GeoNordeste

https://seer.ufs.br/index.php/geonordeste
ISSN: 2318-2695

Recebido em 20 de fevereiro de 2025
Aprovado em 25 de junho de 2025

CIRCUNSTÂNCIAS E IMPACTOS ASSOCIADOS AOS EVENTOS EXTREMOS DE CHUVAS EM BARRA DOS COQUEIROS/ SERGIPE

CIRCUMSTANCES AND IMPACTS ASSOCIATED WITH EXTREME RAIN EVENTS IN BARRA DOS COQUEIROS/ SERGIPE

CIRCUNSTANCIAS E IMPACTOS ASOCIADOS A EVENTOS DE LLUVIA EXTREMA EN BARRA DOS COQUEIROS/ SERGIPE

DOI 10.33360/geonordeste.v36i.22583

Thiago Duarte Muniz
Doutor em Geografia/UFS
doutortld@hotmail.com

Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto
Doutora em Geografia/UFS
j.eliane@academico.ufs.br

RESUMO
O estudo do clima urbano possibilita compreender como as alterações na dinâmica socioespacial de áreas urbanas alcançam os sistemas atmosféricos, e como os seus efeitos afetam a vida em sociedade. Com o intuito de compreender como o cotidiano social em Barra dos Coqueiros é impactado pelos eventos extremos de chuva, buscou-se fazer uso de abordagem qualiquantitativa de base sistêmica, associando o sistema clima urbano e a periodização/espacialização dos eventos pluviais extremos e seus impactos. Constatou-se, pelos procedimentos metodológicos adotados que os eventos extremos de chuva ocorrem, principalmente, entre o final do outono e por todo o inverno quando ocorrem chuvas diárias acima de 30 mm num período de vinte e quatro horas, desencadeadas por intensos sistemas frontais (massa polar atlântica), DOL e vórtices (VCAN), além da influência exercida pela umidade proveniente do Oceano Atlântico, impactando a vida cotidiana dos citadinos com panoramas de alagamentos e inundações.
Palavras-chave: Eventos pluviais; Clima Urbano; Problemática socioambiental; Urbanização; Nordeste do Brasil..

ABSTRACT
The study of urban climate makes it possible to understand how changes in the socio-spatial dynamics of urban areas affect atmospheric systems, and how their effects affect life in society. In order to understand how everyday life in Barra dos Coqueiros is impacted by extreme rainfall events, we sought to use a system-based qualitative and quantitative approach, associating the urban climate system and the periodization/spatialization of extreme rainfall events and their impacts. The methodological procedures adopted showed that extreme rainfall events occur mainly between late fall and throughout the winter, when there is daily rainfall of over 30 mm in a 24-hour period, triggered by intense frontal systems (Atlantic polar mass), DOL and vortices (VCAN), in addition to the influence exerted by the humidity coming from the Atlantic Ocean, impacting the daily lives of city dwellers with panoramas of flooding and inundation.
Keywords: Rain events; Urban climate; Socio-environmental issues; Urbanization; Northeast Brazil.

RESUMEN
El estudio del clima urbano permite comprender cómo los cambios en la dinámica socioespacial de las áreas urbanas afectan a los sistemas atmosféricos, y cómo sus efectos afectan a la vida en sociedad. Para entender cómo la vida cotidiana en Barra dos Coqueiros es impactada por los eventos extremos de lluvia, se buscó utilizar un abordaje cualitativo y cuantitativo sistémico, asociando el sistema climático urbano y la periodización/espacialización de los eventos extremos de lluvia y sus impactos. Los procedimientos metodológicos adoptados mostraron que los eventos de precipitación extrema ocurren principalmente entre finales de otoño y durante todo el invierno, cuando se producen precipitaciones diarias superiores a 30 mm en un período de 24 horas, desencadenadas por sistemas frontales intensos (masa polar atlántica), DOL y

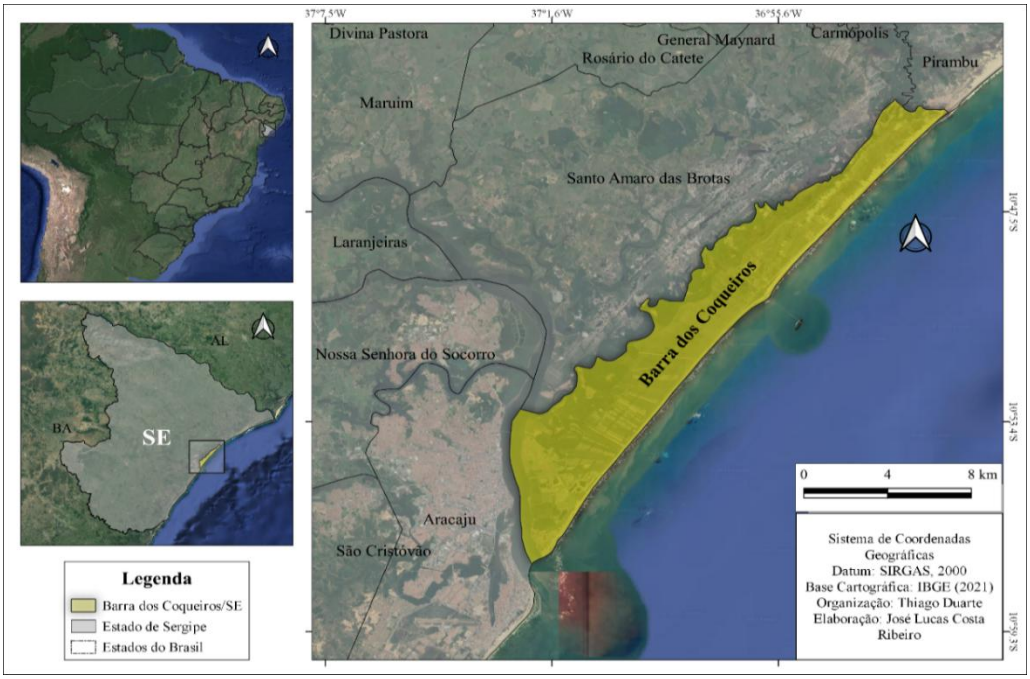
vórtices (VