra da Ibiapaba (2013) e Sertão do Crateús (2013). Com destaque para o primeiro e mais antigo do estado e das Regiões Norte e Nordeste, o CBH da Bacia do Rio Curu, instalado em 17 de setembro de 1997.

A estrutura colegiada de cada um dos 12 Comitês de Bacias é composta por representantes de instituições governamentais e não governamentais, distribuídos em quatro setores, tendo a seguinte distribuição e percentual de participação: Usuários (30%); Sociedade Civil (30%); Poder Público Municipal (20%); Poder Público Estadual/Federal (20%). Onde a diretoria e membros assumem as funções consultivas e deliberativas, na área das bacias, sub-bacias ou regiões hidrográficas, mas estando vinculados ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH).

No estado do Pará, a Lei nº 6.381/2001, além de instituir a Política Estadual de Recursos Hídricos, também em seu Art. 41, criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH/PA) com os objetivos de: coordenar a gestão integrada dos recursos hídricos; arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos; implementar a Política Estadual de Recursos Hídricos; planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; promover a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Considerando o que está previsto na lei, o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, deveria apresentar uma articulação em cinco níveis institucionais distintos, com identidade e instrumentos próprios de atuação. Segundo o Art. 41, discriminados os cinco níveis do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos:

- a) Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/PA): órgão superior, colegiado deliberativo e normativo do Sistema;
- b) A Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS/PA): órgão gestor, coordenador e de planejamento do Sistema;
- c) Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH): são instâncias setoriais deliberativas e normativas da bacia hidrográfica;

- d) As Agências de Bacia Hidrográfica (AGB): constituem-se órgãos executivos e de apoio aos Comitês de Bacia Hidrográfica, têm personalidade jurídica própria, autonomia financeira e administrativa;
- e) Os órgãos dos Poderes Públicos estaduais e municipais (OPEM): são as associações municipais, os consórcios intermunicipais, as associações de usuários e as organizações civis, legalmente constituídas com atuação comprovada na área de recursos hídricos.

Segundo Costa (2017), o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/PA) foi criado pela Lei Estadual nº 6. 381/2001 e regulamentado pelo Decreto nº 276, de 02 de dezembro de 2011 que revoga o Decreto nº 2.070, de 20 de fevereiro de 2006 (PARÁ, 2011). O Art. 1º desse decreto estabelece o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Pará (CERH/PA) como órgão consultivo, deliberativo e normativo vinculado ao órgão Gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos. Conselho Estadual de Recursos Hídricos representa a instância superior do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

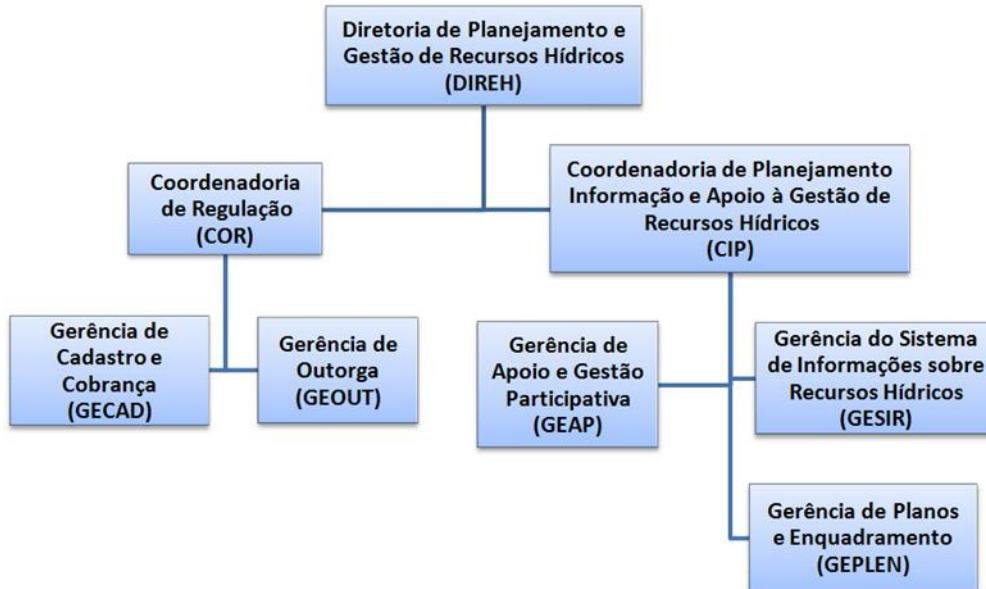
- f) Órgão Gestor: Estrutura e funcionamento administrativo da SEMAS.

A Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), criada pela Lei nº 5.457, de 11 de maio de 1988, com a denominação de Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTAM), e reorganizada pela Lei nº 7.026, de 30 de julho de 2007, tem por finalidade, planejar, organizar, coordenar, controlar e avaliar as ações a cargo do Estado, que visem a proteção, a defesa, a conservação e a melhoria do meio ambiente e dos recursos hídricos, promovendo a gestão descentralizada, democrática e eficiente, através da coordenação da execução das Políticas Estaduais do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos.

É importante destacar a Lei Estadual nº 8.096, de 1º Janeiro de 2015, reestruturou alguns órgãos da administração pública e a SEMAS, órgão gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos (PARÁ, 2015). Em relação à gestão dos recursos hídricos foi criada a Diretoria de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (DIREH), vinculada à Secretaria Adjunta de Gestão de Recursos Hídricos (SAGRH), que está diretamente subordinada a mais alta hierarquia da atual Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS).

A DIREH é composta atualmente por duas coordenações: Coordenadoria de Regulação (COR), que possui duas gerências: Gerência de Cadastro e Cobrança (GECAD) e Gerência de Outorga (GEOOUT); e a Coordenadoria de Planejamento e Apoio à Gestão de Recursos Hídricos (CIP), com três gerências: Gerência de Apoio e Gestão Participativa (GEAP), Gerência do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (GESIR) e Gerência de Planos e Enquadramento (GEPLEN) (Figura 3).

Figura 3 - Organograma do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH/PA)



Fonte: Pará. SEMAS/DIREH, 2019.

g) Agência de Bacia Hidrográfica

De acordo com o Art. 54 da Lei Estadual nº 6.381/2001, os Comitês de Bacias Hidrográficas, na qualidade de órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, deverão proceder à criação de suas respectivas Agências de Bacias, destinadas a lhes prestar apoio técnico e administrativo e exercer as funções de sua Secretaria Executiva.

A criação de Agência de Bacia Hidrográfica será autorizada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, mediante solicitação de um ou mais Comitês de Bacias Hidrográficas, ficando condicionada ao atendimento dos seguintes requisitos: I- prévia existência dos respectivos Comitês de Bacias Hidrográficas e II - viabilidade financeira assegurada pela cobrança do uso de recursos hídricos em sua área de atuação.

Essa Lei Estadual nº 6.381/2001 prevê que as Agências de Bacias Hidrográficas exerçam a função de Secretaria Executiva dos respectivos Comitês de Bacias Hidrográficas. Sendo importante destacar que no âmbito do estado do Pará, somente em 23 de novembro de 2018 foi aprovada a Resolução nº 16 do CERH que regulamentou a criação e o funcionamento dos comitês de bacias hidrográficas.

Mas a criação oficial do primeiro Comitê de Bacia Hidrográfica no Pará só ocorreu através do Decreto Estadual nº 288, de três de setembro de 2019. Onde no Art. 1º fica

instituído o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim (CBHRM), órgão colegiado, com atribuições normativas, deliberativas e consultivas, no âmbito de jurisdição da respectiva Bacia Hidrográfica.

A Avaliação dos Sistemas de Gerenciamento de Recursos Hídricos nos estados do Ceará e Pará, segundo as metas do PROGESTÃO.

Segundo a ANA (2016), a adesão ao PROGESTÃO é voluntária e aberta a todas as unidades da federação interessadas em colaborar para o alcance dos objetivos do Pacto Nacional pela Gestão das Águas. O processo tem início a partir da edição de Decreto específico do Governador do Estado ou do Distrito Federal, indicando a Entidade responsável pela coordenação da implementação do programa em âmbito estadual.

O Governo do estado do Ceará firmou o Decreto Estadual de Adesão ao Pacto, Decreto nº 31.387, de 10 de janeiro de 2014 (CEARÁ, 2014). Instituindo a entidade coordenadora do Progestão no estado a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH/CE) (Número do contrato: 075/ANA/2014). Já o Governo do estado do Pará firmou o Decreto Estadual de adesão (Decreto nº 886, de 31 de outubro de 2013), tendo como entidade coordenadora do Progestão no estado a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS) (Número do contrato: 045/ANA/2014).

Esses estados definiram junto a ANA um “Ciclo Progestão” para avaliação das metas de quatro anos (2014-2018) com o período de certificação em 2017. Recebendo o estado do Ceará a Tipologia de gestão D e o Pará a Tipologia de Gestão B.

Os estados seguem a metodologias do PROGESTÃO e definem a tipologia (A, B, C ou D) que melhor exprime a visão futura de gestão dos recursos hídricos. Com base no atendimento das várias metas estabelecidas como: o aperfeiçoamento da rede de monitoramento hidrometeorológico e de qualidade das águas, o funcionamento adequado da sala de situação/rede de alerta do estado, o compartilhamento dos dados de cadastro de usuários de recursos hídricos de domínio estadual, a emissão de outorga para uso dos recursos hídricos, a elaboração de estudos e planos de bacia, a capacitação de servidores e a implementação da cobrança pelo uso da água nas bacias hidrográficas.

Conforme ilustrado na Figura 4, verifica-se que para o conjunto das unidades da federação, predomina na Região Norte a tipologia “A”, mas o estado do Pará apresenta a Tipologia “B” por possuir: Balanço quali-quantitativo satisfatório na maioria das bacias hidrográficas; Usos concentrados em algumas poucas bacias hidrográficas com criticidade

quali-quantitativa (áreas críticas); Incidência de conflitos pelo uso da água somente em áreas críticas.

Figura 4 - Mapa das tipologias de gestão definidas pelos estados segundo o PROGESTÃO



Fonte: ANA, 2016.

Enquanto no Centro Oeste e Sul prevalece a tipologia “B”, onde os conflitos pelo uso da água estão presentes somente em áreas críticas. Na Região Nordeste coexistem as tipologias “B”, “C” e “D”, tendo o Ceará optado pela tipologia “D”, demonstrando o alto grau de complexidade na gestão dos recursos hídricos neste estado, devido a fatores como: Balanço quali-quantitativo crítico (criticidade qualitativa ou quantitativa) em diversas bacias hidrográficas; Usos concentrados em diversas bacias hidrográficas com criticidade quali-

quantitativa (áreas críticas); Conflitos pelo uso da água generalizado e com maior complexidade, não restritos às áreas críticas.

Já no Sudeste, a tipologia “D” é preponderante, comprovando a existência de conflitos e problemas generalizados de disponibilidade hídrica, principalmente qualitativa, com graus de urbanização e industrialização mais intensos. (ANA, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estado do Ceará mesmo estando na tipologia “D”, demonstrando o alto grau de complexidade na gestão dos recursos hídricos, o Gerenciamento dos Recursos Hídricos se encontra hoje muito mais consolidados, visto que a implantação do Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH), da Secretaria de Recursos Hídricos, da Superintendência de Obras Hidráulicas e da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, vem desde o início dos anos de 1990, através da Lei estadual nº 11.996/1992.

Mas no estado do Pará, mesmo que o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH/PA) foi criado há dezoito anos pela Lei nº 6.381/2001, que instituiu a PERH, as ações de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (GRH) ainda se encontram em consolidação, colocando em risco as ações previstas na tipologia “B” do PROGESTÃO.

Com base na metodologia dos níveis de classificação (tipologias) apresentada no Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (PROGESTÃO). Foram examinadas essas experiências com base nas suas complexidades exigidas no processo de gestão das águas, bem como a estrutura institucional necessária para enfrentar os desafios existentes em cada um dos estados analisados.

Observou-se a existência de grande diferença entre os Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGREHs) desses estados, com uma enorme dificuldade por parte do estado do Pará para consolidação de estruturas institucionais adequadas à gestão das águas sob sua jurisdição, mesmo com pouca incidência de conflitos hídricos.

Os modelos propostos de gestão/governança das águas nos estados do Ceará e Pará se identificam ao paradigma integrado-participativo, contudo ainda se encontram distantes de um cenário de fato integrado, participativo e democrático esperado, principalmente no estado do Pará.

BIBLIOGRAFIA

- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: Informe anual. ANA. Brasília, 2018.
- _____. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. Informes 2016. Brasília: ANA, 2016.
- _____. PROGESTÃO: Manual operativo. Brasília. ANA, 2016.
- _____. O PROGESTÃO no Ceará. Brasília. ANA, 2016.
- _____. O PROGESTÃO no Pará. Brasília. ANA, 2016.
- _____. Topologia hídrica: método de construção e modelagem da base hidrográfica para suporte à gestão de recursos hídricos. Gestão da Informação. Brasília, 2006.
- _____. Resolução nº 1485. Brasília, 2013.
- _____. Resolução nº 512. Brasília, 2013.
- _____. Resolução nº 379. Brasília, 2013.
- AQUINO, Sandra. Entre escassez, prioridades e negociações: a COGERH e os trajetos e destinos das águas que vêm do sertão para a metrópole. 2019. 269 f. Tese. (Doutorado em Sociologia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2019.
- BENEVIDES, Amanda. Comitê das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza (CBH-RMF): Trajetória e Desafios Para a Gestão Hídrica Participativa. 2011. 163 f. Dissertação de Mestrado em Geografia, da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2011.
- BORDALO, Carlos. Uma troca de experiência no Planejamento e o Gerenciamento dos Recursos Hídricos nos estados do Ceará e Pará. IN: Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Geografia Física e as Mudanças Globais. UFC. Fortaleza, 2019.
- BORDALO, Carlos. COSTA, Francisco. Uma análise das primeiras experiências de gestão em bacias hidrográficas na Amazônia. IN: SILVA, Christian (org). Sociedade, espaço e políticas territoriais na Amazônia Paraense. GAPTA/UFPA. Belém, 2013. p 53 – 68.
- CEARÁ. Secretaria de Recursos Hídricos. Planos de ações estratégicas de recursos hídricos do Ceará. SRH. Fortaleza, 2018.
- _____. Lei N° 14.844, de 28 de Dezembro de 2010.
- COSTA, Francisco. Gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Caeté. Pará – Brasil. 2017. 308 f. Tese de Doutorado em Geografia – Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente.
- LIBÂNIO, Paulo. O Pacto Nacional pela Gestão das Águas e o Programa Progestão: concepção, desafios e perspectivas. IN: Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável. ABRH. Brasília, 2015.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Política de Recursos Hídricos do Estado do Pará. Lei nº 6.381 de 2001 e Legislação Complementar. SEMA. Belém, 2010. Preambulo da lei.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Resolução nº 004 do CERH de 2008.

TEIXERA, Francisco. Modelos de Gerenciamento de Recursos Hídricos: Análises e proposta de aperfeiçoamento do sistema do Ceará. Banco Mundial e Ministério de Integração Nacional 1^a edição. Brasília, 2004.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Nacional de Pós-Doutorado – PNPD (Edital 04/2018), do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará – UFC e a CAPES.

CRIATIVIDADE DAS PRÁTICAS COTIDIANAS DO TERRITÓRIO DA FESTA: A PRODUÇÃO DO DOCUMENTÁRIO “AFETOS DE REISADO”

Antonio Jarbas Barros de **MORAES**

Mestre em Geografia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA

E-mail: jarbasgeografia@hotmail.com

*Recebido
Abril de 2020*

*Aceito
Maio de 2020*

*Publicado
Julho 2020*

RESUMO: Este artigo trata de pesquisa sobre as festas de reis no distrito de Caraúbas, no município de Graça, no estado brasileiro do Ceará. O objetivo foi analisar as dinâmicas no que se referem a práticas cotidianas no território, ocasionadas pelas festas de reis. É uma discussão metodológica sobre as especificidades da filmagem e da montagem do filme das práticas cotidianas, da convivência com o grupo pesquisado, da imaginação a partir dos afetos, intimidades e contatos ou videografia, dentre outras atividades que convergem na preparação, na execução da festa. Nesse sentido, fez-se o documentário “Afetos de reisado” a partir de imagens reunidas nos anos de 2016 e 2017. A experiência de produção mostrou a criatividade cotidiana, corpos em movimento, ritos, trajes, tensões, convivências dentre outros, no que se referem ao território da festa.

Palavras-chave: Videografia. Afecções. Intimidades. Território.

CREATIVITY OF EVERYDAY PRACTICES IN THE TERRITORY OF THE PARTY: THE PRODUCTION OF THE DOCUMENTARY “AFFOS DE REISADO”

ABSTRACT: This article deals with research on the festivals of kings in the district of Caraúbas, in the municipality of Graça, in the Brazilian state of Ceará. The objective was to analyze the dynamics with regard to daily practices in the territory, caused by the feasts of kings. It is a methodological discussion about the specificities of filming and editing the film of everyday practices, of living with the researched group, of imagination based on affections, intimacies and contacts or videography, among other activities that converge in the preparation, in the execution of the party. In this sense, the documentary “Afetos de reisado” was made based on images collected in the years 2016 and 2017. The production experience showed everyday creativity, bodies in motion, rites, costumes, tensions, coexistence, among others, in what refer to the party territory.

Keywords: Videography. Affections. Intimacy. Territory.

CREATIVIDAD DE LAS PRÁCTICAS DIARIAS EN EL TERRITORIO DE LA FIESTA: LA PRODUCCIÓN DEL DOCUMENTAL "AFFOS DE REISADO"

RESUMEN: Este artículo aborda la investigación sobre los festivales de reyes en el distrito de Caraúbas, en el municipio de Graça, en el estado brasileño de Ceará. El objetivo era analizar la dinámica con respecto a las prácticas diarias en el territorio, causadas por las fiestas de los reyes. Es una discusión metodológica sobre las especificidades de filmar y editar la película de las prácticas cotidianas, de vivir con el grupo investigado, de la imaginación basada en afectos, intimidades y contactos o videografía, entre otras actividades que convergen en la preparación, en la ejecución de la fiesta. En este sentido, el documental "Afetos de reisado" se realizó a partir de imágenes recopiladas en los años 2016 y 2017. La experiencia de producción mostró creatividad cotidiana, cuerpos en movimiento, ritos, disfraces, tensiones, convivencia, entre otros, en qué referirse al territorio del partido.

Palabras clave: Videografía. Condiciones. Intimidad. Territorio

INTRODUÇÃO

O artigo apresenta reflexões sobre a videografia associada à produção compartilhada de fontes de pesquisa para reflexões acerca de uma festa de reis. É resultado da pesquisa de mestrado sobre festa de reis desenvolvida em 2016 e 2017, no distrito de Caraúbas, no município de Graça, no estado brasileiro do Ceará. O objetivo da pesquisa foi analisar as dinâmicas no que se referem a práticas cotidianas no território, ocasionadas pelas festas de reis. As diferentes linguagens para abordar o tema são: o texto, a fotografia e o filme, visando contribuir com interpretações diferentes sobre significados que compõem o território da festa. Particularmente, a produção do filme sobre as práticas cotidianas, a convivência com o grupo, dentre outras atividades criativas que se relacionam a experiências compartilhadas na preparação, na execução e na avaliação sobre a festa foram usadas como método, fonte e forma de comunicação da experiência de pesquisa, antes do texto.

Usando a linguagem audiovisual, fez-se o documentário “Afetos de reisado” que pode ser assistido na internet, na plataforma do YouTube, desenvolvido com apoio do Laboratório das Memórias e das Práticas Cotidianas-LABOME na Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Instituição de Educação Superior - IES localizada na cidade de Sobral, no Ceará. Tratam-se de experiências partilhadas no território dos interlocutores. São também sentidos e significados efetuados por afecções mútuas entre pesquisador e pesquisados que equivalem às

relações de envolvimento entre sujeito que pesquisa, que são pesquisados e o processo de criatividade para essa aproximação intima.

As festas de reis são ações coletivas, práticas e simbólicas que dinamizam e configuram os territórios, mas também são práticas individuais dinamizadas no cotidiano que diversificam e enriquecem a análise. As discussões a respeito das festas, na Geografia, são contribuição indispensáveis, que são possíveis graças ao uso de metodologias que permitem vivenciar tais práticas cotidianamente e, com isso, desenvolver uma compreensão de experiências pessoais com a festa de reis. E estas experiências cotidianas nos reisados que direcionaram a análise deste trabalho, discutindo, especialmente, a videografia.

A experiência intima de pesquisa, nesta perspectiva, é afecção. Para Favret-Saada (2005), ser afetado é vivenciar relações compartilhadas com o interlocutor que provocam no pesquisador algum tipo de aprendizado sobre o saber e fazer o mundo, via situações involuntárias do cotidiano. É também um exercício de produção de sentidos e significados na relação construída no trabalho de campo, portanto, despossuída de pretensões relacionadas à imparcialidade. A videografia, como método, favorece este movimento de afecção mútua entre pesquisador e pesquisado. Este método também produziu as fontes, assim como foi repercussão da pesquisa com o documentário citado. Este artigo discute conceitualmente esta experiência.

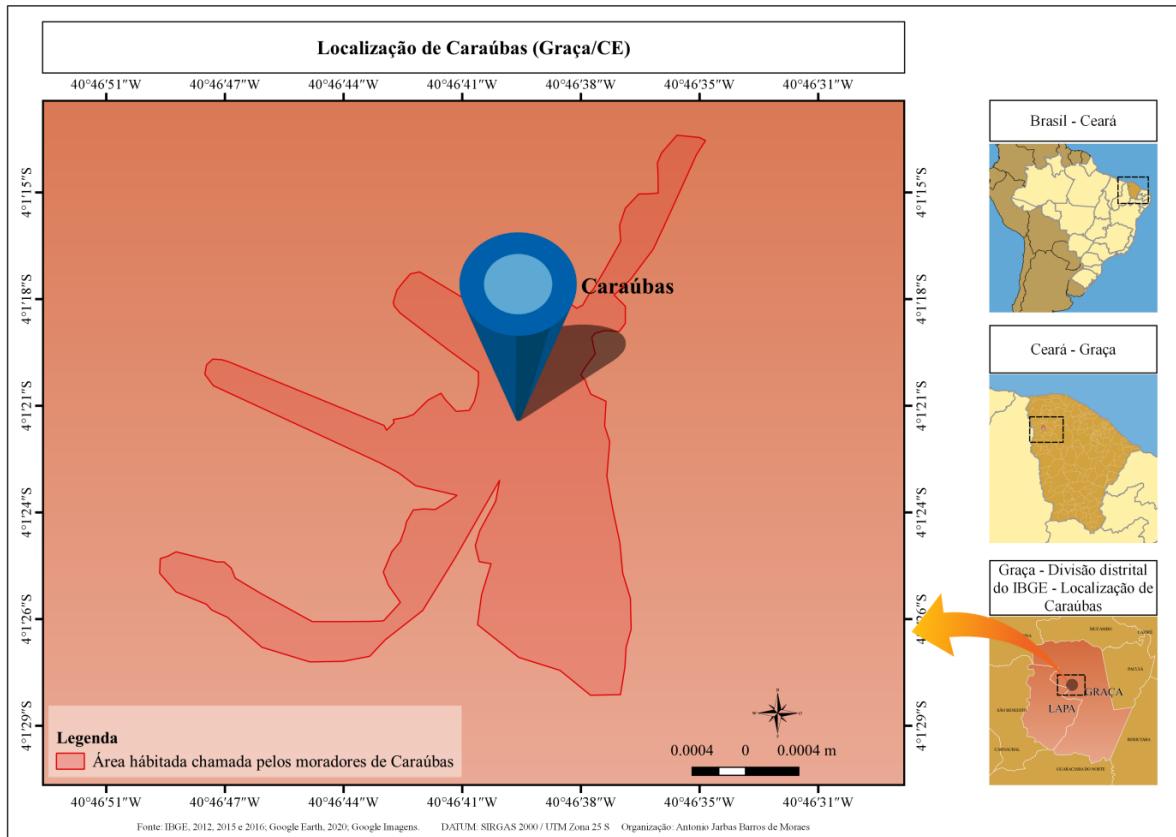
ENQUADRAMENTO DA IMAGEM NA PESQUISA GEOGRÁFICA

No filme “Afetos de reisado” aparece a temporalidade e a espacialidade do período da festa, realizada entre 1 e 6 de janeiro de 2016 e 2017, no distrito de Caraúbas, no município de Graça, no estado brasileiro do Ceará, localização na figura a seguir (Figura 1).

No cotidiano, os diferentes sujeitos inventam o tempo e o espaço a partir de suas astúcias, portanto, inventam o cotidiano. As experiências são marcadas por tempos criativos, fluidos e múltiplos, consequentemente, territorializações bastante complexas (CERTEAU, 1996). Não foi possível controlar o que poderia acontecer no momento da gravação. Isso porque o “tempo da festa” compõe um desses tempos cotidianos criativos, tendo suas particularidades no que se refere ao que é permitido ou não fazer (MORAES; FREITAS, 2017), mas também é tempo e espaço de negociação destas permissões, provocando consensos provisórios ou rupturas. Neste caso, o cotidiano é um processo muito pouco constante, coerente e fixo, apesar dos esforços individuais em criar uma ordem estável e

segura de ações. Entende-se aqui que as festas são ações coletivas que dinamizam e configuram os territórios.

Figura 1 - Localização de Caraúbas (Graça/CE)



Fonte: Moraes, 2020.

Na perspectiva de Deleuze e Guattari (1997), o território se dá a partir da noção de multiplicidades coletivas de significação que são desenvolvidas pelos sujeitos dando significados e agindo no que está no entorno. No que se refere à composição de relações visando a construção destas significações e ações, nem sempre são harmônicas. Existem tensões, muitas vezes sutis, que carecem de atenção por parte do pesquisador. Aborda-se essa temática por meio de aspectos epistemológicos e metodológicos da pesquisa, enfatizando a discussão de como a videografia e a experiência compartilhada com os interlocutores embasam interpretações reapresentando anseios e aberturas para outras reflexões para o pesquisador.

Essa compreensão é também fundamentada na perspectiva de território móvel, onde o território é uma composição de muitos lugares que se cruzam. Há lugares que são transportados para outros a partir da mobilidade do simbólico. O que é particular a um lugar,

de fato é uma invenção criativa dos diferentes agentes sociais que ocupam o espaço, portanto, é um investimento político e moral sobre o território para se ter a sensação de controle das práticas, discursos e ações. Isso provoca uma mobilidade do engendramento de práticas, símbolos e significados, tanto do que é material, quanto do que é imaterial (CORRÊA, 2004). Esta mobilidade espacial pode ser identificada no filme “Afetos de reisado”.

Dardel (2011), nas suas reflexões sobre a questão espacial na Geografia, viu a experiência humana no mundo como uma revisão “humana, interior e social” (DARDEL, 2011, p. 06) constante de significados que dispõem, à imaginação e à sensibilidade, a chance de descobrir o que inventar sobre sua cultura e sobre seu território. As inquietações e provocações que o mundo promove na subjetividade, chamadas de intimidades pelo mesmo autor, sugerem interpretações além dos limites “objetivos” ou explicações geográficas que se encerram na superfície ganhando formas diferentes no mundo. É preciso, para tanto, na busca por significados das práticas experimentadas pela subjetividade do pesquisador, do esforço para se evadir dos significados já presentes na sua percepção sobre o mundo e revisar ou aceitar outros. O pesquisador é afetado na experiência. Os seus interlocutores também são afetados. Ambos são afetados pela experiência, provocando revisões nas suas práticas sobre o cotidiano e nos seus projetos de conhecimento e significações. Para o pesquisador, perder-se, ou a “fuga de si”, é imprescindível por provocar o distanciamento e o estranhamento das interpretações espaciais que parecem óbvias (DARDEL, 2011).

O espaço, como nos lembra Dardel (2011), comporta uma imensidão de sentidos munidos de ciclos de renovações, criados pela subjetividade, matéria da vivência e da imaginação, nos lugares. O espaço, pela sua amplitude e condições de análise, pelas indicações de Dardel (2011), possui sentidos de orientação, pontos de referências e de partida. Podem ser espaços míticos “fortes” e “fracos”. Os “fortes” têm a ver com o apelo a sacralização dos lugares e os “fracos” a dinâmicas do entorno, o profano que ajuda na revisão de percepções que, só aparentemente, pareciam ser sólidas. No caso das festas de reis, é comum se priorizar as manifestações que têm forças mítico-sagradas, especialmente rituais e doutrinas que qualificam lugares e práticas como religiosas. No caso desta reflexão se usa os espaços fortes e fracos.

Além disso, para além das práticas cotidianas da festa, é pertinente considerar o indivíduo e suas práticas exercendo seus desejos, potências, vontades e afetos. O filme permite ao interlocutor que ele apareça como protagonista e de corpo inteiro. Não é sua fala que aparece, mas o seus corpos agindo e falando. O interlocutor do pesquisador que usa a videografia como método é mais ativo no processo criativo de produção da imagem. Isso

porque estes recursos permite que o corpo acione suas performances nos usos centralizados ou descentralizados do espaço geográfico e, consequentemente, do território.

A videografia incita a criatividade, tanto do pesquisado, quanto do pesquisador. Para Flusser (1985), o conceito de imagem não pode ser confundido com o de imagem técnica. O primeiro se refere àquela que é produzida para orientar no espaço e no tempo, resultado da imaginação que, por sua vez, se sustenta na experiência com o mundo. A segunda é mediada por programas e aparelhos. É resultado de uma intencionalidade, de uma técnica, de máquinas. Segundo o autor, é comum confundir a imagem técnica com expressão do real. De fato, a imagem técnica é um conceito que estimula a imaginação a produzir imagens, portanto, ela não é uma expressão exata do mundo. Por ser conceito, é posterior à imaginação e à imagem que é feita do mundo, sendo produto delas, assim como estimula a imaginação a produzir novas imagens. Há uma reciprocidade de afecções e intimidades entre imagem e imagem técnica, mediada pela imaginação criativa das pessoas.

Levando em consideração que a imagem técnica permite uma presença corporal mais intensa dos interlocutores no registro, entende-se que ela é uma obra produzida de forma compartilhada, resultante de contatos entre universos culturais distintos no cotidiano. O filme potencializa a prática de campo, pois, através da imagem técnica conceituada pelas experiências de campo, descortinam-se outras imagens construídas pela imaginação, tendo os interlocutores como corresponsáveis por estimular, assim como estimula-se os pesquisados.

Barbosa e Cunha (2006) compreendem que a imagem técnica na pesquisa não pode ser entendida como elemento factual ou dado empírico. Quando em processo de registro, é um ponto de partida para reflexão conjunta sobre contextos e situações que podem ou não estar presentes no material final da pesquisa. A decisão final do que entra e do que sai é do pesquisador na edição e montagem, mas sem abrir mão das opções e solicitações do interlocutor, que está sendo entendido como sendo o personagem da cena. No momento do registro, o pesquisador ocupa outra posição de decisão. Ele depende muito mais da performance do interlocutor. Aquele que aparece na frente da câmera assume sua posição de protagonista da cena e tem quase total liberdade de criar, tendo o pesquisador pouco poder de interferir, já que seu objetivo ali é saber qual o ponto de vista do personagem em foco, por se tratar de um documento que serve para uma pesquisa.

Entretanto, mesmo sendo fortemente afetado pela experiência de campo na produção das imagens, sendo os personagens também responsáveis pelo que foi produzido, o uso da imagem cobra de nós pesquisadores cuidados para eleger o que vai ser mostrado. As escolhas não podem ser aleatórias, já que comunica aspectos de um determinado território. Freitas

(2016) faz discussões acerca da problemática da imagem técnica, particularmente a videografia, ressaltando a potência que tem para suscitar desejos, afetos e reflexões. Neste caso, é muito mais do que um registro, mesmo que seja parcial. Ela estimula a imaginação, como já dito. Ela ressaltar aspectos que escapam aos olhos. Graças a métodos como a ampliação ou a desaceleração, pode-se atingir aspectos ignorados pela visão natural. Ainda que a amplitude da imagem seja metodologicamente preponderante para contar experiências, não pondera revelar “toda” autenticidade, visto que as técnicas de reprodução escondem e revelam detalhes (BENJAMIN, 1975).

As intenções comunicadas no filme viabilizaram interpretações das práticas culturais das festas de reis do ponto de vista cultural da Geografia. Embora abordagens acerca dos patrimônios culturais, materiais e imateriais desenvolvam compreensões no âmbito geográfico, considerou-se pertinente expandir a nuance cultural para experiências de campo que compreendem as dinâmicas espaciais a partir de práticas cotidianas vivenciadas pelo pesquisador (GEERTZ, 2008).

Nos termos de Geertz (2008), o pesquisador precisa interpretar a experiência do trabalho de campo levando em conta a vivência compartilhada entre pesquisador e interlocutor para poder compreender significados e práticas sociais que são inerentes ao contexto de relação intersubjetiva. Relação que é complexa, pouco estável, mutante e construída no contexto territorial das relações de poder e conflito. Portanto, a interpretação produzida pelo pesquisador é parcial, demandada e criada pelo tipo de relação produzida com seus interlocutores, assim como o mundo ao seu redor está em constante transformação multidimensional e não linear no seu ordenamento ambiental e cultural, impedindo uma abordagem completa de sua complexidade. O país, o estado, a cidade, o território, paisagem, o bairro, a rua e o indivíduo em suas relações produzem cultura em variadas escalas, espacialidades e temporalidades. O pesquisador, nestas condições, é refém de sua incapacidade de dar conta de tudo.

O que o pesquisador deve ter é a capacidade de aprender e apreender o território a partir das experiências nos lugares, revisando seu projeto de conhecimento. Parafraseando Jeanne Favret-Saada, a experiência é central no trabalho de campo, na sua modalidade de se deixar afetar por ela. Ser afetado está relacionado às experiências de habitar no lugar dos “outros”, em uma localidade, aldeias e outros lugares diferentes do seu, transformando-se de forma sinergética em uma relação de simetria, diluindo a oposição entre “eu” e os “outros” em função das convergências e divergências cotidianas da relação (FAVRET-SAADA, 2005).

Neste caso, o afeto não se trata, puramente, em manter vínculos com as pessoas, tampouco de assumir o lugar delas em suas moradas. Não é empatia, muito menos identificação, como já dito aqui. Trata-se de experimentar, através de participações efetivas no cotidiano da festa de reis, viver com os moradores, buscando uma autenticidade que não nos iguala ao “nativo”, nem permite mais ser o mesmo de antes da experiência compartilhada com eles. A autora afirma ainda que: “Ocupar tal lugar me informa nada sobre os afetos do outro; ocupar tal lugar afeta-me, quer dizer, mobiliza ou modifica meu próprio estoque de imagens, sem, contudo, instruir-me sobre aquela dos meus parceiros” (FAVRET-SAADA, 2005, p. 59).

No processo de elaboração do filme “afetos de reisado”, já mencionado no início da seção, a observação, a roteirização, as filmagens, a captura de áudio, a transferência de imagens para computadores, a edição e a finalização permitiram conceber compreensões e produzir sentidos sobre a geografia da festa de reis. As afecções e a construção de intimidades com as pessoas que fazem a festa e a produção videográfica incitaram a construção de uma sensibilidade e percepção específica da experiência de pesquisa.

FRAMES DAS CENAS DO COTIDIANO CRIATIVO DO TERRITÓRIO DA FESTA DE REIS

O filme com os sujeitos envolvidos nos reisados pode ser assistido na internet, pela plataforma YouTube. Neste aspecto, o filme produzido fala por si, o que permite aqui uma discussão do seu processo de produção, a relação com a pesquisa e o método videográfico, já tratados aqui teoricamente, mas agora explorados de forma aplicada. Para tanto, sucederam dez dias de filmagem usando uma câmera filmadora, iluminador, microfones de lapela e microfone direcional conectado a um gravador de áudio.

As experiências já vividas pelo pesquisador nos anos anteriores ajudaram na organização de atividades intensamente vividas nestes dez dias. Já existia, portanto, um roteiro prévio do que poderia ser registrado no trabalho de campo. Mesmo assim, nas filmagens de entrevistas, são aceitas as sugestões dos interlocutores, principalmente de locais de filmagem, mas também de temas. As entrevistas ocorreram ali mesmo na casa do tirador ou responsável pelo reisado, nas casas dos capitães ou pessoas que nos recepcionaram para apresentações, no encerramento ou cuminância de suas brincadeiras, folias e peregrinações pelas localidades. O momento da entrevista foi também oportunidade de desenvolvimento de troca de afetos e intimidades com os sujeitos, o que gerou relatos sobre suas trajétorias vividas ou seus desejos (FAVRET-SAADA, 2005; DARDEL, 2011).

A presença do pesquisador com os equipamentos de filmagem estimulou relações com os interlocutores que não existiriam sem a presença destes recursos. Logicamente que as fontes da pesquisa não se restringiam ao que era gravado. As conversas informais, o ato de compartilhar as refeições, a pesquisa documental, as experiências dos anos anteriores também forma fontes importantes. Mas a imersão no cotidiano do grupo e, consequentemente, nos lugares (casas de capitães ou casas de apresentações dos reisados) só foi possível graças à câmera, que permitia, mesmo nas residências lotadas de pessoas para prestigiar a “brincadeira”, abrir caminhos para que algumas coisas fossem mostradas. Como dito, a descrição territorial registrada pela câmera desvela detalhes da/na paisagem que, a “olho nu”, seriam pouco prováveis de observarmos e sentirmos. A câmera permite o enquadramento, facilitando a quem assiste não se dispersar e concentrar mais o olhar ao que está no quadro. O corpo dos interlocutores viram protagonistas e aparecem por inteiro, não só a fala transcrita, como acontece no texto.

Outra vantagem do uso do audiovisual é que, a partir das relações com os interlocutores no cotidiano, passa a ser possível olhar o mundo visível no filme estimulando a sensibilidade e os afetos do pesquisador, de modo a despertar sua curiosidade. Portanto, é uma curiosidade em movimento sobre as práticas estudadas (BESSE, 2014). É também uma curiosidade inventada nas afecções mútuas entre pesquisador e pesquisado. A partir da decupagem do material filmado, das escolhas e dos recortes de filmagens e áudios que foram usados na montagem do filme, observa-se, sem a câmera em mãos, o quanto minuciosa é a filmagem. A minúcia pode ser o estímulo decisivo sobre o que mostrar da experiência vivida, aceitando que a autenticidade da imagem autoriza reinterpretações.

Dante das dificuldades com a técnica ou mesmo com a metodologia com filmes, o pesquisador assumiu vários papéis na narrativa, tais como o de narrador, observador participante, diretor, produtor, operadores de câmera, captadores de som direto, dentre outros. Os vídeos são usados para contar uma parte da experiência, com a seletividade do enquadramento (FREITAS, 2016).

Para dar conta da produção, foi preciso ajuda, mesmo que tenha sido episódica. Em alguns momentos, as intempéries foram o maior desafio, pois o período da pesquisa foi no início da quadra chuvosa da região Noroeste do Ceará. Por isso, houve momentos que os equipamentos foram transportados em um dos carros do reisado para evitar danos em decorrência da chuva e/ou mesmo em função da dificuldade de transportá-los pelo território de motocicleta. Estes fluxos permitiram o reconhecimento do território, assim como foi possível investir no convencimento dos interlocutores para participarem do trabalho, o que

proporcionou também o envolvimento no planejamento, execução e sugestões para a montagem da obra final. Este contato mais próximo também ajudou a compreender melhor as dinâmicas culturais que vão além do evento da festa. Viu-se a invenção da festa sendo produzida, participando deste processo (BESSE, 2014, p. 106).

Integrantes do reisado nos guiaram para entrar em diferentes ambientes, ajudaram na pesquisa, dando dicas de filmagens, de melhores locais e horários para filmar, nos indicando pontos sensíveis ou de tensões, indivíduos do grupo que não gostavam de ser filmados e residências onde entrar com a câmera não era autorizado. Adentrar em algumas residências para filmar pode ser uma afronta ao capitão, já que em certas situações alguém filmou sem autorização, postou na internet, fez DVD para comercialização ou fez transmissão ao vivo.

O território do reisado é dotado de fronteiras, rígidas ou porosas. Nos momentos de flexibilidade, inclusive naquelas que antes não eram autorizadas e depois o foram, que aproveitou-se para capturar imagens que nos servem de fonte reflexiva e potência para a análise geográfica (BARBOSA; CUNHA, 2006).

Após dez dias de filmagens de entrevistas e das atividades ocorrendo no cotidiano da festa, reunimos um número considerável de material videográfico, pouco mais de 300 GB (trezentos *gigabytes*) entre fotografias, vídeos e áudios. É importante lembrar que não estimou-se quanto seria armazenado em imagens e áudios. O grupo foi filmado sempre que era possível. Isso dificultou o processo de decupagem, separação de recortes de vídeos e áudios usados para edição, ou seja, aquilo apresentado no filme foi muito pouco diante da quantidade de material reunido. Mas, por outro lado, foi útil pela quantidade de material diversificado para selecionar.

Na montagem, elaborou-se um breve roteiro flexível e, logo depois, na edição, as sequências foram montadas com trechos de entrevista do contexto pesquisado, pensando como construir um roteiro lógico que mostrasse as diferentes formas de ocupar o território, sem desconsiderar as tensões e conflitos interpessoais presentes nas relações registradas. Por entendermos que os registros é que estavam conduzindo a produção do roteiro, consequentemente a montagem e edição proporcionou revisões contínuas dos vídeos selecionados, renovando o roteiro e reelaborando a lógica do filme.

Seria repetitivo e já é consenso saber que o filme não é a representação fiel da realidade material da prática cultural. É um conceito que fortalece o pensamento de substâncias ou agências sociais do território, práticas do cotidiano criativo em ação, a partir da retórica da paisagem videográfica.

Essa meticulosidade da produção, da edição e da montagem permitiu pensar ideias detalhadas que escapam ao olhar no campo da pesquisa, ao mesmo tempo que o olhar observa coisas não enquadradas que estimular a reflexão sobre novos registros ou roteiro do trabalho final de montagem. O exercício de rever as imagens a cada vez garantia um novo aprendizado, produzindo um *devir-imagético* (GONÇALVES, 2009). As imagens afetavam provocando revisões no projeto de como montar o filme. A edição revelava “zonas sensíveis” da imagética fílmica que sensibilizavam. Acelera e desacelera, acrescenta e retira, escurece e clareia as imagens, aumenta e diminui o volume dos áudios. A manipulação incessante da imagem incitava os sentidos geográficos da experiência de produção da obra final, transcendendo a objetividade. Em suma, metaforicamente, a imersão no material fílmico reunido, ajudou a comunicar saberes que se sobrepõem àqueles inicialmente pensados e propiciou criar um pensamento contínuo após o trabalho de campo, produção dos registros, montagem e edição final da obra (DARDEL, 2011; BESSE, 2014).

Ao final do processo de edição, o título do filme ficou “Afetos de reisado”, que se refere às experiências compartilhadas com os interlocutores. O filme foi dividido em sequências que indicam o assunto tratado com legendas. São elas: “Tirando o reisado”; “Sequência do reisado”; “Conflitos e tensões”; “Casa do tirador”; “Mulher na Brincadeira”; “Pagando a promessa”; e “Matança do boi”.

Neste artigo é descrita uma sequência do filme com capturas de tela ou *frames* de cenas, pois a imagem ajuda a entender o contexto da cena, estimulando a imaginação do leitor. A primeira imagem se refere à sequência batizada de “Tirando o reisado”, relacionada ao processo de organização da festa. Alguns dos motivos de tirar um reisado se referem ao pagamento de promessas, a pedidos de preces para sanar problemas de saúde. Tendo suas preces atendidas, então, os devotos resolvem pagar a promessa. Esses feitos pelo fato de terem criado significados seculares. Entretanto, é preciso esforço para analisar a festa nas suas alteridades. Quem tirou o reisado terá a função de tirador. O tirador precisa reunir pessoas para formar o grupo de apresentações e encontrar indivíduos interessados em receber o reisado em suas residências. Esse *frame* da figura a seguir representa a reunião das pessoas em umas das casas que recebeu o reisado (Figura 2).

Figura 2 - Pessoas reunidas em uma das casas que recebeu o reisado para apresentação



Fonte: Moraes, 2018.

A segunda sequência tem como título “Sequência do reisado”, que consiste na sucessão temporal e linear de acontecimentos inerente ao ritual apresentado no reisado. Os ritos obedecem a cenas e incumbência dos personagens: tirador, capitão, cantores de porta, tocadores, velho, velha, caretas, poeta, magarefe, boi, burrinhas ou Zabelinhas, como pode ser visto na figura a seguir (Figura 3). Esses personagens são mais bem descritos em outros trabalhos (MORAES, 2018).

Figura 3 - O frame mostra o personagem magarefe em uma postura que representa uma parte do rito de apresentação

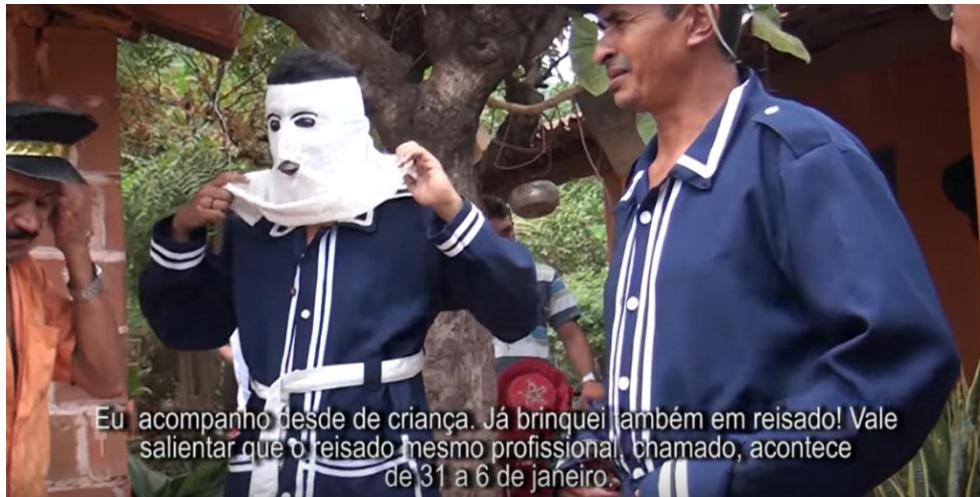


Fonte: Moraes, 2018.

A seguir, a sequência “Enredo do reisado” trata das criações artísticas individuais no contexto do grupo. O enredo, adornos, poemas, canções, encenações, rezas, banquetes, dentre outros, são ressaltados nesta parte com enquadramentos de câmera fechados, como em algumas performances (como a exibida na Figura 4), e abertos, em algumas atividades

cotidianas, arranjos na área de convivência na casa do tirador, e nas apresentações e aglomerações em praça pública.

Figura 4 - Brincantes vestindo trajes para apresentações



Fonte: Moraes, 2018.

Logo após, a sequência “Conflitos e tensões”, que trata de disputas entre brincantes no reisado. Um dos personagens, um careta, aponta relações tensas existentes entre os brincantes. Os integrantes, em outras situações, são mostrados ajustando as apresentações e ostentando instruções sobre os adornos (como visto na Figura 5).

Figura 5 - Tensões entre brincantes no ensaio



Fonte: Moraes, 2018.

Logo após, na sequência “Casa do tirador”, a residência que é o ponto de partida do reisado para apresentações em outros locais passa a ser o foco. As práticas cotidianas da casa

aparecem no filme, atreladas a uma série de dinâmicas culturais. Na figura abaixo, o *frame* apresenta brincantes na casa do tirador, após tomarem o café da manhã, afinando os instrumentos.

Figura 6 - Convivência dos brincantes na casa do tirador após o café da manhã



Fonte: Moraes, 2018.

A sequência “Mulher na Brincadeira” mostra algumas funções desempenhadas pela mulher na festa. Após algumas sugestões de pesquisadores(as) vinculados(as) ao Labome, acrescentou-se a necessidade de registrar a condição da mulher no grupo de reisado. Inicialmente, não era pretensão desta pesquisa debater de forma ampla este tema, mas é importante. Uma das atividades desempenhadas por uma das mulheres em parceria com o tirador pode ser vista na figura 7. Entretanto, é importante lembrar que as mulheres também desempenham as funções de tiradoras de reisados e cantoras de porta. Por enquanto, a experiência só deu conta de identificar essas duas funções. Outras condições são contadas no filme.

Figura 7 - Frame que mostra um dos almoços dos integrantes do reisado



Fazia o almoço, e lavava as roupas deles também, passava e acolhia muito bem quem chegava.

Fonte: Moraes, 2018.

As duas sequências finais, “Pagando a promessa” e “Matança do boi”, abordam as práticas religiosas inerentes ao reisado e do rito de encerramento do período de festa, que dura seis dias. Comunica-se que a “matança”, o rito de encerramento, e festa dançante, eventos que ocorrem no decorrer da noite após a matança no Dia de Reis, é uma mistura, uma composição com base em critérios sociais.

Figura 8 - Cena do encerramento do reisado ou matança do boi



Fonte: Moraes, 2018.

Após algumas pré-conclusões da edição, foi assistido pela equipe de pesquisadores do Laboratório das Memórias e das Práticas Cotidianas-LABOME com o intuito de perceber ajustes possíveis para tornar didáticas as sequências de cenas e as dinâmicas territoriais envolvidas nos lugares. As sequências de cenas exibem o cotidiano criativo do reisado. Procura-se, mostrar a criatividade cotidiana das prática da festa e não deixar o filme com imagens fixas de entrevistas com os personagens do reisado e acompanhantes.

Outro aspecto imprescindível aqui são imagens usadas em duas vertentes: a primeira instiga uma leitura dos significados por meio dos *frames* ou fotos dos brincantes, acompanhantes de reisado, dentre outros; na segunda, que é o filme, é uma acepção de imagens em movimento daquilo que já havíamos colocado em texto e fotografias. E o conceito de festa tratado imageticamente, em movimento ou parado, potencializa uma interpretação criativa e imaginativa, territorial do cotidiano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos sobre as festas de reis na comunidade de Caraúbas, município de Graça, fizeram perceber que nessa localidade a festa se repete há muitos anos, criando e recriando dinâmicas territoriais. Elas foram aqui tratadas enquanto manifestações culturais capazes de criar múltiplas práticas culturais no cotidiano do território. A metodologia videográfica permitiu-nos refletir sobre a especificidade desta experiência e ainda levantar discussões geográficas. Para isso, faz-se necessário que o pesquisador elabore situações metodológicas criativas que lhe faça questionar as implicações geográficas presentes no território no qual está inserido.

Pretendeu-se aqui mostrar a pluralidade de relações da festa para além de rotinas e para além de seus aspectos religiosos, pensando a criatividade cotidiana e sua invenção. Esse tipo de pensar é instigado pelas experiências (contato, intimidades e afetos) entre os diferentes sujeitos que produzem o conhecimento. Assim, essa ação reflexiva compartilhada aconteceu, por um lado, pela estrutura social criada na festa e, por outro, pelas multiplicidades de dinâmicas no território que envolvem, inclusive, agências individuais. Assim, a festa de reis no espaço geográfico tem conteúdos plurais.

No filme atenta-se para uma acepção de imagens que estimularam outras produções (MORAES, 2018). O texto e o filme são linguagens que permitem uma conceituação das experiências no território, resguardando suas especificidades. Entretanto, os filmes, em uma sociedade que tem pouca preocupação com a leitura, propicia um alcance que vai além da esfera especialista, pois a imagem afeta uma diversidade bem maior de pessoas de diferentes classes sociais.

Este é o desafio aqui posto para a Geografia: o uso de outras linguagens e métodos. O diálogo entre a linguagem textual preponderante na academia com a imagem técnica pode, portanto, acrescentar muito à forma de ver, refletir e ler geografia. A leitura objetivada para o território, com uso de videografia, forneceu uma análise alternativa da cultura, com potencialidades infinitas.

REFERÊNCIAS

BESSE, Jean-Marc. **Ver a Terra**: Seis ensaios sobre a paisagem e a geografia. Traduzido por Vladimir Bartalini. São Paulo: Perspectiva, 2014.

BARBOSA, Anbréa; CUNHA, Edgar Teodoro da. **Antropologia e imagem**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

BENJAMIN, Walter. A obra de arte na era de sua reproduzibilidade técnica. In: **Obras escolhidas I**. São Paulo: Brasiliense, 1975.

CERTEAU, Michel de. **A invenção do cotidiano**: artes de fazer. Petrópolis: Vozes, 1996.

CORRÊA, Aureanice de Mello. **Irmandade da Boa Morte como manifestação cultural afro-brasileira**: de cultura alternativa à inserção global. 2004. Tese de doutorado (Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

DELEUZE, Gilles; GUATTARI, Félix. **Mil platôs**: capitalismo e esquizofrenia. Trad.: por Aurélio Guerra Neto. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1997.

DARDEL, Eric. **O Homem e a terra**: natureza da realidade geográfica. (Tradução Werther. Holzer) São Paulo: Perspectiva, 2011.

FREITAS, Nilson Almino. Odores da cidade: pesquisa videográfica sobre o olfato e a memória. 2016. In: FREITAS, Nilson Almino; RAICK, Regina Celi Fonseca (orgs.). **Outros Sentidos e visualidade**. Sobral: EDUVA, 2016.

FAVRET-SAADA, Jeanne. **Ser afetado**. Trad.: Paula Siqueira. Rio de Janeiro: caderno de campo, 2005.

FLUSSER, Vilém. Filosofia da caixa preta: ensaios para uma futura filosofia da fotografia. São Paulo: Hucitec, 1985.

GEERTZ, Clifford. **A Interpretação das Culturas**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 2008.

GONÇALVES, Marco Antonio; HEAD, Scott (Org.). **Devires imagéticos: a etnografia, o outro e suas imagens**. Rio de Janeiro: 7Letras, 2009.

MORAES, Antonio Jarbas barros de; FREITAS, Nilson Almino de. Espacialidades e seletividade do sagrado no reisado de Caraúbas (Graça/CE): “a casa do capitão”. In: Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia. **Anais...** Porto Alegre, 2017.

MORAES, Antonio Jarbas Barros. **Afetos e territorializações na “brincadeira de reisado” de Caraúbas (Graça - CE)**. 2018. 191 f. Dissertação de Mestrado (Geografia) – Centro de Ciências Humanas da Universidade Estadual Vale do Acaraú, Ceará, 2018.

AGRADECIMENTOS

Ao Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú – MAG/UVA, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão de um ano de bolsa e ao Laboratório das Memórias e das Práticas Cotidianas- LABOME.

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS E REGIME HÍDRICO DA MICRORREGIÃO DE RECIFE, PERNAMBUCO

Eberson Pessoa RIBEIRO

Doutor em Geografia. Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Pernambuco – IFPE
E-mail: ebersonpessoa@recife.ifpe.edu.br

Gabriel Victor Silva do NASCIMENTO

Graduando em Geografia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Pernambuco – IFPE
E-mail: nascimento.gabriel@outlook.com.br

*Recebido
Março de 2020*

*Aceito
Junho de 2020*

*Publicado
Julho 2020*

RESUMO: Investigar os períodos secos e chuvosos e suas variações intrasazonal e interanual é essencial para o planejamento urbano-ambiental e, consequentemente, para a gestão hídrica. Assim, realizou-se o balanço hídrico climatológico pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) com o objetivo de analisar a variabilidade espaço-temporal da temperatura do ar, evapotranspiração potencial e real, além do regime hídrico da microrregião de Recife. Utilizaram-se valores médios mensais da precipitação pluviométrica da série histórica de 1967 a 2017 – dados obtidos através de oito (8) estações regidas pela Agência Pernambucana de Águas e Climas. Os dados médios de temperatura do ar, para o mesmo período e localidades das estações, foram obtidos por meio do *software* Estima_T. Salienta-se que foi empregado o ArcGis 10.1 para o mapeamento temático dos parâmetros analisados. Para a realização do balanço hídrico climatológico foi adotado a capacidade de água no solo de 100 mm. Os resultados indicam para a referida área que a temperatura média do ar é de 25°C, variando entre 26,4°C (verão) a 23,1°C (inverno). A precipitação diminui no sentido leste-oeste, além de possuir um período seco, agosto a março, com precipitação média mensal de 80 mm; e outro chuvoso, abril a julho, com uma média de 230 mm. Verificou-se também a variabilidade espaço-temporal dos parâmetros do balanço hídrico. Os maiores índices de evapotranspiração potencial ocorrem de dezembro a março e a evapotranspiração real, excedente hídrico e reposição hídrica diminuem do litoral para o interior, ocorrendo o inverso para a deficiência hídrica, devido a menor disponibilidade de água no solo.

Palavras-chave: Balanço hídrico climatológico. Variabilidade espaço-temporal. Precipitação.

CLIMATIC CHARACTERISTICS AND WATER REGIME OF THE MICRO-REGION OF RECIFE, PERNAMBUCO

ABSTRACT: Investigating dry and rainy periods and their intraseasonal and interannual variations is essential for the urban-environmental planning and, consequently, for water management. Thus, the climatic water balance was carried out by the Thornthwaite & Mather method (1955) in order to analyze the space-time variability of the air temperature, potential and real evapotranspiration, in addition to the water regime of the micro-region of Recife. Average monthly rainfall values from the 1967-2017 historical series were used - data obtained from eight (8) stations managed by the Water and Climate Agency of Pernambuco. Average air temperature data, for the same period and locations of stations, were obtained using the Estima_T software. The ArcGis 10.1 software was used for thematic mapping of the analyzed parameters. To carry out the climatic water balance, soil water capacity of 100 mm was adopted. The results indicate that the area has average air temperature of 25°C, ranging from 26.4°C (summer) to 23.1°C (winter). Precipitation decreases in the east-west direction, with a dry period from August to March, with average monthly rainfall of 80 mm; and a rainy period, from April to July, with average of 230 mm. The space-time variability of water balance parameters was also verified. The highest rates of potential evapotranspiration occur from December to March and the real evapotranspiration, water surplus and water replacement decrease from the coast to the inland, with the opposite occurring for water deficiency, due to less water availability in the soil.

Keywords: Climatic water balance. Time-space variability. Precipitation.

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y REGIMEN HÍDRICO DE LA MICRORREGIÓN DE RECIFE, PERNAMBUCO

RESUMEN: Para la planificación urbana-ambiental y, como resultado, para la gestión hídrica, es esencial investigar los períodos secos y lluviosos y sus variaciones intraestacional e interanual. De ese modo, se realizó el balance hídrico climatológico por el método de Thornthwaite & Mather (1955) con el objetivo de analizar la variabilidad espacio-temporal de la temperatura del aire, la potencial y la evapotranspiración real, además del régimen hídrico de la microrregión de Recife. Se utilizaron valores promedios mensuales de precipitación pluviométrica de la serie histórica de 1967 a 2017 – datos obtenidos a través de ocho (8) estaciones administradas por la Agencia Pernambucana de Aguas y Climas. Los datos promedios de temperatura del aire, para el mismo período y localidades de las estaciones, fueron obtenidos por medio del *software* Estima_T. Se destaca que fue empleado ArcGis 10.1 para mapear temáticamente los parámetros analizados. Para realizar el balance hídrico climatológico se adaptó la capacidad de agua en el suelo de 100 mm. Para el área mencionada, los resultados muestran que la temperatura promedio del aire es de 25°C, variando entre 26,4°C (verano) y 23,1°C (invierno). La precipitación es disminuyen en el sentido este-oeste, además de poseer un período seco, agosto a marzo, con precipitaciones promedio mensual de 80 mm; y otro lluvioso, abril a julio, con un promedio de 230 mm. También se verificó la variabilidad espacio-temporal de los parámetros del balance hídrico. Las tasas más altas de evapotranspiración potencial ocurren de diciembre a marzo y la evapotranspiración real, excedente hídrico y reposición hídrica disminuyen desde la costa hacia el interior, con lo contrario para la deficiencia hídrica, debido a la menor disponibilidad de agua en el suelo.

Palabras clave: Balance hídrico climatológico. Variabilidad espacio temporal. Precipitación.

INTRODUÇÃO

O Balanço Hídrico Climatológico (BHC) desenvolvido por Thornthwaite & Mather (1955) é um método que tem como objetivos a classificação climática por meio da contabilização dos índices de aridez, umidade e hídrico, bem como determinar o zoneamento agroclimático. É empregado também para caracterizar a disponibilidade hídrica regional, períodos de cheias e secas e seus efeitos (SILVA; BRACHT, 2010).

Portanto, o BHC é uma forma eficaz para se realizar a estimativa do potencial hídrico de uma localidade por considerar fatores edafoclimáticos (relevo, litologia, tipo de solo, temperatura, precipitação, umidade do ar, radiação, vento, entre outros), os quais interferem no armazenamento de água no solo, dependendo de suas características físicas, principalmente, associadas à precipitação e à evapotranspiração (LOPES; MELO; LEAL, 2017). Conforme Carvalho et al. (2011) o BHC é frequentemente empregado na escala temporal (mensal e anual) elaborado a partir das normais climatológicas de temperatura do ar e precipitação pluviométrica, utilizadas para estimar a evapotranspiração real, a deficiência e excedente hídrico, a reposição e retirada hídrica do solo de uma região, bem como suas variações estacionais e espaciais.

O município de Recife destaca-se por sua concentração populacional, econômica e seus arranjos urbanos (CAVALCANTI, 2015), não só esse município, mas todos que compõe a microrregião de Recife, cada um com suas particularidades fisiográficas. Dessa forma, a compreensão do clima local e de seu regime hídrico, torna-se essencial, pois possibilita conhecer o comportamento climático para essa área.

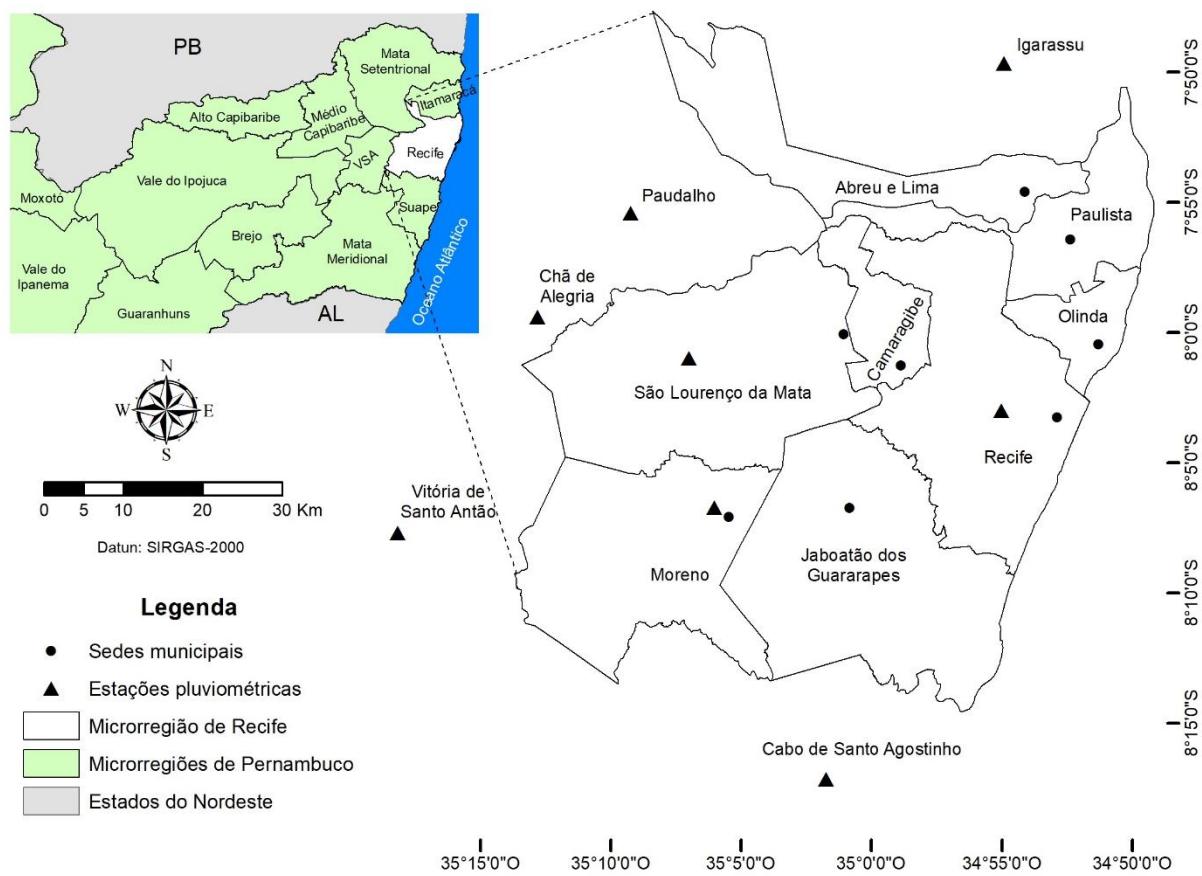
Segundo Nóbrega; Santos; Moreira (2016), a cidade de Recife atualmente está com a urbanização bem configurada na direção centro-sul, com intenso processo de verticalização das construções civis e consequentemente, diminuição da vegetação. Com o crescimento do adensamento construtivo que a região metropolitana no eixo oeste se constata a expansão de área urbana, adensamento da verticalização, desativação e introdução de novos usos em antigas áreas industriais com diferentes usos do solo, morfologia e distribuição irregular da vegetação.

Diante do reconhecimento das dificuldades de gestão urbano-ambiental da microrregião pesquisada e com o intuito de trazer evidências que servirão como base para a elaboração de medidas para prevenção e mitigação de alagamentos, inundações e deslizamentos de barreiras esta pesquisa teve como objetivo analisar a variabilidade espaço-temporal da temperatura do ar, evapotranspiração potencial e real, além do regime hídrico da microrregião de Recife.

METODOLOGIA

A área de estudo refere-se a microrregião de Recife, localizada na mesorregião Metropolitana do Recife, na qual compõe os municípios de Abreu e Lima, Camaragibe, Jaboatão dos Guararapes, Moreno, Olinda, Paulista, Recife e São Lourenço da Mata (PERNAMBUCO, 2020). A Figura 1 representa a localização espacial da microrregião analisada, bem como as estações pluviométricas utilizadas na presente pesquisa.

Figura 1 – Localização da microrregião de Recife



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Os elementos climáticos empregados para a elaboração dos parâmetros pesquisados foram a precipitação pluviométrica e temperatura média do ar. Dessa forma, utilizaram-se valores médios anuais da precipitação da série histórica de 1967 a 2017, obtidos de oito (8) estações pluviométricas distribuídas na microrregião, adquiridos no *site* da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Na Tabela 1 encontra-se as informações das estações pluviométricas utilizadas.

Tabela 1 – Estações pluviométricas e térmicas utilizadas na pesquisa

Nº	Código	Município / posto	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1	205	Moreno	-8,11222	-35,100278	92
2	30	Recife (Várzea)	-8,05	-34,916667	5
3	363	São Lourenço da Mata	-8,01667	-35,116667	80
4	100	Igarassu	-7,82806	-34,915	22
5	112	Cabo de Santo Agostinho	-8,28583	-35,028889	18
6	98	Paudalho	-7,92389	-35,153889	69
7	522	Chã de Alegria	-7,99028	-35,213333	100
8	26	Vitória de Santo Antão	-8,12833	-35,302778	165

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Já para a obtenção dos dados médios anuais de temperatura do ar das localidades das estações pluviométricas para o mesmo período, empregou-se o *software* Estima_T, elaborado por Cavalcanti; Silva; Sousa (2006) e disponível em <http://www.dca.ufcg.edu.br/download/estimat.htm>, o qual estima temperaturas do ar na Região Nordeste do Brasil por meio de regressões múltiplas em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude.

O BHC foi calculado pelo método de Thornthwaite & Mather (1955) no qual aplicou-se a capacidade de água disponível no solo (CAD) aplicada em 100 mm. A seleção desse valor para a CAD se justifica ao considerar as propriedades físico-hídricas dos solos (textura e estrutura), comparando solos arenosos e argilosos, contudo pode ser feita em função do tipo de cultura ao qual se quer aplicá-lo, pois é comumente utilizado para vegetação em geral, culturas perenes e para estudos de classificação climática (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007; CAMPOS; SILVA, 2010; CECÍLIO et al., 2012).

Utilizou como dados de entrada as médias mensais de temperatura do ar e da precipitação. A estimativa da evapotranspiração potencial corrigida consiste no cálculo da Equação 1 pelo método de Thornthwaite (1948):

$$ETP = f \cdot 16 ((10 \cdot t) / I)^a \quad (1).$$

Em que: ETP é a evapotranspiração potencial corrigida; f é o fator de correção em função da latitude, 8°S para a área estudada, e mês do ano (Tabela 2); t é a temperatura média mensal (°C); I é o índice de calor anual; e "a" uma constante que varia de local para local. O índice de calor anual foi obtido pela Equação 2:

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{t_i}{5} \right)^{1.514} \quad (2).$$

O índice térmico regional “a” é uma função de I, a qual é calculado pela Equação 3:

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I_3 - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I_2 + 1,7292 \cdot 10^{-2} \cdot I + 0,49239 \quad (3).$$

Tabela 2 – Valores do fator de correção para o cálculo da evapotranspiração potencial em função da latitude e mês do ano

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,033	0,933	1,033	1,000	1,033	1,000	1,033	1,033	1,000	1,033	1,000	1,033
2°S	1,042	0,938	1,034	0,996	1,025	0,991	1,024	1,028	0,999	1,037	1,008	1,043
4°S	1,051	0,943	1,035	0,993	1,018	0,981	1,016	1,022	0,998	1,041	1,015	1,053
6°S	1,060	0,948	1,036	0,989	1,010	0,971	1,007	1,017	0,997	1,045	1,023	1,063
8°S	1,069	0,953	1,037	0,985	1,002	0,962	0,998	1,011	0,996	1,049	1,031	1,073
10°S	1,078	0,958	1,038	0,981	0,994	0,952	0,988	1,006	0,995	1,054	1,039	1,083

Fonte: Adaptado de Thornthwaite (1948).

Para obtenção da evapotranspiração potencial corrigida, realizou-se as etapas seguintes do BHC pelo método proposto por Thornthwaite & Mather (1955). Primeiramente, foi calculada a estimativa do armazenamento de água no solo (ARM) através dos critérios das Equações 4 e 5 para as estações secas e para as estações chuvosas pela Equação 6, neste último caso o ARM constituiu primeiro cálculo:

$$\text{Se } \text{NegAc} = 0 \quad \text{ARM} = \text{CAD} \quad (4)$$

$$\text{Se } \text{NegAc} < 0 \quad \text{ARM} = \text{CAD} e^{[\text{NegAc}/\text{CAD}]} \quad (5)$$

$$\text{ARM}_m = \text{ARM}_{m-1} + (P - ETP)_m \quad (6)$$

Sendo: “m” referente ao mês analisado; P – ETP é a diferença entre a precipitação (P) e a evapotranspiração potencial (ETP); NegAc é o parâmetro negativo acumulado, o qual foi avaliado pelas Equações 7 e 8 para estações secas e pela Equação 9 para as estações chuvosas:

$$\text{Se } P - ETP \geq 0 \quad \text{NegAc} = 0 \quad (7)$$

$$\text{Se } P - ETP < 0 \quad \text{NegAc} = \text{NegAc}_{m-1} + (P - ETP) \quad (8)$$

$$\text{NegAc} = \text{CAD} \ln (\text{ARM}/\text{CAD}) \quad (9).$$

Em seguida calculou-se a evapotranspiração real (ETR) pelas Equações 10 e 11:

$$\text{Se } (P - ETP) \geq 0 \quad \text{ETR} = \text{ETP} \quad (10)$$

$$\text{Se } (P - ETP) < 0 \quad \text{ETR} = P - \text{ALT} \quad (11).$$

A alteração da umidade do solo (ALT) foi estimada pela equação: $\text{ALT} = \text{ARMM} - \text{ARMM-1}$. A partir desses dados pode-se avaliar a deficiência hídrica (DEF) pela diferença entre evapotranspiração potencial (ETP) menos (-) a evapotranspiração real (ETR).

Enquanto que para o excedente hídrico (EXC) empregou-se o cômputo $\text{EXC} = (P - ETP) - \text{ALT}$ apenas para os valores positivos, em que $(P - ETP) > 0$ e $\text{ARM} = \text{CAD}$. Já

quando o valor apresentar-se negativo aplicou-se a importância zero. Por fim, avaliou-se a estimativa de reposição (R) por meio das Equações 12 e 13:

$$\text{Se } \text{ALT} \leq 0 \quad R = \text{ETR} \quad (12)$$

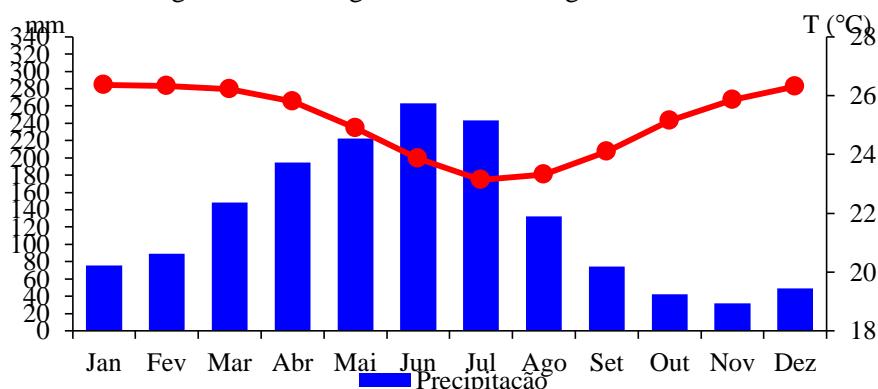
$$\text{Se } \text{ALT} > 0 \quad R = \text{ETR} + \text{ALT} \quad (13).$$

Concluído as etapas anteriores realizou-se o mapeamento temático dos parâmetros mensais de temperatura do ar, precipitação, evapotranspiração potencial e real, excedente hídrico, deficiência e reposição hídrica, por meio da aplicação da krigagem executada através do *software* ArcGis 10.3, licenciado para o Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco (DCG/UFPE), projetadas no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS-2000).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 2 apresenta o climograma da microrregião do Recife, média das estações utilizadas, para a série histórica de 1967 a 2017. A temperatura média do ar na microrregião é de 25,1°C, variando entre 23,1°C em julho (inverno) e 26,4°C em janeiro (verão), registrando uma amplitude térmica anual de 3,3°C. O total pluviométrico anual é de 1.565,5 mm. A quadra chuvosa vai de abril a julho com uma pluviosidade média de 922,5 mm, sendo o mês de junho o mais chuvoso com 262,9 mm. A precipitação entre os meses de agosto a novembro diminui consideravelmente, em agosto precipitação é de 132,1 mm, enquanto novembro possui a menor pluviosidade com aproximadamente 32 mm. A partir de dezembro as chuvas ocorrem em quantidades crescentes a cada mês até junho.

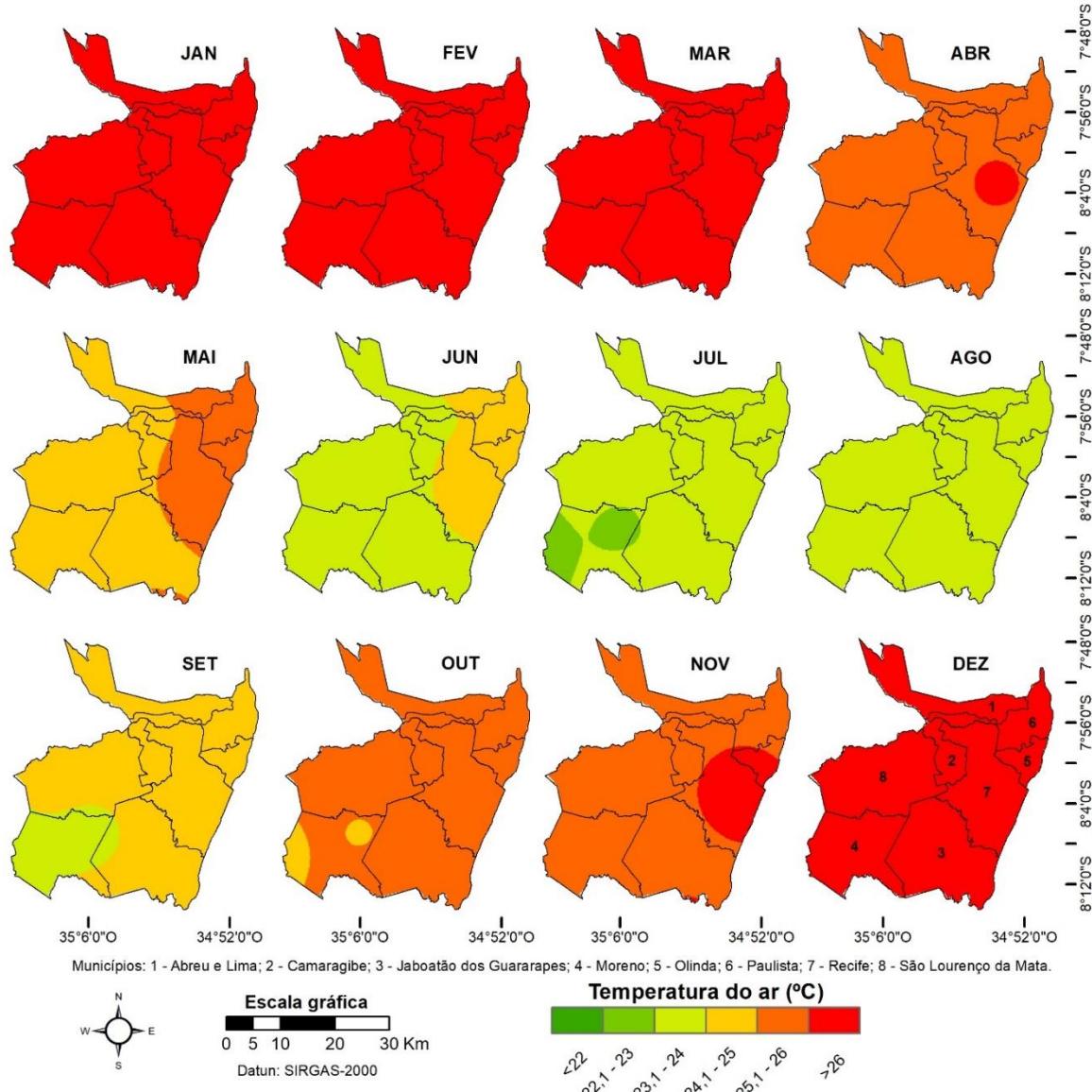
Figura 2 – Climograma da microrregião de Recife



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A Figura 3 apresenta a espacialização mensal da temperatura do ar para a microrregião do Recife. Por meio deste mapeamento, é possível verificar os maiores índices de temperatura do ar ocorrem entre dezembro e março, superiores a 26°C.

Figura 3 – Mapas da temperatura do ar mensal da microrregião de Recife da série histórica de 1967 a 2017



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Em abril a temperatura do ar se manteve entre 25,1°C e 26°C, sendo o centro do Recife com temperaturas superiores a 26°C. As transformações na cobertura do solo associada a diminuição da vegetação, aumento de indústria, adensamento de prédios, excessiva quantidade de veículos que causam poluição e emissão de gases, excesso de asfalto, entre outros, afetam a dinâmica da atmosfera local, alterando o balanço de energia, modificando a temperatura do ar e interferindo na distribuição da precipitação (SOUZA; AZEVEDO, 2009).

No mês de maio há uma diminuição das temperaturas a oeste da microrregião variando entre 24,1°C e 25°C, enquanto os municípios de Paulista e Olinda, bem como parte de Abreu e

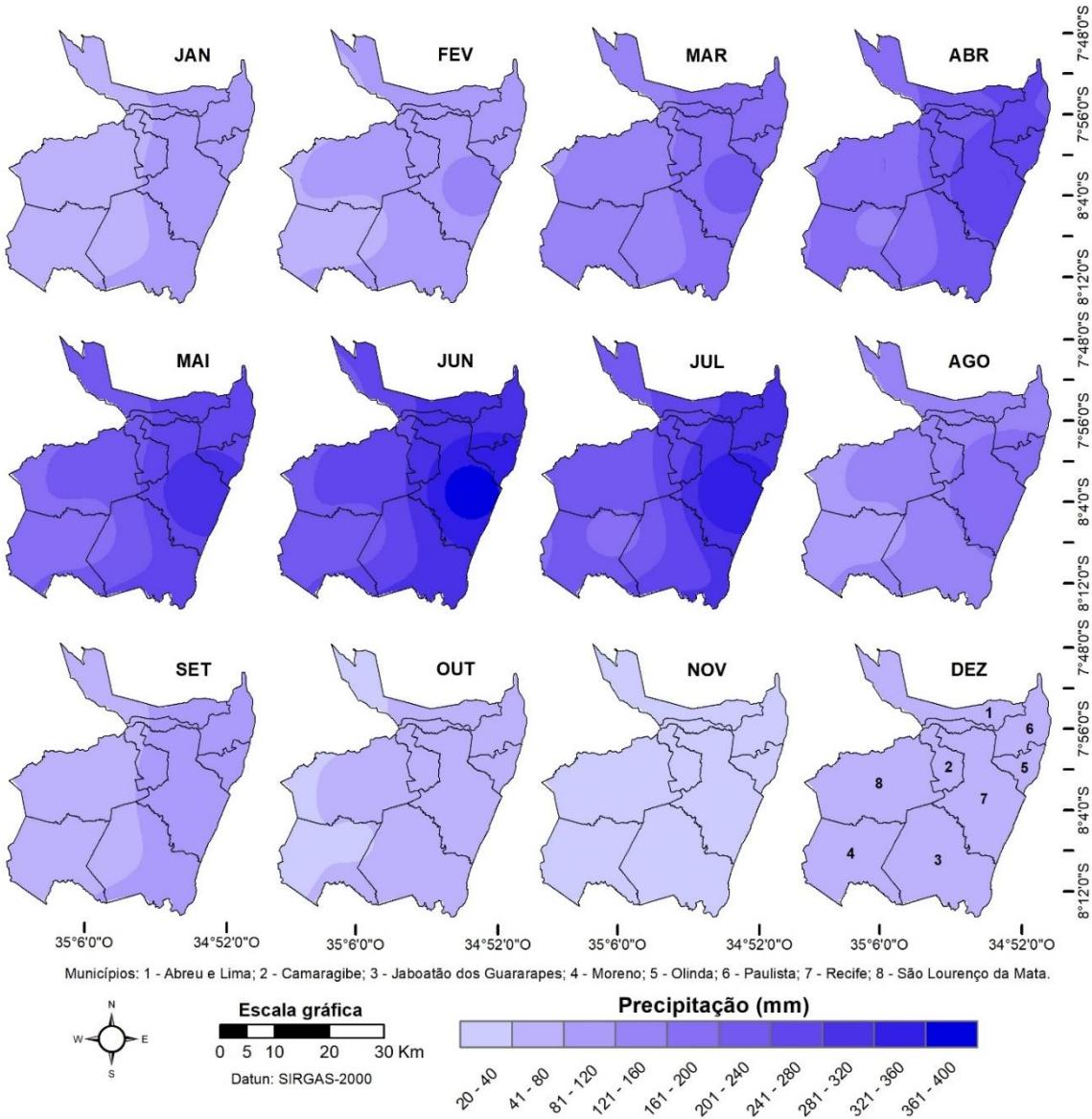
Lima e Recife a temperatura oscilou entre 25,1°C e 26°C. Já entre junho e setembro a temperatura do ar atinge seus menores valores, oscilando entre 22°C a 25°C, devido ao período de menor insolação. Em junho as temperaturas do ar desses municípios supracitados diminuem para entre 24,1°C e 25°C e no restante da microrregião se manteve entre 23,1°C e 24°C. No mês de julho prevalece as temperaturas entre 23,1°C e 24°C, sendo que o município de Moreno também apresenta temperaturas entre 22,1°C e 23°C. Em agosto as temperaturas da microrregião ficaram entre 23,1°C e 24°C. No mês de setembro as temperaturas aumentam (24,1°C e 25°C), contudo a quase totalidade do município de Moreno e trechos dos municípios de Jaboatão dos Guararapes e São Lourenço da Mata permaneceram com as mesmas temperaturas de agosto (23,1°C e 24°C).

Em outubro as temperaturas se mantiveram entre 25,1°C e 26°C, exceto a oeste de Moreno que permaneceu entre 24,1°C e 25°C. No mês de novembro conservou-se as temperaturas entre 25,1°C e 26°C, contudo os municípios de Recife e Olinda apresentaram localidades com temperaturas superiores a 26°C. Os estudos de Moreira; Nóbrega; Silva (2013) e Bezerra (2018) apresentam resultados similares ao da presente pesquisa.

Os mapas temáticos da precipitação mensal da microrregião de Recife estão representados na Figura 4. Em janeiro os municípios localizados a leste da microrregião apresentaram precipitação entre 81 e 120 mm, enquanto os municípios mais a oeste os índices ficaram entre 41 e 80 mm. No mês de fevereiro as chuvas foram entre 81 e 120 mm, abrangendo a quase totalidade da área estudada, exceto parte do município de Recife que apresentou pluviosidade entre 121 e 160 mm e a sudoeste da microrregião (parte dos municípios de Jaboatão dos Guararapes, São Lourenço da Mata e Moreno) com os menores valores para o referido mês (41 e 80 mm). Em março, os municípios localizados a leste da microrregião obtiveram uma precipitação entre 161 e 200 mm, sendo que a região central do Recife deteve uma pluviosidade entre 201 e 240 mm, já a oeste os índices pluviométricos foram menores, variando entre 121 e 160 mm.

De abril a julho, período de maior precipitação definida como quadra chuvosa, os índices pluviométricos variam entre 121 a 400 mm, possuindo valores crescentes de chuva no sentido oeste-leste. As chuvas nesse período são ocasionadas, principalmente pela frente polar do Atlântico e a atuação dos Distúrbios Ondulatórios de Leste (NÓBREGA; FARIAS, 2016). Em agosto a precipitação variou entre 81 a 200 mm no sentido oeste-leste. Em setembro a pluviosidade ficou entre 81 a 120 mm a leste da microrregião, enquanto a oeste as chuvas foram entre 41 a 80 mm.

Figura 4 – Mapas da precipitação mensal da microrregião de Recife da série histórica de 1967 a 2017

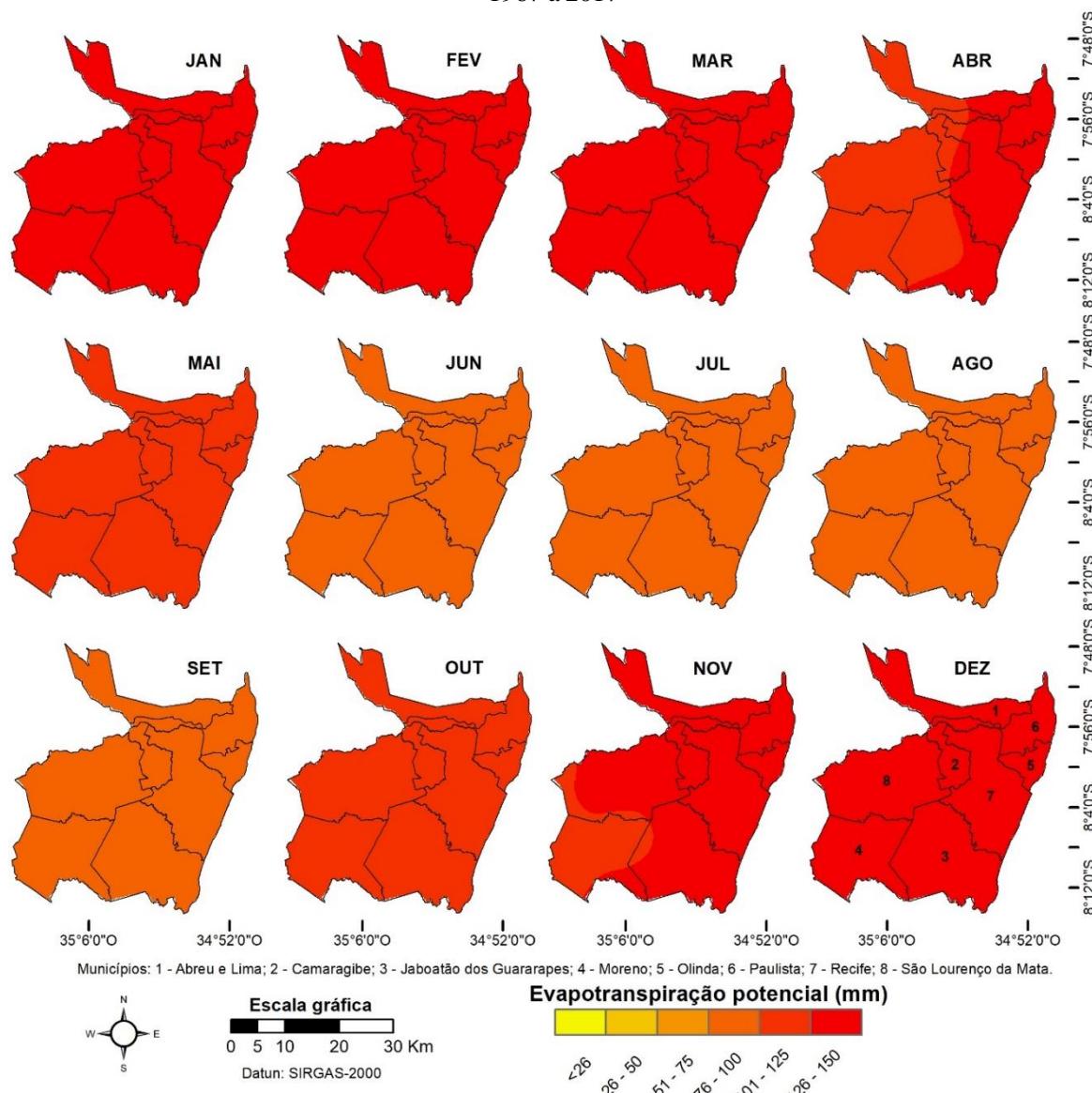


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Em outubro a pluviosidade predominante foi entre 41 a 80 mm, apresentando uma precipitação menor (entre 20 e 40 mm) nas localidades a oeste dos municípios de Abreu e Lima, São Lourenço da Mata e Moreno. Já em novembro a precipitação oscilou entre 20 e 40 mm e em dezembro a pluviosidade aumenta devido ao deslocamento anual da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que apresenta uma posição climatológica mais ao sul no verão, bem como pela atuação dos vórtices ciclônicos de altos níveis (NÓBREGA; FARIA, 2016; RIBEIRO; SOUZA, 2018) oscilando entre 41 a 80 mm.

A evapotranspiração potencial (ETP) anual da microrregião de Recife da série histórica pesquisada é de 1.393,5 mm e a média mensal é 116,1 mm. As variações mensais ETP estão representadas pelos mapas temáticos da Figura 5.

Figura 5 – Mapas da evapotranspiração potencial mensal da microrregião de Recife da série histórica de 1967 a 2017

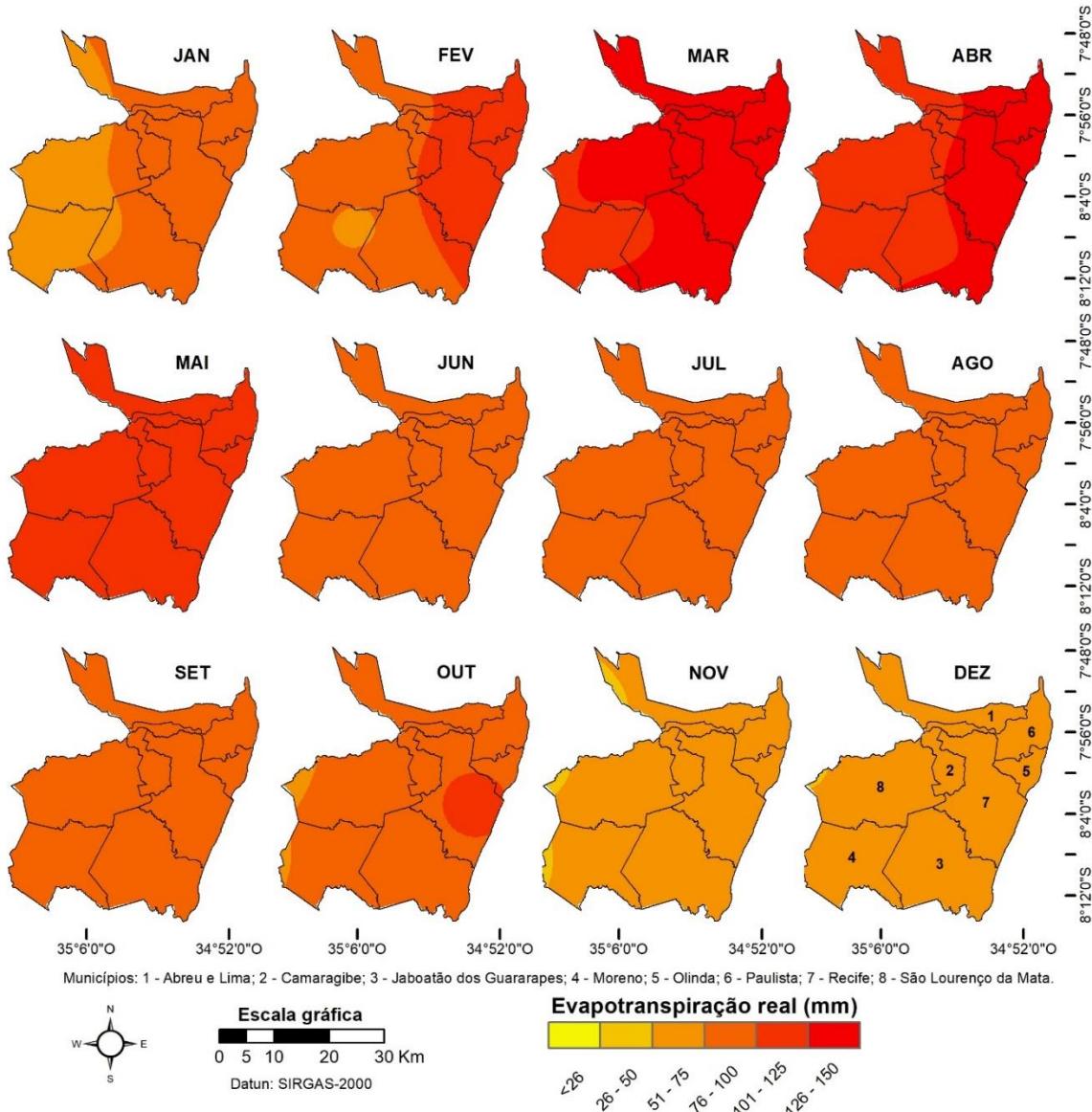


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Os maiores índices de ETPs são verificados entre dezembro e março com estimativas de 126 a 150 mm em todo o território estudado. Os maiores índices de ETPs são verificados entre dezembro e março com estimativas de 126 a 150 mm em todo o território estudado. Em abril os municípios mais a leste da microrregião continuam com ETP elevada (126 a 150 mm), entretanto os municípios a oeste têm valores de ETP reduzidos (101 e 125 mm). Em maio a ETP da microrregião fica entre 101 e 125 mm e nos meses de junho a setembro possui valores que variam entre 76 e 100 mm. No mês de outubro a taxa de ETP volta a aumentar, ficando entre 101 e 125 mm. Em novembro a ETP oscilou entre 126 a 150 mm, apresentando valores menores (entre 101 e 125 mm) nas localidades a oeste dos municípios São Lourenço da Mata, Moreno e Jaboatão dos Guararapes.

A evapotranspiração real (ETR) anual da microrregião de Recife é 1.102,1 mm e 91,8 mm de média mensal é. A Figura 6 apresenta a distribuição espacial da ETR.

Figura 6 – Mapas da evapotranspiração real mensal da microrregião de Recife da série histórica de 1967 a 2017



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Em janeiro a ETR da referida área variou entre 76 a 100 mm, apresentando valores menores (entre 51 a 75 mm) nas localidades a oeste de Abreu e Lima, São Lourenço da Mata, Jaboatão dos Guararapes e Moreno. Em fevereiro nos municípios localizados mais a leste da microrregião (Olinda, como também parte de Abreu e Lima, Paulista, Recife, Camaragibe e Jaboatão dos Guararapes) a ETR variou entre 101 e 125 mm, enquanto os municípios mais a oeste a oscilação foi de 76 e 100 mm. No nordeste do município de Moreno a ETR variou entre 51 a 75 mm.

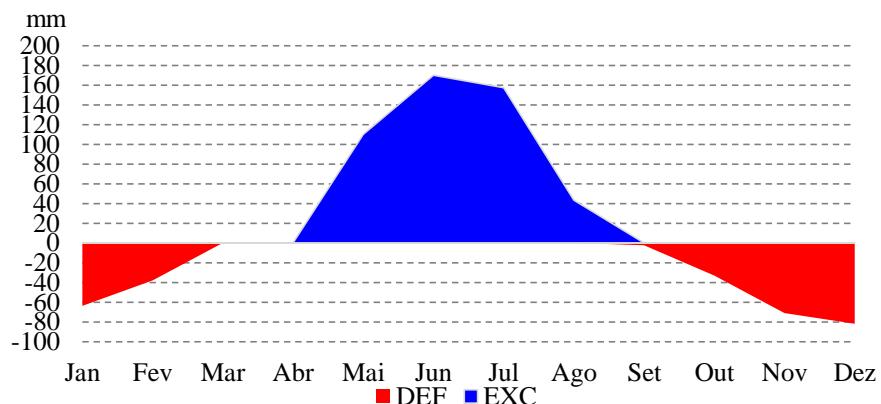
Os meses de março, abril e maio possuem os maiores valores de ETR devido a maior disponibilidade hídrica no solo. Em março predomina a ETR entre 126 e 150 mm com exceção do oeste dos municípios de Jaboatão dos Guararapes e São Lourenço da Mata, além de quase todo o município de Moreno, os quais obtiveram valores que variaram entre 101 e 125 mm. Na área mais a leste da microrregião a ETR de abril oscilou entre 126 e 150 mm, enquanto a oeste deteve valores entre 101 e 125 mm, crescendo a área de abrangência destes no sentido leste, alcançando toda a microrregião em maio.

Nos meses de junho a setembro a ETR ficou entre 76 a 100 mm em toda a microrregião de Recife. Em outubro a ETR continua entre 76 a 100 mm em quase toda área pesquisada, exceto em localidades dos municípios de Olinda e Recife com valores entre 101 a 125 mm e no extremo oeste dos municípios de São Lourenço da Mata e Moreno, os quais apresentaram ETR entre 51 a 75 mm. No mês de novembro a ETR ficou entre 51 a 75 mm, exceto no extremo oeste dos municípios de Abreu e Lima, São Lourenço da Mata e Moreno que ficou entre 26 e 50 mm. Em dezembro a ETR continuou entre 51 a 75 mm, mas com uma pequena área no extremo oeste do município de São Lourenço da Mata com valores entre 26 e 50 mm.

A Figura 7 apresenta o gráfico de deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC) no solo. A DEF para a área vai de setembro a fevereiro, oscilando entre 2,4 mm no mês de setembro e 81,9 mm no mês de dezembro. Nos meses de março e abril não foram verificados EXC e DEF, porém se obteve uma reposição hídrica na ordem de 10 mm e 88 mm, respectivamente. O EXC ocorre entre maio e agosto com variação de 169,9 mm em junho e 43,3 mm em agosto. Anualmente, o EXC da microrregião de Recife da série histórica analisada é cerca de 480 mm.

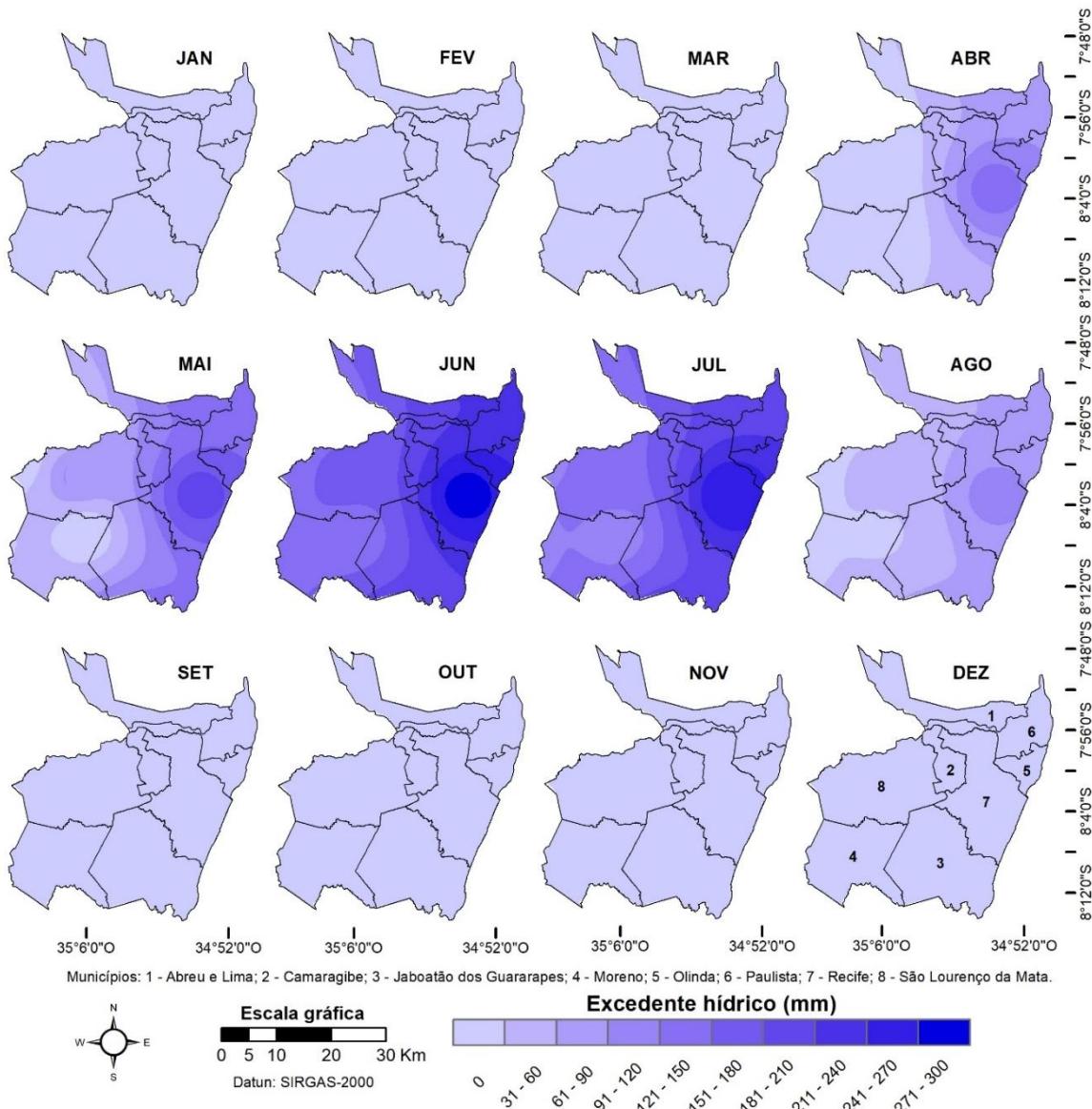
As variações mensais dos EXC do solo são representadas pelos mapas temáticos da Figura 8. No período de setembro a março o EXC é 0 mm. No mês de abril o EXC varia entre 0 e 150 mm, aumentando gradativa no sentido oeste-leste da microrregião, em que os maiores valores se encontram na região central do município de Recife (entre 121 e 150 mm).

Figura 7 – Gráfico de deficiência hídrica e excedente hídrico da série histórica de 1967 a 2017



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 8 – Mapas do excedente hídrico mensal da microrregião de Recife da série histórica de 1967 a 2017

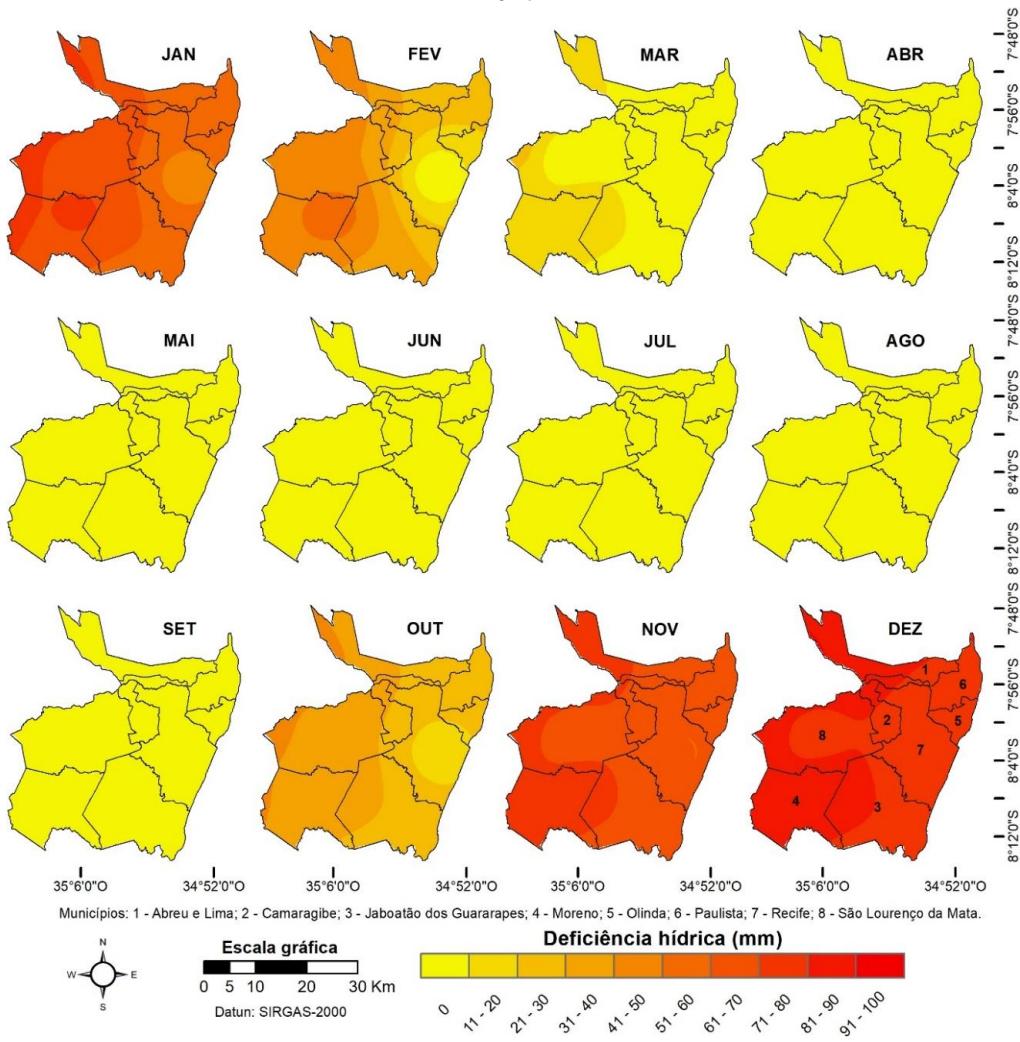


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Maio, junho e julho são os meses de maiores valores de EXC. Nesses meses à medida que se distancia do litoral (sentido leste-oeste) o EXC diminui, uma vez que o aporte hídrico por meio da precipitação vai sendo reduzido. Em maio o EXC varia entre 0 e 210 mm, em que localidades do município de Recife possui os maiores valores (181 a 210 mm) e os menores nos municípios de Jaboatão dos Guararapes, Moreno e São Lourenço da Mata (entre 0 e 30 mm). Junho é o mês de maiores EXC entre 121 a 300 mm e julho a variação foi de 91 a 270 mm. Em agosto também se tem uma diminuição gradativa do EXC no sentido leste-oeste da microrregião em que os valores variam entre 120 e 0 mm, respectivamente.

A deficiência hídrica (DEF) anual da área e período pesquisados foi de 290 mm e a média dos meses com DEF (outubro a março) foi de cerca de 48 mm. As variações mensais DEF estão representadas pelos mapas temáticos da Figura 9.

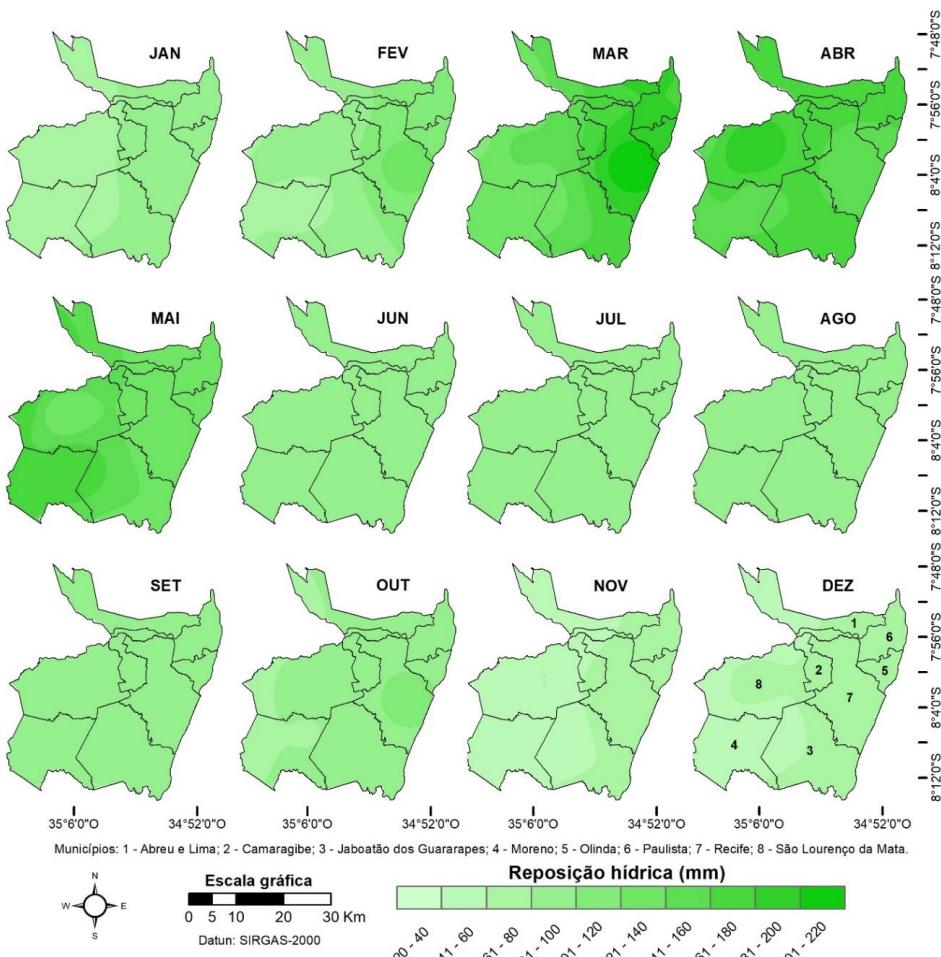
Figura 9 – Mapas da deficiência hídrica mensal da microrregião de Recife da série histórica de 1967 a 2017



Nos meses de janeiro e fevereiro as DEF aumentam no sentido leste-oeste, obtendo uma variação de 31 a 70 mm e 0 a 60 mm, respectivamente. Em março a DEF de 11 a 20 mm restringiu-se a oeste dos municípios de Abreu e Lima, Jaboatão dos Guararapes, São Lourenço da Mata e a quase de totalidade do município de Moreno. No extremo oeste de São Lourenço da Mata a DEF ficou entre 21 e 30 mm. No período de abril e setembro a DEF é 0 mm. No mês de outubro a DEF aumenta no sentido leste-oeste, variando de 0 a 10 mm em localidades de Recife e Olinda até 31 a 40 mm a oeste dos municípios de Abreu e Lima, São Lourenço da Mata e Moreno. Os meses de novembro e dezembro possuem as maiores deficiências hídricas, variando entre 61 a 80 mm e 81 a 100 mm, respectivamente, aumentando as deficiências do litoral para o interior (sentido leste-oeste).

A reposição hídrica média da área é de 1.200 mm/anual. A Figura 10 representa a espacialização da reposição hídrica mensal por meio dos mapas temáticos.

Figura 10 – Mapas da reposição hídrica mensal da microrregião de Recife da série histórica de 1967 a 2017



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na região oeste da microrregião (parte dos municípios de Abreu e Lima, Camaragibe, Paulista, São Lourenço da Mata, Jaboatão dos Guararapes e Moreno) a reposição hídrica no mês de janeiro teve uma variação entre 61 a 80 mm, enquanto no leste (municípios de Recife e Olinda e parte de Abreu e Lima, Camaragibe, Paulista e Jaboatão dos Guararapes) obteve um aumento 81 a 100 mm. Em fevereiro a reposição variou entre 61 e 140 mm, sendo as taxas de Moreno menores (61 a 80 mm) e Recife com as maiores reposições hídricas (121 a 140 mm).

Os meses de março, abril e maio apresentam as maiores reposições de água no solo, com valores variando entre 101 a 220 mm, isso ocorre devido ao início da estação chuvosa. Em março a reposição diminui no sentido leste-oeste (do litoral para o interior), variando de 101 a 220 mm, sendo Recife com as maiores taxas (201 a 220 mm) e Moreno predominando as menores (121 a 140 mm).

De junho a setembro a reposição variou na microrregião entre 81 a 100 mm. Em outubro a reposição predominante foi de 81 a 100 mm, tendo uma maior taxa na região central de Recife (101 a 120 mm) e as menores no oeste dos municípios de Abreu e Lima, São Lourenço da Mata e Moreno (61 a 80 mm). Nos meses de novembro e dezembro na região oeste da microrregião a reposição variou entre 41 a 60 mm, aumentando para 61 a 80 mm no leste devido o maior aporte hídrico pela precipitação.

Os índices analisados na pesquisa demonstram a variabilidade espaço-temporal da temperatura do ar, precipitação e evapotranspiração real e como esses elementos influenciam na dinâmica de parâmetros como ETR, DEF, EXC e reposição hídrica. Ficou evidente que o clima da microrregião do Recife possui dois períodos definidos de precipitação: um seco que se estende de agosto a março com um total de 643 mm e outro úmido, abril a julho, com chuvas abundantes entorno de 922 mm, demonstrando a irregularidade da precipitação pluviométrica. Os resultados possibilitaram compreender as variações estacionais e espaciais dos parâmetros de ETR, DEF, EXC e reposição hídrica, os quais são imprescindíveis o planejamento urbano estratégico, bem como para o abastecimento hídrico para regiões como esta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do BHC proposto por Thornthwaite e Mather (1955) para a microrregião de Recife possibilitou identificar a variabilidade espaço-temporal da temperatura do ar, evapotranspiração potencial e real, bem como o regime hídrico. A temperatura média do ar da

microrregião é alta, sendo possível verificar os maiores índices entre dezembro a março e as menores a oeste da área pesquisada. No mesmo sentido, a ETP apresentou os maiores índices nesses meses e as menores de junho a setembro, uma vez que a ETP está diretamente relacionada com a variação da temperatura do ar.

Já a ETR possui elevados valores entre março e maio por causa das maiores taxas pluviométricas, enquanto os menores índices ocorreram nos meses de novembro e dezembro. A medida que se distancia do litoral há uma diminuição da ETR devido a menor disponibilidade hídrica no solo. A precipitação diminui consideravelmente entre os meses de agosto a novembro, bem como no sentido leste-oeste. A quadra chuvosa (abril, maio, junho e julho) da microrregião apresenta elevada pluviosidade, a qual é influenciada pela frente polar do Atlântico e pelos Distúrbios Ondulatórios de Leste.

O EXC apresenta uma espacialidade similar a precipitação nos meses de abril a agosto, em que diminui consideravelmente as taxas no sentido leste-oeste, não apresentando EXC entre setembro a março. Inversamente ao EXC, o DEF aumenta sentido leste-oeste devido a diminuição da precipitação, sendo novembro e dezembro os meses de maiores deficiências hídricas. A reposição hídrica tem nos meses de março a maio as maiores taxas, isso ocorre devido ao início da estação chuvosa, e as menores em novembro e dezembro. Espacialmente, a reposição é maior na área mais oriental da microrregião devido ao maior aporte hídrico.

Recomenda-se a continuidade desta pesquisa para se obter os índices climáticos, bem como a realização da classificação climática pelo método Thornthwaite & Mather (1955) para a microrregião de Recife. É fundamental a continuidade do monitoramento dos parâmetros aqui analisados com o intuído de auxiliar na gestão urbano-ambiental, de modo que auxilie nas medidas de prevenção e mitigação de desastres. Sugere-se também o monitoramento de sistemas atmosféricos a fim de auxiliar nas tomadas de decisões nas ocorrências de eventos extremos de precipitação.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), Campus Recife, para o qual apresentamos nossos agradecimentos pela colaboração.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA, A. P. X. G. **Análise microclimática das condições ambientais em áreas urbanas na cidade do Recife-PE**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade de Pernambuco, Recife, 2018.
- CAMPOS, C. R. J.; SILVA, M. V. Impacto de sistemas meteorológicos no regime hídrico do Rio Grande do Sul em 2006. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, 2010.
- CARVALHO, H. P.; DOURADO NETO, D.; TEODORO, R. E. F.; MELO, B. Balanço hídrico climatológico, armazenamento efetivo da água no solo e transpiração na cultura de café. **Biosci. J**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 221-229, mar./abr., 2011.
- CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 140-147, 2006.
- CAVALCANTI, M. A. **Os sistemas logísticos de transporte e a estruturação do território pernambucano: gênese e produção**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2015.
- CECÍLIO, R. A.; SILVA, K. R.; XAVIER, A. C.; PEZZOPANE, J. R. M. Método para a espacialização dos elementos do balanço hídrico climatológico. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 47, n. 4, p. 478-488, abr/2012.
- LOPES, I.; MELO, J. M. M.; LEAL, B. G.; Espacialização da temperatura do ar para a região do submédio São Francisco. **Irriga**, Botucatu, v. 22, n. 1, p. 177-193, jan./mar., 2017.
- MOREIRA, E. B. M.; NÓBREGA, R. S.; SILVA, B. B. Influência da expansão urbana em Recife (PE) no fluxo de calor sensível através de imagens digitais do TM Landsat 5. **Revista de Geografia (UFPE)**, Recife, v. 30, n. 2, 2013.
- NÓBREGA, R. S.; FARIAS, R. F. L. Eventos extremos pluviais em Jaboatão dos Guararapes: climatologia e estudo de caso. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, São Paulo, volume especial, p. 70-82, 2016.
- NOBREGA, R. S.; SANTOS, P. F. C.; MOREIRA, E. B. M. Morfologia urbana e ilhas de calor na cidade do Recife/PE: distribuição espacial e intensidade. **Revista de Geografia**, Recife, v. 33, n. 4, 2016.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia Agrícola**. Edição revista e ampliada. Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP: Editora: ESALQ-Depto de Ciências Exatas, 2007.
- PERNAMBUCO. BASE DE DADOS DO ESTADO. **Divisão Geopolítica**. Disponível em: <<http://www.bde.pe.gov.br/estruturacaogeral/mesorregioes.aspx>>. Acesso em: 20 de maio de 2020.
- RIBEIRO, E. P.; SOUZA, C. S. Caracterização e classificação climática da microrregião de Vitória de Santo Antão. **Revista Continentes (UFRRJ)**, Seropédica-RJ, ano 7, n. 12, 2018.

SILVA, A. O.; MOURA, G. B. A.; KLAR, A. E. Classificação climática de Thornthwaite e sua aplicabilidade agroclimática nos diferentes regimes de precipitação em Pernambuco. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 1, p. 46-60, 2014.

SILVA, L. É. P.; BRACHT, E. C. Uma nova abordagem para o cálculo do balanço hídrico climatológico. **Revista brasileira de computação aplicada**. Passos Fundo, v. 2, n. 1, p. 2-16, mar./2010.

SOUZA, W. M.; AZEVEDO, P. V. Avaliação de tendências das temperaturas em Recife-PE: mudanças climáticas ou variabilidade? **Engenharia ambiental**, Espírito Santo do Pinhal - SP, v. 6, n. 3, p. 462-472, 2009.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, New York, v. 38, p. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, N. J.: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, publications in Climatology. v. 8, n. 1, New Jersey, 104 p., 1955.

TERRAÇOS FLUVIAIS NO BAIXO CURSO DO RIO PIRANHAS-AÇU COMO CONTRIBUIÇÃO GEOCRONOLÓGICA HOLOCÊNICA

Pedro Ítalo Carvalho **ADERALDO**
Universidade Estadual de Campinas
E-mail: pedroitalo@ige.unicamp

Archimedes **PEREZ FILHO**
Universidade Estadual de Campinas
E-mail: archi@unicamp.br

*Recebido
Abril de 2020*

*Aceito
Junho de 2020*

*Publicado
Julho 2020*

RESUMO: A identificação de cotas altimétricas em baixos terraços fluviais, compreende-se como uma etapa prévia, a aplicação de técnicas geocronológicas, em alguns estudos sobre reconstituição de paisagens holocênicas. Nessa perspectiva, objetiva-se verificar as altimetrias presentes, por meio de perfis, em baixos terraços fluviais e em outras formas, localizadas no baixo curso da bacia do rio piranhas-açu, estado do Rio Grande do Norte – Brasil. Realiza-se durante o artigo, discussões entre terraços fluviais e geocronologia. Nota-se nos resultados que, predominantemente as cotas constatadas nos terraços fluviais, variam de 2 a 6 metros, equiparando-se as altimetrias encontradas em outras bacias do sul e sudeste do Brasil.

Palavras-chave: Terraços fluviais. Baixo curso. Holoceno.

FLUVIAL TERRACES IN THE LOW COURSE OF THE PIRANHAS-AÇU RIVER AS HOLOCENIC GEOCHRONOLOGICAL CONTRIBUTION

ABSTRACT: The identification of altimetric levels in low river terraces, is understood as a previous step, the application of geochronological techniques, in some studies on the reconstruction of holocene landscapes. In this perspective, the objective is to verify the altimetry present, through profiles, in low river terraces and in other forms, located in the piranhas-açu river basin, state of Rio Grande do Norte – Brazil. It takes place during the article, discussions between river terraces and geochronology. It is noted in the results that, predominantly the quotas found in the river terraces, vary from 2 to 6 meters, matching the altimetry founded at other basins in the south and southeast of Brazil.

Keywords: Fluvial Terraces. Low Course. Holocene.

TERRAZAS FLUVIALES EN EL BAJO CURSO DEL RÍO PIRANHAS-AÇU COMO CONTRIBUCIÓN GEOCRONOLÓGICA HOLOCÉNICA

RESUMEN: La identificación de niveles altimétricos em terrazas bajas de ríos, se entiende como un paso previo, la aplicación de tecnicas geocronológicas, em algunos estúdios sobre la reconstrucción de paisajes holocénicos. En esta perspectiva, el objetivo es verificar la presencia de altimetría, a través de perfiles, en terrazas bajas de ríos y en otras formas, ubicadas en el curso baio de la cuenca del río piranhas-açu, estado de Rio Grande do Norte – Brasil. Se lleva a cabo durante el artículo, discusiones entre terrazas de ríos y geocronología. Se puede ver en los resultados que, predominantemente las cuotas que se encuentran en las terrazas de los ríos, varían de 2 a 6 metros, coincidiendo con la altimetría encontró en otras cuencas en el sur y sureste de Brasil.

Palavras claves: Terrazas fluviales. Bajo curso. Holoceno.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu, localizada no estado do Rio Grande Norte – Brasil, abrange o domínio morfoclimático das depressões intermontanas e interplanálticas das caatingas (AB'SABER, 1969). Inseridas neste domínio, nota-se a presença de áreas, consideradas de exceção no contexto semiárido, por apresentarem boas condições hídricas e pedológicas, tais como observado nas planícies e terraços fluviais holocénicos.

A planície fluvial no baixo curso do rio piranhas-açu, apresenta-se predominantemente composta por depósitos aluvionares holocénicos e mostra-se com aviltamento em suas bordas, ao direcionar-se no sentido das planícies flúvio-marinha e marinha. Em contato com suas margens leste e oeste, identificam-se calcarenitos e calcilutitos bioclásticos da Formação Jandaíra (Cretáceo Superior), depósitos fluvio-lacustrinos (Pleistoceno) e depósitos aluvionares antigos (Pleistoceno), ambos com cotas altimétricas superiores aos depósitos holocénicos, propiciando a formação de um vale (CPRM, 2010).

Entendidos como antigas planícies de inundação e comprovados por meio de diversas técnicas, a exemplo de análises cronológicas, físicas, químicas e de identificação de suas feições, os terraços fluviais, são formas importantes para a compreensão desde paleoambientes a paisagens atuais que os rodeiam.

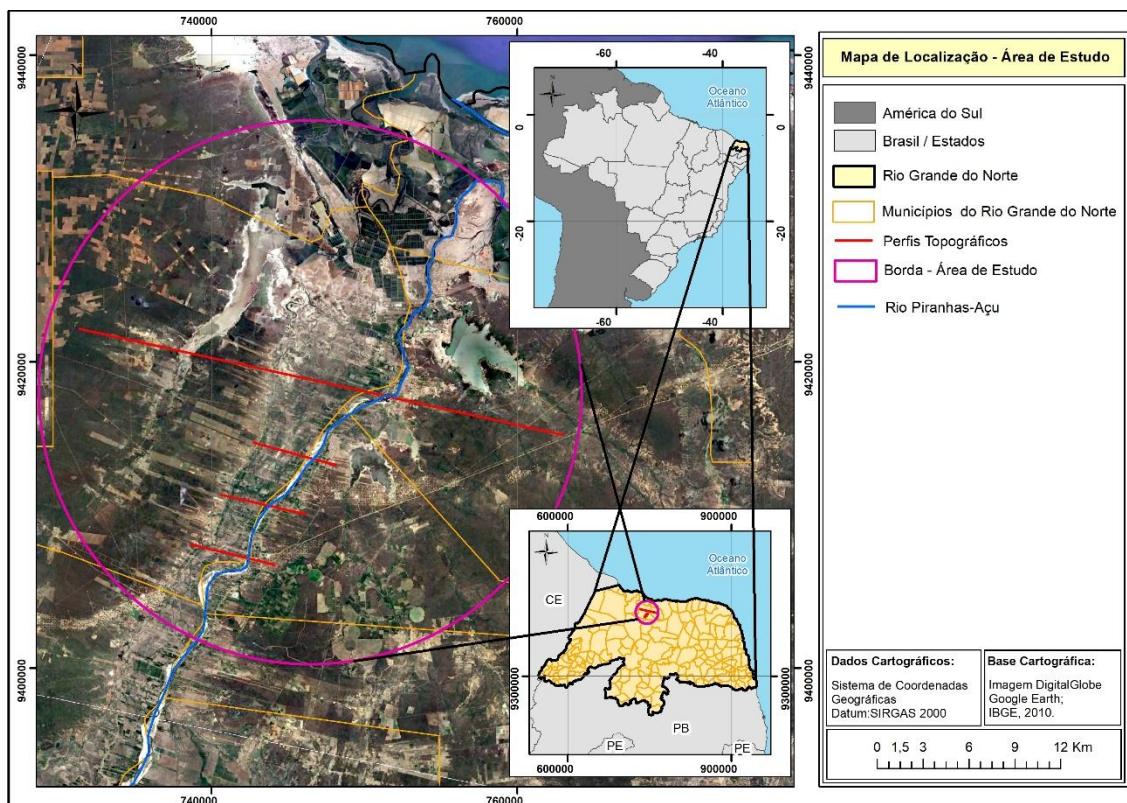
As aplicações das técnicas em diferentes níveis de terraços fluviais, podem contribuir para elucidar, a partir de associações entre eventos deposicionais e climáticos, comportamentos entre os elementos naturais da paisagem, vigentes do início do holoceno aos dias atuais, tornando de suma importância pesquisas prévias, que busquem identificar

diferentes níveis altimétricos ao longo dessas formas. Partindo dessa perspectiva, objetiva-se nesse trabalho, contextualizar a relação entre terraços fluviais e geocronologia holocênica, bem como, identificar níveis de baixos terraços fluviais e outros depósitos por meio de perfis no baixo curso do rio Piranhas-Açu.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo foi delimitada a partir da abrangência de 4 perfis, elaborados no sentido leste - oeste, sobre o rio Piranhas-Açu, contemplando os municípios de Carnaúbas, Pendências e Alto do Rodrigues, todos localizados no estado do Rio Grande do Norte, Brasil (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de Localização da Área de Estudo



Fonte: Elaborado pelos autores.

Segundo a CPRM (2007), a bacia do Piranhas-Açu, cujo nome interliga-se pela denominação de dois rios, piranha no estado da Paraíba e açu no estado do Rio Grande do Norte, mostra-se com uma nítida assimetria na drenagem, predominando os afluentes de sua margem direita sobre os da margem esquerda. Seu padrão mais evidente é o dendrítico e sua

rede é alimentada pelas precipitações locais, e por águas subterrâneas. Em seu baixo curso, identificam-se unidades de relevos, tais como, Tabuleiros Costeiros, Domo Anticlinal - Serra do Mel, Reverso da Cuesta do Apodi, Planícies flúvio-marinhas, marinhas e fluviais; prevalência de clima semiárido com período chuvoso de 4 a 5 meses; e presença de vegetação litorânea e de caatinga.

MATERIAL E MÉTODO

A presente pesquisa teve seu método respaldado pela Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1975), levando-se em consideração a concepção geossistêmica proposta por Sotchava (1956 e 1971). A escolha pelo método sistêmico foi motivada pelo suporte básico fornecido a estudos de evolução da paisagem, oportunizando realizar análises integradas dos elementos atuantes e constituintes de paisagens.

No que se refere a realização dos perfis, utilizou-se imagens *Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM, com conferência em imagens *ASTER GDEM* e em perfis elaborados pelo *software Google Earth*. O desenho dos perfis e a elaboração dos outros componentes das figuras, deu-se a partir do manuseio nos *softwares ArcGis 10.7, QGIS 3.4.15* e *GlobalMapper*.

Utilizou-se para o preenchimento, com as nomenclaturas em cada forma delimitada nos perfis, o relatório, o mapa e os arquivos *SHP* e *KML* (1:100.000), da folha geológica Macau (SB.24-X-D-II), bem como, produção científica denominada de Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte (CPRM, 2007 e 2010).

Salienta-se que, a identificação das formas nos perfis, correspondem a esboços, nos quais servem para subsidiar discussões prévias as atividades de campo, uma vez que, os dados topográficos, apenas podem ser afirmados por levantamentos em trabalho de campo, utilizando equipamentos específicos, tais como, *gps* geodésico e estação total.

DISCUSSÃO

Terraços e sua contribuição na cronologia do Holoceno

Os terraços fluviais, de modo geral, são resultantes de processos deposicionais, com fornecimento detritico, e de processos erosivos, com aprofundamento do leito, ocorrentes ao longo do tempo (CHIRISTOFOLLETTI, 1981). Desta forma, são considerados testemunhos

das condições de mudanças ambientais quaternárias, especialmente aquelas relacionadas às instabilidades climáticas (PAZZAGLIA, 2010; SUGUIO, 1998), provindas de pulsos climáticos, decorrentes de eventos de curtos prazos; de oscilações climáticas, decorrentes de eventos de médios prazos; e de mudanças climáticas, decorrentes de eventos de longo prazos, como as glaciações (PEREZ FILHO e RUBIRA, 2019).

Caracteriza-se como terraços fluviais, antigas planícies de inundação, compostos por uma superfície plana e por vertentes levemente inclinadas em direção ao canal fluvial atual (SCHUMM, 1977). Os baixos terraços fluviais, foco desse artigo, localizam-se no vale fluvial, representando antigas planícies de inundação que, devido ao rebaixamento do canal, apresentam-se em um patamar elevado, evidenciando com capacidade esporádicas de deposição em suas camadas superiores, durante raros momentos de inundações.

Lima (2017), observa nos terraços fluviais um tipo de feição que estima a ocorrência de mudanças de cunho climático e tectônico, propiciando *insights* sobre o fornecimento pretérito de sedimentos e assim, podendo ser utilizados para deduzir o tempo e causa de abandono das planícies de inundação.

Shumm (1973), afirma que devido ao seu estreito vínculo genético com o nível de base e o clima, os terraços possuem informações paleohidrológicas, sendo necessário compreender que as suas gêneses não estão relacionadas apenas a uma fase climática uniforme, mas sim a fases climáticas oscilatórias. Nessa perspectiva, para embasar o entendimento na formação dos terraços fluviais, presentes no baixo curso, são indispensáveis abordagens que envolvam o dinamismo climático ocorrido no quaternário e especificadamente no Holoceno, uma vez que a sua formação se relaciona diretamente com a intensidade do aporte hídrico na bacia.

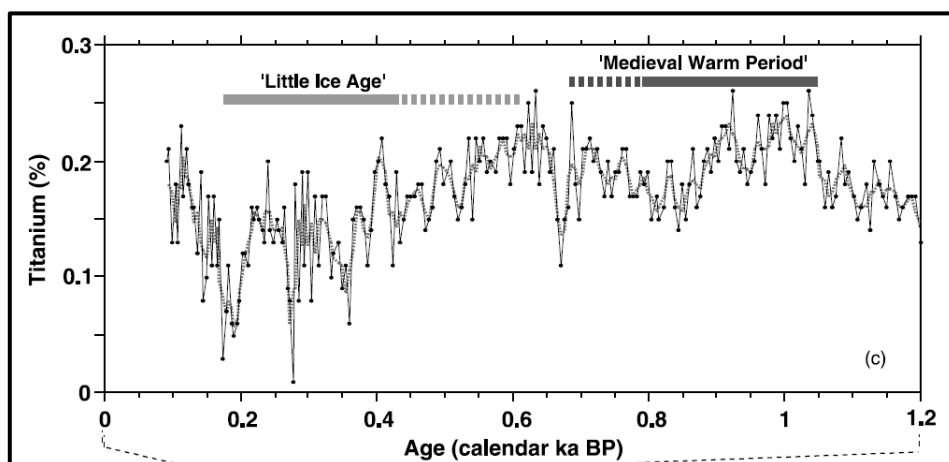
Durante o quaternário são identificadas, apenas glaciações no pleistoceno, totalizando quatro principais, marcando profundamente o território Sul-Americano (PENK e BRUCKNER, 1909; PENTEADO, 1978). Atualmente, estamos presenciando, no período Holocênico, que se iniciou há aproximadamente 10.000 anos AP, um estádio interglacial, com temperaturas mais elevadas e com pequenas pulsações climáticas como a pequena idade do Gelo (THOMPSON et al., 1989) e o período de aquecimento medieval (BROECKER, 2001).

Wanner (2011), durante análises em precipitações, temperaturas, umidades e comportamento das geleiras, dos últimos 10.000 anos, observa que nesse período não houve ciclos climáticos, mas sim, uma variabilidade espaço/temporal nas temperaturas, precipitações e umidades. Este autor, também diagnostica outros 6 eventos holocénicos frios, em 8.200, 6.300, 4.700, 2700, 1550 e 550 AP. Justificados principalmente pela oscilação da Zona de

Convergência, por uma baixa atividade solar e por erupções vulcânicas, podendo estes atuarem em conjunto ou isoladamente.

No hemisfério sul, os pulsos climáticos holocênicos são identificados em Haug et al. (2001), ao analisar dados de concentração de titânio e ferro na bacia Cariaco, costa venezuelana. Neste pode-se visualizar grande oscilação entre períodos mais quentes ou mais frios durante o Holoceno, os quais influenciaram na modelagem das paisagens e nos ciclos hidrológicos ali presentes (Figura 2). Notou-se também que posteriormente ao último máximo termal, período com aumento na precipitação, houve uma tendência para condições mais secas, na qual persistiu até a “pequena idade do gelo”. Logo após esse período, houve um novo aumento na temperatura e atualmente, encontrando-se sobre efeitos de um novo declínio na temperatura. Essas pulsações climáticas identificadas, também foram justificadas, pelas oscilações na zona de convergência intertropical e foram correlacionadas as pulsações presentes no hemisfério norte por meio de teleconexões climáticas.

Figura 2 - Pulsações Climáticas identificadas no hemisfério sul, durante o holoceno.



Fonte: Haug et al. (2001).

Dado tais entendimentos, afirma-se que baixos terraços fluviais contribuem para a cronologia do holoceno, uma vez que se configuram como uma unidade de relevo atual, existentes nas paisagens marginais aos leitos de rios, que evidenciam em suas formas e depósitos, marcas de oscilações entre períodos úmidos e secos, quentes e frios, de maiores e menores deposição ou erosão, dentre outros. Podendo-se associar os seus diferentes níveis altimétricos, com eventos climáticos ou até tectônicos existentes, para contribuição em esclarecimentos de cenários paleoambientais.

RESULTADOS

Identificação de terraços em Perfis

A identificação de perfis, auxilia significativamente no esclarecimento das formas em que depósitos quaternários se apresentam no baixo curso do rio piranhas-açu. Nota-se que os depósitos pleistocênicos, posicionados principalmente nas porções oeste da área de estudo, não bordeja predominantemente os depósitos holocênicos, dificultando a sua visualização, em grandes extensões, nos perfis.

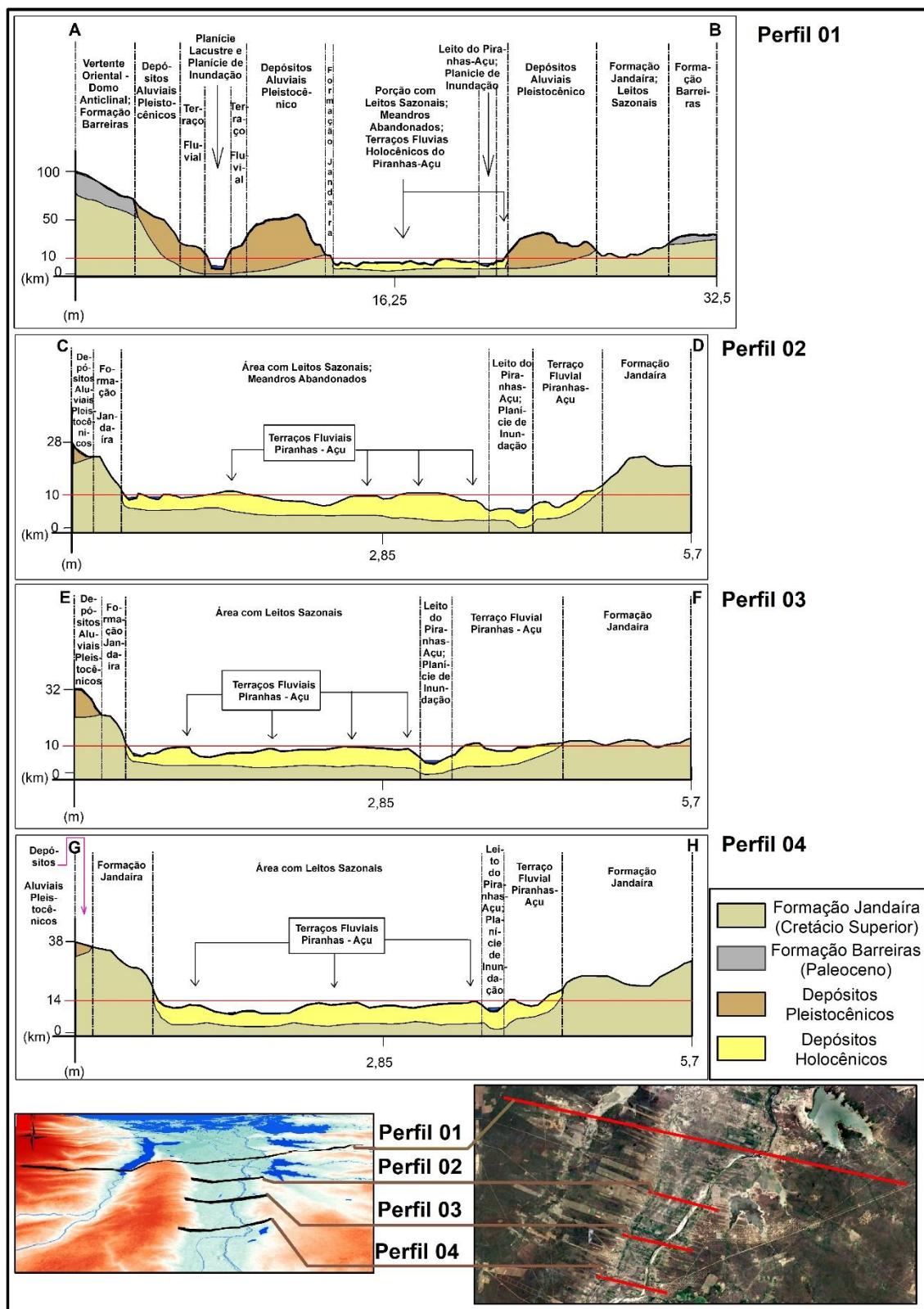
No perfil 01 com transecto de 32,5 quilômetros, abrange-se desde o centro representado pelos depósitos holocênicos, até o contato com a formação barreiras, nas porções leste e oeste. Nos outros 3 perfis, com transectos de 5,7 quilômetros, revela-se maior expressividade nos depósitos holocênicos (Figura 3).

Para compreensão dos valores altimétricos nos baixos terraços fluviais, salienta-se que o leito do rio piranhas-açu, exibe-se predominantemente com cotas de 6 a 7 metros, acima do nível do mar. Comparou-se apenas os terraços fluviais holocênicos com as cotas altimétricas do rio piranhas-açu, os demais depósitos e formações, com o nível “zero” do mar.

Observa-se nos 4 perfis que as maiores cotas altimétricas, se direcionam do sentido leste para oeste, podendo ser justificadas pela aproximação com a vertente do domo anticlinal com alturas superiores aos 200 metros.

No perfil 01 (A – B), posicionado mais ao norte, evidencia que os terraços fluviais, tem variação altimétrica de 2 a 6 metros acima da cota do rio piranhas-açu. Nas demais áreas com depósitos holocênicos, são identificados meandros abandonados e leitos de rios sazonais. No contato leste, com os depósitos holocênicos, identifica-se com altimetrias superiores aos 10 metros, os depósitos pleistocênicos. Já no contato oeste, identifica-se com altimetrias de 8 a 12 metros, o afloramento da Formação Jandaíra. Seguindo na mesma porção oeste, posterior a essa Formação, visualiza-se depósitos aluvionares pleistocênicos, com altimetrias superiores aos 50 metros, sendo divididos ao meio por uma planície lacustre com cotas inferiores as encontradas no rio piranhas-açu. Quanto aos limites leste e oeste do perfil, observa-se a Formação Barreiras, mostrando-se com cotas que ultrapassam os 40 metros em sua porção leste e os 90 metros em sua porção oeste.

Figura 3 – Perfis no baixo curso do rio Piranhas-Açu.



Fonte: Elaborado pelos autores.

No perfil 02 (C – D), são constatados terraços fluviais com predomínio de 2 a 6 metros acima da cota do rio piranhas-açu, equiparando-se as altimetrias encontradas no perfil 01. Ressalta-se que, na porção leste em contato com a Formação Jandaíra, há terraço com alturas de 3 a 9 metros. No contato leste e oeste, com os depósitos holocênicos, observa-se a Formação Jandaíra, com altimetria superior aos 10 metros. Apenas na porção oeste há presença sutil de depósito pleistocênico, com cotas superiores aos 20 metros.

No perfil 03 (E – F), identificam-se terraços fluviais com cotas de 2 a 8 metros acima do rio piranhas-açu. Os depósitos pleistocênicos, evidenciam-se com cotas superiores aos 20 metros, e a Formação Jandaíra com cotas superiores aos 10 metros.

Baseando-se nos 4 perfis, constata-se que os terraços fluviais, ao passo que adentram o continente, apresentam-se com maiores altimetrias, em relação ao nível do mar. No perfil 04 (G – H), identifica-se como o único em que o leito do rio está com cotas superiores aos 6 metros. Os terraços fluviais, continuam variando aproximadamente de 2 a 6 metros, exceto em sua porção leste, em contato com a Formação Jandaíra, no qual é identificado cotas atingindo os 9 metros. Neste perfil nota-se também que a Formação Jandaíra, encontra-se com cotas superiores aos 15 metros, e os depósitos pleistocênicos com cotas superiores aos 30 metros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Decifrar o passado para compreender as atuais configurações paisagísticas, é o objetivo de muitas pesquisas recentes. Ao se volta o olhar para as paisagens holocênicas, percebe-se complexidade em muitos casos, para se obter evidências dos processos formadores de relevos.

Pesquisas geocronológicas em terraços fluviais, flúvio-marinhos e marinhos, têm evidenciados significativos resultados, para compreensão de paleoambientes holocênicos (PEREZ FILHO e RUBIRA, 2019). Contudo, antes da aplicação de distintas técnicas nessas unidades de relevo, torna-se necessário, identificar as suas disposições nas paisagens e seus respectivos níveis altimétricos. Para tal, realizou-se a identificação dos depósitos presentes ao longo do baixo curso do rio piranhas-açu, constatando predominância em cotas de 2 a 6 metros nos baixos terraços fluviais. Essas altimetrias observadas nos baixos terraços holocênicos, são equiparadas as altimetrias encontradas em outras bacias do sul e sudeste do Brasil (RUBIRA E PEREZ FILHO, 2018; PEREZ FILHO e RUBIRA, 2019; SOUZA e PEREZ FILHO, 2019)

Com esse trabalho, acredita-se ter contribuído para discussões sobre terraços fluviais e suas associações com a geocronologia no holoceno, além de evidenciar por meio de perfis, formas e altimetrias, sobre o rio piranhas-açu.

AGRADECIMENTOS

Externamos nossos agradecimentos à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela viabilização financeira da pesquisa (Processo n. [2018/23828-8](#)).

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Contribuição a geomorfologia do litoral paulista. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, 1955. p. 3-48.
- AB'SABER, A. N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. São Paulo, n. 3, 1969. p. 45-48.
- AZEVEDO, A. Brasil: a terra e o homem. **Cia Editora Nacional**, São Paulo. Vol. 1. 1964. p. 512.
- BERTALANFFY, Ludwig Von., Teoria Geral dos Sistemas.; **Ed. Vozes**; 1975.
- BROECKER, W. S. *Was the Medieval warm period global?* Science. v. 291, n. 5508. 2001. p. 1497-1499.
- CHRISTOFOLLETTI, Antônio. Geomorfologia fluvial. São Paulo: **Edgard lucher**, 1981.
- CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil. Macau-SB.24-X-D-II, escala 1:100.000: nota explicativa./ Francisco Hilário Rego Bezerra, Ricardo Farias do Amaral, Francisco Oliveira da Silva, Maria Osvalneide Lucena Sousa, Vanildo Pereira da Fonseca, Marcela Marques Vieira.- Rio Grande do Norte: UFRN /CPRM. Brasília, 2007.
- CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte / Organização: Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff [e] Fernanda Soares de Miranda Torres. Recife, 2010. 227p.
- HAUG, G. H., HUGHEN, K. A., SIGMAN, D. M., PETERSON, L. C., RÖHL, U. (2001). *Southward migration of the intertropical convergence zone through the Holocene.* **Science**, 293(5533), 1304-1308.
- LEOPOLD, L.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. *Fluvial processes in geomorphology.* San Francisco; W.H. Freeman and Company, 1964. 522 p.

PAZZAGLIA, F.J. Fluvial terraces. In: WOHL, E. (ed.) *Treatise on Geomorphology*. New York: Elsevier, 2010, p. 1-55.

PENCK, A.; BRÜCKNER, E. *Die Alpen Eiszeitalter*. 1^a ed. Tauchnitz: Leipzig. 1909. 1199p.

PEREZ FILHO, A.; RUBIRA, F. G., *Evolutionary interpretation of Holocene landscapes in eastern Brazil by optimally stimulated luminescence: Surface coverings and climatic pulsations*. **CATENA**, v. 172. 2019. p. 866-876.

PENTEADO, M.M. Fundamentos de Geomorfologia. Rio de Janeiro: IBGE, 2^a ed., 1978.

RUBIRA, F.G.; PEREZ FILHO, A.; *Geochronology and Hydrodynamic Energy Conditions in surface coverings of Low Holocene Fluvial, Fluvial-Marine, and Marine Terraces/; Climatic Pulsations to the South of the Aranguaguá River Basin /9SC/0*. Revista Brasileira de Geomorfologia. 2018.

SCHUMM, S. A. *The Fluvial System*. Wiley, New York. 1977. 338p.

SILVEIRA, J,D, da. Baixadas litorâneas quentes e úmidas. Boletim da FFCL da USP. Geografia, nº 8., 1952.

SOUZA, A. O; PEREZ FILHO, A.; *Late Holocene coastal dynamics, climate pulses and low terraces in the coast of the state of São Paulo, southeast, Brazil*. **Earth Science Journal of South America**. 2019.

SOTCHAVA, V. B. *Les Principes de la division physico-géographique des territoires*. In: ACADEMIE des SCIENCES de L'URSS / SOCIÉTÉ de GÉOGRAPHIE de L'URSS. *Essais de Géographie*. Leningrad: Académie des Sciences de l'URSS, 1956.

SOTCHAVA, V. B. *Geography and Ecology*. Soviet Geography: Review and Translation, New York, v.12, n. 5, 1971. p277-292.

SUGUIO, K. Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 222 p.

THOMPSON, L. G. E.; MOSLEY-THOMPSON, E. *One-half Millenia of Tropical Climate Variability as Recorded in the Stratigraphy of the Quelccaya Ice Cap*. Peru. In: D. H. PETERSON (Org.) *Aspects of Climate Variability in the Pacific and the Western Americas*. Washington: American Geophysical Union. 1989. p. 15-31.

TRICART, J. Notas sobre variação quaternárias do nível marinho. Boletim Paulista de Geografia. Nº 28. 1958. p. 3-13.

WANNER, H.; SOLOMINA, O.; GROSJEAN, M.; RITZ, S. P.; JETEL, M. (2011). *Structure and origin of Holocene cold events*. **Quaternary Science Reviews**. Volume 30, Issues 21 - 22, p. 3109 - 3123.

O TERRITÓRIO SOBRALENSE E OS AGLOMERADOS DE EXCLUSÃO NA CIDADE MÉDIA

Lubelia Lima da **SILVA**

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA, Sobral, Ceará.
E-mail: lubelialima19@gmail.com

Francisco Clébio Rodrigues **LOPES**

Doutor em Geografia. Docente dos cursos de graduação e pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA, Sobral, Ceará.
E-mail: clebiolopes@yahoo.com.br

*Recebido
Abril de 2020*

*Aceito
Junho de 2020*

*Publicado
Julho 2020*

RESUMO: O artigo que se apresenta analisa a formação dos aglomerados de exclusão em Sobral/CE. Para tanto, fizemos um recorte para fins de pesquisa, sendo considerado o bairro Terrenos Novos, para discutirmos tal aspecto. Tal estudo se justifica tendo em vista as transformações observadas na cidade nos últimos anos, seja no oferecimento de atividades do ramo industrial, comerciário, serviços, fazendo com que ela consiga exercer forte expressividade na região Noroeste do estado do Ceará. Contudo, a cidade passou a ser alvo de migrações e também de novas configurações espaciais em seu espaço urbano, ocupações desordenadas, subsidiando a formação de aglomerados de exclusão, compreendidos como aglomerações urbanas que, de alguma forma, estão em situações de vulnerabilidade econômica ou social. Construímos o estudo com base na exploração bibliográfica em livros, dissertações, artigos científicos e obras que tratam sobre o espaço urbano, a cidade e os aglomerados de exclusão. Do mesmo modo, realizamos buscas em dados nos órgãos municipais e estaduais, sites das secretarias municipais de Sobral, visitas de campo ao bairro Terrenos Novos e conversas com seus moradores. Dessa reflexão, conseguimos apreender algumas conclusões, tais como, que a formação de um aglomerado de exclusão ocorre como reflexo das dinâmicas que ocorrem na cidade, tanto do aspecto da ocupação desordenada de um espaço, bem como por falta de medidas que possam subsidiar essa formação. Por fim, acreditamos que essa formação pode ser amenizada através de ações e planos urbanos eficazes para interpretar com outro olhar determinadas áreas.

Palavras Chave: Cidade Média. Aglomerados de exclusão. Políticas públicas.

THE TERRITORY OF SOBRAL AND THE CLUSTERS OF EXCLUSION IN MID-SIZED CITIES

ABSTRACT: The present article analyzes the emergence of clusters of social and economic exclusion in the city of Sobral, CE. In order to discuss the subject, we limited the observation area to the district of Terrenos Novos for research purposes. This study is justified by the transformations observed in the city in recent years, including changes in the offer of the industrial, trade, and services activities, allowing Sobral to wield a stronger presence in the northwest region of the state of Ceará. However, the city became a destination of migrant workers and susceptible to reconfiguration of its urban space and disorderly occupations, contributing to the formation of clusters of exclusion; understood as clusters in the urban space that are, in some way, subject to situations of economic or social vulnerability. The study was based on the bibliographic research, including books, dissertations, scientific articles, and other works that discuss the urban space, the city, and exclusion clusters. We also conducted searches in databases of municipal and state agencies and in the websites of Sobral municipal departments, as well as visits to the neighborhood of Terrenos Novos in order to talk with its residents. This reflection led us to some conclusions; the emergence of an exclusion cluster mirrors the dynamics of the city, both in terms of the disordered space occupations, as well as the lack of actions that could support this formation. Finally, we believe that these events can be mitigated through effective urban plans and actions that would allow certain areas to be seen from a different perspective.

Keywords: Mid-sized cities. Clusters of exclusion. Public policy.

EL TERRITORIO SOBRALENSE Y LOS AGLOMERADOS DE EXCLUSIÓN EN LA CIUDAD MEDIA.

RESUMEN: El artículo que se presenta analiza la formación de los aglomerados de exclusión en Sobral/CE. Para tanto, hicimos un recorte para fines de investigación, siendo considerado el barrio Terrenos Novos, para discutir tal aspecto. Tal estudio se justifica teniendo en vista las transformaciones observadas en la ciudad en los últimos años, sea en la oferta de actividades industriales, comercio, servicios, haciendo con que la misma pueda ejercer fuerte expresividad en la región noroeste del estado de Ceará. Sin embargo, la ciudad se convirtió en el objetivo de migraciones y también de nuevas configuraciones espaciales en su espacio urbano, ocupaciones desordenadas, subsidiando la formación de aglomerados de exclusión, comprendido como aglomeraciones urbanas que, de alguna forma, están en situaciones de vulnerabilidad económica o social. Construimos el estudio con base en la exploración bibliográfica en libros, dissertaciones, artículos científicos y obras que tratan a respecto del espacio urbano, la ciudad y los aglomerados de exclusión. Del mismo modo, realizamos búsquedas de datos en organismos municipales y estatales, sitios de las secretarías municipales de Sobral, visitas de campo al barrio Terrenos Novos y conversaciones con sus residentes. De esta reflexión, pudimos aprehender algunas conclusiones, tales como, que la formación de un aglomerado de exclusión ocurre como reflejo de las dinámicas que ocurren en la ciudad, tanto del aspecto de la ocupación desordenada de un espacio, así como por falta de medidas que puedan subvencionar esa formación. Por fin, creímos que esa formación puede ser ablandada a través de acciones y planes urbanos efectivos para interpretar con otra mirada determinadas áreas.

Palabras Clave: Ciudad Media. Aglomerados de exclusión. Políticas públicas.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho buscou contribuir com os estudos sobre a formação dos aglomerados de exclusão em cidades médias, a partir da perspectiva das políticas públicas de “inclusão” da população que reside nestes respectivos espaços. Para isto, o planejamento urbano e a gestão urbana no ordenamento territorial são vistos como capazes de provocar muitas mudanças no território, embora procurem maneiras de amenizar as desigualdades existentes, essas ainda são marcantes e gritantes no território.

Nesta perspectiva, entendem-se aglomerados de exclusão como amontoados humanos, instáveis, inseguros e geralmente imprevisíveis na sua dinâmica de exclusão (HAESBAERT, 2014). Ou seja, entendemos tais aglomerados como conglomerados urbanos que, de alguma forma, estão condicionados a condições de vulnerabilidade social, econômica, ou mesmo, inscritos em lugares fora dos tradicionais “espaços” que possuem níveis de desenvolvimento econômico mais acentuado numa cidade. Dessa forma, este trabalho visa contribuir com uma reflexão sobre esses aglomerados de exclusão, de modo que se possa listar possíveis fatores responsáveis pela configuração espacial, com objetivo de compreender alternativas para o ordenamento espacial, subsidiado, por exemplo, por meio de políticas públicas que se mostrem mais eficazes diante das disparidades apresentadas nesses territórios.

Tendo em vista este contexto, justifica-se a análise desses aglomerados neste trabalho diante questionamentos que levaram-nos a tratá-los, tais como: o que são aglomerados de exclusão na perspectiva de uma cidade média nordestina? Ou mesmo, quais fatores acentuam as desigualdades sociais e corroboram com a crise urbana na cidade de Sobral? Ainda, como as cidades têm amenizado as desigualdades sociais existentes? E, por fim, os planos urbanos e a gestão urbana têm verdadeiramente incluído os grupos situados à margem do processo de urbanização? Esses são alguns dos questionamentos que balizam o trabalho.

Desse modo, é salutar a proposição de políticas públicas mais eficientes para assistência dos que compõem o espaço urbano. Portanto, o presente trabalho aponta para a realização de uma análise sobre os processos de formação dos aglomerados de exclusão, bem como quais seriam as suas repercussões socioeconômicas no cenário de Sobral/CE. Para tanto, elegemos como recorte analítico e exemplo de um aglomerado de exclusão, o bairro Cidade Doutor José Euclides Ferreira Gomes Júnior, ou como conhecido pela comunidade local dessa cidade, o bairro Terrenos Novos.

Importante frisar que a IBGE reconhece a existência desse bairro, mesmo não havendo essa delimitação específica na legislação urbana considerada pelo poder público municipal. Fizemos esse recorte tendo em vista a área possuir uma realidade interessante para análise do ponto de vista dos aglomerados de exclusão, principalmente por possuir uma população relativamente carente, “desprovida” do acesso das materialidades existentes no restante da cidade.

A escolha do município de Sobral como objeto e recorte empírico do estudo deu-se, primeiramente, por apresentar crescente expansão urbana e por tratar-se de uma das cidades médias de grande visibilidade no cenário cearense. Dessa forma, a cidade apresenta-se como um território de oportunidades não apenas para seus cidadãos, mas também para os habitantes dos municípios circunvizinhos no estado do Ceará, em quase sua totalidade, bem como para aqueles oriundos de estados vizinhos, interessados em se inserir no mercado de trabalho, de ingressar nas condições de ensino que a cidade dispõe e mais, para os atendimentos clínico-hospitalares que Sobral oferece.

Do mesmo modo, a cidade de Sobral nos últimos anos apresentou mudanças importantes na sua configuração socioespacial por meio de vários investimentos feitos pelas mãos de elites locais e de investimentos de capital externo ao Estado. Diante disto, considerando as contradições inerentes à cidade e ao modo de produção que a “comanda”, é importante analisarmos a expansão urbana dessa cidade e quais as principais implicações no seu espaço urbano.

Ademais, ao longo dos últimos 10 anos, ou seja, de 2010 a 2019 tem-se percebido o crescimento de uma população que não se insere no cenário de expansão da cidade, estão às margens e não são absorvidas pelo setor secundário, as indústrias, setor terciário e, tampouco, pelas instituições de ensino superior. Um fato relevante é que a miséria parece também ter migrado. Um cenário que antes era próprio de cidades grandes, tais como a capital, Fortaleza/CE, também pode ser observado em cidades médias como Sobral, a exemplo dos crescentes números da violência, crescimento da quantidade de flanelinhas, pedintes, desempregados e pessoas que se inserem em trabalhos informais.

O estudo da temática sobre território nas cidades médias é algo recorrente, porém, este trabalho traz algumas particularidades que, portanto, podem contribuir para o avanço sobre o tema dos aglomerados de exclusão, partindo de um olhar geográfico mais aprofundado sobre o tema. Com isto, corroborando com vários trabalhos acadêmicos, salienta-se a importância, nesta perspectiva, do plano urbano no ordenamento territorial por meio de políticas públicas que sejam mais eficientes do ponto de vista territorial.

Contudo, não podemos ser presunçosos em acreditar que esse ordenamento territorial consiga abarcar por completo todas as problemáticas existentes na cidade, nem “corrigir” todos os problemas sociais urbanos, muito menos toda a população de maneira igualitária. Mas, de alguma forma, o ordenamento territorial é um subsídio importante para diminuir alguns possíveis problemas presentes na cidade, reestruturando e valorizando espaços.

A ciência geográfica se propõe a analisar o espaço geográfico considerando a dinâmica do mundo do presente, tendo uma visão dinâmica do meio geográfico, de modo a considerá-lo como estando em permanente movimento de transformação. Portanto, através da análise dos aglomerados de exclusão, da configuração socioespacial, relações econômicas existentes e do plano urbano, acredita-se que temos algumas condições de compreender e analisar a organização do espaço geográfico do município de Sobral.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: primeiro falamos das bases teóricas que sustentam o estudo no sentido, também, de expormos nossa área de estudo. Adiante, fazemos uma breve exposição da metodologia utilizada, seguido, então, da discussão sobre o aglomerado de exclusão – Terrenos Novos em Sobral/CE –, para finalizar com algumas (in)conclusões que podemos apreender com a pesquisa.

DISCUTINDO AS BASES TEÓRICAS E A ÁREA DE ESTUDO

Para Souza (2011), o território é um campo de forças, teia ou rede de relações sociais que, a par de sua complexidade interna, define ao mesmo tempo um limite, uma alteridade. No território existe a diferença entre ‘nós’, grupo ou comunidade, os *insiders* e os ‘outros’, os de fora, os *outsiders*. Para compreender o espaço nessa perspectiva, é necessário compreender a complexidade das relações no mesmo espaço, que quase sempre não ocorrem de forma proporcional, assim como entender as desigualdades sociais, políticas, econômicas e culturais existentes.

Em vista disto, o território, enquanto indissociável das relações de poder, não pode ser concebido unicamente como limite político-administrativo. Deste modo, devemos pensá-lo para além do limite administrativo, pois compreendemos a importância das relações de poder desempenhadas pelos sujeitos que transformam o espaço em territórios, com ações e realizações humanas.

Dessa maneira, existem algumas perspectivas distintas de compreensão de território, sendo algumas abordagens que privilegiam a dimensão econômica na construção do conceito. Em um primeiro momento, o território pode ser visto como espaço geográfico possuidor de

sistemas fixos e fluxos. Também pode ser analisado pelos aspectos de cunho material e/ou simbólico que identifica e delimita sob a ótica das relações de poder especializadas.

Contudo, Souza (2011) ressalta a importância de apreender os objetivos dos sujeitos territoriais, o despertar ao conhecimento do que é fundamental, “quem domina ou influencia e como domina ou influencia esse espaço? Ou, quem influencia ou domina quem nesse espaço, e como? Diante dessas questões, nos territórios são exercidas ações pelos sujeitos que podem ser expressas de maneiras diferentes, seja pela dominação, apropriação ou influência.

Ainda sobre o conceito de território, Haesbaert (2004) alicerça sua análise em três perspectivas distintas: jurídico-política, cultural e econômica. Para o autor, o território é intrínseco ao poder, porém, em sua análise, vai além do poder político tradicional, o poder concreto de dominação. O autor enxerga o território pelo viés simbólico, de apropriação. Território e territorialização, segundo o autor, deverão ser trabalhados considerando as manifestações diversas, a multiplicidade dos sujeitos e suas ações.

Em outra obra, Haesbaert (2005) entende que a territorialidade incorpora essencialmente uma dimensão política, porém diz respeito também às relações econômicas e culturais, pois encontra-se ligado ao modo como as pessoas utilizam a terra, como se organizam no espaço e dão significado ao lugar. Considerando o território e seu viés multimensional (político-jurídico, econômico e culturalista) e os movimentos constantes dos agentes e grupos que se inserem e abandonam os territórios, teremos os processos desterritorializações e (re)territorializações, processos concomitantes quando se fala em produção do espaço, assim como o surgimento dos aglomerados de exclusão.

Os novos padrões tecnológicos impostos pelo capitalismo, ao passo que conectam redes, também criam amontoados de excluídos. As redes podem promover a interação interna dos territórios e também a sua desestruturação. De acordo com Haesbaert (2011), o território e a rede assumem papéis diferentes, enquanto o *território* é mais delimitador e centrífugo, introvertido, definindo o espaço a partir de sua superfície (ou área), a *rede* possui um caráter mais de extroversão, de abertura e relação entre espaços, através de sua topologia básica, que são os pontos e linhas. Desse modo, são as redes que dão a mobilidade técnica, funcional ou simbólica, ligando as duas realidades, dos aglomerados e territórios e dos processos de desterritorialização e (re)territorialização. As redes permitem conceber o caráter móvel e dinâmico aos espaços, possuem duplo caráter; territorializador e desterritorializador e não anulam o território.

Além do mais, Haesbaert (2011, p. 180) propõe que “Em geral as redes, ao estimularem os fluxos e a extroversão, encontram-se a serviço da desterritorialização,

principalmente no que se refere à sua articulação com os circuitos de “fluidez” do capital internacional”. Embora acabem quase sempre integradas em outras escalas, a uma dinâmica reterritorializante.

No cenário atual, vê-se o processo de desterritorialização associado não somente à reterritorialização, mas também ao surgimento dos aglomerados de exclusão. Para tanto, nessa perspectiva, Haesbaert (2011) destaca que os aglomerados de exclusão seriam marcados, sobretudo, pela desterritorialização extrema, certa fluidez marcada pela instabilidade, insegurança, principalmente quanto às condições de sobrevivência, pela violência que destrói identidades. Desse modo, os aglomerados de exclusão são espaços sobre os quais os grupos que os compõem não possuem controle ou segurança, tanto material como simbólico.

Os aglomerados de exclusão podem ser considerados como o resultado da desterritorialização extrema, agrupamentos humanos que são desordenados, um espaço resultante da multiplicidade de redes e territórios. Dentro da dinâmica de produção espacial, são amontoados humanos instáveis e inseguros, grupos precariamente territorializados. Porém, o conceito vai muito além da pobreza estabelecida pela exclusão, é também a privação ou precarização do território como recurso no sentido simbólico/cultural. Estes grupos não dispõem de segurança material ou simbólica.

Não é uma tarefa fácil definir espacialmente aglomerados de exclusão, como revela Haesbaert (2004, p. 327), “(...) porque eles são, como a própria exclusão que os define, mais um processo – muitas vezes temporário – do que uma condição ou um estado objetiva e espacialmente bem definido (...). Numa condição complexa e dinâmica, atrelada a outras situações, menos instáveis, buscando estes sempre se territorializar.

Ainda segundo Haesbaert (2014), os aglomerados de exclusão são resultantes da intensa precarização social e territorial, quando os grupos ou classes sociais, em especial os pobres, perdem o controle sobre o seu território e encontram-se em contexto de profunda insegurança, conflitos com e pelo espaço. Sendo a fragilidade ou a precarização territorial a característica dominante dos aglomerados.

É preciso, portanto, analisar os processos que levam grupos à exclusão, as propriedades básicas, que evidenciam os processos de exclusão socioespacial, inclusão precária, ou a desterritorialização e territorialização precária, são elas: a instabilidade e/ou a insegurança socioespacial; a fragilidade dos laços entre os grupos sociais e destes com seu espaço (tanto em termos de relações funcionais quanto simbólicas); mobilidade sem direção definida ou a imobilidade sem efetivo controle territorial (HAESBART, 2014).

No nosso país, o próprio modelo econômico neoliberal inclui a grande maioria da população de forma precária, prevalece a instabilidade e insegurança nesses espaços. São privados de serviços básicos, como saúde, educação, moradia digna, transporte e lazer. E não diferente do que ocorre nos grandes centros urbanos, as cidades como Sobral também apresentam crises com a crescente urbanização. É cada vez mais visível que estas apresentam um cenário de segregação socioespacial resultante das contradições das relações sociais, das lutas de classe do sistema capitalista configuradas na organização e estruturação urbana.

Segundo Harvey (2014, p. 194), “Considerando o caso do neoliberalismo. Os direitos se reúnem em torno de duas lógicas dominantes do poder – a do Estado territorial e a do capital”. O Estado que tem de pôr em prática os direitos dos cidadãos, quando não há preocupação e vontade política as noções de direitos permanecem vazias, os direitos são provenientes da cidadania e são condicionados por ela.

Não obstante, muitos não possuem condições básicas de sobrevivência, vivendo numa condição de exclusão. De acordo com Harvey (2014, p. 194), “Viver sob o neoliberalismo significa também aceitar ou submeter-se a esse conjunto de direitos necessários à acumulação do capital”. Uma sociedade onde a propriedade privada e o lucro se sobrepõem a direitos inalienáveis, fortalece as desigualdades.

A política econômica instalada no Brasil, ao longo do tempo, seguiu o mesmo modelo excluente implantado em outros países da América Latina, onde uma parte significativa da população encontra-se excluída do acesso aos bens mínimos imprescindíveis a uma sobrevivência digna.

O projeto político neoliberal provocou mudança do perfil das classes brasileiras, derivando uma segmentação social, grupos definidos considerando o poder de consumo. Houve o aumento da quantidade de ricos e de suas posses, ampliando as desigualdades sociais, aumentando a distância entre a maioria empobrecida e a minoria que enriqueceu mais.

Nessa perspectiva, essas lógicas também se expressam em cidades do semiárido cearense. Em Sobral, por exemplo, essas lógicas da nova configuração global da rede urbana também “imprimem” no espaço urbano a demanda da renovação dos espaços e dos fluxos de circulação, bem como, na formação de aglomerados condicionados a situações adversas, ou seja, os aglomerados de exclusão.

Sobre as cidades médias, Spósito (2009) discorre que houve uma ampliação nos papéis que elas desempenham no plano político, econômico e social nos últimos anos, principalmente na década de 1990. Ainda de acordo com a autora, as cidades médias foram tomando “proporção” no quadro urbano brasileiro como uma medida de “ contenção” de

fluxos populacionais que estavam migrando em direção às cidades grandes. Dessa forma, foram sendo implantadas algumas políticas para que as cidades médias se tornassem mais atraentes do ponto de vista econômico e social, tais como, por exemplo, a implantação de indústrias, dinamização da sua economia, dentre outros aspectos.

Contudo, dessa realidade, vemos que diante da tentativa de “conter” o crescimento populacional em cidades maiores, as cidades médias tornaram-se um novo foco de migrações e que, em alguns casos, parcela dessa população não conseguia instalar-se nessas da maneira que se esperava. Dessa forma, foi sendo incentivado, também, o fortalecimento de algumas condições para que se acentuasse a formação dos aglomerados de exclusão que a cidade já dispunha diante dessa perspectiva.

Estas cidades, no que concerne à capacidade de constituir ou alterar a geografia regional, são de importância estratégica para a urbanização capitalista na atualidade, na qual a produção do espaço é guiada pela formação de mercados consumidores e de relações entre diferentes centros urbanos. Mercado este responsável por fortalecer a relação entre as cidades, possibilitando o surgimento e fortalecimento das redes urbanas.

As cidades médias são, deste modo, espaços que se tornaram atrativos para investidores e para a população de sua área circunvizinha, ao passo que suprem em parte a demanda desses espaços urbanos. Não obstante considerarmos o poder atrativo destas cidades, ressaltamos que surgem problemas devido a crescente urbanização e inclusão precária de considerável parcela social.

No Brasil, a preocupação com o planejamento urbano se fortaleceu, também, a partir da década de 1970, quando a população urbana ultrapassa a população rural, embora desde o período colonial tenha existido preocupação com a ordenação do território. A crescente urbanização da população e o expressivo crescimento demográfico das cidades, reflexo do intenso crescimento da economia urbano-industrial, das migrações para aglomerados urbanos como os estados do Rio de Janeiro e, mais ainda, São Paulo, tornaram necessárias políticas públicas de controle do uso do território urbano. Desta forma, o planejamento urbano surgiu como um instrumento de política para enfrentar as transformações sociais, políticas e econômicas da sociedade urbana nas últimas décadas.

São muitos os problemas que surgem no espaço urbano, embora sejam as ações do Estado responsáveis por mudanças significativas, é preciso relembrar que repensar a cidade não é tarefa fácil, e buscar a vivência justa requer muito além de planos técnicos. Não devemos simplificar afirmando que o problema das cidades é apenas falta de planejamento.

Sobre o planejamento, Souza (2011) discorre que é ingênuo pensar que o planejamento é a solução para todos os problemas das cidades. Ressalta que o planejamento é necessário, porém deverá considerar muitos outros elementos e participação na sua elaboração, ir além do diagnóstico tecnocrático, onde apenas os técnicos são competentes para falar sobre o assunto de interesse de todos.

Não obstante, a falta de planejamento seja um problema real, esse instrumento não é capaz por si só de superar as dificuldades dos problemas urbanos. Souza (2014) elenca que é preciso superar limitações, tais como: a escassez de planejamento e suas imperfeições técnicas, que não surgem por acaso, sendo necessário entender as causas institucionais, econômicas e culturais para superá-las; os planejadores também são planejados e estes profissionais devem ser tecnicamente preparados e possuir principalmente ética; outro ponto é que planejadores profissionais estão a serviço de um aparelho administrativo, com seus interesses.

Uma reforma urbana deverá ir muito além da remodelação do espaço físico, deverá buscar uma reforma sócio estrutural, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida da população. Neste contexto, ressaltamos a diferença entre o planejamento urbano e a gestão urbana. Embora se confundam os termos, planejamento consiste numa preparação para uma gestão futura, já a gestão é a efetivação das ações.

Sobre a discussão, cabem as considerações de Souza (2011, p. 46), segundo o qual “Planejamento e gestão não são termos intercambiáveis, por possuírem referenciais temporais distintos e, por tabela, por se referirem a diferentes tipos de atividades. Até mesmo intuitivamente, planejar sempre remete ao futuro”. Ou seja, o planejamento tenta simular, ou mesmo, “encaminhar” desdobramentos de um processo, objetivando buscar soluções para problemas ou obter resultados satisfatórios. Já a gestão remete ao presente, remete administrar uma situação dentro de marcos e recursos presentemente disponíveis, considerando também as necessidades imediatas pelas quais a população de uma mesma cidade apresente (SOUZA, 2011).

Por sua vez, o crescimento da cidade de Sobral é bastante expressivo nas últimas décadas, fato que se vê pelo seu espaço urbano. Hoje, a cidade apresenta 35 bairros no sítio urbano e 16 distritos oficiais, sendo sede de uma região metropolitana, criada pela Lei nº168/2016 e composta por 18 municípios circunvizinhos devido à sua influência.

Nesse panorama, são necessárias ações de planejamento e gestão municipal, a exemplo da publicação, em 2018, do Plano de Elaboração do Zoneamento Urbano de Sobral, um diagnóstico das carências e potencialidades do município, dando base para o Plano Sobral

do Futuro, que busca o desenvolvimento da cidade para os próximos 30 anos, ainda a atualização do Cadastro Multifinalitário, uma base de dados municipais que inclui informações fiscais, socioeconômicas, urbanas, ambientais e de serviços e o Plano de mobilidade urbana. Esses planos devem, ou pelo menos deveriam, criar subsídios para que se pensem ações que amenizem as disparidades existentes nos bairros.

Dentre as ferramentas utilizadas pelos governos que objetivam o ordenamento territorial, temos os planos diretores de desenvolvimento urbano das cidades, diretrizes necessárias para cidades com população superior a 20.000 habitantes. De acordo com as disposições preliminares do PDDU do município de Sobral, temos:

Art. 1º - A presente Lei institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Sobral, instrumento básico da sua política de desenvolvimento e de expansão urbana, objetivando, a partir da fixação de objetivos e diretrizes definidos no Plano Estratégico e no Plano de Estruturação Urbana, orientar o processo de transformação do município, assegurando uma melhor qualidade de vida a seus habitantes (SOBRAL, 2017).

Este plano foi aprovado no ano 2000, passou por revisão em 2009 e, durante o ano de 2019, foram iniciadas ações para o novo processo de revisão, devendo ser entregue a nova proposta em 2020. Esses planos urbanos são os instrumentos mais relevantes na política de ordenamento do território urbano, devendo buscar o diálogo entre os aspectos físicos/territoriais e os objetivos sociais, econômicos e ambientais dentro da cidade, além de equilibrar os riscos e benefícios da urbanização, resultando em um desenvolvimento mais inclusivo e sustentável nas cidades brasileiras.

Sobre a temática, Santos (2004 p. 25) discorre que “Uma atividade para ser implementada e não apenas uma produção de documentos. O processo não se esgota na implementação, tendo continuidade ao longo do tempo”. Os planos devem possuir uma fase de monitoramento e avaliação, devem ser submetidos a revisões periódicas, assim como ações e cronogramas para garantir a implantação. Portanto, faz-se necessária não somente a implementação do plano, mas sua constante avaliação e revisão para aprimoramento, garantindo, desse modo, sua eficácia.

O processo de planejamento não é neutro em si, não é também eminentemente burocrático, é um processo político, que envolve interesses e projetos, envolve um diagnóstico e a proposição de objetivos com metas e indicadores, por sua vez, esses objetivos a serem alcançados não são neutros. Eles respondem a interesses de grupos organizados que, por meio de um processo dialético, são construídos e interferem na construção do território, através de elementos de ordem econômica, ambiental, infraestrutura, cultural, política e

institucional. Desse modo, é preciso ir além, pensar a cidade como um todo, para todos, evitando o plano conservador que tende apenas a remover as populações carentes para fora dos centros de interesse, desconsiderando sua territorialidade.

DOS MATERIAIS E DO MÉTODO UTILIZADOS

Toda pesquisa requer a construção de uma fundamentação teórica e metodológica capaz de subsidiar a realização da análise de um problema de pesquisa. Desse modo, para cumprir com os objetivos deste trabalho foi necessário adotarmos e discutirmos a respeito de nossas opções metodológicas.

Tendo em vista a impossibilidade de analisarmos toda cidade optamos em realizar um estudo de caso de um bairro específico. Sendo assim, trabalharemos o bairro “Terrenos Novos”, pertencente à cidade de Sobral/E, como pano de fundo para discutirmos a formação dos aglomerados de exclusão, diante das características que ele apresenta e permitiram analisá-lo sob essa perspectiva.

A análise baseia-se nas contradições existentes no território da cidade, resultante do modo de produção capitalista na sociedade, através de uma abordagem histórica e dialética. Assim, acreditamos que essa seja uma possibilidade de compreender as relações políticas e econômicas introduzidas devido às profundas desigualdades espaciais existentes.

Caracterizamos nosso estudo como uma pesquisa qualitativa. Desenvolve-se procurando aspectos da realidade através da compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais. Em Minayo (2009), vemos que a pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares, ou seja, corresponde a uma análise mais aprofundada das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

Em relação aos procedimentos, as primeiras atividades realizadas dizem respeito à parte das atividades de gabinete. Primeiro, construímos nosso referencial teórico tendo como pressuposto a busca bibliográfica e documental. Nossas bibliografias foram buscadas em livros, dissertações, teses e artigos que trabalham a temática. Consiste num passo importante de construção da pesquisa por razão de nos aproximarmos com estudos específicos sobre a temática, sobretudo, quanto à definição de conceitos chaves desta investigação, como território, cidades médias, planejamento urbano, desterritorialização e aglomerados de exclusão.

Já em relação à nossa pesquisa documental, utilizamos dados e informações obtidas em bases oficiais, como de algumas secretarias municipais de Sobral, Instituto de Pesquisas

do Estado do Ceará – IPECE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e órgãos estaduais e federais.

Realizados ainda, visitas aos órgãos municipais, a saber: Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente - SEUMA, Secretaria de Direitos Humanos, Habitação e Assistência Social – SEDHAS e Secretaria de Trabalho e Desenvolvimento Econômico – STDE em busca de informações que pudessem subsidiar a pesquisa.

Buscando analisar os aspectos da configuração socioespacial da periferia do município, realizamos visitas à comunidade Santo Antônio, localizada no bairro Cidade Gerardo Cristino de Menezes, ao bairro Terrenos Novos, ao Bairro Dom Expedito e à COHAB 2, assim como participamos de conversas com moradores destes bairros, objetivando fazer o reconhecimento das áreas e selecionar uma delas para aprofundamento da pesquisa. Estes momentos foram utilizados, também, para realizamos nossos registros fotográficos.

Para analisar o crescimento da cidade de Sobral, o processo de urbanização e a formação dos aglomerados de exclusão, que configuram um cenário de crise urbana, utilizamos uma base teórica capaz de contemplar os principais conceitos utilizados na ciência geográfica. Buscamos, assim, entender a dinâmica urbana das cidades médias, compreendendo as políticas públicas implantadas e as ações dos agentes públicos e dos diversos atores sociais na elaboração de estratégias para o planejamento urbano e inserção social.

No intuito de compreender as relações entre o desenvolvimento das práticas sociais impulsionadas pelo capitalismo e suas manifestações de crise social e urbana, buscamos identificar e caracterizar os fatores que agravam a crise urbana nas cidades médias.

Trabalhos de campo foram realizados para reconhecimento da realidade vivida no bairro Terrenos Novos, sendo realizadas entrevistas com moradores para obtenção de informações sobre as principais carências e problemas enfrentados, na perspectiva deles, dentro do contexto urbano.

Para verificar e analisar as políticas de planejamento urbano desenvolvidas nas áreas caracterizadas de exclusão no município de Sobral, bem como a atuação do poder público nas estratégias de inserção social, é de suma importância o auxílio de profissionais dos órgãos de execução das ações do poder público. Sendo assim, também recorreremos a informações disponibilizadas por esses agentes públicos.

Desse modo, para a realização do trabalho com a efetivação dos procedimentos, os caminhos a serem traçados tiveram como base o levantamento bibliográfico, assim como, os

trabalhos de campo para observações, análises e a busca constante para compreensão da realidade disposta no cenário urbano do município de Sobral.

RESULTADOS E DISCUSSÃO SOBRE OS AGLOMERADOS DE EXCLUSÃO NUMA CIDADE MÉDIA CEARENSE

Analisando o espaço urbano de Sobral e suas diferentes subdivisões, podemos observar que cada bairro possui distintas características sociais, urbanas, ambientais e culturais. Isso está atrelado ao fato da cidade ter sido campo de novas atividades e dinâmicas econômicas, mas também, por estar inserida em sua totalidade no semiárido nordestino. Nesta perspectiva, seus respectivos bairros possuem semelhanças e diferenças, mas o que chama atenção nas últimas décadas é principalmente o panorama de desigualdades sociais existentes entre eles.

Alguns dos bairros possuem funções bem definidas. O bairro Centro, por exemplo, no presente possui forte função comercial, fato que o transforma num ponto importante na cidade por atrair pessoas de outros bairros e também indivíduos externos à cidade em busca de alguma atividade que nele exista. Do mesmo modo, existem bairros bem consolidados, como o caso do Jocely Dantas (antigo Derby Club), que possui notadamente perfil residencial, sendo dotado também de algumas repartições públicas importantes.

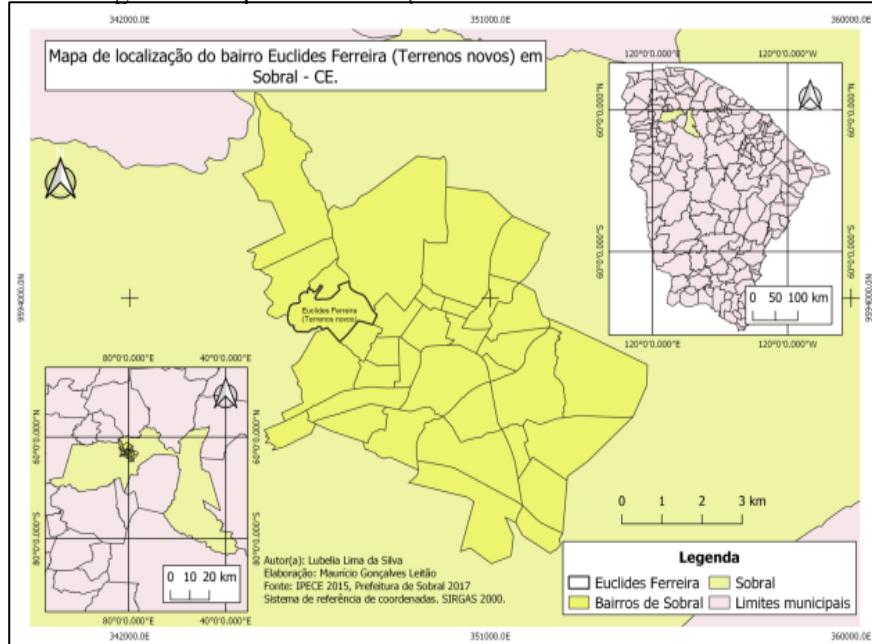
Já bairros como Junco e Dom Expedito tiveram suas morfologias transformadas, tendo em vista a inserção de diferentes materialidades em importantes avenidas que dão acesso à cidade, tais como a Avenida John Sanford (Junco) e Avenida Monsenhor Aloísio Pinto (Dom Expedito). Nestas avenidas, encontramos materialidades urbanas de grande expressão, como, para não citar todos, hospital de grande porte, empresas de soluções gráficas, shopping, concessionárias, empreendimentos educacionais e especulação imobiliária que atuam na transformação de seu espaço urbano.

No entanto, existem alguns bairros que possuem realidades distintas daqueles bairros que são mais “conhecidos”. Não possuem tanta procura pelo restante da cidade, seja pela quase inexistência de atividades comerciais e de serviços, seja também por uma realidade socioeconômica diferente do “restante” da cidade, situação que confere a eles traços de aglomerados de exclusão.

Como exemplo, citamos o bairro Cidade Doutor José Euclides Ferreira Gomes Júnior, ou José Euclides, conhecido pela população local com a denominação de Terrenos Novos (FIG. 1). É um bairro que possui uma realidade interessante para analisarmos do ponto de

vista dos aglomerados de exclusão, principalmente por possuir uma população relativamente carente, “desprovida” de acesso às materialidades existentes no restante da cidade.

Figura 1 Mapa de localização do bairro “Terrenos Novos”



Fonte: Silva, Lubelia Lima (2019)

O bairro foi criado pela Lei Municipal nº 013/82 de 1 de dezembro de 1982 durante a gestão municipal de José Euclides Ferreira Gomes Júnior. De acordo com a Lei municipal publicada em 2017, o bairro passou a se chamar Cidade Doutor José Euclides Ferreira Gomes Júnior ou somente bairro José Euclides, localizado na porção noroeste de Sobral. O Terrenos Novos limita-se a outros seis bairros, sendo eles o Nova Caiçara (norte); Cidade Pedro Mendes Carneiro (Cohab III), Junco (leste); Vila União e Edmundo Monte Coelho (sul); Nossa Senhora de Fátima (oeste). Ressaltamos, ainda, que o açude Mucambinho, o riacho Mucambinho e a Avenida John Sanford são os limites físicos marcantes do bairro e apenas uma porção do seu limite sul constitui parte do perímetro urbano do município.

O bairro possui 16.917 habitantes (IBGE, 2010). A ocupação do bairro teve início com a reapropriação, pela prefeitura, da antiga área particular de criação de gado da fazenda Mucambinho. Parte das terras foi desapropriada e distribuída à população. A princípio, essa foi uma ocupação desordenada, sem qualquer preocupação com a instalação de infraestrutura básica por parte do poder público. Em sua maioria, os moradores que se instalaram no local eram oriundos de cidades e bairros vizinhos.

O processo de ocupação do bairro foi realizado por meio do Programa de Habitação Popular Municipal, sendo realizada a doação de 20 hectares de terras, divididos em 1.320 lotes entre a população interessada em morar na área, originando a Cidade José Euclides I, logo na divisa do bairro ocorreu também ocupação de cerca de 200 famílias, dando origem à Cidade José Euclides II.

No que se refere ao desenho urbano, o bairro é composto por quadras irregulares, ocupação desordenada, ruas estreitas num terreno acidentado. A comunidade não conta com muitos espaços de convivência e lazer, os disponíveis não apresentam bom estado de conservação, motivo da reclamação por parte da população, pois as áreas acabam sendo utilizadas indevidamente, aumentando a sensação de insegurança.

Para além do arco de Nossa Senhora de Fátima, o “arco do triunfo”, da arquitetura histórica, igrejas, museus, estátuas entre os edifícios modernos, shopping, os cartões portais do município, existe uma população que não usufrui das materialidades existentes no espaço urbano. Existe nesse bairro aquilo que chamamos como aglomerado de exclusão, por não terem acesso à cidade quanto os moradores de outros centros, nem possuírem as mesmas condições sociais e econômicas.

Uma expressiva parte da população sobralense não possui o direito de vivenciar a cidade. São excluídos de muitas formas, seja em suas moradias precárias, forçados a conviver com a falta de infraestrutura, como saneamento básico, transporte, ausência de oportunidades de emprego, estudo e de lazer. A história da cidade tem sempre como aspecto importante o cotidiano da elite, a preservação da sua história, contudo, a população de baixa renda tem ficado em segundo plano ou mesmo esquecida.

A população excluída, ao longo do tempo, busca espaços para habitação, com poucas possibilidades, invadem várzeas, margem dos rios e riachos, áreas consideradas de risco devido às inundações nos períodos de chuvas. Como consequência dessas invasões, surgem diversos problemas, entre eles de saúde pública, constantes e agravados devido à falta de moradias adequadas. Havendo sempre uma mobilidade desses grupos, em busca de melhores condições de vida.

É nas periferias das cidades, espaços desestruturados onde prevalece a instabilidade e a territorialização precária, que se formam os aglomerados de exclusão, a territorialização da pobreza. Buscamos compreender como esse processo ocorre na cidade de Sobral, através do bairro Terrenos Novos, analisando sua formação e configuração socioespacial.

O bairro é predominantemente residencial, porém muitas destas residências possuem dupla função. Primeiro, possuem no mesmo espaço das residências pequenos comércios de

gêneros alimentícios, também mercearias, serviços de farmácia, lojas, cabelereiros, vendas de água, lanches e depósitos de materiais de construção.

As vias não são totalmente pavimentadas, havendo trechos degradados, os passeios são irregulares, estreitos e sem acessibilidade. Quanto à iluminação, não há disponibilidade em todo o território. Embora percebamos que haja um grande esforço por parte da população em manter a limpeza na frente das casas e a coleta de resíduos no bairro, ainda há muita quantidade de lixo acumulado, sobretudo nas proximidades dos recursos hídricos.

Ainda são muitos os problemas existentes no bairro, podendo ser listados alguns, tais como problemas sanitários, esgotos a céu aberto e lixos não coletados e espalhados em terrenos baldios próximos das residências. O sistema de esgoto atende a muitas famílias, porém ainda existem muitas famílias que utilizam fossas e esgoto a céu aberto nos domicílios. Quanto à mobilidade, o transporte é feito principalmente pelo serviço de mototáxis, mas destaca-se a Estação José Euclides do Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) de Sobral como uma infraestrutura de mobilidade para o bairro.

Ao longo do tempo, o bairro cresceu, mas como visto, ainda são muitos os problemas nele existentes. Segundo Adrião (2010), o bairro foi entregue de forma diferente do que ocorreu em bairros centrais. O Terrenos Novos, como foi nomeado pelos seus moradores, inaugurou a ocupação do lado sudeste da cidade, distante do centro e fora da área urbana.

Ainda segundo a perspectiva de Adrião (2010, p. 130), algumas “pessoas foram convidadas pelo então prefeito a ocupar o novo bairro que ele estava fundando, mas sem nenhuma infraestrutura, a mercê da própria sorte”. Muitos emigraram de cidades circunvizinhas, deixando seus territórios para construir uma nova história, outros saíram das áreas mais centralizadas para periféricas, dando espaço às obras públicas e aos interesses políticos e econômicos.

Essa Sobral, como dissemos, mais segregadora, afastou de seu centro residencial e comercial os moradores que a viram nascer, crescer e se tornar o que é hoje. Porque muitas ruas que se iniciaram periféricas circundando esse centro enquanto cidade se desenvolvia tornaram-se principais também; portanto, esses espaços, antes lugar comum, não poderiam mais servir de morada para essa gente sem sorte, sem eira nem beira [...] (ADRIÃO, 2010, p. 138).

Mesmo que o projeto de modernização da cidade tenha trazido consigo muitas mudanças, é inegável que nem todos os moradores têm o direito a essa cidade. A nova configuração territorial, os tombamentos e as mudanças de toponímia das ruas e bairros resguardam a história da elite sobralense e exclui e modifica principalmente a dos mais pobres.

Segundo Harvey (2014), o direito à cidade, como se constitui atualmente, encontra-se nas mãos de uma pequena elite política e econômica que molda a cidade de acordo com seus interesses, suas necessidades particulares.

Não é dado a todos o direito a usufruir do espaço urbano de fato, as áreas periféricas, embora não se encontre a muitos quilômetros de distância dos centros, para os moradores dessas áreas há uma distância enorme, realidades diferentes que coexistem no mesmo espaço urbano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do contexto da urbanização brasileira, da emergência das cidades médias no urbano brasileiro e das mudanças que acometem a cidade e sua população, vemos que corroboram para muitas das dinâmicas que ocorrem na cidade de Sobral.

A formação dos aglomerados de exclusão é um fator de ordem social e econômica, tendo em vista as dinâmicas que dão “sentido” à cidade. Ou seja, se de um lado, as políticas de ordenamento territorial implementam condições de enriquecimento e valorização de determinadas áreas de uma mesma cidade, outras áreas também são relegadas a situações que muitas vezes não condizem com o que se vê em bairros, por exemplo, tradicionalmente mais ricos ou elitizados.

Da mesma forma, a formação desses aglomerados, como o caso da formação do bairro Terrenos Novos em Sobral/CE, é um reflexo do crescimento das cidades brasileiras e da crise urbana. Ou seja, entendemos que as condições de crescimento da cidade de Sobral, mais as mudanças ocorridas no território e suas implicações na atual configuração sócioespacial, resultam na formação de aglomerados de exclusão, ou seja, espaços vulneráveis.

O planejamento urbano, por sua vez, não pode ser visto como única ferramenta de resolução de tais problemas nas cidades, porém as políticas públicas pensadas através do reconhecimento do território são indispensáveis na tentativa de amenizar as desigualdades sociais. São capazes de tornar o território atrativo tanto para investidores quanto para a população das cidades circunvizinhas. Faz-se necessário, portanto, repensar a cidade como um todo, objetivando amenizar as disparidades existentes através de planos urbanos eficazes e interpretar com outro olhar determinadas áreas, porque talvez ela possua algo que contribua para a formação de um novo pensar geográfico.

REFERÊNCIAS

ADRIÃO, Maria Antônia Veiga. Maneiras de ver e viver o bairro Terrenos Novos na cidade de Sobral-CE. In: FREITAS, Nilson Almino de. JUNIOR, Martha Maria. HOLANDA, Virginia Célia Cavalcante de.(org.). **Múltiplos Olhares sobre a cidade e o urbano**: Sobral e Região em Foco. Sobral: UECE/UVA, p. 125-144, 2010.

SOBRAL. Lei complementar nº 005, de 01 de fevereiro de 2000. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Sobral – PDDU**. Sobral, CE, fev. 2000. Disponível em: <http://www.camarasobral.ce.gov.br/leis?ano=2000&numero=5&tipo=2&assunto=>. Acesso em: 13 maio 2017.

HAESBAERT, Rogério. **Viver no limite**: território e multi/transterritorialidade em tempos de insegurança e contenção. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2014.

HAESBAERT, Rogério. A desterritorialização: Entre as redes e os aglomerados de exclusão. In: CASTRO, Iná Elias de; GOMES, Paulo Cesar da Costa; CORRÊA, Roberto Lobato (org.). **Geografia Conceitos e Temas**. 14 ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 165-206, 2011.

HAESBAERT, Rogério. Da desterritorialização à multiterritorialidade. **Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina**. 20 a 26 de março de 2005. Universidade de São Paulo.

HAESBAERT, Rogério. **Dos múltiplos territórios à multiterritorialidade**. Conferência proferida. Porto Alegre, [s.n.], 2004.

HARVEY, David. **Neoliberalismo**: história e implicações. 5 ed. São Paulo. Edições Loyola, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. **Sinopse por setores**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/?nivel=st>. Acesso em: 30 abr. 2020.

MINAYO, Maria Cecilia de Souza. O desafio da pesquisa social. In: DESLANDES, Suely Ferreira. MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 28 ed. Petrópolis, RJ : Vozes, p. 9-29, 2009.

SANTOS, Rozely Ferreira. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Mudar a cidade**: uma introdução crítica do planejamento e à gestão urbana. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **ABC do desenvolvimento urbano**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

SPÓSITO, Maria Encarnação Beltrão. **Para pensar as pequenas e médias cidades brasileiras**. Belém: FASE/ ICSA/UFPA, 2009. v. 1.

Agradecimentos

Agradeço a realização deste estudo à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes pelo apoio financeiro, ao Programa de Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA e ao professor orientador da pesquisa, Dr. Francisco Clébio Rodrigues Lopes.

COMPARAÇÃO DE IMAGENS OLI/LANDSAT-8 E MSI/SENTINEL-2 NO MAPEAMENTO DE USO E COBERTURA DA TERRA NA ILHA DO MARANHÃO

Adilson Matheus Borges **MACHADO**

Mestre em Oceanografia pelo Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (PPGOceano) da
Universidade Federal do Maranhão

Professor Substituto da Universidade Federal do Maranhão Campus Pinheiro

E-mail: adilson.borges@ufma.br

Recebido
Abril de 2020

Aceito
Maio de 2020

Publicado
Julho 2020

RESUMO: Sensores de satélites ópticos com boa resolução espacial, como *Landsat Thematic Mapper* (TM) e MSI/Sentinel-2, são importantes fontes de informações para investigações científicas do ambiente, agricultura, silvicultura e desenvolvimento urbano. O presente estudo tem o objetivo de identificação e delimitação das diferentes classes uso e cobertura da terra da Ilha do Maranhão, buscando comparar a resposta das imagens provenientes dos sensores orbitais OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2. A metodologia partiu da obtenção de imagens orbitais da área, passando por etapas de pré-processamento, geração de NDVI, SAVI e classificação supervisionada, bem como a validação da classificação a partir do índice Kappa e Acurácia usuário e acurácia produtor, além da produção dos mapas temáticos. Os produtos NDVI Landsat-8 e Sentinel-2, apresentaram resultados similares, representando de forma satisfatória a vegetação e outros alvos (água, solo exposto e área urbana). Observa-se que após a divisão das classes (6 classes) os mesmos apresentaram diferenças visuais, principalmente na representação de solo exposto e areia úmida, causada principalmente pela mudança da condição de maré entre as imagens. A imagem OLI/Landsat-8, apresentou o índice Kappa de 0,9106 e a imagem MSI/Sentinel-2 apresentou o índice Kappa de 0,8684, que indica excelente classificação. Quando comparadas, as duas imagens OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2 mostram que são ótimas ferramentas para mapeamento de uso e cobertura da terra, ambas apresentaram resultados satisfatórios, que são confirmados pelos coeficientes Kappa, porém faz-se necessário a definição de mais classes para a imagem Sentinel que consegue detalhar melhor os alvos e diferenciar tipos e tamanhos de vegetação. Os resultados dos índices NDVI, SAVI e das classificações supervisionadas mostraram que é preciso associar estes resultados a outros índices físicos que destaqueem diferentes tipos de alvo, além da implementação de novas classes, buscando uma melhor separação dos alvos terrestres.

Palavras-chave: NDVI, SAVI, Classificação Supervisionada, Sensoriamento Remoto.

COMPARISON OF OLI/ LANDSAT-8 AND MSI/SENTINEL-2B IMAGES IN COVER AND LAND USE MAPPING IN THE IN THE NORTH SECTOR OF MARANHÃO ISLAND

ABSTRACT: Optical satellite sensors with good spatial resolution, such as Landsat Thematic Mapper (TM) and MSI / Sentinel-2, are important sources of information for scientific investigations of the environment, agriculture, forestry and urban development. This study aims to identify and delimit the different land use and land cover classes of Maranhão Island, seeking to compare the response of images from the OLI / Landsat-8 and MSI / Sentinel-2 orbital sensors. The methodology started from obtaining orbital images of the area, going through stages of pre-processing, generation of NDVI, SAVI and supervised classification, as well as the validation of the classification using the Kappa and User Accuracy and Producer Accuracy, in addition to the production of thematic maps. The NDVI Landsat-8 and Sentinel-2 products showed similar results, satisfactorily representing vegetation and other targets (water, exposed soil and urban area). It is observed that after dividing the classes (6 classes) they showed a visual difference, mainly in the representation of exposed soil and wet sand, caused mainly by the change in the tidal condition between the images. The OLI / Landsat-8 image presented the Kappa index of 0.9106 and the MSI / Sentinel-2 image presented the Kappa index of 0.8684, which indicates an excellent classification. When compared, the two OLI / Landsat-8 and MSI / Sentinel-2 images show that they are excellent tools for mapping land use and coverage, both presented satisfactory results, which are confirmed by the Kappa coefficients, but it is necessary to define more classes for the Sentinel image that can better detail the targets and differentiate types and sizes of vegetation. The results of the NDVI, SAVI and supervised classifications showed that it is necessary to associate these results with other physical indices that highlight different types of targets, in addition to the implementation of new classes, seeking a better separation from ground targets.

Keywords: NDVI, SAVI, Supervised Classification, Remote Sensing.

COMPARACIÓN DE IMÁGENES OLI / LANDSAT-8 Y MSI / SENTINEL-2B EN LA CUBIERTA Y EL MAPA DE USO DE LA TIERRA EN LA ISLA MARANHÃO

RESUMEN: Los sensores ópticos satelitales con buena resolución espacial, como Landsat Thematic Mapper (TM) y MSI / Sentinel-2, son fuentes importantes de información para investigaciones científicas del medio ambiente, la agricultura, la silvicultura y el desarrollo urbano. Este estudio tiene como objetivo identificar y delimitar las diferentes clases de uso y cobertura de la tierra de la isla de Maranhão, buscando comparar la respuesta de las imágenes de los sensores orbitales OLI / Landsat-8 y MSI / Sentinel-2. La metodología comenzó con la obtención de imágenes orbitales del área, pasando por etapas de preprocesamiento, generación de NDVI, SAVI y clasificación supervisada, así como la validación de la clasificación utilizando Kappa y la precisión del usuario y la precisión del productor, además de la producción de mapas temáticos. Los productos NDVI Landsat-8 y Sentinel-2 mostraron resultados similares, representando satisfactoriamente la vegetación y otros objetivos (agua, suelo expuesto y área urbana). Se observa que después de dividir las clases (6 clases) mostraron una diferencia visual, principalmente en la representación del suelo expuesto y la arena húmeda, causada principalmente por el cambio en el estado de las mareas entre las imágenes. La imagen OLI / Landsat-8 presentó el índice Kappa de 0.9106 y la imagen MSI / Sentinel-2 presentó el índice Kappa de 0.8684, lo que indica una clasificación excelente. Cuando se compararon, las dos imágenes OLI / Landsat-8 y MSI / Sentinel-2 muestran que son excelentes herramientas para mapear el uso y la cobertura de la tierra, ambas presentaron

resultados satisfactorios, que son confirmados por los coeficientes de Kappa, pero es necesario definir Más clases para la imagen Sentinel que pueden detallar mejor los objetivos y diferenciar los tipos y tamaños de vegetación. Los resultados de las clasificaciones NDVI, SAVI y supervisadas mostraron que es necesario asociar estos resultados con otros índices físicos que resaltan diferentes tipos de objetivos, además de la implementación de nuevas clases, buscando una mejor separación de los objetivos terrestres.

Palavras claves: NDVI, SAVI, Clasificación supervisada, Detección Remota.

INTRODUÇÃO

O monitoramento ambiental utilizando dados de satélites de micro e mesoescala, considerando a resolução espacial dos sensores, avançou após o lançamento pelos Estados Unidos em 1972, do primeiro satélite Terra (do inglês, *Earth*) do sensor *Thematic Mapper* dos satélites da série Landsat (MOREIRA, 2007). Na década de 60 o Sensoriamento Remoto (SR) começava a ser utilizado para análise e interpretação de fotografias aéreas e imagens orbitais com o objetivo de identificar e classificar diferentes materiais na superfície terrestre. Na era moderna o SR na perspectiva da paisagem e seus produtos, é uma ferramenta bastante utilizada para monitoramento da cobertura vegetal e suas mudanças (RIBEIRO et al., 2016). A obtenção de informações de imagens com o objetivo de realizar monitoramentos ambientais pode ser realizada com o auxílio de métodos de classificação automática de imagens e/ou interpretação visual (VASCONCELOS e NOVO, 2004).

A classificação é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos e são utilizados em Sensoriamento Remoto para mapear áreas da superfície terrestre que correspondem aos temas de interesse. Os procedimentos de classificação são executados no ambiente do Sistema de Informação Geográfica (SIG) e consistem na identificação automática realizada pelo software, o resultado da classificação digital é apresentado por meio de classes espectrais (áreas que possuem características espectrais semelhantes), uma vez que um alvo dificilmente é caracterizado por uma única assinatura espectral (NOVO, 2010; ABREU e COUTINHO, 2014). A interpretação visual de imagens de satélites é um método muito eficaz para o mapeamento do uso e cobertura da terra (BEZERRA et al., 2019; OLIVEIRA e AQUINO, 2019; FREIRES et al., 2020). Sensores de satélites ópticos com boa resolução espacial, como *Landsat Operational Land Imager* (OLI) e MSI/Sentinel-2, são importantes fontes de informações para investigações científicas das atividades de agricultura e silvicultura e desenvolvimento urbano (RICHTER, 1996).

Alguns índices de vegetação estão sendo bastante utilizados para classificação do uso e cobertura da terra (MAGALHÃES et al., 2017). No presente estudo foi utilizado o Índice de

Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN, do inglês *Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI) descrito por Rouse et al. (1973) e o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS, do inglês *Soil Adjusted Vegetation Index* - SAVI) descrito por Huete (1988). A estimativa desses índices foi possível utilizando as bandas espectrais de imagens OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2.

Ponzoni e Shimabukuro (2009) afirmam que a cobertura vegetal serve como um importante indicador da qualidade biofísica de um ambiente e podem ser estimadas por meio de métodos de índices de Vegetação. Bhandari et al. (2012) afirmam que cada objeto na superfície terrestre possui um comportamento espectral diferente, com suas características próprias. Os cientistas ainda possuem esforços conjuntos para desenvolver sensores e algoritmos mais modernos que permitam o processamento visual e digital de imagens para extrair informações biofísicas da superfície da terra, buscando caracterizar de maneira mais precisa os usos e coberturas da terra a partir de dados de Sensoriamento Remoto (JENSEN, 2011).

Serra e Filho (2019) com base na interpretação e análise das formas de uso e ocupação do solo por meio da classificação de imagens de satélite Landsat-5, sensor TM, observaram modificações nos padrões de uso e cobertura da terra promovidas pela ação humana nos últimos 30 anos (1984-2010) na Zona Costeira Norte de São Luís (MA) no município de São Luís, revelando que o processo de urbanização está expresso principalmente no adensamento da malha urbana da cidade e, consequentemente, redução da cobertura de vegetação, em consequência do crescimento populacional. A Ilha do Maranhão encontra-se em um processo intenso de urbanização e ocupação do espaço, e esse processo causa consequências, como as alterações nos sistemas ambientais (COSTA et al., 2016).

Assim, a partir da problemática exposta e em busca de melhores técnicas para identificação e delimitação das diferentes classes de uso e cobertura da terra na Ilha do Maranhão, o presente estudo busca comparar a resposta das imagens provenientes dos sensores orbitais OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2, a fim de definir qual dos produtos pode ser melhor empregado com eficácia na gestão e planejamento de recursos naturais e expansão urbana sustentável, compreensão dos processos vegetacionais e diagnóstico da dinâmica no espaço urbano e rural.

METODOLOGIA DA PESQUISA

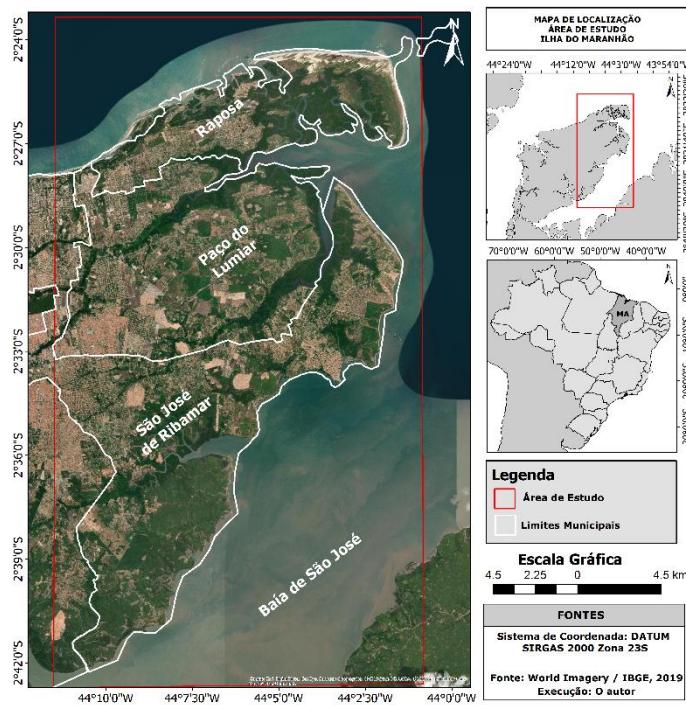
Área de Estudo

A área de estudo comprehende grande parte da Ilha do Maranhão (Figura 1) e comprehende os Municípios de Paço do Lumiar, Raposa e uma parte de São José de Ribamar, a Ilha está localizada na região costeira do Estado do Maranhão, limitando-se ao Norte com o Oceano Atlântico; ao Sul, com a Baía de São José e o Estreito dos Mosquitos; a Leste, com a Ilha de São José; e a Oeste, com a Baía de São Marcos (MARANHÃO, 2011).

A Ilha do Maranhão apresenta uma estrutura geológica predominantemente sedimentar, relacionada às transgressões e regressões marinhas, possui feições geomorfológicas caracterizadas por formações de praias arenosas e lodosas, dunas móveis, paleodunas, manguezais, marismas e uma extensa rede de canais, que são preenchidos a cada ciclo de preamar. Ao centro, sul e oeste, os manguezais, recortados por canais de maré, se relacionam à geomorfologia do Litoral Ocidental e do interior do Golfão Maranhense (MARANHÃO, 2002; FEITOSA e TROVÃO, 2006; EL-ROBRINI *et al.*, 2006; RODRIGUES, 2018). A região de estudo é caracterizada por uma variedade de ecossistemas estuarinos e marinhos diversos e pouco explorados, esta é influenciada por marés semidiurnas (ocorrência de duas baixa-mares e duas preamarés por dia), com macromarés que podem chegar a 7 m de altura nas grandes sizígias, com média de 6,6 m nas preamarés, as correntes de maré podem chegar a $2,5 \text{ m s}^{-1}$ e alturas das ondas em torno de 0,6 a 1,4 m (EL-ROBRINI *et al.*, 2006). (SOUSA *et al.* 2008; RIBEIRO, *et al.* 2018).

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da área de estudo corresponde ao tipo Aw (quente e úmido), apresentando dois períodos distintos: um chuvoso que se estende de janeiro a junho, apresentando alto índice pluviométrico e outro seco de julho a dezembro com precipitações anuais de cerca de 1750 mm (abaixo da normal climatológica 1760 mm), temperaturas do ar máximas anuais atingem 35 °C e mínimas de 24 °C, umidade relativa do ar anual média de 78% e evapotranspiração anual de 2200 mm (INMET, 2020).

Figura 1 - Mapas de localização da área de interesse (destacado em vermelho), a área de estudo na Ilha do Maranhão abrangendo os municípios de Paço do Lumiar, São José de Ribamar e Raposa



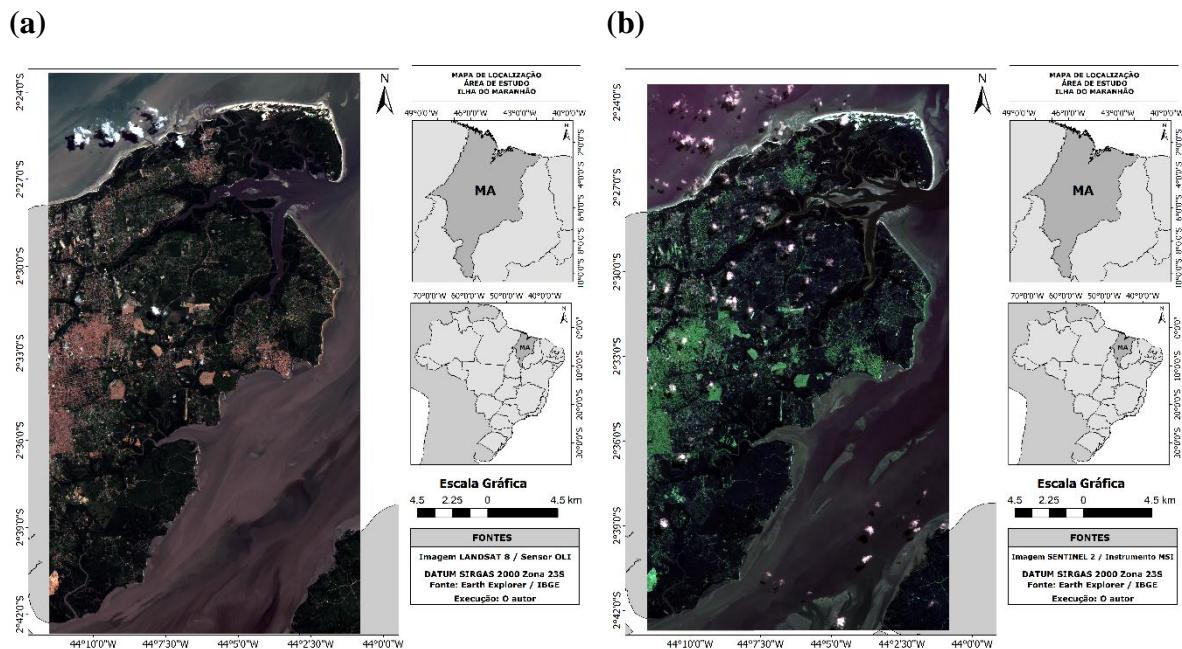
Fonte: o autor

Materiais

Buscando atingir o objetivo do presente estudo foram obtidas imagens orbitais do sensor *Multispectral Instrument* (MSI), instalado a bordo do satélite Sentinel-2B. Também foram adquiridas imagens do sensor OLI do satélite Landsat-8, as quais são comumente utilizadas para este tipo de estudo (Tabela 1). O satélite MSI/Sentinel-2 possui 13 faixas espectrais, semelhantes com as do OLI/Landsat-8, no entanto algumas bandas apresentam resoluções de 10 m (ESA, 2018). As imagens foram adquiridas por meio do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) no endereço: <http://earthexplorer.usgs.gov> (USGS, 2018).

As análises foram realizadas com as cenas mais recentes e sem a presença de nuvens com intuito de avaliar melhor os resultados. Para isso buscou-se imagens em período de seca na região, que ocorre entre julho e dezembro. A imagem do sensor Landsat-8/OLI foi gerada no dia 05/09/2019, enquanto que a cena do Sentinel-2/MSI em 29/06/2019 (Figura 2).

Figura 2 - Cenas utilizadas no estudo. (a) Landsat-8/OLI gerada no dia 05/09/2019 e (b) Sentinel-2/MSI gerada no dia 29/06/2019



Fonte: O autor

Para a avaliação foram escolhidas imagens de datas próximas para evitar a interferência de mudanças de uso e cobertura da terra. A tabela 1 apresenta as descrições dos sensores OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2 com as respectivas bandas do espectro óptico utilizadas no presente estudo, é possível perceber que a diferença entre o tamanho do pixel dos produtos analisados é um fator a ser considerado. O *software* livre QGIS 3.10.4 foi utilizado para pré-processamento das imagens, processamento do NDVI, segmentação e classificação supervisionada e produção dos mapas.

Tabela 1 - Descrições das bandas multiespectrais do sensor OLI/Landsat-8 e do MSI/Sentinel-2.

Bandas Sentinel-2/MSI	Comprimento de onda central (nm)	Bandas Sentinel-2/MSI	Comprimento de onda central (nm)
Banda 1 - Aerosol	443	Banda 1 - Aerosol	443
Banda 2 - Azul	483	Banda 2 - Azul	490
Banda 3 - Visível Verde	561	Banda 3 - Visível Verde	560
Banda 4 - Visível Vermelho	654	Banda 4 - Visível Vermelho	665
Banda 5 – Infravermelho Próximo	864	Banda 5 - Vermelho	705
Banda 6 - Infravermelho Médio	1609	Banda 6 - Vermelho	740
Banda 7 - Infravermelho Médio	2201	Banda 7 - Vermelho	783
		Banda 8 – Infravermelho Próximo	842
		Banda 8a - Vermelho	865
		Banda 9 - Vapor de Água	945
		Banda 10 - Cirrus	1375
		Banda 11- Infravermelho Médio	1610
		Banda 12* Infravermelho Médio	2190
Órbita	220	Órbita	38

Ponto	62	Ponto	-----
Resolução Espacial	30 m	Resolução Espacial	10, 20 e 60 m
Largura da Faixa Imageada	185 km	Largura da Faixa Imageada	290 km
Revisão	16 dias	Revisão	10 dias
Quantificação	16 bits	Quantificação	12 bits
Data da Imagem	05/09/2019	Data da Imagem	29/06/2019
Identificação	LC08_L1TP_220062_2019 0504_20190520_01_T1	Identificação	L1C_T23MNT_A0120 76_20190629T132241

Fontes: USGS (Science for a Changing World). <https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/radiometric>.

Métodos

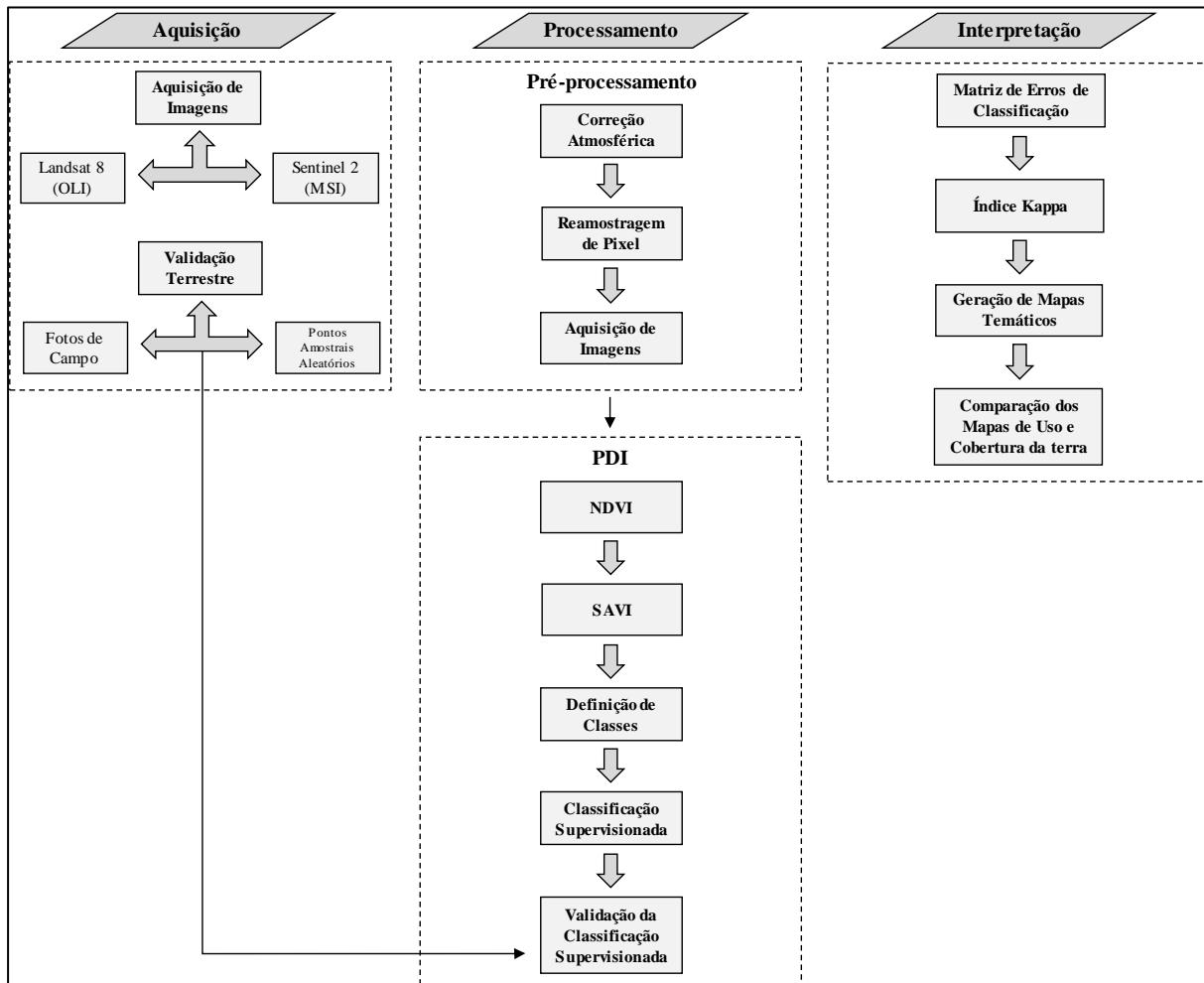
Pré-Processamento

A atmosfera reduz o contraste de objetos em uma imagem de satélite. A correção atmosférica é o procedimento que tira o efeito de dispersão molecular e absorção por gases, como vapor de água, ozônio, oxigênio e aerossóis, este procedimento consiste em duas etapas principais: estimativa de parâmetros e recuperação da refletância da superfície (RICHTER, 1996; LIANG *et al.*, 2001). Este processo de correção também é muito importante para o cálculo de índices de vegetação computados a partir de duas ou mais bandas espectrais em virtude da influência do espalhamento atmosférico (MATHER, 1999; FREIRES *et al.*, 2020). A correção atmosférica das imagens OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2 foi realizada utilizando o processo de Subtração do Pixel Escuro (DOS, do inglês *Dark Object Subtraction*) (CHAVEZ JUNIOR, 1988; CHAVEZ JUNIOR, 1996), com o uso do programa QGIS 3.10.4 com auxílio da ferramenta *Preprocessing* do plugin *Semi-Automatic Classification*.

Com as imagens em refletância de superfície, foi feito o empilhamento das bandas multiespectrais de cada sensor com o auxílio da ferramenta *Band set* do plugin *Semi-Automatic Classification* do software QGIS 3.10.4. No sensor OLI/Landsat-8 com 30m de resolução multiespectral e 15 m na banda pancromática, sendo todas as imagens georreferenciadas na projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator; DATUM - SIRGAS 2000; zona 23 hemisfério sul, uma fusão das imagens foi realizada para combinar a informações espectrais das bandas multiespectrais com a informação geométrica (espacial) mais detalhada da banda pancromática com o objetivo de melhorar a resolução das imagens (WALD *et al.* 1997; NOVACK, 2009; RODRIGUES, 2014) com o auxílio da ferramenta *Band set* do plugin *Semi-Automatic Classification* do software QGIS 3.10.4. Nas imagens do MSI/Sentinel-2 foi feito um empilhamento das bandas de melhor resolução espacial (10 m, ou seja, as bandas 2, 3, 4 e 8), com o auxílio da ferramenta *Band set* do plugin *Semi-Automatic*

Classification do software QGIS 3.10.4. Os processamentos das imagens OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2 estão sintetizados na Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma Metodológico das atividades desenvolvidas neste trabalho.



Fonte: organização do autor

Processamento Digital de Imagens (PDI)

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN)

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN, do inglês *Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI) descrito por Rouse et al. (1973) é um índice utilizado em pesquisas de análises ambientais, pois permite fazer análises sobre a cobertura vegetal de determinada região em diversas escalas. O NDVI é um índice muito utilizado aliado as imagens de satélites, pois, reduz o efeito topográfico e apresenta uma escala de medida linear entre -1 e 1, os valores próximos de +1 indicarão a presença de vegetação, ou seja, quanto maior o valor do índice, maior será a presença de vegetação. Enquanto os valores próximos a

-1 representarão os alvos urbanos, solo exposto e água (PRATES, 2020). No presente estudo, este índice foi calculado com o auxílio da ferramenta *Raster Calculator* do software QGIS 3.10.4.

Allen et al. (2002) e Rouse (1973) destacaram o uso de imagens NDVI no realce da vegetação em relação aos instrumentos urbanos, água e ao solo exposto, sendo obtido pela razão entre a diferença da refletância do infravermelho próximo (NIR) e a refletância do vermelho (R), dividida, respectivamente, pela soma das mesmas, como mostra a equação 1:

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad (\text{Eq. 1})$$

Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS)

O Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS, do inglês *Soil Adjusted Vegetation Index* - SAVI) descrito por Huete (1988) foi desenvolvido através das limitações observadas no Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI). Jensen (2009) destaca o desenvolvimento um índice que pudesse melhorar os valores de NDVI sem necessidades de validações ou mensurações em campo. O índice foi melhorado a partir de uma constante determinada “L”, a constante L foi introduzida para minimizar o brilho do solo. A constante L pode apresentar valores variáveis de 0 a 1, variando segundo a própria cobertura vegetal, dependendo do ajuste com o substrato do dossel. De acordo com Huete (1988) apud Ponzoni, Shimabukuro (2009); Prates (2020), os valores ótimos de L são:

- L = 1 (para baixas densidades de vegetação);
- L = 0,5 (para médias densidades de vegetação);
- L = 0,25 (para altas densidades de vegetação).

Com o OLI/Landsat 8, as bandas utilizadas são a 4 e a 5, devido a inserção de banda do azul, resultado da maior sensibilidade do sensor à menores comprimentos de onda. Para o cálculo do SAVI, as características da área pesquisada sugeriram um valor de L no estágio da antese de 0,20 (MARINO e ALVINO, 2020). O SAVI é obtido pela multiplicação de 1 + L pela razão entre a diferença da refletância do infravermelho próximo (NIR) pela refletância do vermelho (R), dividida respectivamente pela soma das mesmas adicionado ao L, este foi calculado com o auxílio da ferramenta *Raster Calculator* do software QGIS 3.10.4. Para este índice, Huete (1988) propôs a equação 2:

$$SAVI = \frac{(1 + L)x(NIR - R)}{(NIR + R + L)} \quad (\text{Eq. 2})$$

Classificação Supervisionada

Através das informações das classes espectrais das áreas que possuem características semelhantes, uma vez que um alvo dificilmente é caracterizado por uma única assinatura espectral, um mapa de "pixels" classificados, representados por símbolos gráficos ou cores é construído, ou seja, o processo de classificação digital transforma um grande número de níveis de cinza em cada banda espectral em um pequeno número de classes em uma única imagem (NOVO, 2010; ABREU e COUTINHO, 2014). A definição das classes de cobertura da terra foi realizada a partir da interpretação visual da imagem, do conhecimento obtido da região, da análise do Plano Diretor das cidades e com base nos critérios de Florenzano (2002) e Jensen (2009). Após estes procedimentos, foram definidas 6 classes de cobertura da terra (água, área urbana, solo exposto, areia úmida, mangue e vegetação arbustiva) encontradas na área de estudo, a classificação supervisionada foi obtida com o auxílio do *plugin Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)* do *software QGIS 3.10.4*, o método utilizado foi o *Maximum Likelihood*.

Validação da Classificação Supervisionada

Para validar os resultados e aprimorar a análise foram utilizadas informações auxiliares com o auxílio do software Google Earth Pro, com o objetivo de coletar amostras de campo para uma inspeção visual das classificações geradas em planilha eletrônica, utilizando-se os dados gerados pelo *plugin SCP* do *software QGIS 3.10.4*. Em seguida, as classificações foram avaliadas por uma matriz de confusão e índice Kappa (\widehat{K} – Equação 3), para verificação da veracidade do resultado da classificação de uma imagem (MOREIRA, 2005).

$$\widehat{K} = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e} \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde: \widehat{K} = índice de exatidão Kappa; P_0 = Concordância total ou Exatidão global; P_e = concordância esperada. Conforme o índice Kappa, a classificação do mapa temático foi avaliada através de seus índices qualitativos conforme descrito por Landis e Koch (1977) (Tabela 2).

Tabela 2 - Classes e desempenho do Índice Kappa. Adaptado de Landis & Koch (1977).

Classes do índice	Desempenho
< 0	Péssimo
0 - 0,2	Ruim
0,21 - 0,4	Razoável
0,41 - 0,6	Bom
0,61 - 0,8	Muito Bom
0,81 - 1,0	Excelente

Fonte: Adaptada de Landis e Koch (1977).

A acurácia é uma medida de precisão que indica a probabilidade de um pixel de referência ser classificado corretamente por meio da análise de erros de omissão e comissão presentes na classificação. A chamada “acurácia do usuário” ou confiabilidade, é indicativa da probabilidade de um pixel classificado no mapa (ou imagem) realmente representar essa categoria no terreno, é a razão entre o número de elementos adequadamente classificados numa dada classe e o total de elementos da mesma classe (Equação 4) (STORY e CONGALTON, 1986; CONGALTON, 1991; CONGALTON & GREEN 1999).

$$au = \frac{x_{ii}}{x_{i+}} \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde: au = acurácia do usuário; X_{ii} = Número de elementos classificados corretamente; X_{i+} = Total de elementos classificados para uma classe i .

A medida de precisão chamada de "acurácia do produtor" indica que o número total de pixels corretos em uma categoria dividido pelo número total de pixels dessa categoria, conforme derivado dos dados de referência (Equação 5). Essa medida de precisão indica a probabilidade de um pixel de referência ser classificado corretamente e é realmente uma medida de erro de omissão (STORY e CONGALTON, 1986; CONGALTON, 1991; CONGALTON & GREEN 1999).

$$ap = \frac{x_{ii}}{x_{+i}} \quad (\text{Eq. 4})$$

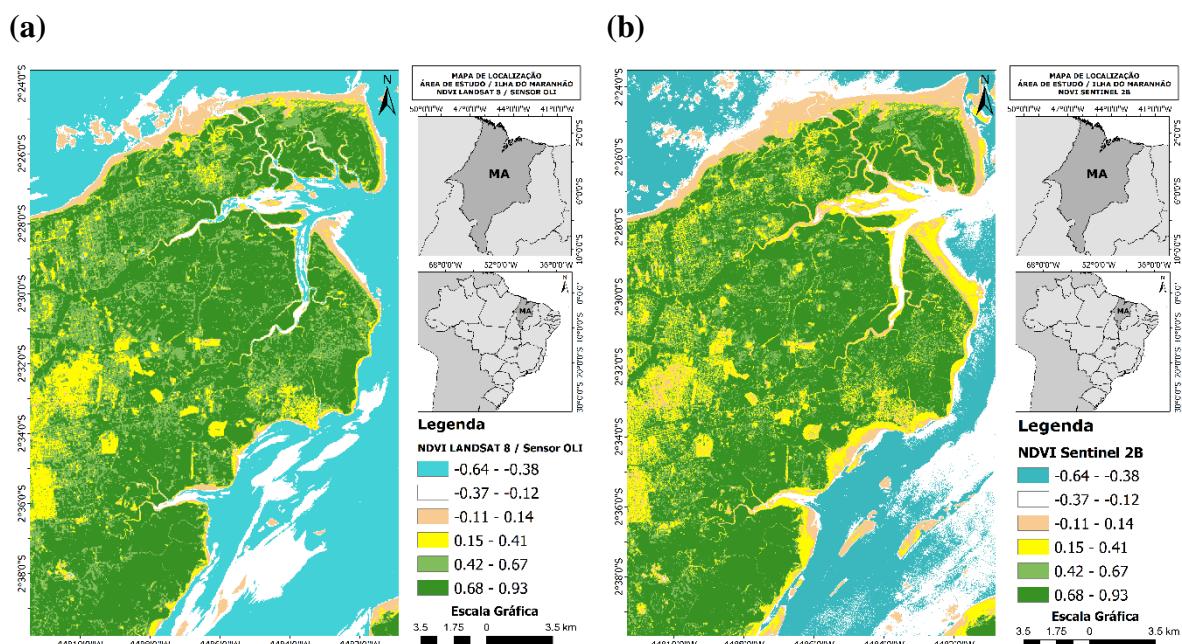
Onde: ap = acurácia do produtor; X_{ii} = Número de elementos classificados corretamente; X_{+i} = Total de elementos classificados para uma classe i .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mapeamento dos índices de vegetação NDVI

Os resultados mapeados dos Índices de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN, do inglês *Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI) das imagens OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2 da Ilha do Maranhão são apresentados nas Figuras 4a e 4b, NDVI_{OLI} e NDVI_{MSI}, respectivamente.

Figura 4 - Mapas dos Índices de Vegetação NDVI referente a imagem. (a) OLI/Landsat-8 e (b) MSI/Sentinel-2.



Os resultados apresentados são similares, representando de forma satisfatória a vegetação e outros alvos (água, solo exposto e área edificada), variando de -0,64 a 0,93. Apesar dos índices apresentarem diferenças entre os valores mínimos e máximos, observa-se que após a divisão das classes (6 em ambos) os mesmos apresentaram diferença visual entre a carta do NDVI_{MSI} e NDVI_{OLI}, principalmente na representação de solo exposto e areia úmida, esta interferência é causada principalmente pela mudança da condição de maré entre a imagem do OLI/Landsat-8 (maré alta) e o MSI/Sentinel-2 (maré baixa), mostrando influência das macromarés da região.

Conforme Ponzoni et al. (2012), valores negativos de NDVI correspondem a água; valores muito próximos de 0 correspondem a superfície não vegetada; e quanto mais próximo de 1, mais densa é a vegetação. Na representação da superfície não vegetada, que pode

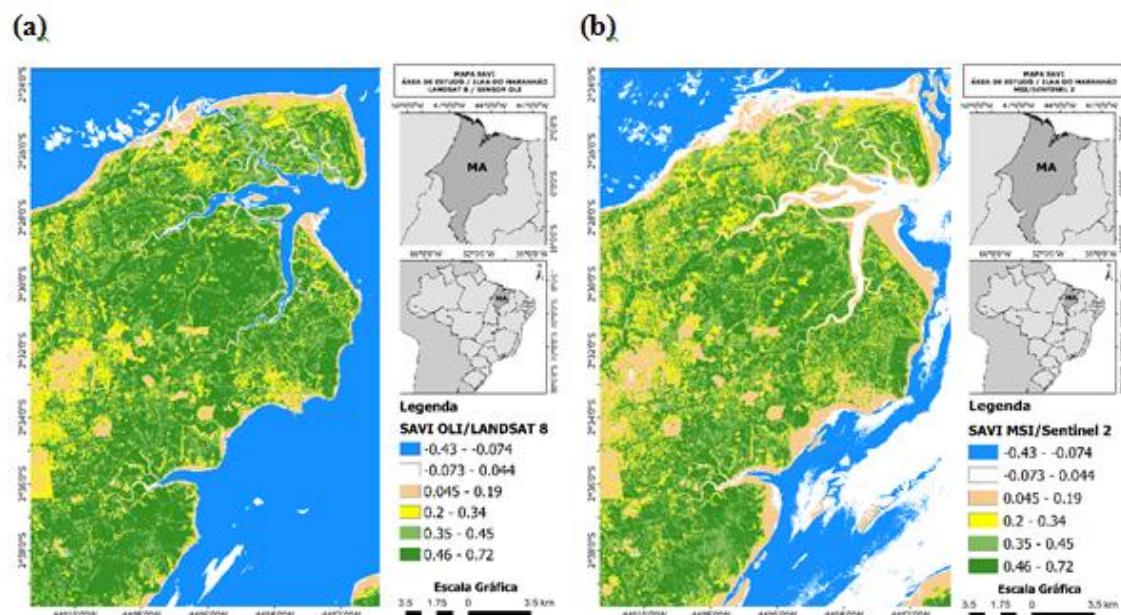
corresponder a aglomeração urbana, a carta do NDVI_{MSI} representou com mais detalhes a superfície não vegetada e NDVI_{OLI} com menor riqueza de detalhes. Cunha et al. (2012) observou a influência do aumento da elevação, como fator influente para o desenvolvimento da vegetação. Silva e Galvíncio (2012) afirmam durante o período seco os valores NDVI são subestimados e durante período chuvoso os altos índices indicam um aumento de biomassa.

Gandhi et al. (2015) afirmam que os valores de NDVI variaram de um máximo de 0,5 a um mínimo de 0,1, no qual constataram que os valores mais baixos são encontrados nos solos menos vegetados, justificado pela maior reflexão no solo que possui baixos valores na faixa do infravermelho próximo e altos na faixa do vermelho. Jensen (2011) afirma que valores positivos crescentes indicam aumento de vegetação verde, enquanto valores negativos indicam superfícies sem vegetação como água, solo exposto e neve ou nuvens. Classes como rochas, solos expostos e pastagens degradadas têm refletâncias similares e o resultado no índice de vegetação é aproximadamente zero.

Mapeamento dos índices de vegetação SAVI

Os resultados mapeados dos Índices de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS, do inglês *Soil Adjusted Vegetation Index - SAVI*) das imagens OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2 da Ilha do Maranhão são apresentados nas Figuras 5a e 5b, Landsat-8 (SAVI_{OLI}) e Sentinel-2 (SAVI_{MSI}), respectivamente.

Figura 5 - Mapas dos Índices de Vegetação SAVI referente a imagem. (a) OLI/Landsat-8 e (b) MSI/Sentinel-2.



Fonte: O autor

De acordo com as classes de SAVI a classe de valores inferiores a 0,25 corresponde principalmente a territórios artificializados. A classe de valores acima de 0,45 corresponde principalmente a florestas folhosas e mistas, como florestas de mangues. Os solos heterogêneos são bastante destacados nos índices SAVI, solos secos, úmidos, com densidade ou baixa cobertura vegetal através deste método e são facilmente identificados. Os valores de 0,21 a 0,40 e 0,41 a 0,60 também podem ser classificados como índices que identificam solo exposto e uma baixa densidade de área foliar.

Os valores de IVAS tendem a diminuir em áreas artificializadas e com vegetação mais aberta, sofrendo mais efeitos do solo exposto (GIONGO et al., 2007; MACHADO et al., 2009). Ribeiro et al. (2016) analisando os índices SAVI e adotando $L=1$, encontraram valores para o período úmido variando de um valor máximo de 0,80 a um valor mínimo de -0,29. Ribeiro et al. (2016) faz uma síntese dos trabalhos de Silva (2012) e Ferreira et al. (2013), eles afirmam que entre os índices estudados (Refletância, Índice de Umidade - NDWI, NDVI e Albedo de Superfície) a Refletância da vegetação de mangue e o Índice de Umidade apresenta correlação com vegetação de mangue. O albedo apresentou uma correlação inversa e o índice NDVI, não tendo destacado a vegetação de mangue. Eles afirmam também que no manual não se recomenda usar o SAVI em manguezais, pois este tipo de ecossistema agrupa vários tipos de vegetação.

Classificação Supervisionada

As Tabelas 3 e 4 apresentam as matrizes de erros das classificações supervisionadas geradas a partir das imagens OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2, respectivamente. A matriz de erros de classificação mostra a distribuição de porcentagem de *pixels* classificados correta e erroneamente. E por meio dos resultados destas matrizes, o coeficiente Kappa é calculado, que indicam a qualidade do mapeamento realizado. Como pode ser observado na tabela 3, na classificação supervisionada da imagem OLI/Landsat-8, o índice Kappa apresentou o valor de 0,9106, que indica uma excelente classificação conforme a tabela 2 de desempenho Kappa.

Verifica-se o baixo percentual de acurácia do usuário para as classes areia úmida e mangue, que indica um baixo percentual de acerto de classificação em relação a verdade terrestre e também um baixo percentual de acerto de pixel de referência classificado corretamente para essas classes, também foi possível encontrar uma baixa acurácia produtor na classe de mangue, que indica a probabilidade de um pixel de referência ser classificado corretamente.

Este processo pode estar relacionado com a resolução espacial do OLI/Landsat-8 que dificulta o operador durante a classificação dos diferentes extratos vegetacionais de mangues e da diferenciação entre solo exposto (areia seca) e areia úmida que fica exposta durante cada maré baixa da região. Estes processos são somados com o avanço das áreas urbanas, que realizam o corte, tornando as áreas com diferentes fisionomias, que contribuem para dificultar a interpretação dos alvos.

Tabela 3 - Matriz de erros de classificação em % da imagem OLI/Landsat-8.

Classes	Água	Área Urbana	Areia Úmida	Mangue	Solo Exposto	Vegetação Arbustiva	Total	Acurácia Usuário	Kappa
Água	97,42	0,00	0,34	40,36	0,17	0,00	69,49	98,90	0
Área Urbana	0,00	98,10	6,20	0,00	0,02	1,77	5,15	92,93	0
Areia Úmida	0,60	0,66	65,29	1,93	0,38	0,10	1,99	73,23	0
Mangue	1,88	0,00	22,76	57,60	0,66	2,09	3,21	32,97	0
Solo Exposto	0,10	0,01	0,03	0,12	97,39	1,28	7,85	97,03	0
Vegetação Arbustiva	0,00	1,23	5,38	0,00	1,38	94,77	12,31	97,66	0
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0	0
Acurácia Produtor	97,42	98,10	65,29	57,60	97,39	94,77	0	95,67	0
Kappa	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9106

Fonte: Organização do autor

A Tabela 4, apresenta a matriz de erros da classificação supervisionada da imagem MSI/Sentinel-2, o índice Kappa apresentou o valor de 0,8684, que indica uma excelente classificação conforme a tabela 2 de desempenho Kappa.

Verifica-se o baixo percentual de acurácia do usuário para a classe de mangue e solo exposto e uma baixa acurácia produtor na classe de vegetação arbustiva. A alta resolução do MSI/Sentinel-2 acaba demonstrando uma necessidade de um maior número de classes a serem identificadas durante a classificação, como por exemplo a adição da classe vegetação rasteira, na figura 6b é possível perceber a melhor resolução e distinção entre as classes, porém em algumas áreas, nota-se uma baixa distinção entre o mangue e a vegetação arbustiva, que diminuiu o valor de acurácia produtor.

Tabela 4 - Matriz de erros de classificação em % da imagem do MSI/Sentinel-2.

Classes	Água	Área Urbana	Areia Úmida	Mangue	Solo Exposto	Vegetação Arbustiva	Total	Acurácia Usuário	Kappa
Água	98,27	0,57	11,07	0,09	0,20	0,06	59,60	98,17	0
Área Urbana	0,01	89,58	0,15	0,53	1,68	2,06	9,96	96,92	0
Areia Úmida	0,32	0,41	87,29	0,13	7,40	0,12	8,37	95,46	0
Mangue	0,00	0,20	0,04	95,06	0,00	36,77	11,85	67,11	0
Solo Exposto	1,40	1,35	1,41	0,01	90,54	0,12	2,61	57,08	0
Vegetação Arbustiva	0,00	7,88	0,04	4,17	0,17	60,83	7,61	84,16	0
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0	0
Acurácia Produtor	98,27	89,58	87,29	95,06	90,54	60,83	0	91,99	0
Kappa	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8684

Fonte: Organização do autor

Ao observar as classes de uso e cobertura da terra definidas para o presente estudo, é possível identificar uma certa compatibilidade na distribuição espacial das classes temáticas. Contudo, como pode ser verificado na Tabela 5 e no gráfico da Figura 6, que traz um comparativo das áreas das classes mapeadas de ambas as imagens, as unidades de Cobertura e uso da terra apresentaram algumas variações na extensão de suas áreas. Essas diferenças na extensão das áreas estão relacionadas às diferentes resoluções espaciais das imagens utilizadas, como descrito na metodologia.

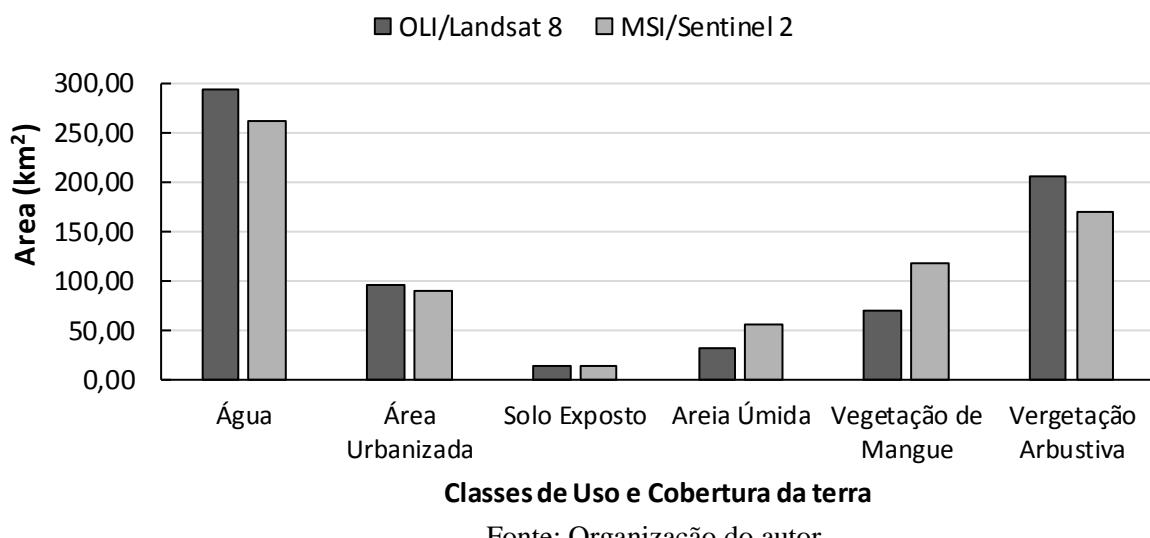
Assim, sensores que apresentem uma relativa diferença entre suas resoluções espaciais, como na comparação entre OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2, apresentam diferenças visíveis entre as classes de uso e cobertura da terra, justamente pela melhor capacidade de definição dos alvos do sensor MSI, sendo capaz de diferenciar duas ou mais classes numa mesma área, onde no sensor OLI seria normalmente uma classe.

Tabela 5 - Comparação entre as áreas das classes de uso e cobertura da terra obtidas a partir da classificação supervisionada das imagens OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2.

Classes	OLI/Landsat-8	MSI/Sentinel-2
Água (km ²)	293,13	261,47
Área Urbana	95,45	89,03
Areia Úmida (km ²)	14,56	13,84
Mangue (km ²)	31,44	56,23
Solo Exposto (km ²)	68,85	117,78
Vegetação Arbustiva (km ²)	205,08	169,93

Fonte: Organização do autor

Figura 6 - Comparação entre as áreas das classes de uso e cobertura da terra obtidas a partir da classificação supervisionada das imagens OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2.



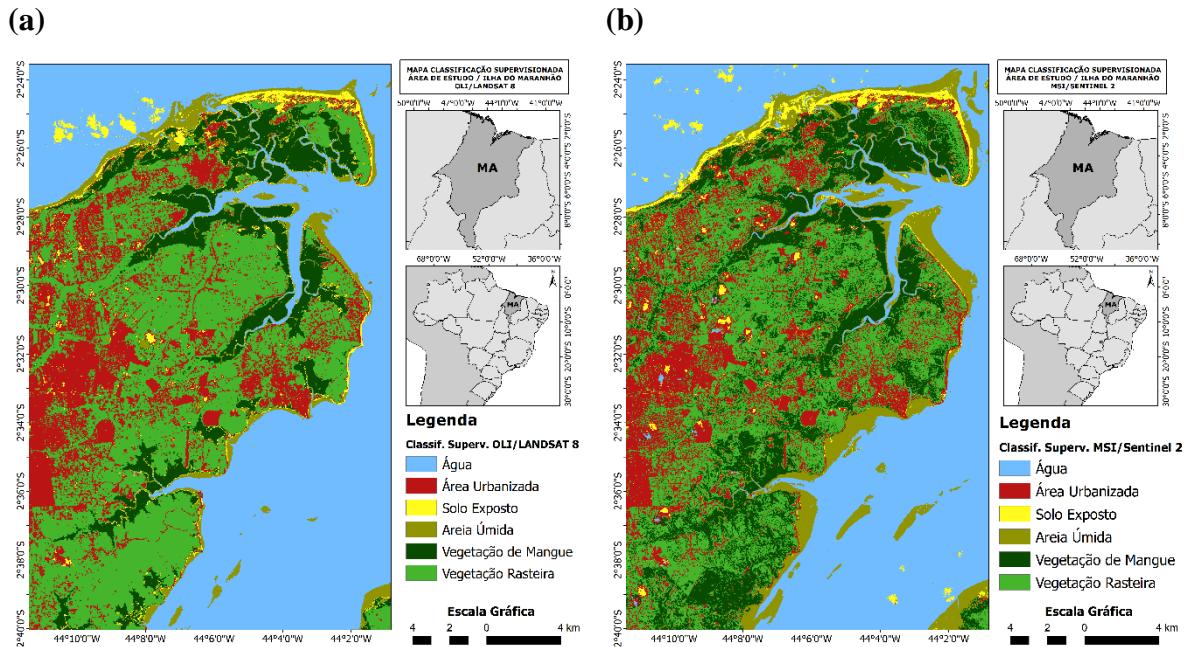
Fonte: Organização do autor

As Figuras 7a e 7b apresentam os mapas gerados a partir da classificação supervisionada obtidas das imagens OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2, respectivamente. As variações de áreas das classes uso e cobertura da terra podem ser visualizadas nos mapas temáticos.

No mapa gerado a partir da imagem MSI/Sentinel-2 constatou-se que as classes Solo Exposto e Mangue, na cor amarela e verde escuro respectivamente, estão mais disseminadas quando comparadas a imagem do OLI/Landsat-8, sendo possível identificar com maior clareza a diferenciação entre duas ou mais classes numa mesma área, a classe de Mangue se individualiza e “incorpora” as áreas de Vegetação Arbustiva. Assim como é possível perceber

uma maior ocorrência da classe Areia Úmida, na cor marrom, que devido a melhor resolução e a condição de maré baixa imageada no MSI/Sentinel-2, que fica claro pela diferença quando comparado a imagem do OLI/Landsat-8, que está em uma condição de maré alta.

Figura 7 - Mapas de Classificação Supervisionada referente a imagem: (a) OLI/Landsat-8 e (b) MSI/Sentinel-2.



Torna-se necessário destacar que a partir da definição de classes temáticas para os índices de vegetação, obteve-se no mesmo intervalo de classes alvos com comportamento espectral semelhante devido à dificuldade de separação das assinaturas espectrais. Silva (2003) afirma que a alta resolução dos sensores está diretamente relacionada com a maior discriminação dos elementos, logo a um número maior de observações, no entanto o inverso também é válido, a baixa resolução está relacionada a uma pobre distinção dos objetos imageados. Freires et al. (2020) mostram que a diferença de resolução espacial das imagens contribui para respostas espectrais distintas.

Quando comparadas, as duas imagens OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2 mostram que são ótimas ferramentas para mapeamento de uso e cobertura da terra, ambas apresentaram resultados satisfatórios, que são confirmados pelos coeficientes Kappa apresentados nas tabelas 3 e 4. A resolução radiométrica inferior do sensor MSI do satélite MSI/Sentinel-2 (12 bits) em relação ao OLI/Landsat-8 (16 bits) não comprometeu os resultados.

CONCLUSÃO

Assim, a partir da problemática exposta e em busca de melhores técnicas para identificação e delimitação das diferentes classes uso e cobertura da terra da Ilha do Maranhão utilizando imagens provenientes dos sensores orbitais OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2, este trabalho verificou, a partir do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, Índice de Vegetação Ajustado ao Solo e Classificação Supervisionada que as cenas apresentaram boa representação.

A classificação resultante da imagem do satélite MSI/Sentinel-2 teve as classes de mangue superestimadas na classe ocupada por vegetação arbustiva, fazendo-se necessário a definição de mais classes para a região. A Areia Úmida da imagem MSI/Sentinel-2 apresentou maior área também, isto ocorreu em decorrência a condição de maré baixa. O OLI/Landsat-8 demonstrou alvos mais homogêneos, tendo o número de classes subestimados. A classificação da imagem OLI/Landsat-8 apresentou índice Kappa de 0,9106 indicando um excelente desempenho. Enquanto a classificação da imagem MSI/Sentinel-2 apresentou índice Kappa de 0,8684, que atesta também uma excelente classificação. De modo geral, faz-se necessário acrescentar mais classes no mapeamento deste setor da Ilha do Maranhão.

A análise do mapeamento dos índices NDVI mostrou que há diferenças espectrais e espaciais dos produtos gerados entre os sensores ópticos OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2 e que o satélite Sentinel-2 permitiu, um maior delineamento dos alvos. A análise do mapeamento dos índices SAVI também mostrou esse comportamento, o satélite Sentinel-2 consegue detalhar melhor os alvos, como solo exposto, areia úmida e área urbana. A diferença entre a condição de maré entre as duas imagens, causa diferenças entre as classes de areia úmida e solo exposto durante os movimentos de maré baixa e maré alta. Assim, o índice NDVI pode ser considerado também uma importante ferramenta em conjunto com outras técnicas em Sensoriamento Remoto, para o planejamento de uso individual.

Estudos com multisensores destacam características individuais de cada sensor. Os resultados dos índices NDVI, SAVI e das classificações supervisionadas mostraram que é preciso buscar associação a outros índices físicos que destaquem diferentes tipos de alvo, como por exemplo o Índice Normalizado de Diferença de áreas construídas - NDBI (melhor contraste em áreas construídas) e Índice de Umidade - NDWI (destaque para conteúdo hídrico), além da implementação de novas classes, buscando uma melhor separação dos alvos terrestres.

BIBLIOGRAFIA

- ABREU, K. M. P.; COUTINHO, L. M. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação com ênfase em índice de vegetação e métricas da paisagem. **Vértices. Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro**, v. 16, n. 1, p. 173-198, 2014.
- ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R.; WATERS, R.; BASTIAANSSEN, W. **Surface Energy Balance Algorithms for Land (SEBAL)**. Advanced Training and users Manual, Kimberly, Idaho, v.1,0, 97p. 2002.
- BEZERRA, U. A.; de OLIVEIRA, L. M. M.; CANDEIAS, A. L. B.; da SILVA, B. B.; LEITE, A. C. L. D. S.; SILVA, L. T. M. D. S. Comparativo do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) entre os Sensores OLI-Satélite Landsat-8 e MSI-Satélite Sentinel-2 em Região Semiárida. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 41, n. 3, p. 167-177, 2019.
- BHANDARI, A. K.; KUMAR, A.; SINGH, G. K. Feature Extraction using Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): A Case Study of Jabalpur City. **Procedia Technology**, v. 6, 2012.
- CHAVEZ JUNIOR, P. S. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. **Remote Sensing of Environment**, v. 24, p. 459-479, 1988.
- CHAVEZ JUNIOR, P. S. Image-based atmospheric corrections – revisited and improved. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 62, p. 1025-1036, 1996.
- CONGALTON, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, 37(1), 35-46. 1991.
- CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: principles and practices**. New York, Lewis Publishers. 137 p. 1999.
- COSTA, I. R. S.; TEIXEIRA, E. C.; COSTA, C. M.; BARROS, D. V.; SILVA, Q. D. Alagamentos e enxurradas: uma análise do uso e cobertura do solo na sub-bacia hidrográfica do riacho do Turu São Luís-MA. **Revista Geonorte**, v. 7, p. 1-13, 2016.
- CUNHA, J. E.; RUFINO, I. A.; SILVA, B. B. D.; CHAVES, I. D. B. Dinâmica da cobertura vegetal para a Bacia de São João do Rio do Peixe, PB, utilizando-se sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 539-548, 2012.
- EL-ROBRINI, M.; ALVES, M. A. M. S.; MARQUES JR., V.; EL-ROBRINI, M. H. S.; FEITOSA, A. C.; TAROUCO, J. E. F.; SANTOS, J. H. S.; VIANA, J. R. Maranhão. In: Dieter Muehe. (Org.). **Erosão e Progradação no Litoral Brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006, V. P. 87-130.
- ESA. AGÊNCIA ESPACIAL EUROPEIA (ESA). **Introduzindo o Sentinel-2**. Disponível em: <https://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel2/Introducing_Sentinel-2>. Acesso em: 17/03/2020.
- FEITOSA, A. C.; TROVÃO, J. R. **Atlas escolar do Maranhão: espaço geohistórico e cultural**. João Pessoa: Editora Grafset, 2006.
- FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. São Paulo, SP: Oficina De Textos, 2002, 100 p.

FREIRES, E. V.; da SILVA NETO, C. Â.; CUNHA, D. S. R.; DUARTE, C. R.; VERÍSSIMO, C. U. V.; GOMES, D. D. M. Comparação de Imagens OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2 no Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra no Maciço de Uruburetama, Ceará. **Anuário do Instituto de Geociências**, 42(4), 2020. p. 427-442.

GIONGO, P. R.; MOURA, G. B. A.; RÊGO, P. L.; MEDEIROS, S. R. R. **Índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF estimados com imagens Landsat 5 –TM**. VII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, Recife. 2007.

HUETE, A. R. Adjusting vegetation indices for soil influences. **International Agrophysics**, vol. 4, no. 4, 1988. pp. 367-376.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acessado em: 12 de abril de 2020.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em Recursos Terrestres**. Tradução de J. C. N. Epiphanio. Ed. Parênteses, São José dos Campos, SP. 2011.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução: EPIPHANIO, J. C. N. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598 p. Tradução de Remote sensing of the environment: na Earth resource perspective.

LANDIS, J. R; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, 33(1): 159-174. 1977.

LIANG, Shunlin; FANG, Hongliang; CHEN, Mingzhen. Atmospheric correction of Landsat ETM+ land surface imagery. I. Methods. **IEEE Transactions on geoscience and remote sensing**, v. 39, n. 11, p. 2490-2498, 2001.

MACHADO, C.; OLIVEIRA, T. H.; GALVÍNCIO, J. D. **Variação do IVAS e da Temperatura à superfície na bacia hidrográfica do rio Capibaribe –PE utilizando imagens do satélite Landsat 5 TM**. XII Congresso Nordestino de Ecologia, Gravatá. 2009.

MAGALHÃES, I. A. L.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; SANTOS, A. R. Análise comparativa entre técnicas de sensoriamento remoto para mensuração da vegetação urbana no município de Alegre, ES. **Revista Cerrados**, v.15, n.1, p.156-177, 2017.

MARANHÃO, Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico, laboratório de geoprocessamento - UEMA. **Atlas do Maranhão**, São Luís: GEPLAN, 2002.

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais. **Diagnóstico para a implementação do Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Maranhão - PPCD-MA**. SEMA. Brasília. 2011.

MARINO, S.; ALVINO, A. Agronomic Traits Analysis of Ten Winter Wheat Cultivars Clustered by UAV-Derived Vegetation Indices. **Remote Sensing**, v. 12, n. 2, p. 249, 2020.

MATHER, P. **Computer Processing of Remotely-Sensed Images**. John Wiley & Sons, Chichester, UK, 1999.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 1.ed. São José dos Campos: INPE, 2001. 250 p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 3 ed. UFV, Minas Gerais, 2007. pp. 320.

NOVACK, T. **Classificação da cobertura da terra e do uso do solo urbano utilizando o sistema InterIMAGE e imagens do sensor QuickBird.** 2009. 214 p. (INPE-16594-TDI/1580). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2009. Disponível em: Acesso em: 01 out. 2018.

OLIVEIRA, L. N.; AQUINO, C. M. S.; Dinâmica Temporal Do Uso E Cobertura Da Terra Na Fronteira Agrícola Do Matopiba: análise na sub-bacia hidrográfica do rio Gurguéia-Piauí. **Revista Equador**, v. 9, n. 1, p. 317-333, 2019.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento Remoto da vegetação.** 2 Ed. São Paulo, Oficina de Textos, 2012. 164p.

PRATES, Izabela. **Utilização de imagens LANDSAT-8 para caracterização da cobertura vegetal.** Disponível em <<https://mundogeo.com/blog/2014/06/10/processamento-digital-de-imagens-landsat-8-para-obtencao-dos-indices-de-vegetacao-ndvi-e-savi-visando-a-caracterizacao-da-cobertura-vegetal-no-municipio-de-nova-lima-mg/>>. Acesso em 10 de abril de 2020.

RIBEIRO, G. A.; DE CASTRO SILVA, J. N.; DA SILVA, J. B. Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS): estado da arte e suas potencialidades. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 06, p. 2054-2074, 2016.

RIBEIRO, R. P.; ALVES, P. R.; ALMEIDA, Z. D. S.; RUTA, C. A new species of Paraonis and an annotated checklist of polychaetes from mangroves of the Brazilian Amazon Coast (Annelida, Paraonidae). **ZooKeys**, (740), 1. 2018.

RICHTER, Rudolf. A spatially adaptive fast atmospheric correction algorithm. **International Journal of Remote Sensing**, v. 17, n. 6, p. 1201-1214, 1996.

RODRIGUES, T. C. S. **Classificação da Cobertura e do Uso da Terra com Imagens Worldview-2 de Setores Norte da Ilha do Maranhão por Meio do Aplicativo Interimage e de Mineração de Dados.** 2014. 87 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2014.

RODRIGUES, T. C. S. **Estudo da cobertura e uso da terra na microrregião do Gurupi, Amazônia maranhense, entre os anos 1976-2016 por meio da aplicação do sensoriamento remoto e SIG's.** 2018. 183f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" UNESP/FCT - Campus de Presidente Prudente, São Paulo, 2018.

ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS.** In Earth Resources Tecnology Satellite- 1 Symposium, 3, 1973. Proceedings. Washington, 1973, v.1, Sec. A, p. 309-317.

SERRA, J. S.; FILHO, M. S. F. Expansão urbana e impactos ambientais na zona costeira norte do município de São Luís (MA). **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 46, n. 1, p. 25-40, 2019.

SILVA, L.G.; GALVÍNCIO, J. D. Análise comparativa da variação dos índices NDV e SAVI no sítio PELD –22 em Petrolina – PE, na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Geografia Física** 06, 2012. 1446-1456.

SOUSA, E. B; COSTA, V. B.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA R. M. Microfitoplâncton de águas costeiras amazônicas: ilha Canela (Bragança, PA, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, 22: 626–636. 2008.

STORY, M.; CONGALTON, R. G. Accuracy assessment: a user's perspective. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 52(3):397-399. 1986.

USGS, 2018. **United States Geological Survey.** *Em:* < <http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 17/03/2020.

VASCONCELOS, C. H.; NOVO, E. M. L. de M. Mapeamento do uso e cobertura da terra a partir da segmentação e classificação de imagens-fração solo, sombra e vegetação derivadas do modelo linear de mistura aplicado a dados do sensor TM/Landsat5, na região do reservatório de Tucuruí-PA. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 3, p. 487-493, 2004.

WALD, L.; RANCHIN, T.; MANGOLINI, M. Fusion of satellite images of different spatial resolutions: assessing the quality of resulting images. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 63, n. 6, pp. 691-699, 1997.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a Universidade Federal do Maranhão por todo suporte e infraestrutura disponibilizada, à Coordenação do Curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Maranhão do Campus Pinheiro pelo apoio. Um agradecimento especial aos revisores anônimos que fizeram excelentes críticas e sugestões construtivas que ajudaram a elevar a qualidade científica do artigo.

IMPLICAÇÕES DA IMPLANTAÇÃO DE USINAS HIDRELÉTRICAS E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO AMAZONAS

Gean Magalhães da **COSTA**

Geógrafo e Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR,
E-mail: gean.72@gmail.com

Hemili Vitória do Carmo **PIMENTEL**

Gestora Ambiental pela Universidade Metodista de São Paulo e Geógrafa pela Universidade
Federal de Rondônia – UNIR
E-mail: vivi-fame@hotmail.com

Maria Madalena de Aguiar **CAVALCANTE**

Phd, Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de
Rondônia - UNIR
E-mail: mada.geoplan@gmail.com

*Recebido
Abril de 2020*

*Aceito
Junho de 2020*

*Publicado
Julho 2020*

RESUMO: As unidades de conservação - UCs objetivam a preservação e a conservação dos territórios naturais a nível mundial. No Brasil, especificamente na bacia hidrográfica do rio Amazonas, há um número considerável destes territórios. Em contrapartida, há a expansão da construção de usinas hidrelétricas - UHEs nesta mesma bacia, o que ameaça as áreas de proteção. O objetivo deste trabalho é identificar a concentração de usinas hidrelétricas nas bacias formadoras do rio Amazonas, as UCs vulneráveis às intervenções de usinas hidrelétricas e as possíveis redefinições dos limites das UCs nas bacias hidrográficas dos Tapajós, Madeira e Paru. A área de estudo do presente artigo é composta pelas UCs e UHEs que estão localizadas nas bacias hidrográficas conjugadas do rio Amazonas. A obtenção dos dados ocorreu a partir das localizações das UHEs e UCs nos limites das bacias hidrográficas do rio Amazonas, por meio dos bancos de dados da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, do Instituto do Meio Ambiente - MMA e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Os resultados obtidos revelam que das 13 bacias hidrográficas conjugadas do rio Amazonas, as bacias Tapajós, Madeira e Paru são as que apresentam a maior quantidade de usinas hidrelétricas, bem como o maior número de unidades de conservação próximas a essas usinas, caracterizando assim esses territórios como suscetíveis à redefinição de seus limites. Dessa forma, é possível concluir que é crescente a instalação de usinas hidrelétricas nas bacias hidrográficas conjugadas formadoras do rio Amazonas e que além dos

impactos sociais e ambientais que estas obras de infraestrutura ocasionam, comprometem as três bacias, atingindo diretamente as unidades de conservação, descaracterizando-as e afetando as funções pelas quais foram criadas, revelando, assim, uma sobreposição dos interesses econômicos aos interesses ambientais.

Palavra chave: Bacias Hidrográficas. Unidades de Conservação. Usinas Hidrelétricas.

IMPLICATIONS OF THE IMPLANTATION OF HYDROELECTRIC PLANTS AND CONSERVATION UNITS IN THE AMAZON RIVER BASIN

ABSTRACT: Conservation units - UCs aim to preserve and conserve natural territories worldwide. In Brazil, specifically in the hydrographic basin of the Amazon River there are a considerable number of these territories, in contrast there is the expansion of the construction of hydroelectric plants - UHEs in this same basin, which compromises the protected areas. The objective is to identify the concentration of hydroelectric plants in the basins that form the Amazon River and the UCs vulnerable to hydroelectric power plant interventions and possible redefinition of their UC limits in the Tapajós, Madeira and Paru sub-basins. The study area of the present article is made up of UCs and UHEs that are located in the combined hydrographic basins of the Amazon River. The data were obtained from the locations of the UHEs and UCs within the limits of the hydrographic basins of the Amazon River, through the database of the National Electric Energy Agency - ANEEL, the Environment Institute - MMA and the Brazilian Institute of Geography and Statistics - IBGE. The results show that of the 13 combined hydrographic basins of the Amazon River, the basins Tapajós, Madeira and Paru are the ones with the largest number of hydroelectric plants, as well as the largest number of conservation units close to these plants, characterizing thus, these vulnerable territories redefine their limits. It is concluded that the installation of hydroelectric plants in the combined hydrographic basins that form the Amazon River is increasing and that in addition to the social and environmental impacts that these infrastructure works cause, they compromise the three basins directly affecting the conservation units, de-characterizing them and affecting the functions for which they were created, revealing an overlap between economic interests and environmental interests.

Keywords: Hydrographic basins. Conservation Units. Hydroelectric Plants.

IMPLICACIONES DE LA IMPLANTACIÓN DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS Y UNIDADES DE CONSERVACIÓN EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO AMAZONAS

RESUMEM: Las unidades de conservación – UCs objetivan la preservación y la conservación de los territorios naturales a nivel nacional. En Brasil, específicamente en la Cuenca Hidrográfica del río Amazonas, hay un número considerable de estos territorios. Por otro lado, hay la expansión de la construcción de Centrales Hidroeléctricas – UHEs en esta misma cuenca, lo que pone en riesgo las áreas de protección. El objetivo de este trabajo es identificar la concentración de centrales hidroeléctricas en las cuencas formadoras del río Amazonas, las UCs vulnerables a las intervenciones de centrales hidroeléctricas y las posibles redefiniciones de los límites de las UCs en las cuencas hidrográficas de Tapajós, Madeira y Paru. El área de estudio del presente artículo es compuesta por las UCs y UHEs que están

ubicadas en las cuencas hidrográficas conjugadas del río Amazonas. La obtención de los datos ocurrió a partir de las ubicaciones de las UHEs y UCs en los límites de las cuencas hidrográficas del río Amazonas por medio de las bases de datos de la Agencia Nacional de Energía Eléctrica – ANEEL, del Instituto de Medio Ambiente – MMA y del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística – IBGE. Los resultados revelan que, de las 13 cuencas hidrográficas conjugadas del río Amazonas, las cuencas Tapajós, Madeira y Paru son las que presentan la mayor cantidad de centrales hidroeléctricas, así como el mayor número de unidades de conservación próximas a esas centrales, caracterizando así esos territorios como susceptibles a las redefiniciones de sus límites. De este modo, es posible concluir que es creciente la instalación de centrales hidroeléctricas en las cuencas hidrográficas conjugadas formadoras del río Amazonas y que, además de los impactos sociales y ambientales que estas obras de infraestructuras provocan, comprometen las tres cuencas atingiendo directamente las unidades de conservación, modificándolas y afectando las funciones por las cuales fueron creadas, revelando, así, una superposición de los intereses económicos a los intereses ambientales.

Palabras clave: Cuencas Hidrográficas. Unidades de Conservación. Centrales Hidroeléctricas.

INTRODUÇÃO

A temática ambiental tem apresentado relevância, enquanto tema transversal que se amplia desde a década de 60, intensificado nas décadas de 80 e 90, com a criação de aparatos legislativo-jurídicos e políticas públicas a nível mundial (PORTO GONÇALVES, 1992; MELLO, 2006). No Brasil, especificamente na região Amazônica, é possível constatar a institucionalização de territórios voltados à preservação/conservação, ligada à ideia do ordenamento ambiental. Entre estes territórios, destacam-se as unidades de conservação - UCs e bacias hidrográficas, estas últimas vinculadas à unidade territorial indicada para que se pense o planejamento (PIRES; SANTOS; PRETE, 2002). Ocorre que as unidades territoriais de planejamento, sejam elas bacias, municípios, estados, entre outras, nem sempre são convergentes entre si, principalmente quando se trata das questões ambientais.

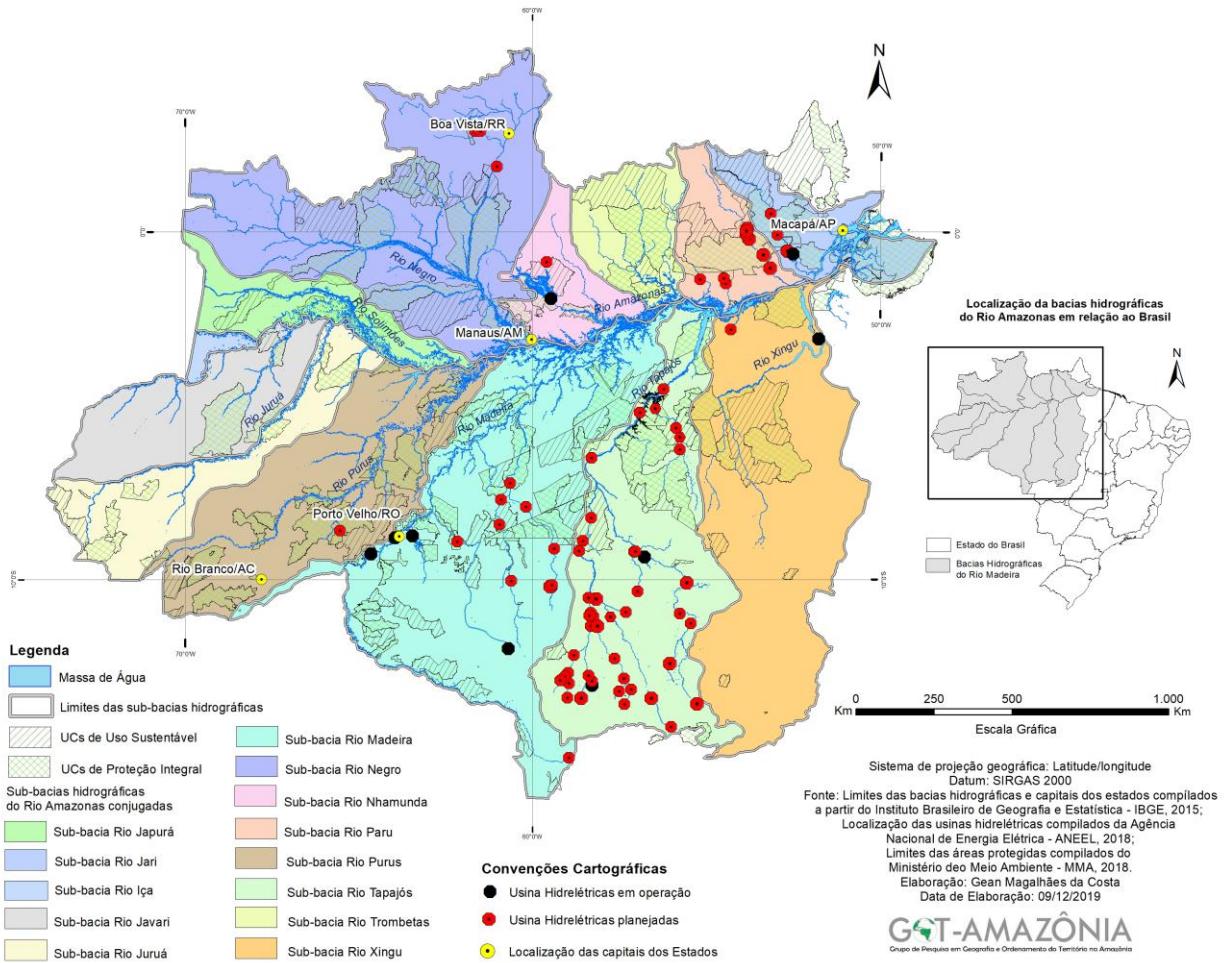
A Amazônia brasileira, dada a abundância em recursos hídricos, é relevante mundialmente. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2000), o principal rio da região é o rio Amazonas e compõe 13 bacias conjugadas, sendo elas: rio Japurá, Içá, Negro, Nhamundá, Trombetas, Paru, Jari, Javari, Juruá, Purus, Madeira, Tapajós e Xingu. Nestas bacias situa-se o bioma Amazônico que abriga mais de 2.500 espécies de árvores e 30 mil de plantas¹. Dessa forma, sua proteção e conservação são de suma importância, sobretudo por meio das UCs.

Na bacia hidrográfica do rio Amazonas, a criação de unidades de conservação tem aumentado nas últimas décadas; são ao todo 204² territórios destinados à função de conservação e preservação. Estes territórios estão divididos em dois grupos, os de proteção integral (64 unidades) e os de uso sustentável (140 unidades), o que forma uma extensa área de proteção ambiental (ISA, 2019).

Apesar do aumento no número de unidades de conservação na Amazônia, sobretudo nos limites da bacia hidrográfica do rio Amazonas, verifica-se que as unidades de conservação continuam sofrendo ameaças à sua proteção e conservação dos seus recursos naturais e hídricos. Isso se deve, principalmente, à concentração de usinas hidrelétricas (UHEs) planejadas, além das que estão em operação na área conforme é demonstrado na Figura 1, e também às alterações e intervenções sobre os limites destas UCs, que comprometem, consequentemente, parte de sua biodiversidade.

Considerando as 13 bacias hidrográficas do rio Amazonas, as que chamam mais atenção são as bacias do rio Tapajós, Madeira e Paru, devido à concentração de hidrelétricas, construídas e planejadas, e unidades de conservação. Esta área é o objeto de investigação deste estudo, por ser alvo da intervenção de usinas hidrelétricas e possíveis redefinições de limites de unidades de conservação. Deste modo, o objetivo deste trabalho é identificar a concentração de usinas hidrelétricas nas bacias formadoras do rio Amazonas, as UCs vulneráveis às intervenções destas usinas e as possíveis redefinições dos limites das UCs nas bacias hidrográficas do rio Tapajós, Madeira e Paru.

Figura 1 - Mapa demonstrativo das bacias hidrográficas conjugadas do rio Amazonas, unidades de conservação e usinas hidrelétricas em operação e planejadas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

REFERENCIAL TEÓRICO

O conceito de bacia hidrográfica utilizado nesse estudo é definido a partir de Teodoro et. al, (2007), que afirma ser o conjunto de terras drenadas por um determinado rio e seus afluentes, formadas nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. Segundo dados do IBGE (2000), a bacia hidrográfica do rio Amazonas é localizada no extremo norte do Brasil, abrangendo os estados

do Acre, Rondônia, Amazonas, Roraima, Amapá, Pará e Mato Grosso, cujos nomes estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1 - Bacias hidrográficas do rio Amazonas.

Bacias hidrográficas do rio Amazonas conjugadas	Rio principal	Estados Abrangidos
Rio Japurá	Japurá	Amazonas
Rio Jari	Jari	Amapá, Pará
Rio Iça	Iça	Amazonas
Rio Javari	Javari	Amazonas
Rio Juruá	Juruá	Acre, Amazonas
Rio Madeira	Madeira	Rondônia, Amazonas, Pará e Mato Grosso
Rio Negro	Negro	Amazonas, Roraima
Rio Nhamundá	Nhamundá	Amazonas
Rio Paru	Paru	Pará
Rio Tapajós	Tapajós	Mato Grosso, Pará
Rio Trombetas	Trombetas	Pará
Rio Xingu	Xingu	Mato Grosso, Pará
Rio Purus	Purus	Acre, Amazonas

Fonte: Elaborado a partir do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000).

Para compreender a relação entre a implantação de usinas hidrelétricas e as implicações sobre as unidades de conservação que estão situadas nos limites nas bacias hidrográficas que formam o rio Amazonas, utilizou-se também o conceito de território, sendo este compreendido a partir de múltiplas relações de poder sobre uma determinada área. Assim, o território é uma apropriação do espaço através de uma ação social e Raffestin (1993) afirma que esta ação é executada através de um ato intencional no uso do território, cujo intuito é se apropriar e produzir nele relações econômicas, políticas, sociais e ambientais. Estas manifestações de uso do território se estabelecem a partir da multidimensionalidade de poder (FERNANDES, 2008).

Desse modo, duas figuras podem ser destacadas nessa área de estudo, pois ditam as relações de poder e determinam as dimensões do uso do território: o Estado, que configura a gestão e o ordenamento do território, além de fomentar os financiamentos para as construções de usinas hidrelétricas e ser o responsável pela normatização e gestão das unidades de conservação e os atores econômicos, representados pelos consórcios construtores das obras de infraestrutura (usinas hidrelétricas), os quais se apropriam do território para ampliação do

capital. Essas figuras demandam relações de poder sobre o uso de um mesmo território, neste caso o uso dos recursos hídricos e, por conseguinte, das bacias hidrográficas.

O uso do território, aqui expresso nas 13 bacias hidrográficas destacadas na análise, apontam duas principais expressões: A primeira se dá pelas unidades de conservação, cuja função é a manutenção de áreas naturais da forma mais inalterada possível, com o objetivo de ser o refúgio para as espécies que não poderiam sobreviver em paisagens manejadas sob a ação de usos não adequados à conservação e proteção. (ARAUJO, 2012).

A construção e instalação de usinas hidrelétricas figura enquanto segunda expressão na análise do uso do território, manifestadas aqui pelos consórcios construtores, a partir da implantação das UHEs nas bacias hidrográficas que compõem o rio Amazonas. Ao todo são 84 usinas hidrelétricas, sendo 09 em operação e 75 planejadas. As bacias hidrográficas do rio Madeira, rio Tapajós e rio Paru merecem destaque, uma vez que concentram um maior número de UHEs e UCs na área de influência de implantação dessas hidrelétricas. Diante deste cenário, é possível constatar que tais bacias são de grande relevância na geração e distribuição de energia elétrica no contexto energético nacional, visto que a materialidade das UHEs é na Amazônia, mas a energia gerada é distribuída para o Centro-Oeste e demais regiões industriais (FILHOR & SOUZA, 2009; SILVA, 2016).

Segundo o relatório do Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica de 2030, a Amazônia tem uma grande disponibilidade hídrica para a expansão da produção de energia proveniente de usinas hidrelétricas (FILHOR & SOUZA et. al, 2009). Esse planejamento energético gera uma contraposição no uso do território. De um lado está o uso voltado à proteção e conservação através das unidades de conservação e das bacias hidrográficas, de outro, as obras de construção de hidrelétricas instaladas e planejadas, que demonstram essa dualidade e corroboram o conceito de multidimensionalidade do território.

As formas de usos exercidas sobre um dado território são variadas, no caso das bacias hidrográficas do rio Amazonas, revelando aqui dois usos que se sobrepõem e causam contradições a respeito do uso do território, permitindo apontar quais bacias necessitam da atenção da gestão pública para ações que possam minimizar possíveis tensões e conflitos de diferentes ordens.

PERCURSOS METODOLÓGICOS

A identificação das bacias hidrográficas com maior ou menor concentração de usinas hidrelétricas e ainda as possíveis alterações de limites nas áreas protegidas foram organizadas em fases operacionais:

(I) Revisão bibliográfica - a respeito dos conceitos norteadores do trabalho, com destaque para o conceito de território, utilizado aqui no sentido de compreender a sua multidimensionalidade de uso, analisando um caso concreto referente à implantação de usinas hidrelétricas e as áreas de unidades de conservação nas bacias hidrográficas do rio Amazonas;

(II) Obtenção de dados - foi realizada a partir dos limites vetoriais das bacias hidrográficas conjugadas formadoras do rio Amazonas. A divisão hidrográfica do território brasileiro foi feita a partir dos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística do Brasil – IBGE (2000), a aquisição das informações referentes às unidades de conservação foram coletadas no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação – CNUC, do Ministério do Meio Ambiente - MMA e Instituto Socioambiental - ISA. Por último, a aquisição dos dados referentes às hidrelétricas em operação e planejadas foi realizada no banco de dados do Sistema de Informação Georreferenciadas do Setor Elétrico - SIGEL.

(III) Sistematização dos dados - foi realizada em quadros e mapas temáticos, cujo objetivo é demonstrar a concentração de UHEs nas bacias hidrográficas formadoras do rio Amazonas e de unidades de conservação na área de estudo. A elaboração dos mapas foi realizada através do Sistema de Informação Geográfica - SIG Quanton Giz, versão 2.18. Uma vez identificadas as maiores concentrações, verificou-se as alterações de limites nas unidades de conservação reais e potenciais das bacias do Tapajós, Rio Madeira e Paru, que se destacam entre as demais.

Para compreender quais as unidades de conservação estão ou estarão comprometidas pela relação de proximidade com as usinas hidrelétricas existentes e planejadas foi realizada a identificação de UCs no raio do entorno de 40 quilômetros² de cada usina hidrelétrica, com base na Portaria Interministerial nº 419/2011, para a área de influência direta de aproveitamentos hidrelétricos na Amazônia Legal. Este procedimento foi realizado através do SIG Quanton Giz, versão 2.18, a partir do uso das ferramentas: vetor>geoprocessamento>buffer de distância fixa. Por meio deste procedimento, foi estabelecido um buffer (raio de entorno) de 40 quilômetros² e posteriormente foi realizada a

identificação de quais UCs têm seus limites infringidos pelos *buffers* correspondentes a cada UHE.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A expansão da implantação de hidrelétricas na Amazônia brasileira chama a atenção para 3 bacias hidrográficas. A primeira é a bacia do rio Tapajós, onde se concentra o maior número de hidrelétricas planejadas, ao todo são 47 obras de infraestrutura previstas e em operação. A segunda bacia que se destaca é a do rio Madeira, a qual possui o maior número de UHEs em operação, 4 no total: Jirau, Santo Antônio, Rondon II e Samuel, e cerca de 11 hidrelétricas planejadas. A terceira bacia com o maior número de UHEs planejadas é a bacia do rio Paru que, embora ainda não tenha nenhuma em operação, apresenta 9 hidrelétricas planejadas. Para melhor compreensão sobre a distribuição de UHEs planejadas e em operação, o Quadro 2 sistematiza a proporção de usinas por bacias.

Quadro 2 - Proporção de usinas hidrelétricas nas bacias hidrográficas do rio Amazonas.

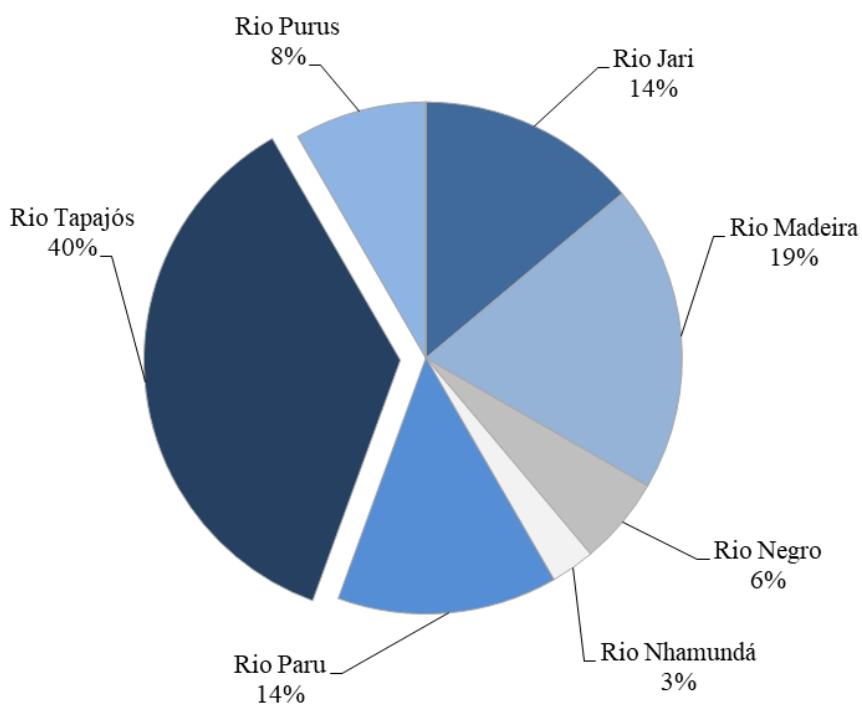
Bacias hidrográficas do rio Amazonas conjugadas	Em operação	Em planejamento
Rio Japurá	0	0
Rio Jari	1	3
Rio Iça	0	0
Rio Javari	0	0
Rio Juruá	0	0
Rio Madeira	4	11
Rio Negro	0	5
Rio Nhamundá	1	1
Rio Paru	0	9
Rio Tapajós	2	45
Rio Trombetas	0	0
Rio Xingu	1	1
Rio Purus	0	1

Fonte: Elaborado a partir da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL (2019).

As bacias hidrográficas do rio Tapajós, Paru e Madeira, juntas, além de ter a maior concentração de hidrelétricas (planejadas e em operação), também são as que possuem mais unidades de conservação em seu entorno. A bacia hidrográfica do rio Tapajós, apresenta a

maior quantidade de UCs em sua área de entorno, ou seja, no raio de 40 quilômetros², este valor corresponde a 40% das usinas hidrelétricas analisadas neste estudo, seguida da bacia hidrográfica do rio Madeira com 19% das UHE e a do rio Paru com 14%. Isto denota que estas unidades de conservação estão vulneráveis as intervenções e alterações sobre os seus limites, conforme é expresso na Figura 2.

Figura 2 - Proporção de unidades de conservação próximas às hidrelétricas por bacias hidrográficas que compõem o rio Amazonas.

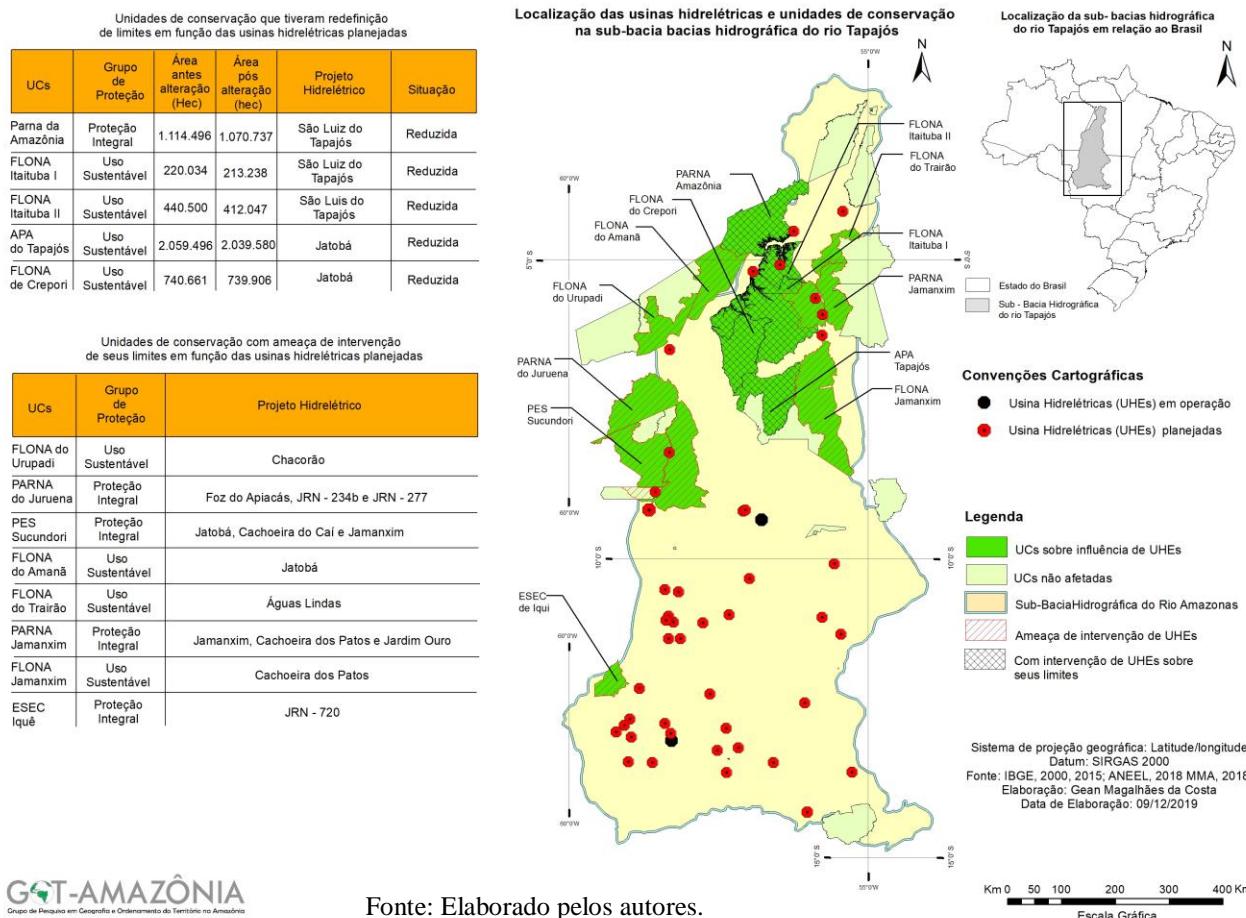


Fonte: Elaborado a partir da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2019).

Ao norte da bacia hidrográfica do rio Tapajós, no entorno das usinas hidrelétricas de São Luiz do Tapajós e Jatobá, que ainda estão em fase de planejamento (ou seja, não estão em operação), foi verificado redução nos limites de 5 unidades de conservação em função da possibilidade de implantação destas usinas e de seus respectivos reservatórios, conforme é expresso na lei Federal nº 12.678 de 25 de junho de 2012³. As unidades que tiveram redução de seus limites foram: Parque Nacional da Amazônia, Floresta Nacional de Itaituba I, Itaituba II, Área de Proteção Ambiental do Tapajós e Floresta Nacional de Crepori e o quantitativo de áreas reduzidas das UCs foi de 99.780 hectares (ISA, 2019).

Também ao norte desta bacia hidrográfica, as Florestas Nacionais do Urupadi, Floresta Nacional do Amanã, Floresta Nacional do Trairão, Floresta Nacional do Jamanxim, Parque Nacional do Juruena, Parque Estadual Sucunduri, e a sudoeste, a Estação Ecológica do Iquê, podem ter seus limites redefinidos em função da possibilidade da implantação de UHEs em seu entorno, atualmente em fase de planejamento, sendo elas: Chacorão, Foz do Apiacás, JRN – 234b, JRN – 277, Jatobá, Cachoeira do Cai, Jamanxim, Águas Lindas, Cachoeira dos Patos e JRN – 720, conforme apresenta a Figura 3.

Figura 3 - Mapa demonstrativo das unidades de conservação próximas as usinas hidrelétrica na bacia hidrográfica do rio Tapajós



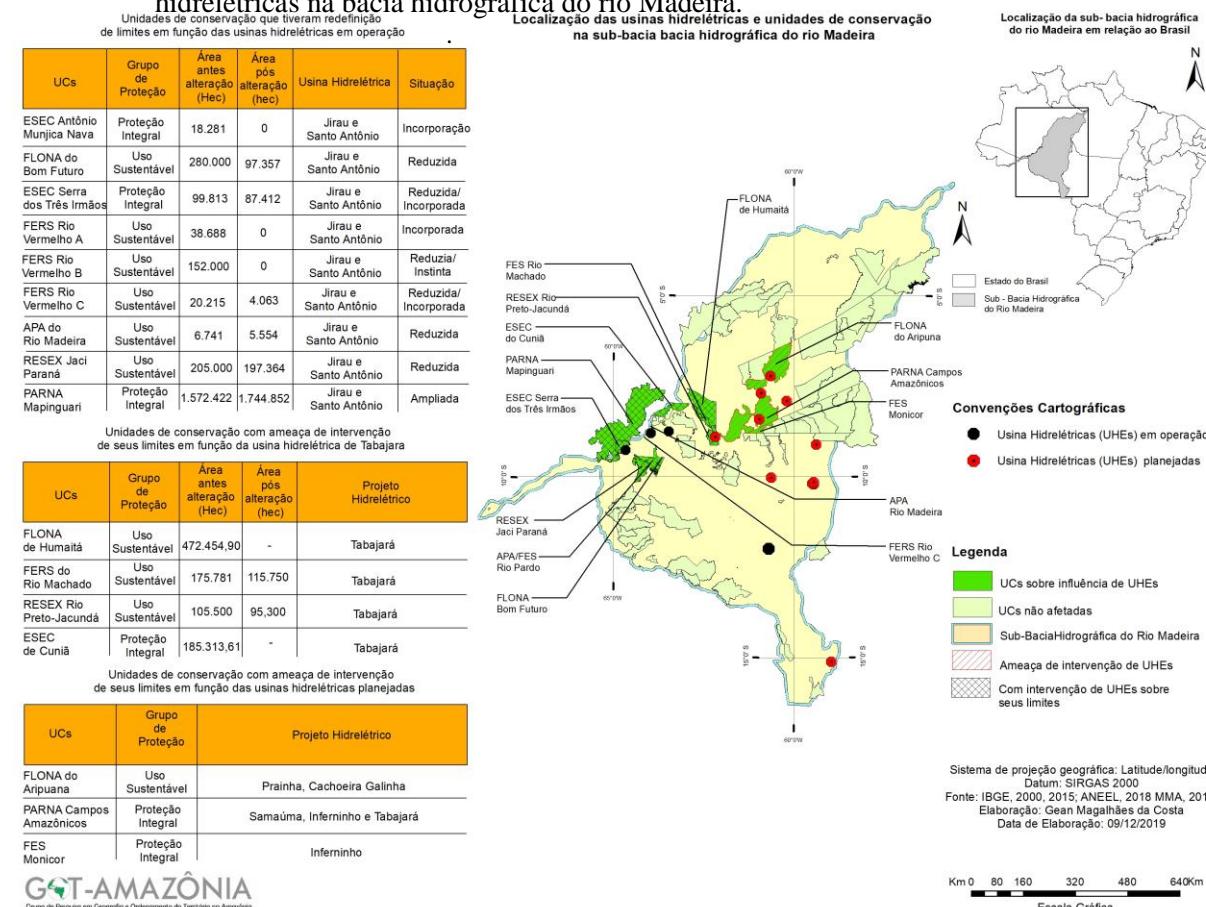
A bacia hidrográfica do rio Madeira possui 4 usinas hidrelétricas em operação sendo 2 UHEs localizadas ao norte de Rondônia. Segundo Costa et. al, (2017) e Cavalcante (2012), Jirau e Santo Antônio interferiram sobre os limites de 8 unidades de conservação em seu entorno, desencadeando a redução de suas áreas, revogação de decretos de criação, mudança de categoria e ampliação de limites, com destaque para as unidades: Floresta Estadual Rio Vermelho A, Floresta Estadual Rio Vermelho B e Floresta Estadual Rio Vermelho C, Estação Ecológica Antônio Mujica Nava, Estação Ecológica Serra dos Três Irmãos, Reserva Extrativista Jaci Paraná, Floresta Nacional do Bom Futuro e Área de Proteção Ambiental do Rio Madeira, impactadas pela construção dos reservatórios destas hidrelétricas, como apresentado na Figura 4.

As redefinições nos limites das unidades de conservação, na área do entorno das hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio, segundo o RAISG (2015), estão associadas a uma estratégia dos Governos nacional e estadual. As empresas responsáveis pelas obras efetivaram seus interesses na implantação das usinas hidrelétricas e de seus respectivos reservatórios, mesmo infringindo os limites das UCs. Esta ação está atrelada às decisões governamentais, junto aos demais atores que já usavam a área de forma ilegítima, a partir da ocupação ilegal e de atividades de desmatamento.

No que se refere à hidrelétrica de Tabajara (planejada), localizada no município de Machadinho do Oeste/Rondônia, existe a possibilidade de alteração de quatro unidades de conservação, sendo elas: Floresta Nacional de Humaitá, Floresta Estadual de Rendimento Sustentado do Rio Machado, Reserva Extrativista Rio Preto Jacundá e Estação Ecológica do Cuniã, como apresentado na figura 4. O quantitativo de áreas sob ameaças de alteração é de 929.532,00 hectares (ISA, 2019).

A Floresta Nacional de Aripuanã, o Parque Nacional Campos Amazônico e a Floresta Estadual Monicor, a leste da bacia hidrográfica do rio Madeira, podem ter seus limites redefinidos em função da possibilidade de implantação das usinas hidrelétricas Prainha, Cachoeira Galinha, Tabajara, Samaúma e Inferninho, conforme é expresso na Figura 4.

Figura 4 - Mapa demonstrativo das unidades de conservação próximas às usinas hidrelétricas na bacia hidrográfica do rio Madeira.

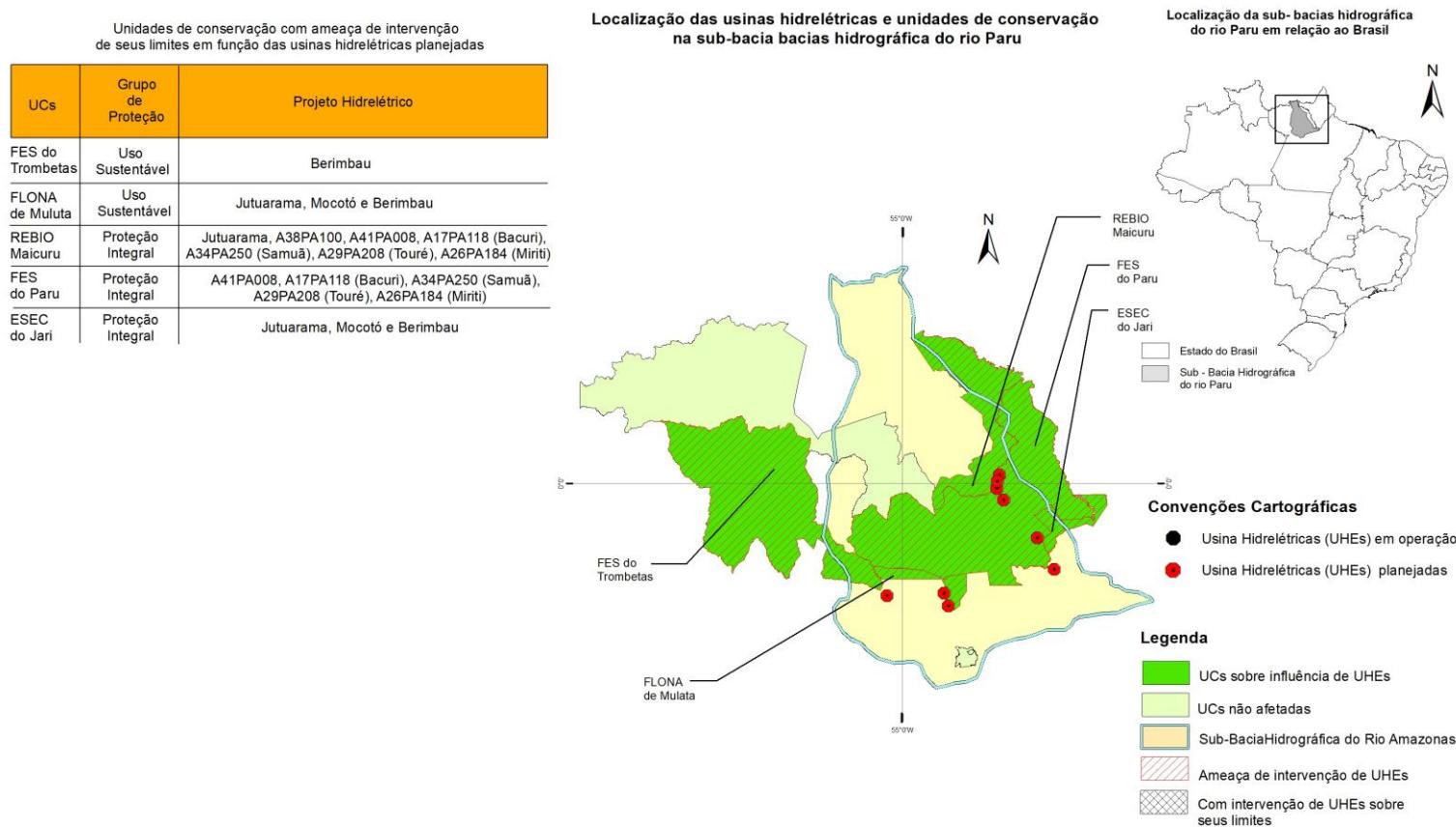


Fonte: Elaborado pelos autores.

Na bacia hidrográfica conjugada do rio Paru encontram-se 6 unidades de conservação com possibilidades de redefinição de limites, em razão da construção de hidrelétricas que estão em fase de planejamento. São elas as UHEs Mocotó, Bacuri, Miriti, Touré, A38PA100, A41PA008, Berimbau e Jutuarana, conforme expõe a Figura 5.

As unidades de conservação vulneráveis a alterações, devido à possibilidade de implantação das UHEs, estão localizadas ao sul e sudeste da bacia, sendo elas: Floresta Estadual do Trombetas, Floresta Nacional de Mulata, Reserva Biológica do Maicuru, Floresta Estadual do Paru e Estação Ecológica do Jari. Somente em duas das UCs analisadas, a Reserva Biológica do Maicuru (próxima a 7 hidrelétricas) e a Floresta Estadual Paru (com 5 hidrelétricas), concentram a maior quantidade de usinas hidrelétricas sobre ou adjacentes a seus limites, implicando assim em possíveis redefinições de limites destes territórios, alterando as funções de conservação e proteção dos recursos naturais para as quais estas unidades de conservação foram criadas.

Figura 5- Mapa demonstrativo das unidades de conservação próximas as usinas hidrelétrica na bacia hidrográfica do rio Paru



Fonte: Elaborado pelos autores.

Sistema de projeção geográfica: Latitude/longitude

Datum: SIRGAS 2000

Fonte: IBGE, 2000, 2015; ANEEL, 2018 MMA, 2018.

Elaboração: Gean Magalhães da Costa

Data de Elaboração: 09/12/2019

As redefinições de limites de unidades de conservação geralmente ocorrem de acordo com a necessidade pública ou com o objetivo de legalizar uma ação social (neste caso, para facilitar o licenciamento das hidrelétricas) (DOUROJEANNI; PÁDUA, 2013). Este processo, além de já ter ocorrido nas unidades analisadas, tende a ocorrer novamente, em função das muitas unidades de conservação na área do entorno de hidrelétricas planejadas. Tais alterações ocorrem devido à flexibilização institucional existente, em que a esfera administrativa se utiliza de leis e medidas provisórias em prol da efetivação da instalação das usinas hidrelétricas (COSTA et. al, 2017).

A adoção das bacias hidrográficas como unidades de planejamento governamental, vinculadas à proteção, pode contribuir para a compreensão dos impactos em curso vinculados à construção de UHEs, melhor redimensionamento da concentração de UHEs por bacias e toda sua complexidade. Dessa forma, é possível evitar que esses sistemas sejam ameaçados e assim preservem sua função enquanto formadores do rio Amazonas, área detentora de rica biodiversidade com sinais de comprometimento pela grande concentração de obras nas bacias do rio Tapajós, Madeira e Paru, sendo estas merecedoras da atenção da gestão pública e da sociedade civil sobre a manutenção das atividades econômicas e dos recursos naturais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente expansão das usinas hidrelétricas sobre as bacias hidrográficas que formam o rio Amazonas é preocupante. Entre as 13 bacias hidrográficas existentes, destacam-se as bacias do Tapajós, Paru e Madeira, por conter a maior proporção de usinas hidrelétricas e uma grande quantidade de unidades de conservação, próximas umas às outras, resultando em possíveis redefinições dos seus limites, como já ocorreu com a construção de outras UHEs em operação, e com a concretização das UHEs planejadas, provavelmente haverá intervenções diretas sobre as UCs que estão na área de influência destas usinas.

A bacia hidrográfica do rio Tapajós apresentou 11 unidades de conservação sobre a região de influência de usinas planejadas, sendo que 5 destas apresentaram redefinições de suas áreas. A bacia hidrográfica do rio Madeira já apresentou redefinição dos limites de 8 unidades na área do entorno das hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio/Rondônia e diante das usinas planejadas, existe a possibilidade de redefinição de mais 4 unidades na área de

influência da hidrelétrica de Tabajara. Além disso, existem 3 unidades de conservação em fase de estudos de impactos ambientais que podem ser alteradas em função das demais hidrelétricas planejadas. A bacia hidrográfica do rio Paru não foge à regra e tem 5 unidades de conservação na área de influência de projetos hidrelétricos a serem implantados.

É possível evidenciar que, apesar de a região Amazônica, sobretudo a bacia hidrográfica do rio Amazonas, possuir grande disponibilidade de recursos hídricos, recursos naturais e sociais, sua bacia vem apresentando constante avanço de implantação de hidrelétricas, alterando, não somente os recursos hídricos, em que, entre outros, se constata a elevação dos níveis dos rios e seus respectivos represamentos, mas sobretudo nos territórios protegidos localizados nestas bacias. Este fato já está consolidado em áreas adjacentes às usinas em operação e futuramente em áreas ocorrerá onde há usinas hidrelétricas planejadas.

Constatou-se que há uma desarticulação entre as estruturas administrativas voltadas aos territórios protegidos e as estruturas de consolidação de infraestruturas econômicas que se expande no território das bacias hidrográficas que formam o rio Amazonas. Isso determina pressões e amplia, assim, os impactos sobre as unidades de conservação, revelando ser a bacia hidrográfica uma unidade importante de análise.

NOTAS DE RODAPÉ

- 1 - Disponível em: <https://www.mma.gov.br/>.
- 2 - Não considerado nesta somatória de unidades de conservação as Reservas Particulares de Patrimônio Natural – RPPN, bem como as unidades sobre esfera administrativa dos municípios que compõem a área de estudo.
- 3 - Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/>.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M.A.R. Unidades de Conservação: Importância histórica no mundo. In: NEXUCS. **Unidades de Conservação no Brasil o caminho da gestão para resultados**. 1 ed. São Paulo: RIMA. 2012. cap 2. p. 25-50.

BRASÍLIA. Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html>. Acesso em: 20 jul. 2019, 19:30:45.

CAVALCANTE, M.M.A. **Hidrelétricas do Rio Madeira-RO: território, tecnificação e meio ambiente**. 2012. 161 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Paraná, UFPR. Curitiba – PR.

COSTA, G.M et. al. Hidrelétricas e Unidades de Conservação: Análise das contradições ambientais na Área do Entorno das Usinas de Jirau e Santo Antônio no Rio Madeira-Rondônia. In: CAVALCANTE, M. M. de. A.; HERRERA, J. A.(Org.). **Hidrelétricas na**

Amazônia: Interpretações geográficas sobre as usinas do Madeira e Xingu. 1 ed. Belém: GAPTA\UFPA, 2017. cap 3. p. 41 - 70.

DOUROJEANNI, M.J; PÁDUA, M.T.J. Arcas à Deriva Unidades de Conservação do Brasil. 1 ed. Rio de Janeiro: Technical Books. 2013. 352 p.

FILHO, A. C; SOUZA, O. B. Atlas de pressões e ameaças às terras indígenas na Amazônia brasileira. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2009. 48p. Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/ptbr/sites/blog.socioambiental.org/files/publicacoes/10378%20pdf>>. Acesso: 27 Nov.2019, 13:00:00.

FERNANDES, B. M. Sobre a Tipologia de Territórios. In: SAQUET, M. A; SPOSITO, E.S (Org.). **Territórios e Territorialidades: Teorias, processos e conflitos.** 1 ed. São Paulo: Expressão Popular, 2008. cap 2. p.197-215.

ISA. Instituto Socioambiental. Placar de Unidades de Conservação. Pará – Belém do Pará. 2019. Disponível em: <widgets.socioambiental.org/placar/ucs/674>. Acesso: 30 Ago. 2019, 10:30:45.

MELLO, N. A. de. Políticas territoriais na Amazônia. 1 ed. São Paulo: Anablume, 2006. 412 p.

PIRES, J.S.R; SANTOS, J.E; DEL PRETTE, M.E. A Utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica para a Conservação dos Recursos Naturais. In: SCHIAVETE, A; CAMARGO, A.F.M (Org.). **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações.** 1 ed. Ilhéus: Editus, 2002, cap 1. p. 17 - 35.

PORTO-GONÇALVES, C. V. Os (Des)caminhos do Meio Ambiente. 2 ed. São Paulo: Contexto. 1990. 149 p.

RAFESTTIN, C. Por Uma Geografia do Poder. Trad.: Maria Cecília França, São Paulo: ATICA, 1993.

RAISG. Rede Amazônica de Informação Socioambiental Georreferenciada. Cartografia Histórica de Áreas Naturales Protegidas y Territorios Indígenas en la Amazonía. 2016. 171 p. Disponível em: <<https://url.gratis/mW9KM>>. Acesso: 05 Dez. 2019, 09:00:00.

Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas nacional do Brasil.** 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

SILVA, G. V. L. Hidrelétrica de Santo Antônio no rio Madeira-Rondônia e a (des)territorialização da comunidade de Teotônio: é possível uma (re)territorialização? 2016. 106f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGG. Porto Velho - RO.

TEODORO, V.L.I. et. al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista UNIARA**, n.20. p.137 a 157. Araraquara. 2007.

ARBORIZAÇÃO, PAISAGISMO E ORNAMENTAÇÃO: COMPOSIÇÃO VEGETAL NO CAMPUS MINISTRO PETRÔNIO PORTELA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ, TERESINA, PIAUÍ, BRASIL

Joana Darc Costa PEREIRA

Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente,
Universidade Federal do Piauí, (PRODEMA/UFPI).
Email: joanadarcc21@hotmail.com

Lorran André MORAES

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente,
(PRODEMA/UFPI).
Email: lorranbio@hotmail.com

Karen Veloso RIBEIRO

Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente,
(PRODEMA/UFPI).
Email: karenveloso29@hotmail.com

Gardene Maria de SOUSA

Universidade Federal do Piauí - UFPI. Departamento de Biologia - CCN.
Email: gardene@ufpi.edu.br

Francisco Soares SANTOS-FILHO

Universidade Estadual do Piauí - UESPI. Centro de Ciências da Natureza - CCN.
Email: fsoaresfilho@gmail.com

*Recebido
Abril de 2020*

*Aceito
Junho de 2020*

*Publicado
Julho 2020*

RESUMO: Nos espaços livres dos *Campi* de universidades públicas e instituições de ensino, em geral, há uma razoável diversidade vegetal formada por espécies ornamentais, além de muitas apresentarem espaço para o desenvolvimento de projetos florísticos, evidenciando a importância dos serviços ambientais proporcionados pelo ambiente. Por esta razão, e considerando a importância destes espaços em instituições de ensino objetivou-se realizar o levantamento das espécies vegetais utilizadas na arborização e ornamentação no Campus Ministro Petrônio Portela, da Universidade Federal do Piauí, identificando a sua origem e formas de usos, com o intuito de retratar o cenário da flora selecionada para este fim. O levantamento de campo referente a amostragem qualitativa das espécies vegetais cultivadas nas áreas construídas do campus da UFPI, ocorreu por meio de visitas exploratórias nas

áreas escolhidas, durante os meses de abril a julho de 2019. Foram identificadas 171 espécies de 121 gêneros e 58 famílias botânicas, sendo observada a predominância de espécies de origem exóticas. Fabaceae foi a família mais bem representada na amostra com 20 espécies. A classificação por uso revelou que 83 espécies são ornamentais, 44 medicinais, 13 alimentícias, cinco madeireiras e 26 não foram classificadas em relação ao uso. Conclui-se que a área pesquisada possui uma considerável variedade de plantas sendo a primeira listagem de espécies realizada para mesma, o que pode servir de subsídio para o desenvolvimento de um plano de gestão de arborização visando melhorar as ações de plantios e manutenção das espécies presentes na área, além de ajudar no manejo ambiental e buscar meios que visem a integração da população visitante através de projetos relacionados a educação ambiental.

Palavras-chaves: Diversidade vegetal. Florística. Arborização. Ornamentação.

ARBORIZATION, LANDSCAPE AND ORNAMENTATION: COMPOSITION IN THE CAMPUS MINISTER PETRÔNIO PORTELA OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF PIAUÍ, TERESINA, PIAUÍ, BRAZIL

ABSTRACT: In the open spaces of the campuses of public universities and educational institutions, in general, there is a reasonable plant biodiversity formed by ornamental species, in addition to many presenting space for the development of floristic projects, highlighting the importance of the environmental services provided by the environment. For this reason, and considering the importance of these spaces in educational institutions, the objective, here, was to conduct a survey of the plant species used in arborization and ornamentation at campus Minister Petrônio Portela, of the Federal University of Piauí, identifying origin and forms of use, in order to portray the scenery of the flora selected for this purpose. Field survey regarding the qualitative sampling of plant species cultivated in the built areas of the UFPI campus occurred through exploratory visits in the chosen areas, from April to July 2019. 171 species of 121 genera and 58 botanical families were identified, with a predominance of exotic species. Fabaceae was the best represented family in the sample with 20 species. The classification by use revealed 83 species are ornamental, 44 medicinal, 13 nourishing, five wood and 26 were not classified in relation to use. The conclusion is the researched area has a great variety of species, and that was the first species listing made for the area, which can serve as a subsidy for the development of a arborization management plan, aiming to improve the planting actions and maintenance of the species present in the area, in addition to helping with environmental management and seeking ways to integrate the local population through projects related to environmental education.

Keywords: Plant diversity. Floristic. Arborization. Ornamentation.

ARBORIZACIÓN, PAISAJE Y ORNAMENTACIÓN: COMPOSICIÓN EN EL CAMPUS MINISTRO PETRÔNIO PORTELA DE LA UNIVERSIDAD FEDERAL DE PIAUÍ, TERESINA, PIAUÍ, BRASIL

RESUMEN: En los espacios libres de los *Campi* de universidades públicas e instituciones de enseñanza en general, hay una razonable diversidad vegetal formada por especies ornamentales, además de muchas presentaren espacio para el desarrollo de proyectos florísticos, evidenciando la importancia de los servicios ambientales proporcionados por el ambiente. Por esta razón, y considerando la importancia de estos espacios en instituciones de enseñanza se ha objetivado realizar el levantamiento de las especies vegetales utilizadas en la plantación y ornamentación en el Campus Ministro Portela, de la Universidad Federal del

Piauí, identificando su origen y formas de usos, a fin de retratar el escenario de la flora seleccionada para este fin. El levantamiento del campo referente a las muestras cualitativas de especies vegetales cultivadas en las áreas construidas del campus da UFPI, ocurrió por medio de visitas exploratorias en las áreas elegidas, mientras los meses de abril hasta julio de 2019. Fueron identificadas 171 especies de 121 géneros y 58 familias botánicas, siendo observada la predominancia de especies de origen exótica. Fabaceae fue la familia más bien representada en la muestra con 20 especies. La clasificación por uso reveló que 83 especies son ornamentales, 44 medicinales, 13 alimenticias, 5 madereras y 26 no fueron clasificadas en relación a su uso. Se concluye que el área pesquisada posee una considerable variedad de plantas siendo el primer listado de especies realizado para la misma, lo que puede servir de subsidio para el desarrollo de un plan de gestión de reforestación visando mejorar las acciones de plantación y manutención de especies presentes en el área, además ayudar en el manejo ambiental y buscar medios que visen la integración de la población visitante por medio de proyectos relacionados a educación ambiental.

Palabras clave: Diversidad vegetal. Florística. Plantación. Ornamentación.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a urbanização vem ocorrendo de forma rápida, desorganizada e sem o devido planejamento, em algumas regiões (UGEDA-JÚNIOR, 2016). No Brasil, por exemplo, nas grandes, médias e pequenas cidades, 84,7% da população brasileira vive na zona urbana, em alguns casos, sem planejamento adequado, em busca de oportunidades e melhores condições de vida (PNAD, 2015). Essa tentativa de acomodação em áreas com características como estas, tem provocado mudanças indesejáveis no meio ambiente em geral, tendo em vista que para se executar uma obra civil é necessária a supressão da vegetação para a construção de avenidas, conjuntos habitacionais, estradas, indústrias, prédios, ruas, entre outros.

A retirada da vegetação nativa para dar espaço a edificações dentro das cidades, acaba por gerar prejuízos tanto no que diz respeito a perda da diversidade vegetal como na qualidade ambiental, o que traz consequências diretas ou indiretas para qualidade de vida humana e do meio ambiente (TEIXEIRA; LUCAS, 2014). Ocasionando dessa forma transformações na paisagem, que de acordo com Milano (1995) são as modificações que ocorreram durante o processo evolutivo, o relevo, o clima e a interferência antrópica, sendo tudo isso ligado ao meio ambiente. Nesse sentido, faz-se necessário elencar soluções que visem a minimização dos impactos gerados para este meio, e uma das alternativas propostas consiste no planejamento das paisagens, por meio da seleção, uso e implantação de arborização urbana, em especial utilizando espécies com ampla cobertura vegetal, pois sabe-se que as mesmas trazem diversos benefícios socioambientais (UGEDA-JÚNIOR, 2016).

As plantas ornamentais por proporcionarem um prazer estético são utilizadas no paisagismo urbano desde a antiguidade como forma de complementar a paisagem, estando diretamente ligadas as questões ambientais e socioeconômicas (HEIDEN; BARBIERI; STUMPF, 2006).

Aliado a isso temos a arborização que é de extrema importância para as cidades e apresenta diferentes conceituações (GREY; DENEKE, 1978; MILANO, 1988; MILANO, 1995; TERRA *et al.*, 2004; COSTA; MACHADO, 2009; ROMANI *et al.*, 2012). O primeiro conceito sobre arborização urbana foi dado por Grey e Deneke (1978), sendo definida como um conjunto de árvores que se desenvolvem em áreas públicas e privadas numa cidade, com vistas ao bem-estar sociológico, fisiológico e econômico da sociedade local. Comumente, essas espécies de porte arbóreo-arbustivo encontram-se ordenadas e condicionadas a fatores de ordem funcional, estética, ambiental e socioambiental, podendo ser utilizadas em malhas urbanas, ou ainda estendidas a reservas florestais dentro do limite da área urbana, ocupando espaços livres e públicos como: ruas, praças, áreas litorâneas, entre outras (TERRA *et al.*, 2004).

No Brasil, há um número considerável de trabalhos sobre levantamento florístico relativo a arborização e paisagismo em Instituições de Ensino Superior (IES), com destaque para as seguintes regiões brasileiras: Sul – Leal, Pedrosa-Macedo e Biondi (2009); Oliveira *et al.* (2009); Bica, Gonçalves e Jasper (2013); Callegaro, Andrzejewski e Gracioli (2015); Diegues, Etges e Santos (2015); Cabreira, Canto e Dorow (2016); Nunes e Leite (2016); Sousa *et al.* (2019), sudeste - Eisenlohr *et al.* (2008); Melo e Chagas (2008); Brianezi *et al.* (2013); Souza e Paiva (2014); Mitsumori *et al.* (2017), nordeste - Machado (2009); Macêdo, Lisboa e Carvalho (2012); Silva, Santos e Conceição (2014); Ucella-Filho *et al.* (2017); Costa *et al.* (2017), Oliveira, Lucena e Sampaio (2020), norte - Hidalgo *et al.* (2009); Gama *et al.* (2013); Maranho e Paula (2014) e centro-oeste - Kurihara, Imanã-Encinas e Paula (2005).

Algumas universidades no Nordeste do Brasil apresentam listagem de estudos florísticos, a exemplo da Universidade Federal da Bahia - UFBA (CARVALHO; ROQUE; GUEDES, 2007), Universidade Federal do Maranhão - UFMA (COSTA *et al.*, 2017), Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN (MACÊDO; LISBOA; CARVALHO, 2012; UCELLA FILHO *et al.*, 2017), Universidade Estadual do Ceará – UECE (OLIVEIRA; LUCENA; SAMPAIO, 2020) e a Universidade Estadual do Piauí - UESPI (COSTA; MACHADO, 2009). Todavia, não foram encontrados registros da flora ornamental urbana conhecida para Universidade Federal do Piauí - UFPI.

A arborização desempenha diferentes funções como: coleções da diversidade vegetal das áreas arborizadas (*e. g.* jardins, bosques, rotatórias e vias); fornecem subsídios para a criação de herbário, servindo de aporte tanto para a comunidade científica como para o público em geral; possibilitam a criação de projetos paisagístico ecológico, além de promover a construção e implantação de trilhas interpretativas, com base em diferentes paisagens naturais e antrópicas, com viés centrado na Educação Ambiental dentre outras (MARTINS *et al.*, 2007; HIDALGO *et al.*, 2009; OLIVEIRA; BRENTANO, 2010; CÔRREA *et al.*, 2011; TEIXEIRA; LUCAS, 2014; PINHEIRO; SOUZA, 2017).

Percebe-se também que as Universidades públicas, em geral, detêm alto potencial de para o desenvolvimento de projetos florísticos que evidenciem a importância dos serviços ambientais proporcionados pela flora circundante. Logo, seu estudo se torna crucial para avaliar a qualidade do ambiente; detectar os problemas gerados pela ausência de um bom planejamento da arborização paisagística; assim como, os benefícios oriundos desse processo. Por outro lado, seu inventário permite conhecer a diversidade vegetal local e coletar informações necessárias para um delineamento das plantas no espaço (SILVA *et al.*, 2018). Considerando a importância da arborização urbana e de se conhecer a diversidade biológica vegetal em um espaço de Campus universitário fizeram-se os seguintes questionamentos: quais espécies são mais utilizadas na arborização do Campus Ministro Petrônio Portela da Universidade Federal do Piauí (UFPI) e quais as origens e potenciais de usos destas plantas utilizadas?

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal do Piauí, no *Campus* Ministro Petrônio Portela, em Teresina, Piauí. Selecionou-se seis centros de ensino para o levantamento florístico, o qual se sucedeu mediante coleta do espécime em estágio reprodutivo, identificação e herborização do material. O estudo apoiou-se no método de abordagem qualitativa para análise dos dados obtidos.

Diante do exposto, considerando a importância destes espaços em instituições de ensino objetivou-se realizar o levantamento das espécies vegetais utilizadas na arborização e ornamentação do Campus Ministro Petrônio Portela, da Universidade Federal do Piauí (UFPI), identificando a sua origem e potencial de uso, com o intuito de retratar o cenário da flora selecionada para esta finalidade, bem como contribuir com dados florísticos do *Campus*, até então desconhecido.

METODOLOGIA

Área de estudo

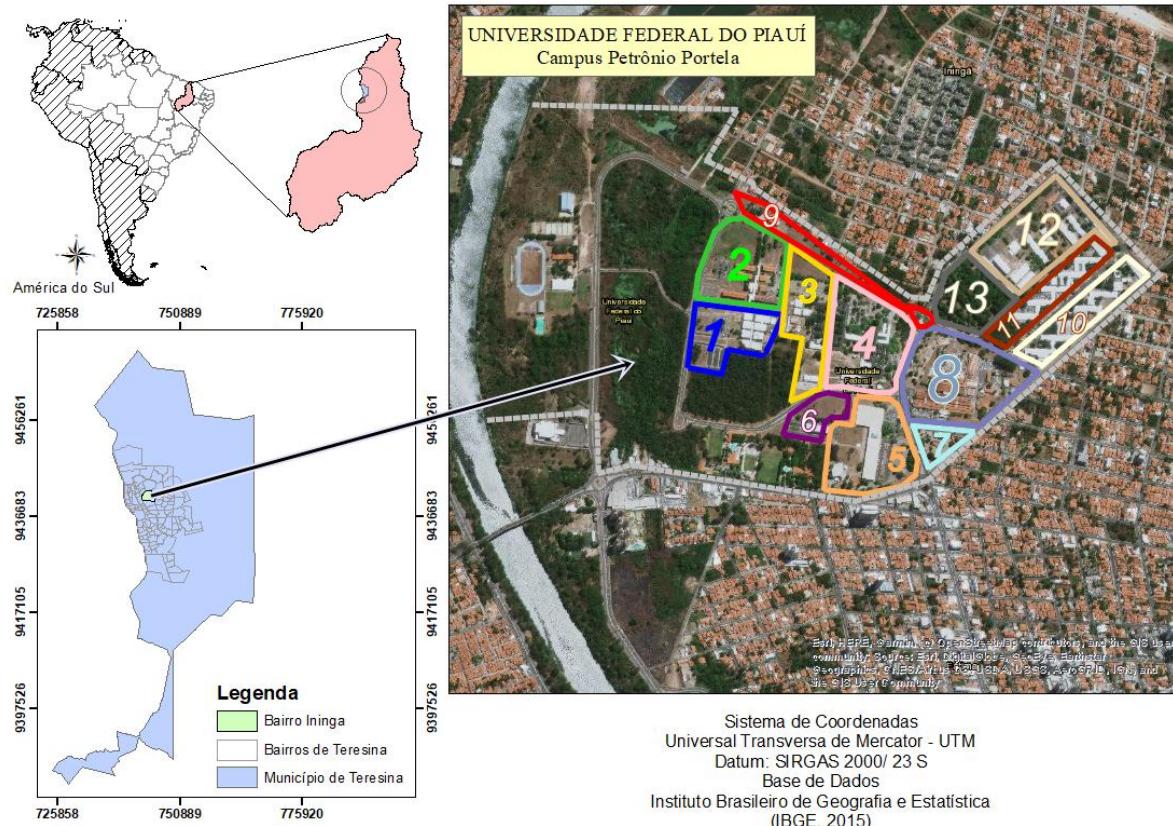
A Universidade Federal do Piauí (UFPI) é uma Instituição Federal de Ensino Superior, mantida pelo Ministério da Educação (MEC) por intermédio da Fundação Universidade Federal do Piauí (FUFPI), sendo institucionalizada através da Lei 5.528 de 12 de novembro de 1968. Oferta cursos de graduação, nas modalidades presencial e à distância (EaD), certificando os graus de Bacharelado e Licenciatura e, ainda de pós-graduação *lato sensu*, para os alunos concluintes de especialização, e *Strictu sensu* para concluintes de mestrado e doutorado (UFPI, 2015).

Atualmente, a IES conta com uma estrutura *multicampi*, cuja sede do Campus Ministro Petrônio Portela, localiza-se no Bairro Ininga S/N, CEP: 64049-550, na cidade de Teresina, capital do Estado do Piauí (Figura 1).

No Campus sede, Ministro Petrônio Portela, existem seis centros de ensino: Centro de Ciências da Educação (CCE), Centro de Ciências da Natureza (CCN), Centro de Ciências Humanas e Letras (CCHL), Centro de Ciências Agrárias (CCA), Centro de Ciências da Saúde (CCS) e Centro de Tecnologia (CT). Integra também a estrutura da sede da UFPI, um Colégio Técnico, que ministram cursos ligados à educação básica e mais um centro diferenciado que congrega os cursos na modalidade EaD: Centro de Educação Aberta e a Distância (CEAD) como observado na Figura 1.

Algumas partes do Campus sede da UFPI apresentam-se delimitados por muros, contendo apenas alguns locais que apresentam portão para controlar o fluxo de entrada e saída dos transeuntes, veículos, bicicletas, entre outros. Apresenta, além disso, dentro de alguns Centros, uma delimitação interna feita por cercas de arame liso, como é o caso da Biblioteca Central, CT, CCE, CCHL e HU, sendo os demais espaços entre os edifícios, abertos e acessíveis a todos. A UFPI apresenta também uma variedade de espaços verdes, tais como: canteiros centrais, bosques, parques, praças, jardins, áreas de vegetação nativa, áreas não edificantes e áreas abertas, com predomínio de gramíneas e herbáceas. Tendo em vista, portanto, a abrangência de espaços que esta IES possui, optou-se por fazer o inventário apenas das áreas delimitadas, pois as áreas abertas podem conter vestígios da mata original, e assim não teria como identificar que espécies foram introduzidas nessas áreas para arborização.

Figura 1. Localização da Universidade Federal do Piauí-UFPI, Campus Petrônio Portela, município de Teresina, PI, com destaque para a área de estudo. Legenda: 1- Centro de Ciências da Natureza (CCN-II), 2 - Centro de Ciências da Tecnologia (CT), 3 - Centro de Ciências Humanas e Letras (CCHL), 4- Centro de Ciências da Educação (CCE), 5- Biblioteca Central, 6 - Setor de Moda, 7 - Setor de Transporte, 8 - Hospital Universitário, 9 - Canteiro Central e Residência Universitária, 10 - Centro de Ciências da Natureza (CCN I), 11 – Reitoria, 12 - Centro de Ciências da Saúde e 13 - Protocolo Geral.



- Fonte: IBGE (2015) com adaptação de RIBEIRO, K. V.

Coleta e análise dos dados

O levantamento de campo referente a amostragem qualitativa das espécies vegetais no campus da UFPI, ocorreu por meio de visitas exploratórias, durante os meses de abril a julho de 2019, em 13 áreas, são elas: 1- Centro de Ciências da Natureza (CCN-II), 2 - Centro de Ciências da Tecnologia (CT), 3 - Centro de Ciências Humanas e Letras (CCHL), 4- Centro de Ciências da Educação (CCE), 5- Biblioteca Central, 6- Setor de Moda, 7- Setor de Transporte, 8 - Hospital Universitário, 9 - Canteiro Central e Residência Universitária, 10 - Centro de Ciências da Natureza (CCN-I), 11 – Reitoria, 12 - Centro de Ciências da Saúde e 13 – Protocolo Geral (Figura 1).

Para a coleta do material botânico dos indivíduos plantados na IES, levou-se em consideração apenas os espécimes que se apresentavam em estágio reprodutivo fértil (ramos contendo flores, inflorescência e/ou frutos), sendo coletadas amostras de suas partes, em seguida, estas foram processadas, herborizadas e identificadas de acordo com as metodologias e técnicas botânicas usuais especializadas (MORI *et al.*, 1989; PEIXOTO; MAIA, 2013). Para cada espécime presente nas áreas de coleta, transcreveu-se em caderneta de campo, dados referente ao nome vulgar/popular da planta, família botânica e características morfológicas de interesse para o estudo, além do registro fotográfico de partes ou de todo o vegetal.

No tocante a identificação dos espécimes em estágio reprodutivo, esta foi feita por meio de comparações com vouchers de material testemunho de plantas herborizadas depositados no Herbário Graziela Barroso (TEPB), localizado no Núcleo de Referências em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste (TROPEN), na Universidade Federal do Piauí (UFPI), ou ainda, por taxonomistas, seguindo as classificações de incorporação do TEPB, as quais seguem Cronquist (1981). Chaves analíticas e literatura especializada também subsidiaram o reconhecimento das espécies, tanto para plantas nativas como exóticas (LORENZI *et al.*, 2003; PROENÇA; OLIVEIRA; LIMA, 2012; BARCINSK, 2014; LORENZI, 2013; LORENZI, 2014), sendo, as exsicatas, posteriormente incorporadas na coleção do Herbário supramencionado, desta IES. E as espécies que não apresentaram estágio reprodutivo foram indentificadas *in loco*.

A grafia, a atualização dos nomes das espécies e seus respectivos autores, bem como as suas origens foram autenticados conforme informações atuais contidas nas bases de dados da Flora do Brasil 2019 (LEFB, 2019), Reflora (LEFB, 2019), *The Plant List* (2019), *Missouri Botanic Garden* (MOBOT, 2019) e em literatura especializada, seguindo o reagrupamento estabelecido pelo *Angiosperm Phylogeny Group* (APG IV, 2016). Além disso, também foram investigados dados relacionados a origem, o hábito, o endemismo e o vernáculo, sendo a classificação do *status* em nativa ou exótica, realizada com base na Flora do Brasil *on line* (LEFB, 2019), *SpecieLink*, MOBOT (2019) e em outras referências especializadas.

Para a classificação com relação ao uso das espécies encontradas no *campus* foi realizada pesquisa em referências especializadas relacionadas a essas espécies e, também, foi utilizada a lista das espécies florestais e arbustivas de interesse econômico na Amazônia Ocidental, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA, 2019). E para verificar as espécies consideradas invasoras no país foram utilizados os dados do Instituto Hórus (2019) e referências especializadas.

Além disso, foi feito levantamento bibliográfico sobre artigos de levantamento florísticos em universidades do Brasil, a fim de verificar a biodiversidade vegetal em relação a espécie, gênero e famílias encontradas em outros *Campi* Universitários. Em seguida, os dados qualitativos obtidos foram analisados e tabulados em planilha do *Microsoft Excel*, os quais subsidiaram as discussões da pesquisa, a partir da construção de gráficos e tabelas. Cabe salientar, que o estudo foi regulamentado mediante norma da ABNT número 14724, cuja edição vigente é de 2011.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Campus Ministro Petrônio Portela (UFPI) foram identificadas 171 espécies, distribuídas em 121 gêneros e 58 famílias botânica.

Tabela 1. Inventário da flora nativa e exótica ornamental utilizada na arborização, paisagismo e jardinagem da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Petrônio Portela, Teresina/PI.

Família/Nome científico da espécie	Nome Popular	Ori- gem	Uso	Áreas	Nº de coleta
1 - Acanthaceae					
1. <i>Graptophyllum pictum</i> (L) Nees ex Griff.	Planta caricata	E	O (28)	10	117
2 - Anacardiaceae					
2. <i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju	N	M (12)	2,3,4,5,6,7,8, 9,11,12,13	91
3. <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Gonçalo Alves	N	MA (15)	9	<i>in loco</i>
4. <i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira	E	A (16)	1,2,3, 4, 5,6, 7,8,9,11,12,1 3	130
5. <i>Spondias mombin</i> L.	Cajá	N	M (11)	2,3,5	<i>in loco</i>
6. <i>Spondias purpurea</i> L.	Ciriguela	N	A (15)	1, 5,7,9,10,11	110
3 - Amaranthaceae					
7. <i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Mastruz	E	M (9)	2	<i>in loco</i>
4 - Amaryllidaceae					
8. <i>Crinum</i> sp.	-	N	D	1,3,11	<i>in loco</i>
9. <i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	Lírio aranha	N	O (28)	1, 5	89
5 - Annonaceae					
10. <i>Annona squamos</i> L.	Ata	E	A (16)	1, 3, 5,7,9,11,12	116
6 - Apocynaceae					
11. <i>Adenium obesum</i> (Forssk.) Roem. & Schult.	Rosa-do- deserto,djinje- pete	E	O (27).	3	<i>in loco</i>
12. <i>Allamanda blanchetii</i> A. DC.	Dedal-de- princesa	N	O (22)	4,10	85

13. <i>Allamanda schottii</i> Pohl	Bush allamanda	N	O (7)	4,10	84
14. <i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T. Aiton	Algodão de seda	E	O (25)	11	<i>in loco</i>
15. <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	Boa-noite	E	O (31)	1, 3	39
16. <i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	Janaguba	N	M (30)	8	122
17. <i>Plumeria pudica</i> Jacq.	Jasmim-do- caribe	E	O (28)	6,9,10	<i>in loco</i>
18. <i>Plumeria rubra</i> L.	Jasmim-manga	E	O (14)	2,5,10,12	61 e 69
19. <i>Nerium oleander</i> L.	Espirradeira	E	O (5).	2, 3,4	<i>in loco</i>
20. <i>Tabernaemontana</i> <i>divaricata</i> (L) R. Br. ex Roem. & Schult..	Jasmin café	E	M (24)	10	118

7 - Araceae

21. <i>Aglaonema commutatum</i> Schott	Café de salão	E	O (28)	1	<i>in loco</i>
22. <i>Alocasia macrorrhizos</i> (L.) Schott	Orelha de elefante	E	O (28)	3	<i>in loco</i>
23. <i>Caladium bicolor</i> (Aiton) Vent.	Pinica-pau	N	O (21)	1, 3,10,11	<i>in loco</i>
24. <i>Caladium x hortulanum</i> Birdsey.	Tinhorão	E	O (29)	1, 3	<i>in loco</i>
25. <i>Dieffenbachia seguine</i> (Jac q.) Schott	Comigo- ninguém-pode	N	M (31)	1, 3, 4,11	<i>in loco</i>
26. <i>Monstera obliqua</i> Miq.	Taja brava	N	O (26)	10	<i>in loco</i>
27. <i>Monstera deliciosa</i> Liemb.	Costela-de-adão	E	O (32)	5	<i>in loco</i>
28. <i>Philodendron bipinnatifidu</i> m Schott ex Endl.	-	N	M (21)	10, 11	<i>in loco</i>
29. <i>Philodendron hederaceum</i> (Jacq.) Schott	Filodendro- brasil	N	O (35)	3, 4	<i>in loco</i>
30. <i>Philodendron imbe</i> Mart. ex Engl.	-	N	M (20)	3, 4, 6,10,11,12	<i>in loco</i>
31. <i>Syngonium auritum</i> (L.) Schott	Singônia	E	D	5	<i>in loco</i>
32. <i>Syngonium podophyllum</i> Sc hott		E	D	3, 5	<i>in loco</i>
33. <i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng.	Copo-de-leite	E	O (16)	5	<i>in loco</i>
34. <i>Zamioculcas zamiifolia</i> (Lo dd.) Engl.	Zamiocúla	E	O (17).	2,3,4,5,10	64

8 - Araliaceae

35. <i>Polyscias balfouriana</i> (André) L.H. Bailey	Aralia-redonda	E	O (29)	10	<i>in loco</i>
36. <i>Polyscias fruticosa</i> (L.) Harms	Árvore-da- felicidade fêmea	E	O (16)	3,4, 5,10	<i>in loco</i>
37. <i>Polyscias guilfoylei</i> (W. Bull) L.H. Bailey	Árvore-da- felicidade	E	O (16)	4,10,12	<i>in loco</i>

9 - Arecaceae

38. <i>Adonidia merrillii</i> (Becc.)	-	E	O (33)	1, 2, 5, 9,11	103
---------------------------------------	---	---	--------	---------------	-----

Becc.					
39. <i>Attalea speciosa</i> Mart.	Babaçu	N	A (4)	1,3, 4,5,6,7,9,11	<i>in loco</i>
40. <i>Chamaedorea seifrizii</i> Burr et	Palmeirinha, Chameadora	E	O (15)	4, 5,11,13	<i>in loco</i>
41. <i>Cocos nucifera</i> L	Coqueiro da praia	N	A (28)	12	<i>in loco</i>
42. <i>Dypsis lutescens</i> (H.Wendl.) Beentje & J.Dransf.	Areca bambu	N	O (34)	3, 4,8	<i>in loco</i>
43. <i>Licuala grandis</i> H.Wendl.	Palmeira-leque	E	O (32)	5,11	106
44. <i>Livistona chinensis</i> (Jacq.) R. Br. Ex Mart.	-	E	O (15)	4,10	<i>in loco</i>
45. <i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien	Tamareira de jardim	E	O (15)	2, 3, 5,10,11	79
46. <i>Rhapis excelsa</i> (Thunb.) A. Henry	Palmeira-senhora	E	O (34)	4,5 ,12	<i>in loco</i>
10 - Asparagaceae					
47. <i>Agave angustifolia</i> Haw.	Piteira-do-caribe	E	O (28)	2, 3, 4, 5, 6,10,11,12	114
48. <i>Agave americana</i> (Jacobi) Gentry	-	E	O (28)	3, 5,10,11,12	<i>in loco</i>
49. <i>Cordyline indivisa</i> Hook. F.	Aspargo pluma	E	D	3,5	<i>in loco</i>
50. <i>Cordyline terminalis</i> (L.) Kunth	Cordiline Dracena-red	E	O (28)	1, 3, 5,10,11	104 e 132
51. <i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	Dracaena	E	O (28)	3, 5,9,10,12	<i>in loco</i>
52. <i>Dracaena marginata</i> Lam.	Dracaena-de-madagascar	E	O (28)	4, 5,10,11	<i>in loco</i>
53. <i>Dracaena reflexa</i> Lam.	Pleomele variegata	E	O (32)	11,12	<i>in loco</i>
54. <i>Sansevieria cylindrica</i> Bojer	Espada de ogum	E	O (29)	3,4,8,10,11,1 2	<i>in loco</i>
55. <i>Sansevieria trifasciata</i> Prain.	Espada-de-são-jorge	E	O (23)	1, 2, 3,4, 5,10,11,12	113
56. <i>Yucca filamentosa</i> L.	Iuca mansa	E	O (32)	11	<i>in loco</i>
57. <i>Yucca elephantipes</i> Regel	Iuca pé-de-elefante	E	O (32)	3,11,12	81
11 - Asphodelaceae					
58. <i>Aloe vera</i> (L.) Burm. F.	Babosa	E	M (12)	3	<i>in loco</i>
12 - Asteraceae					
59. <i>Cosmos sulphureus</i> Cav.	Morocota	E	D	10	<i>in loco</i>
60. <i>Tithonia diversifolia</i> (Hems l.) A. Gray	Girassol mexicano	E	M (6)	11	<i>in loco</i>
13 - Bignoniaceae					
61. <i>Crescentia cujete</i> L.	Coité	E	O (28)	3,11	<i>in loco</i>
62. <i>Handroanthus impetiginosa</i>	Ipê roxo	N	M (28)	1,3,	120

(Mart. ex DC.) Matos				4,5,6,7,9,10, 11	
63. <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê rosa	N	O (15)	5,10,11	97
64. <i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O.Grose	Ipê amarelo	N	O (15)	5,7,10,11	99 e 107
65. <i>Jacaranda</i> sp.	Jacarandá	N	D	5,7	127
66. <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Ipê branco	N	O (15)	5,10,11	<i>in loco</i>
67. <i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Ipêzinho	E	O (28)	3, 4,9,10,11	74

14 - Bromeliaceae

68. <i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	Abacaxi-verde	N	M (11)	9	<i>in loco</i>
69. <i>Ananas comosus</i> var. <i>erectifolius</i> (L.B. Sm.) Coppens & F.Leal	Abacaxi ornamental	N	D	2, 5,10	105 e 112

15 - Cactaceae

70. <i>Cereus jamacaru</i> DC.	Mandacaru	N	O (28)	12	<i>in loco</i>
71. <i>Opuntia</i> sp.	Cacto	N	O (28)	12	<i>in loco</i>
72. <i>Pereskia bleo</i> (Kunth) DC	Oro-pro-nobis amazônico	E	D	1	<i>in loco</i>

16 - Caricaceae

73. <i>Carica papaya</i> L.	Mamão	E	M (12)	1, 3,5,7,9,10,11	129
-----------------------------	-------	---	--------	---------------------	-----

17 - Chrysobalanaceae

74. <i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Oiti	N	M (16)	2,3,7,8,10	<i>in loco</i>
---	------	---	--------	------------	----------------

18 - Convolvulaceae

75. <i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Algodão Bravo	N	D	2	<i>in loco</i>
---------------------------------	---------------	---	---	---	----------------

19 - Costaceae

76. <i>Costus</i> sp.	-	N	O (13)	3,10	<i>in loco</i>
-----------------------	---	---	--------	------	----------------

20 - Clusiaceae

77. <i>Clusia fluminensis</i> Planch. & Triana	Clusia variegada	N	O (15)	5,10,11	123
--	------------------	---	--------	---------	-----

21 - Combretaceae

78. <i>Combretum indicum</i> (L.) Jongkind	Jasmin-da-índia	E	D	4,	<i>in loco</i>
79. <i>Terminalia catappa</i> L.	Amendoeira	E	A(18)	2, 3, 4, 5,8,10,11,12	<i>in loco</i>
80. <i>Terminalia tanibouca</i> Rich.	Pau d'agua	N	D	4,5,7,8	<i>in loco</i>

22 - Commelinaceae

81. <i>Callisia repens</i> (Jacq.) L.	Cabelo-de-nego	N	O (28)	1	<i>in loco</i>
82. <i>Tradescantia pallida</i> (Rose) D.R. Hunt	Trapoeraba-roxa	E	O (28)	1,2, 5,10,11,12,1 3	06
83. <i>Tradescantia spathacea</i> Sw.	Moisés-no-berço	E	O (28)	1, 4, 5,10,11	08

23 - Cannaceae

84. <i>Canna indica</i> L.	Beri-silvestre	N	O (32)	10,11,12	<i>in loco</i>
----------------------------	----------------	---	--------	----------	----------------

24 - Crassulaceae

85. <i>Kalanchoe daigremontiana</i> Raym.-Hamet & H. Perrier	Calonchoê	E	D	1, 2, 3,10	<i>in loco</i>
86. <i>Kalanchoe pinnata</i> (Lam.) Pers.	Folha-santa	E	M (16)	2, 3 ,5	93
25 - Cupressaceae					
87. <i>Thuja</i> sp.	Tuia	E	D	8	<i>in loco</i>
26 - Cycadaceae					
88. <i>Cycas circinalis</i> L.	Sagu-de-jardim	E	O (28)	4	<i>in loco</i>
89. <i>Cycas revoluta</i> Thunb.	Falsa cica	E	O (28)	4, 10	<i>in loco</i>
27 - Euphorbiaceae					
90. <i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Rumph. Ex A.Juss.	Crôton	E	D	12	<i>in loco</i>
91. <i>Euphorbia milii</i> Des Moul.	Coroa-de-cristo	E	O (28)	1, 4	<i>in loco</i>
92. <i>Euphorbia tirucalli</i> L.	Avelós	E	M (28)	10,11	<i>in loco</i>
93. <i>Euphorbia trigona</i> Mill.	Árvore-do-leite	E	D	1	<i>in loco</i>
94. <i>Hura crepitans</i> L.	Assacu	N	D	10	
95. <i>Jatropha gossypiifolia</i> L.	Pinhão-roxo	E	M (28)	3	<i>in loco</i>
96. <i>Manihot esculenta</i> Crantz	Macaxeira	N	M (12)	2,7,9,11	<i>in loco</i>
28 - Fabaceae					
97. <i>Adenanthera pavonina</i> Linnaneus	Olho de pombo	E	MA (2)	3, 4,5,10	73
98. <i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	-	N	D	3	<i>in loco</i>
99. <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell) Brenan	Angico preto	N	M (22)	2, 3,9,10,11	50
100. <i>Anadenanthera</i> <i>peregrina</i> (L.) Speg.	Angico branco	N	O (15)	4,8,10,11	111
101. <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	Flamboyanzinho	E	O (28)	2,10,12	52
102. <i>Cassia fistula</i> L.	Chuva de Ouro	E	O (32)	2,12	<i>in loco</i>
103. <i>Cenostigma</i> <i>macrophyllum</i> Tul.	Caneleiro	N	O (8)	4,5,10	83
104. <i>Bauhinia forficata</i> Link	-	N	O (8)	4, 10	<i>in loco</i>
105. <i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard	Sombreiro	N	O (3)	1, 5,8,10	22 e 128
106. <i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyant	E	O (29)	2, 3, 5,10	66
107. <i>Enterolobium</i> <i>contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Orelha de macaco	N	O (15)	3,9,10	76
108. <i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	N	MA (15)	6,11	134
109. <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucena	E	O (32)	3, 5, 8,11	96
110. <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz var. ferrea	Pau-ferro	N	MA (15)	3, 4,5,8,12,13	70 e 80
111. <i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C. Lima & G.P. Lewis	Pau-Brasil	N	O (31)	4, 5,10	94 e 133
112. <i>Peltophorum</i> <i>dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafistula	N	O (22)	3,7,8,10,12	108

113. <i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes	Bordão de velho	E	MA(1 5)	5	101
114. <i>Senegalia bonariensis</i> (Gi llies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger	Unha de gato	N	D	6	100
115. <i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Espinheiro	N	O (22)	6	102
116. <i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	E	A (15)	1, 3, 4, 10, 11	<i>in loco</i>
29 - Gesneriaceae					
117. <i>Episcia cupreata</i> (Hook.) Hanst.	Tapete de rainha	N	O (35)	3	<i>in loco</i>
30 - Heliconiaceae					
118. <i>Heliconia acuminata</i> Rich.	Helicônia	N	O (19)	1, 3, 4, 5, 10, 11, 12	88
119. <i>Heliconia stricta</i> Huber	Helicônia	N	O (19)	2	68
31- Lamiaceae					
120. <i>Mentha spicata</i> L.	Hortelã	E	M (11)	3	<i>in loco</i>
121. <i>Ocimum basilicum</i> L.	Manjericão-roxo	E	M (12)	2, 6	42
122. <i>Plectranthus forsteri</i> Benth.	Planta incenso	E	D	2	<i>in loco</i>
123. <i>Plectranthus barbatus</i> An drews	Boldo-original	E	M (1)	1, 2, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12	29 e 92
124. <i>Vitex agnus-castus</i> L.	Árvore da castidade	E	M (12)	2	60
32 - Lythraceae					
125. <i>Punica granatum</i> L.	Romã	E	M (12)	2	<i>in loco</i>
33 - Lecythidaceae					
126. <i>Couroupita guianensis</i> Aubl.	Abricó de macaco	N	O (15)	4, 9	82
34 - Malvaceae					
127. <i>Gossypium herbaceum</i> L.	Algodão	N	D	2, 5, 7	95
128. <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Hibisco rosa-da- china	E	O (29)	2, 3, 4, 10, 11	51
129. <i>Malva</i> sp.	Malva	N	M (12)	2, 3	<i>in loco</i>
130. <i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Mamorana	N	O (15)	3, 4, 5, 8, 10	98
131. <i>Sterculia</i> sp.	Xixá	N	D	10	115
35 - Malpighiaceae					
132. <i>Malpighia punicifolia</i> L.	Acerola	E	A (15)	1, 4, 9, 10, 12	<i>in loco</i>
36 - Meliaceae					
133. <i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Nim-indiano	E	O (31)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	126
37 - Monimiaceae					
134. <i>Peumus boldus</i> Molina	Boldo-do-chile	E	M (12)	3	<i>in loco</i>
38 - Moraceae					
135. <i>Ficus benjamina</i> L.	Figueira- benjamim	E	O (28)	4, 10	<i>in loco</i>
136. <i>Morus nigra</i> L.	Amoreira	E	M (28)	1, 3	<i>in loco</i>
39 - Musaceae					
137. <i>Musa</i> sp.	Bananeira	E	O (16)	7, 9, 10	<i>in loco</i>

40 - Myrtaceae

138. <i>Campomanesia xanthocarb</i> (Mart.) O.Berg	Guabiroba	N	A (15)	5	<i>in loco</i>
139. <i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto	E	M (11)	5	<i>in loco</i>
140. <i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira	E	M (12)	1, 3, 5,6,7,9,11	131
141. <i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Jambo	E	M (12)	4,9,10,12	119
142. <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Jamelão/Azeitona preta	E	M (12)	5,9,10,11,12, 13	<i>in loco</i>

41- Nephrolepidaceae

143. <i>Nephrolepis biserrata</i> (S w.) Schott		N	O (31)	3	<i>in loco</i>
144. <i>Nephrolepis exaltata</i> (L.) Schott	Samambaia-americana	N	O (28)	1,10,12	<i>in loco</i>

42 - Nyctaginaceae

145. <i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	Buganvila, Três-marias	N	O (28)	7,8	<i>in loco</i>
--	------------------------	---	--------	-----	----------------

43 - Oxalidaceae

146. <i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	E	M (12)	1,10	87
-----------------------------------	-----------	---	--------	------	----

44 - Passifloraceae

147. <i>Passiflora edulis</i> Sims	Maracujá	N	M (12)	3,5	<i>in loco</i>
------------------------------------	----------	---	--------	-----	----------------

45 - Pandanaceae

148. <i>Pandanus dubius</i> Spreng	Pandanus	E	D	5, 12	<i>in loco</i>
------------------------------------	----------	---	---	-------	----------------

46 - Piperaceae

149. <i>Piper aduncum</i> L.	Pimenta de Macaco	N	M (9)	10	<i>in loco</i>
------------------------------	-------------------	---	-------	----	----------------

47 - Plantaginaceae

150. <i>Russelia equisetiformis</i> S chltdl. & Cham.	Flor de coral	E	O (33)	5,11,12	90
---	---------------	---	--------	---------	----

48 - Phyllanthaceae

151. <i>Breynia disticha</i> J.R. Forst. & G. Forst.	Mil-cores	E	D	10	<i>in loco</i>
--	-----------	---	---	----	----------------

49 - Poaceae

152. <i>Bambusa</i> sp.	Bambu	E	D	4, 5,9	121
153. <i>Cymbopogon citratus</i> (D C.) Stapf	Capim-limão	E	M (12)	2, 3,6,7,10,11	<i>in loco</i>
154. <i>Saccharum</i> sp.	Cana-de-açúcar	E	A (21)	1,7,9	<i>in loco</i>

50 - Portulacaceae

155. <i>Portulaca grandiflora</i> Ho ok.	Onze-horas	N	O (35)	3,7,9,11	109
--	------------	---	--------	----------	-----

51 - Rosaceae

156. <i>Rosa</i> sp.	-	E	M (28)	3, 4	75
----------------------	---	---	--------	------	----

52 - Rubiaceae

157. <i>Ixora coccinea</i> L.	Ixora, cafezinho	E	O (31)	1, 4, 6,10,12	34
158. <i>Ixora chinensis</i> Lam.	Alfinete gigante	E	O (31)	2, 3 ,10,11	67
159. <i>Morinda citrifolia</i> L.	Noni	E	M (16)	4,10,11	124

53 - Rutaceae

160. <i>Citrus limon</i> (L.) Burm. F.	Limão	E	M (12)	8	<i>in loco</i>
--	-------	---	--------	---	----------------

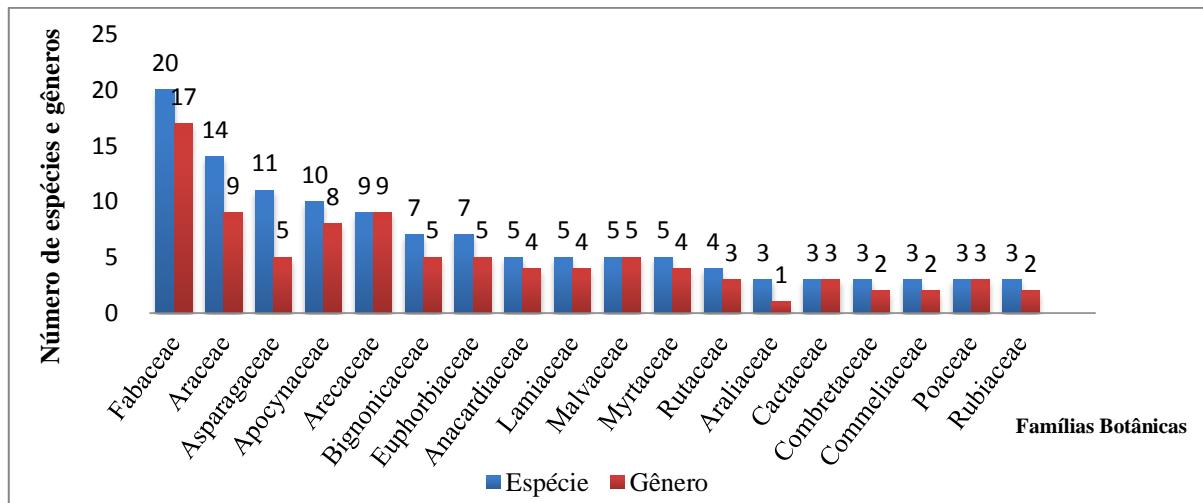
161. <i>Citrus sinensis</i> Osbeck.	Laranjeira	E	M (12)	1, 4, 5,7,9,10,11	<i>in loco</i>
162. <i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Jasmim-laranja	E	M (15)	3, 4,10	135
163. <i>Ruta graveolens</i> L.	Arruda	E	M (31)	10	125
54 - Sapindaceae					
164. <i>Talisia esculenta</i> (A. ST.-Hil) Rodlk.	Pitomba	N	A (15)	5,6,7	<i>in loco</i>
55 - Solanaceae					
165. <i>Capsicum</i> sp.	Pimentão	E	A (16)	1, 2,3,10	<i>in loco</i>
166. <i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pimenta de cheiro	E	A (16)	7	<i>in loco</i>
56 - Urticaceae					
167. <i>Pellionia repens</i> (Lour.) Merr.	-	E	D	1	<i>in loco</i>
168. <i>Cecropia</i> sp.	Embaúba	N	M (9)	4, 5,10	<i>in loco</i>
57 - Verbenaceae					
169. <i>Duranta erecta</i> L.	Cafezinho	E	O (28)	1, 3, 5,9,13	17
170. <i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br.	Erva-cidreira	N	M (10)	2, 3,4,6,7,9,10, 11,12	41
58 - Zingiberaceae					
171. <i>Alpinia nutans</i> (L.) Roscoe	Jardineira	E	OM (11)	4	86 e 136

Convenções: Origem: N – Nativa; E – Exótica. Utilização/Uso: O – Ornamental; M – Medicinal; MA – Madeira; A – Alimentação; D - Desconhecido. Áreas ou setores pesquisados: 1- centros de Ciências da Natureza (CCN-II), 2 - centro de Ciências da Tecnologia (CT), 3 - centros de Ciências Humanas e Letras – (CCHL), 4- centros de Ciências da Educação - (CCE), 5-Biblioteca Central, 6-Moda, 7- Setor De Transporte, 8 - Hospital Universitário, 9 - Canteiro Central e casa dos estudantes, 10 - centros de Ciências da Natureza (CCN-I), 11 - Reitoria e CCS, 12 - Curso de Farmácia e Nutrição e 13 – Protocolo. Literatura especializada para uso das plantas: 1. Carrionde *et al.*, (1996); 2. Ribeiro *et al.* (1999); 3. Lorenzi, (2003); 4. Lima *et al.* (2003); 5. Aslani *et al.* (2004); 6. Owoyele *et al.* (2004); 7. Navarro (2005); 8. Machado *et al.* (2006); 9. Souza e Felfili (2006); 10. Heinzmman e Barros (2007); 11. Monteles e Pinheiro (2007); 12. Cordeiro (2008); 13. Ribeiro (2008); 14. Araújo (2009); 15. Inpa (2019); 16. Delunardo (2010); 17. Ribeiro (2010); 18. Souza (2010); 19. Castro *et al.* (2011); 20. Madaleno (2011); 21. Oliveira (2011); 22. Silva *et al.* (2012); 23. Horowitz *et al.* (2013); 24. Santos *et al.* (2013); 25. Sobrinho *et al.* (2013); 26. Zanca *et al.* (2013); 27. McBride *et al.* (2014); 28. Siviero *et al.* (2014); 29. Silva *et al.* (2014); 30. Soares *et al.* (2015); 31. Lobato *et al.* (2016); 32. Félix *et al.* (2017); 33. Ferraz *et al.* (2017) e 34. Vichiato *et al.* (2017).

Fonte. Autores, 2019.

Das 58 famílias presentes no Campus, as que apresentaram maior número de espécies foram Fabaceae (20), Araceae (14), Asparagaceae (11), Apocynaceae (10) e Arecaceae (9), seguida de Bignoniaceae (7), Euphorbiaceae (7), Lamiaceae (5), Malvaceae (5), Myrtaceae (5), Anacardiaceae (4), Rutaceae (4), Araliaceae (3), Cactaceae (3), Combretaceae (3), Poaceae (3) e Rubiaceae (3) (Figura 2).

Figura 2 - Famílias botânicas representativas no Campus Ministro Petrônio Portela (UFPI).



Fonte: Autores (2019).

Com relação ao número de espécies, gêneros e famílias encontrados em outras IES é possível perceber que Campus Ministro Petrônio Portela possui uma considerável variedade florística quando comparado com outros resultados de levantamentos florísticos, realizados no período de 2009 a 2019, uma vez que, os dados diferem dos observados na UESPI (COSTA; MACHADO, 2009), IFAM-ZL (HIDALGO *et al.*, 2009), UNIVATES (BICA; GONÇALVES; JASPER, 2013), UFV (BRIANEZI *et al.*, 2013); UFV (SOUZA; PAIVA, 2014); IFSP (MARANHO; DE PAULA, 2014), UFAC (CALLEGARO; ANDRZEJEWSKI; GRACIOLI, 2015), UFSM (DIEGUES; ETGES; SANTOS, 2015), UFRS (CABREIRA; CANTO-DOROW, 2016); UFSM (NUNES; LEITE, 2016), ESEFID (MITSUMORI *et al.*, 2017); FUNEC (UCELLA-FILHO *et al.*, 2017), UFRN (SOUSA *et al.*, 2019), UFCG (SOUSA *et al.*, 2019). No entanto, os resultados se assemelham aos levantamentos encontrados por Leal, Pedrosa-Macedo e Biondi (2009), Universidade Federal do Paraná - UFPR e Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT (SILVA, 2018), como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Comparação entre a diversidade vegetal presente nas IES do Brasil.

Instituições de Ensino Superior - IES	Nº de espécies	Nº de gêneros	Nº de famílias	Fonte
Campus Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)	181	138	47	Silva; Caldeira (2018).
Campus III – Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR)	178	134	67	Leal, Pedrosa-Macedo e Biondi (2009).
Universidade Federal do Piauí (UFPI)	171	121	58	Este estudo*
Campus do Itaperi - Estadual do Ceará (UECE)	135	122	57	Oliveira, Lucena e Sampaio (2020).
Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS	131	110	50	Cabreira; Canto-Dorow, (2016).
Universidade Federal do Acre (UFAC)	128	99	28	Maranho e De Paula (2014).
Universidade Federal de Viçosa (UFV)	114	103	34	Brianezi <i>et al.</i> (2013).
Campus Manaus Zona Leste (IFAM-ZL)	84	106	64	Hidalgo <i>et al.</i> (2009).
Campus ESEFID da Universidade Federal do Rio Grande do Sul	70	56	29	Nunes e leite (2016).
Universidade Federal do maranhão (UFMA)	70	56	29	Costa <i>et al.</i> (2017).
Campus II Da Func – Santa Fé Do Sul/Sp	63	53	27	Mitsumori <i>et al.</i> (2017).
Centro Universitário UNIVATES	59	51	25	Bica, Gonçalves e Jasper (2013).
Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)	56	54	18	Sousa <i>et al.</i> (2019).
Polo Caxias, Universidade Estadual do maranhão (UEMA)	50	40	27	Silva, Santos e Conceição (2014).
Universidade Estadual do Piauí (UESPI)	46	37	20	Costa e Machado (2009).
Campus de Macaíba, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	42	42	19	Ucella-Filho <i>et al.</i> (2017).
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)	40	39	22	Souza e Paiva (2014).
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)	33	29	14	Callegaro, Andrzejewski e Gracioli (2015).

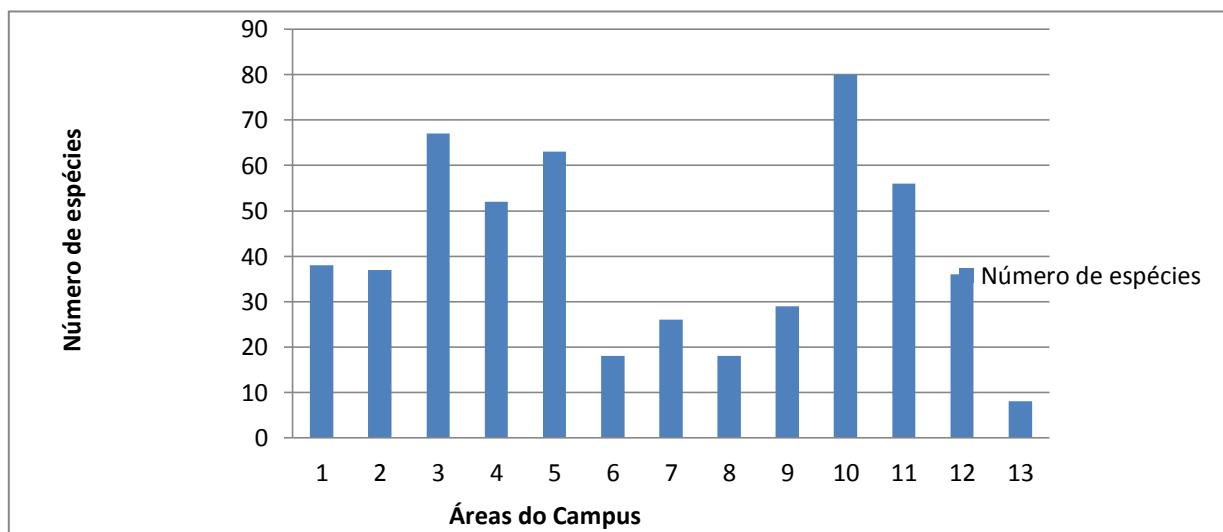
Fonte: Autores (2019).

A família botânica mais representativa desse estudo (Fabaceae) equiparou-se aos resultados encontrados por Brianzezi *et al.* (2013) e Leal, Pedrosa-Macedo e Biondi (2009), que encontraram 31 e 22, respectivamente. Isso pode ser atribuído ao fato desta família apresentar características que permitem que a mesma seja amplamente distribuída, por exemplo, no Brasil ela ocorre em todos os domínios fitogeográficos, sendo mais bem representada nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, e Pantanal (BFG, 2015; LIMA *et al.*, 2015). Além disso, a mesma é importante economicamente, uma vez que, apresenta diversos potenciais de uso tais como: medicinais, forrageiras, madeireiras, ornamental, além de ser comumente encontrada em áreas abertas e ambientes antropizados

(SILVA; MELO, 2013). Logo, as características dessa família aliada à sua importância econômica, favorecem para que a mesma seja a mais bem representada nesses estudos.

Com relação as áreas do *Campus* podemos perceber, na figura 3, que o espaço que apresenta o maior número de espécies é a 10 (Centro de Ciências da Natureza - CCN), isso pode estar relacionado aos próprios cursos deste centro, os quais estão mais interligadas as ciências naturais, mas também devido a manutenção de certos recursos vegetais (e. g. espécimes vegetais), tendo em vista que são utilizados em aulas práticas, como em geral, é feito nos cursos de Ciências Biológicas e Ciências da Natureza.

Figura 3 – Número de espécies por área do *campus* ministro Petrônio Portela. Áreas ou setores pesquisados: 1- centro de Ciências da Natureza (CCN-II), 2- centro de Ciências da Tecnologia (CT), 3- centro de Ciências Humanas e Letras (CCHL), 4- centro de Ciências da Educação (CCE), 5- Biblioteca Central, 6- Moda, 7- Setor de Transporte, 8- Hospital Universitário (HU), 9- Canteiro Central e Residência Universitária, 10- centro de Ciências da Natureza (CCN-I), 11- Reitoria e CCS, 12- Curso de Farmácia e Nutrição e 13- Protocolo.



Fonte: Autores, 2019.

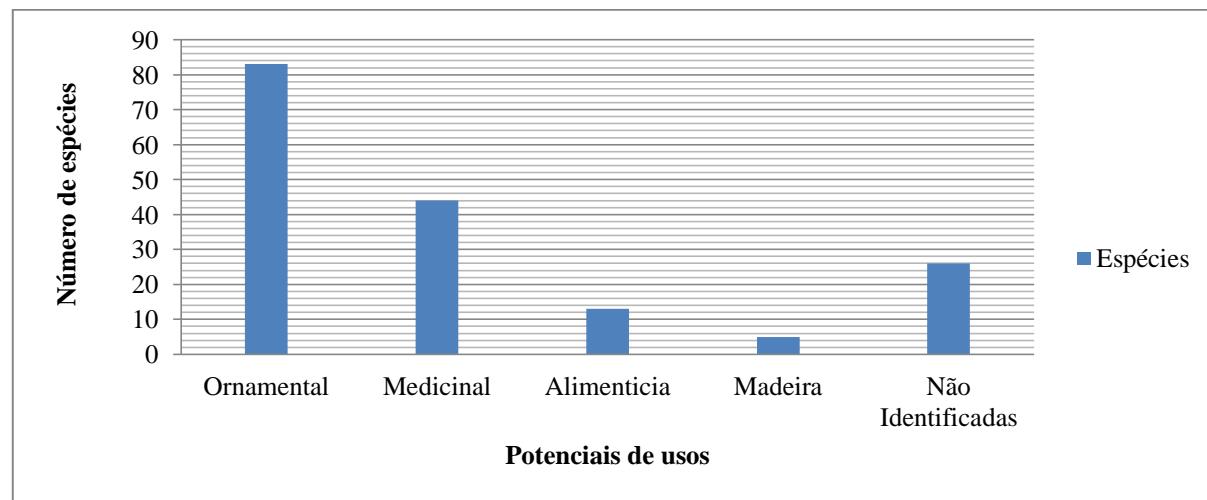
As espécies de plantas mais encontradas nas diversas áreas visitadas do *Campus*, foram: *Azadirachta indica* A. Juss; *Mangifera indica* L., presente nas 13 áreas; seguida de *Anacardium occidentale* L., encontrada em 12 áreas; *Handroanthus impetiginosa* (Mart. ex DC.) Matos; *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br., em nove áreas; *Agave angustifolia* Haw.; *Sansevieria trifasciata* Prain. e *Terminalia catappa* L., em oito áreas. Muitas dessas espécies são comumente encontradas não só no *campus*, mas na cidade de Teresina como um todo, muitas vezes por proporcionarem sombra, como é o caso da *Azadirachta indica* A., e por servirem de alimento, como é o caso da *Mangifera indica* L. e da *Anacardium occidentale* L., além de proporcionarem beleza cênica, como é o caso *Handroanthus impetiginosa* (Mart. ex

DC.) e demais espécies (COSTA; MACHADO, 2009; MORAES; ARAÚJO; MACHADO, 2016a,b; SOUSA *et al.*, 2017), com exceção da *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br., que é mais utilizada para fins medicinais.

A forte presença do nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss) nos variados setores da IES é preocupante, tendo em vista que a mesma é exótica e invasiva, o que pode acarretar em prejuízos ambientais sem precedentes, tais como: acidentes a população pela queda, rachadura de calçadas e pisos, além de toxicidade. Sugere-se que a arborização do *Campus* priorize, sempre que possível, o plantio de árvores nativas em detrimento desta.

Com relação aos potenciais de uso das espécies, às categorias mais representativas no *Campus* foram: ornamental, que apresentou maior quantidade de citação (83); seguida de medicinal (44), alimentícia (13) e madeireira (5), conforme consta na Tabela 1. Do total observado, 26 espécies não se enquadram em nenhuma delas, pois não foi encontrado na literatura dados que fizessem menção ao uso destas. Assim, pode-se inferir, que as plantas que compõem a arborização da UFPI possuem elevado uso potencial, podendo, portanto, serem utilizadas para fins diversos (Figura 4).

Figura 4 - Relação dos usos das espécies encontradas no campus ministro Petrônio Portela, Universidade Federal do Piauí (UFPI).



Fonte: Autores (2019).

De acordo com Eisenlohr *et al.* (2008), a ornamentação pode contribuir para que o ser humano estreite sua relação com a natureza, advinda das experiências cotidianas do homem com as plantas, mas também pelo fato de manterem contato diário entre si, subsidiando o desenvolvimento do senso de conservação e preservação da natureza. No entanto, apesar de algumas espécies serem utilizadas para deixar o ambiente mais aprazível, em termo de conforto térmico e ainda serem utilizadas como alimentos e na medicina popular, cabe

ressalvar, que muitas são tóxicas, a citar, a *Nerium oleander* L. (KÜSTER *et al.*, 2012) e a *Euphorbia tirucalli* L. (CAMPOS *et al.*, 2016). Logo, o seu manejo deve ser procedido com cautela e, se possível, até ser evitado o seu plantio, em espaços públicos, visto que podem ocasionar sérios prejuízos à saúde humana, tais como: reações diversas, desde alergias na pele e mucosas, até distúrbios cardiovasculares, respiratórios, metabólicos, gastrintestinais, neurológicos e em alguns casos o óbito (CAMPOS *et al.*, 2016). Conforme a Lei Municipal 2.798 de 08/07/1999 que trata da regulamentação e monitoramento da vegetação arbórea na zona urbana de Teresina, o seu artigo 7º adverte sobre o uso destas mesmas, sugerindo, portanto, prioridade para vegetais desprovidos de princípios tóxicos (SEMAM/PI, 2019). Destarte, isso é uma informação relevante a ser considerada, ficando então, como sugestão, a substituição gradual dessas espécies, por parte dos gestores da IES, por espécies frutíferas, a fim de aumentar a diversidade da avifauna e mastofauna, pois além de fornecerem alimentos, ofertam abrigo.

Em conformidade com Cavalcante *et al.* (2017), a redução no uso de plantas ornamentais exóticas ou sua total substituição por espécies nativas é uma tendência atual do paisagismo, onde, o potencial ornamental de muitas espécies nativas brasileiras tem sido reconhecido por outras regiões do mundo, com isso, a inserção de plantas nativas na cadeia produtiva da floricultura representa um diferencial em um mercado altamente competitivo à novidades e com tendência a adotar produtos de impacto ambiental reduzido (CAVALCANTE *et al.*, 2017; HEIDEN *et al.*, 2007).

Do total de espécies presentes no campus, 39,20% são nativas do Brasil, enquanto 60,80% são exóticas. Os resultados diferem dos observados na Universidade Federal da Bahia (UFBA), que apresentou 50,4% de espécies nativas e 49,6% exóticas (CARVALHO; ROQUE; GUEDES, 2007); da Universidade Federal de Minas Gerais, com 47% de espécies nativas e 23% de exótica; e da Universidade Federal de Mato Grosso, com 72,6% nativas e 23,7% exóticas (SILVA, 2018). Todavia, se assemelharam aos resultados encontrados na Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, com 62,24% de espécies exóticas e 37,76% de espécies nativas (DIÓGENES *et al.*, 2018); e com as pesquisas realizadas no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, com 62,36% de espécies exóticas (LEAL; PEDROSA-MACEDO; BIONDI, 2009). Com isso, pode-se inferir que a arborização da UFPI está parcialmente em conformidade com a Lei Municipal 2.798 de 08/07/1999, pois o percentual de exóticas se sobressaíram às nativas. De acordo com o mesmo documento, o artigo oitavo estabelece que a prioridade de árvores nativas no processo de arborização, constitui caráter obrigatório, permitindo-se, no máximo, 15% de uma única espécie na malha

urbana. Para Rocha *et al.* (2004), a ocorrência de poucas espécies nativas pode contribuir para o aumento de pragas e doenças que são comuns em ambientes urbanos. Esses dados geram inquietação, pois espécies exóticas contribuem para a perda da biodiversidade local e, em alguns casos, podem ocasionar diversos transtornos.

As espécies exóticas começaram a ser introduzidas no Brasil, no período colonial, sendo trazidas da Europa, com o intuito de tornar a paisagem brasileira similar a existente nas terras europeias (MATOS; QUEIROZ, 2009). Em decorrência da formação cultural, intensificou-se a incorporação de espécies exóticas na arborização de vias públicas, parques, bosques e praças, tendo em vista o desconhecimento das normas e da legislação existente para arborização urbana, podendo tornarem-se espécies invasoras (HOPPEN *et al.*, 2014).

Em consonância com Ziller *et al.* (2004), espécies exóticas são aquelas que ocorrem fora da área de seu limite natural historicamente conhecido, sendo propagada de forma accidental ou intencional, por atividades humanas. Constituem a segunda causa mundial que contribui para a perda e ameaça da diversidade biológica, perdendo apenas para a destruição de ambientes e para a exploração humana direta, oferecendo, portanto, sérios riscos à saúde humana (ZALBA, 2010; MMA, 2012).

Das 104 espécies exóticas encontradas no *Campus*, 21 espécies são consideradas invasoras, de acordo com dados do Instituto Hórus (2019), sendo elas: 1 - *Adenanthera pavonina* L., 2 - *Azadirachta indica* A. Juss., 3 - *Bambusa* sp., 4 - *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, 5 - *Citrus sinensis* Osbeck., 6 - *Dieffenbachia seguine* (Jacq.) Schott., 7 - *Dracaena fragrans* (L.) Ker Gawl., 8 - *Eucalyptus* sp., 9 - *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers., 10 - *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., 11 - *Livistona chinensis* (Jacq.) R. Br. Ex Mart., 12 - *Mangifera indica* L., 13 - *Morus nigra* L., 14 - *Murraya paniculata* (L.) Jack, 15 - *Phoenix roebelenii* O'Brien., 16 - *Psidium guajava* L., 17 - *Sansevieria trifasciata* Prain., 18 - *Syzygium cumini* (L.) Skeels., 19 - *Syzygium jambos* (L.) Alston., 20 - *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth., 21 - *Terminalia catappa* L.. Conforme Leão *et al.* (2011), 10 destas espécies supracitadas são consideradas invasoras na região Nordeste, sendo quatro espécies invasoras no Estado do Piauí: 1 - *Azadirachta indica* A. Juss., 2 - *Eucalyptus* sp., 3 - *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., e 4 - *Syzygium cumini* (L.) Skeels.

Segundo Hoppen *et al.* (2014) e Ziller (2004), as espécies exóticas invasoras podem ocasionar diversas consequências no ecossistema, produzindo alterações nas características ecológicas essenciais, como: na ciclagem de nutrientes, estrutura da comunidade vegetal, cadeias tróficas, nas taxas de decomposição e nas interações entre planta-polinizador. Além de que, espécies de grande porte aceleram esses processos, inclusive a perda de diversidade

vegetal, podendo ainda, ocasionar riscos na produção de híbridos, a partir de espécies nativas, conferindo-lhes, consequentemente elevado potencial invasor.

De acordo com as informações do Instituto Chico Mendes (2018), as taxas de invasão ou estabelecimento de espécies exóticas é altamente variável, uma vez que esta depende de condições ambientais específicas. Mesmo que uma espécie não apresente comportamento invasor em um determinado local, mas possua histórico de invasão em qualquer outro lugar, ela possui altas chances de começar uma invasão, principalmente, quando suas populações crescem e ocorre o aumento da pressão dos propágulos. Além do mais, com os transtornos ocasionados pelas mudanças climáticas e pela adaptação evolutiva, a instauração dessas espécies na composição da paisagem é favorecida, o que pode dificultar o desenvolvimento sustentável das espécies nativas.

Siqueira e Távora (2010), chamam atenção em seus estudos, em relação a introdução de espécies exóticas no Brasil, afirmando que a mesma não é algo recente, existindo desde 1970, com o paisagista Burle Marx. Burle Marx foi o primeiro paisagista no país que buscou utilizar nos seus trabalhos de paisagismo, prioritariamente, espécies oriundas das faixas tropicais ou nativas dos ecossistemas relacionados com o território nacional. Surgiu a partir daí um novo modelo de paisagismo, chamado de paisagismo ecossistêmico, o qual foi se configurando, passando a ser apreciado e adotado por muitos outros paisagistas, tanto em ambientes públicos como privados. Hoje, esse modelo de paisagismo ecossistêmico é definido como uma atividade planejada, que busca priorizar a introdução de espécies nativas dos biomas ou ecossistemas dentro do espaço urbano, visando maior integração das pessoas com a natureza e proporcionando atividades de educação ambiental na cidade (SIQUEIRA; TÁVORA, 2010).

Há na nossa flora nativa, segundo Heinden, Barbieri e Stumpf (2006) e Siqueira e Távora (2010), um número considerável de espécies vegetais oriundas de biomas e ecossistemas brasileiros que apresentam grande potencial de uso paisagístico, entretanto, o número de estudos para se conhecer e reconhecer mais a fundo as mesmas ainda é incipiente, em detrimento do valor agregado que conferem aos espaços, seja ele público ou privado.

Machado *et al.* (2006) citam 10 espécies nativas que tem potencial para serem utilizadas na arborização, por apresentarem grande porte, são elas: 1 - *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenam (Angico preto); 2 - *Astronium fraxinifolium* Schott (Gonçalo Alves); 3 - *Caesalpinia ferrea* var. *ferrea* Mart. ex Tul. (Jucá); 4 - *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore (Carnaúba); 5- *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Caneleiro); 6 - *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Tamboril); 7- *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa*

(Hayne) Lee et Long. (Jatobá); 8- *Licania tomentosa* (Benth.) Fristsh (Oiti); 9- *Magonia pubescens* A.St.-Hil. (Tingui) e 10- *Parkia platycephala* Benth. (Faveira). De acordo com os mesmos autores, vale ressaltar, que as restrições de uso das espécies devem ser sempre levadas em consideração antes de sua seleção.

CONCLUSÃO

A composição vegetal da arborização da UFPI apresentou-se variada, com destaque para as espécies de origem exótica, as quais vêm sendo mais cultivadas que as nativas. Sendo assim, deve-se adotar meios que visem a substituição gradual daquelas por estas outras, uma vez que, essas primeiras são consideradas invasoras, o que contribui para a perda da diversidade local, todavia, faz-se necessário deixar os visitantes do *Campus* (e. g. comunidade acadêmica e, em geral) a par dessa possível permuta, para que não haja distorções de informações e/ou visões equivocadas sobre a retirada dessa flora.

Diante do exposto, depreende-se, que pelo fato das universidades serem importantes centros de ensino, estas devem adotar atividades de educação ambiental diretrivas e permanentes que alertem para a conservação da flora nativa, buscando igualmente, com os viveiros e hortos da IES e da cidade, informações que impulsione a divulgação e a importância de mantê-las, seja no âmbito federal, estadual ou municipal. A implementação de placas informativas sobre as espécies usadas na arborização da IES, também contribuiria para a disseminação do conhecimento sobre a flora.

Outro dado a ser considerado, é que essa pesquisa pode servir de subsídio para projetos futuros que visem a melhoria da arborização, paisagismo e ornamentação do *Campus* Ministro Petrônio Portela, além de auxiliar no conhecimento sobre a importância das espécies inventariadas, suas características e usos potenciais, tendo em vista que esta é pioneira na divulgação da listagem de espécies na referida IES, apresentando-se como a terceira Universidade mais rica em número de espécies, em relação aos trabalhos publicados cientificamente em outras Universidades.

Por fim, os dados apresentados podem servir para a elaboração de um plano de gestão de arborização da instituição, uma vez que a UFPI, atualmente, não dispõe dessa ferramenta, podendo auxiliar, igualmente, na seleção e manutenção de mudas, sobretudo, nativas, de modo a prevenir ou evitar problemas futuros relacionados ao manejo incorreto dos espécimes, mas também, contribuir para o desenvolvimento de projetos práticos relativos a educação ambiental na IES.

REFERÊNCIAS

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders, **Linnean Society**, p.1-20, 2016.

ARAÚJO, E. S. *Látex de Plumeria rubra L. (jasmim): perfil protéico, caracterização enzimática e ação contra insetos*. 2009. 90 f. *Dissertação (Mestrado em Bioquímica)* - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

ASLANI, M. R. MOVASSAGHI, A. R.; MOHRI, M.; ABBASIAN, A.; ZARCHPOUR, M. Clinical and pathological aspects of experimental oleander (*Nerium oleander*) toxicosis in sheep. **Veterinary Research Communications**, v. 28, n. 7, p. 609-616, 2004.

BICA, J. B.; GONÇALVES, C. V.; JASPER, A. Rota ambiental: levantamento florístico da vegetação empregada na arborização da UNIVATES, Lajeado, RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 8, n. 4, p. 125-132, 2013.

BRIANEZI, D. JACOVINE, L. A. G.; GONÇALVES, W.; ROCHA, J. S. S. Avaliação da arborização no campus-sede da Universidade Federal de Viçosa. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 8, n. 4, p.89-106, 2013.

CABREIRA, T. N.; CANTO DOROW, T. S. Florística dos componentes arbóreo e arbustivo do campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 1, p. 9-23, 2016.

CALLEGARO, R. M.; ANDRZEJEWSKI, C.; GRACIOLI, C. R. Arborização de uma área verde no Campus da UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. **Biodiversidade**, v. 14, n. 2, p. 143-152, 2015.

CAMPOS, S. C.; SILVA, C. G.; CAMPANA, P. R. V.; ALMEIDA, V. L. Toxicidade de espécies vegetais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 18, n. 1, p. 373-382, 2016.

CARRICONDE, C. MORES, D.; FRIRSCHEN, M. V. **Plantas medicinais & plantas alimentícias**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1996, 153 p.

CARVALHO, G. M.; ROQUE, N.; GUEDES, M. L. S. Levantamento das espécies arbóreas da universidade federal da Bahia, Salvador, Bahia. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v. 4, n. 7, p. 377-387, 2007.

CASTRO, C. E. F.; MOREIRA, S. R.; FARIA, O. A. Helicônias brasileiras: características, ocorrência e usos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 17, n.1, p. 5-24, 2011.

CAVALCANTE, M. Z. B.; DULTRA, D. F. S.; SILVA, H. L. C.; COTTING, J. C.; SILVA, S. D. P.; SIQUEIRA-FILHO, J. A. Potencial ornamental de espécies do Bioma Caatinga. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 43-68, 2017.

CORDEIRO, A. P. R. Plantas medicinais utilizadas pela comunidade rural de Inhamã, Abreu e Lima, Zona do Mato Norte de Pernambuco. 2008. 63f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, 2008.

CÔRREA, J. B.; FARIAS, P. S.; MOREIRA, R. M.; SANTOS, E. C. S.; CARVALHO, P. M. Composição florística para estabelecimento de trilha interpretativa no campus universitário Arthur Virgílio Filho, Manaus - AM. **In:** Anais do X CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2011.

COSTA, I. S.; MACHADO, R. R. B. A arborização do Campus da UESPI - Poeta Torquato Neto em Teresina-PI: diagnóstico e monitoramento. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 4, n. 4, p. 32-46, 2009.

COSTA, L. B. S.; PIRES, C. S.; ANJOS, J. S.; CORREIA, B. E. F.; ALMEIDA JR, E. B. Floristic survey of ornamental plants used in Dom Delgado University City at the Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão State, Brazil. **Ornamental Horticulture**, v. 23, n. 4, p. 451-459, 2017.

CRONQUIST A. *An integrated system of classificação of flowering plants*. Columbia University press, New York, 1981.

DELUNARDO, T. A. *A agrobiodiversidade em quintais urbanos de Rio Branco, Acre*. 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Acre - UFAC, Rio Branco, 2010.

DIEGUES, C. S.; ETGES, M. F.; SANTOS, F. L. Vegetação em áreas verdes urbanas: estudo de caso no Campus do Vale UFRGS, Rio Grande do Sul, Brasil. **Instituto Anchietano de Pesquisas**, n. 68, p. 319-334, 2015.

DIÓGENES, F. E. G.; SOUSA, T. M.; BOTREL, R. T.; CASTRO, V. G. Análise da arborização do Campus sede da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 13, n. 3, p. 13-23, 2018.

EISENLOHR, P. V. CARVALHO-OKANO, R. M.; VIEIRA, M. F.; LEONE, F. R.; STRINGHETA, A. C. O. Flora fanerogâmica do Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 55, n. 4, p. 317-326, 2008.

FÉLIX, F. C.; ARAÚJO, F. S.; FERRARI, C. S.; PACHECO, M. V. Dessecação e armazenamento de sementes de *Adonidia merrillii* (Becc.). **Becc.Agrária**, v. 12, n. 1, p.86-91, 2017.

FERRAZ, M. V.; DEL NERI, L. A.; NUNES, J. V. C. Levantamento Florístico das espécies utilizadas na ornamentação da Praça Cidade Nakatsugawa, Registro, SP. **Revista Tree Dimensional**, v. 2, n. 4, p. 45-50, 2017.

GREY, G.; DENEKE, F. J. *Urban forestry*. New York: Wiley, 1978, 279p.

HEIDEN, G.; STUMPF, E. T.; BARBIERI, R. L.; GROLLI, P. R. Uso de plantas arbóreas e arbustivas nativas do Rio Grande do Sul como alternativa a ornamentais exóticas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 854-857, 2007.

HEINDEN, G.; BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. Considerações sobre o uso de plantas ornamentais nativas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. v. 12, n.1, p. 2-7, 2006.

HEINZMANN, B. M.; BARROS, F. M. C. Potencial das Plantas Nativas Brasileiras para o desenvolvimento fitomedicamentos tendo como exemplo *Lippia alba* (mill) N. E. Brown (Verbenaceae). **Revista do Centro de Ciências da Saúde**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 43-48, 2007.

HIDALGO, R. M.; MENDES, R. F.; MOTA, A. M.; LOPES, B. B. M.; BARBOSA, R.; KINUPP, V. F. Levantamento florístico no campus Manaus-Zona Leste (IFAM-Zl) e criação do herbário EAFM. In: Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, n. 61, Manaus, 2009.

HOPPEN, M.; DIVENSI, H. F.; RIBEIRO, R. F.; CAXAMBU, M. G. Espécies exóticas na arborização de vias públicas no Município de Farol, PR, Brasil. **Revista da Sociedade brasileira de arborização urbana**, Piracicaba, v.9, n.3, p. 173-186, 2014.

HOROWITZ, C.; MARTINS, C. R.; WALTER, B. M. T. Flora Exótica no Parque Nacional de Brasília: levantamento e classificação das espécies. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 50-73, 2013.

Instituto Chico Mendes (ICMBIO). **Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais**, 2018. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/guia_de_orientacao_manejo_especies_invasoras_ucs_2018.pdf>. Acesso em: 05 de agosto de 2019.

Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental (Instituto Hórus). 2019. **Base de dados nacional de espécies exóticas invasoras**. 2019. Disponível em: <<http://i3n.institutohorus.org.br/www>>. Acesso em: 25 de agosto de 2019.

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). 2019. **Lista das espécies florestais e arbustivas de interesse econômico na Amazônia Ocidental do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)**. Disponível em: <https://www.inpa.gov.br/sementes/arquivos/tabela_Nome_Cientifico_Usos.pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2019.

KURIHARA, D. L.; ENCINAS, J. I.; PAULA, J. L. Levantamento da arborização do campus da Universidade de Brasília. **Revista Cerne**, v. 11, n. 2, p. 127-136, 2005.

KÜSTER, L. C.; STEDILLE, L. I. B.; DACOREGIO, H.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P. Avaliação de riscos e procedência de espécies arbóreas nas escolas estaduais de Lages, SC. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 11, n. 2, p.118-125, 2012.

LEAL, L.; PEDROSA-MACEDO, J. H.; BIONDI, D. Censo de arborização do Campus III-Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.6, p. 443-453, 2009.

LEÃO, T. C. C.; ALMEIDA, W. R.; DECHOUM, M.; ZILLER, S. R. **Espécies exóticas invasoras no Nordeste do Brasil**: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas. Centro de

Pesquisas Ambientais do Nordeste e Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Recife, PE. 2011, 99 p.

LEFB. **Lista de espécies da Flora do Brasil.** 2019. Disponível em: floradobrasil.jbrj.gov.br. Acesso em: 08 de julho de 2019.

LEI Nº 2.798, de 08-07-1999. "Dispõe sobre a regulamentação e monitoramento da vegetação arbórea na zona urbana de Teresina. Disponível: <<https://sogi8.sogi.com.br/Arquivo/Modulo113.MRID109/Registro27765/documento%201%20-%20lei%20n%C2%BA%202.798.pdf>>. Acesso em: 15 de julho de 2019.

LIMA, B. G. **Caatinga:** espécies lenhosas e herbáceas. Mossoró: Ed. UFERSA, 2012, 31 p.

LIMA, E. S.; FELFILI, J. M.; MARIMON, B. S.; SCARIOT. Diversidade, estrutura e distribuição espacial de palmeiras em um cerrado sensu stricto no Brasil Central - DF. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 3, p. 361-370, 2003.

LIMA, H. C. et al. **Fabaceae.** In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=FB115>>. Acesso em: 5 de junho de 2020.

Lista online da flora do Brasil (LEFB, 2019). Flora do Brasil 2020: Lista de Algas, Fungos e Plantas. 2019. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>>. Acesso em 15 de agosto de 2019.

LOBATO, G. J. M.; LUCAS, F. C. A.; MORAES JUNIOR, M. R. Aesthetics, beliefs and ambience: the representativeness of ornamental plants in urban backyards of Abaetetuba-Pará. **Ambiência**, v. 13, p. 135-149, 2016.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 6. ed. Editora Platinum, Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 1, 2014, 384p.

LORENZI, H. **Plantas para jardim no Brasil:** herbáceas, arbustivas e trepadeiras. Nova Odessa, São Paulo: Ed. Plantarum, 2013, 1120 p.

LORENZI, H. TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B.; SOUZA, M. S. **Árvores exóticas no Brasil:** madeireiras, ornamentais e aromáticas. São Paulo: Instituto Plantarum, 2003, 384 p.

MACÊDO, B. R. M.; LISBOA, C. M. C. A.; DE CARVALHO, F. G. Diagnóstico e diretrizes para a arborização do campus central da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 7, n. 1, p.35-51, 2012.

MACHADO, R. R. B. MEUNIER, I. M. J.; SILVA, J. A. A.; CASTRO, A. A. J. F. Árvores nativas para a arborização de Teresina, Piauí. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 1, n. 1, p.10-18, 2006.

MADALENO, I. M. Plantas da medicina popular de São Luís, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 6, n. 2, p. 273-286, 2011.

MARANHO, Á. S.; DE PAULA, S. R. P. Diversidade em uma área verde urbana: avaliação qualitativa da arborização do campus da Universidade Federal do Acre, Brasil. **Revista agro@mbiente**, v. 8, n. 3, p. 404-415, 2014.

MARTINS, J. F. C.; TEXEIRA, E. C. T.; SCHERER, A. L.; TEIXEIRA, E. C.; SAUL, P. F. A. Trilha Integração: integrando estudantes, visitantes e ambientes no Campus da Unisinos, RS. **Biodiversidade Pampeana**, PUCRS, Uruguaiana, n. 5, v. 1, p. 16-19, 2007.

MATOS, E.; QUEIROZ, L. P. de. **Árvores para cidades**. Salvador: Ministério Publico da Bahia: Solisluna, 2009. 340 p.

MCBRIDE, K.; HENNY, R. J.; CHEN, J.; MELLICH, T. A. Effect of light intensity and nutrition level on growth and flowering of *Adenium obesum* 'Red' and 'Ice Pink'. **HortScience**, v. 49, n. 4, p. 430-433, 2014.

MELO, G. A. M.; CHAGAS, E. P. Angiospermas utilizadas na arborização do Campus II da UNIFEOB, São João da Boa Vista, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3, n. 4, p. 75-87, 2008.

MILANO, M. S. **Arborização urbana**. Apostila. Curitiba: UFPR, 1995.

MILANO, M. S. **Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana**: exemplo de Maringá - PR. Curitiba, UFPR. 1988. 120 p. Tese de (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1988.

Missouri Botanic Garden (MOBOT, 2019). **Jardim Botânico de Missouri**. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/>>. Acesso em: 17 de agosto de 2019.

MITSUMORI, F. Y. MONTANHA, P.; SOUZA, N. M.; MARTINS, D. C. Levantamento florístico das espécies arbóreas da área de Reforestamento do campus II da Funec - Santa Fé do Sul/SP. **Revista Funec Científica**, v. 6, n. 8, p. 86-102, 2017.

MONTELES, R.; PINHEIRO, C.; URBANO, B. Plantas medicinais em um quilombo maranhense: uma perspectiva etnobotânica. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 7, n. 2, p. 38-48, 2007.

MORAES, L. A.; ALMEIDA, F. M. N.; ARAUJO, M. F. V. Arborização do canteiro central da Avenida Frei Serafim, Teresina - PI: Análise quali-quantitativa. **Revista Equador**, v. 5, p. 78-98, 2016a.

MORAES, L. A.; ARAÚJO, M. F. V.; MACHADO, R. R. B. Arborização da igreja São José do Operário, Teresina - PI. **Revista Equador**, v. 5, n. 3, p. 62-77, 2016b.

MORI, S. A.; SILVA, L. A. M.; LISBOA, G.; CORADIN, L. **Manual de manejo do herbário fanerogâmico**. 2 ed. Ilhéus: Centro de Pesquisas do Cacau, 1989, 104 p.

NAVARRO, D. F. **Estudo químico, biológico e farmacológico das espécies *allamanda blanchetti* e *allamanda schottii* pohl para a obtenção de frações e moléculas bioativas de potencial terapêutico**. 2005. 268 p. Tese (Doutorado em Química). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

NUNES, P.; LEITE, S. L. C. **Levantamento quali-quantitativo da arborização do Campus ESEFID da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.** 2016. 22 p. Monografia (Curso de Ciências Biológicas: Bacharelado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

OLIVEIRA, F. A. C.; SILVA, L. M.; HASSE, I.; CADORIN, D. A.; OLIVEIRA, K. A. Inventário da arborização do campus Pato Branco da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. **Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 4, n. 1, p. 93-106, 2009.

OLIVEIRA, G. G. L.; LUCENA, E. M. P.; SAMPAIO, V. S. Levantamento Florístico da Área Urbanizada do Campus Itaperi da Universidade Estadual do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 3, p. 1177-1193, 2020.

OLIVEIRA, J. C.; BRENTANO, D. M. Projeto Verde Novo: levantamento florístico preliminar do IFSC- Campus Florianópolis. **Periódicos IFSC**, v. 2, n. 1, p. 36-43, 2010.

OLIVEIRA, R. F. M. **Aspectos etnobotânicos e taxonômicos de Araceae Juss. na comunidade Santa Maria, Baixo rio Negro, AM.** 2011. 119 p. Dissertação (mestrado em Botânica), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, 2011.

OWOYELE, V. B. WURAOLA, C. O.; SOLADOYE, A. O.; OLALEYE, S. B. Studies on the anti-inflammatory and alagesic properties of *Tithonia diversifolia* leaf extract. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 90, p. 317-321, 2004.

PEIXOTO, A. L.; MAIA, L. C. **Manual de procedimentos para herbários.** INCT-Herbário virtual para a Flora e os Fungos. Recife: Editora Universitária UFPE, v. 1, 2013, 96p.

PESQUISA NACIONAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS (PNAD). Síntese de indicadores 2015/IBGE, Coordenação de trabalho e rendimento, IBGE, P 108, 2016.

PETRY, C. **Paisagens e paisagismo: do apreciar ao fazer e usufruir.** Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2014, 498 p.

PINHEIRO, C. B.; SOUZA, D. D. A importância da arborização nas cidades e sua influência no microclima. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 67-82, 2017.

PROENÇA, C.; OLIVEIRA, R. S.; SILVA, A. P. **Flores e frutos do cerrado.** Brasília, DF: Editora Rede de Sementes do Cerrado, 2006, 226 p.

RIBEIRO, G. D. **Algumas espécies de plantas reunidas por famílias e suas propriedades.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2010, 179 p.

RIBEIRO, J. C. D. **Plantas ornamentais:** uma alternativa para o desenvolvimento da agricultura familiar no projeto de assentamento Canoas, no município de Presidente Figueiredo - AM. 2008. 56 p. Dissertação (Mestrado em Botânica), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia -INPA / Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus, 2008.

RIBEIRO, J. E. L. S. **Flora da reserva Ducke:** guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, 1999, 816 p.

ROCHA, R. T, LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. Arborização de vias públicas em Nova Iguaçu, RJ: o caso dos bairros Rancho Novo e Centro. **Revista Árvore**, v. 28, p. 599-607, 2004.

ROMANI, G. N.; GIMENES, R.; SILVA, M. T.; PIVETTA, K. F. L.; BATISTA, G. S. Qual-quantitativa da arborização na praça XV de novembro em Ribeirão Preto - SP, Brasil. **Revista Árvore**, v. 36, n. 3, p. 479-487, 2012.

SANTOS, A. C. B.; SILVA, M. A. P.; SANTOS, M. A. F.; LEITE, T. R. Levantamento etnobotânico, químico e farmacológico de espécies de Apocynaceae Juss. ocorrentes no Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 15, n. 3, p. 442-458, 2013.

SILVA, E. I. S.; SANTOS, J. O.; CONCEIÇÃO, G. M. Diversidade de plantas ornamentais no centro de estudos superiores de Caxias, da Universidade Estadual do Maranhão. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 10, n. 18, p. 3237-3249, 2014.

SILVA, J. M.; MELO, E. M. Regeneração natural e sucessão ecológica de espécies arbóreas da Família Fabaceae Lindl., em dois Fragmentos de Floresta Urbana em Camaragibe, Pernambuco, Brasil. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences And Humanities Research Medium**, Ituiutaba, v. 4, n. 2, p. 584-594, 2013.

SILVA, K. D. T. *Struthanthus* sp. e *Phoradendron* sp. na arborização da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá. 2018. 50 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2018.

SILVA, L. A.; SOUSA, C. S.; PARRY, M. M.; HERRERA, R. C.; OLIVEIRA, F. P. M.; PARRY, S. M. Diagnóstico da arborização urbana da cidade de Vitória do Xingu, Pará, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 13, n. 1, p. 57-72, 2018.

SIQUEIRA, J. C.; TÁVORA, G. S. G. Valoração de modelo paisagístico com espécies nativas em área urbana: subsídios para a conservação da natureza e educação ambiental. **Abordagens Geográficas**, v.1, n. 1, p. 71-86, 2010.

SIVIERO, A.; DELUNARDO, T. A.; HAVERROTH, M.; OLIVEIRA, L. C.; ROMAN, A. L. C.; MENDONÇA, A. M. S. Plantas ornamentais em quintais urbanos de Rio Branco, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 9, n. 3, p. 797-813, 2014.

SOARES, F. P.; FRAGA, A. F.; NEVES, J. P.O.; ROMERO, N. R.; BANDEIRA, M. A. M. Estudo etnofarmacológico e etnobotânico de *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel (janaguba). **Revista Brasileira Plantas Medicinais**, v. 17, n. 4, p. 900-908, 2015.

SOBRINHO, M. S.; TABATINGA, G. M.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Reproductive phenological pattern of *Calotropis procera* (Apocynaceae), an invasive species in Brazil: annual in native areas; continuous in invaded areas of Caatinga. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 2, p. 456-459, 2013.

SOUSA, R. R.; ARAÚJO, L. H. B.; BORGES, C. H. A.; SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S. Diagnóstico da arborização do campus de Patos-PB. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 4, n. 1, p. 43-51, 2019.

SOUSA, W. R.; MORAES, L. A.; MACHADO, R. R. B.; ARAUJO, M. F. V.; ALBUQUERQUE, E. L. S. Evolução da paisagem no Parque Nova Potycabana em Teresina, estado do Piauí, Brasil. **Okara: geografia em debate** (UFPB), v. 11, p. 75, 2017.

SOUZA, C. C. V. **Etnobotânica em três comunidades ribeirinhas na Amazônia Central, Manaus-AM.** 2010. 91 p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal da Amazônia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA/ Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus, 2010.

SOUZA, C. D.; FELFILI, J. M. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 135-142, 2006.

SOUZA, F. P. A.; PAIVA, A. M. S. Levantamento arbóreo do instituto federal de educação, ciência e tecnologia de São Paulo (IFSP), campus São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 9, n. 2, p. 77-86, 2014.

SPECIESLINK. **Herbário Virtual da Flora e dos Fungos** (INCT). Disponível em: <http://splink.cria.org.br/tools?criaLANG=pt>. Acesso em: Maio de 2020.

TEIXEIRA, P. H. L.; LUCAS, T. P. B. A Influência da vegetação em um microclima da cidade de Belo Horizonte, MG. **Caderno de Geografia**, v. 24, n. 4, p. 56-72, 2014.

TERRA, C. G.; ANDRADE, R.; TRINDADE, J.; BENASSI, A. **Arborização: ensaios historiográficos**. Rio de Janeiro: Escola de Belas Artes/Universidade Federal do Rio de Janeiro. Ed. Maia Barbosa. 2004, 215p.

The Plant List. **Lista online de todas as espécies de plantas do mundo.** 2019. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org/>>. Acesso em: 16 de agosto de 2019.

The Brazil Flora Group (BFG). Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, p. 1085-1113, 2015.

UCELLA FILHO, J. G. M.; SILVA, A. M.; ALMEIDA, D. M.; CARNAVAL, A. A.; AZAVEDO, T. K.B.; Levantamento florístico da arborização da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Macaíba. **Anais...** In. II Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 2017.

UGEDA JÚNIOR, J. C. Planejamento da paisagem e planejamento urbano: reflexões sobre a urbanização brasileira. **Revista Mato-Grossense de Geografia**, v. 17, n. 1, p. 101-116, 2016.

Universidade Federal do Piauí (UFPI). **Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) 2015-2019, Universidade Federal do Piauí.** - Teresina: EDUFPI, 2015, 365 p.

VICHIATO, M. R. M.; VICHIATO, M. Espécies herbáceas e arbustivas ornamentais nativas da flora brasileira em Belo Horizonte, Minas Gerais. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, v.11, n.1, p. 1-9, 2017.

ZANCA, S. S.; ZAFFARI, G. R. Micropropagação de *Monstera obliqua* Miq. **Plant Cell Culture**, v. 9, n. 1-2, p. 9-16, 2013.

ZILLER, S. R.; ZENNI, R. D.; GRAF-NETO, J. Invasões biológicas: introdução, impactos e espécies invasoras no Brasil. In: PEDROSA-MACEDO, J. H.; BREDOW, E. A. **Princípios e rudimentos do controle biológico de plantas**. Coletânea. Curitiba: UFPR, p. 17- 41, 2004.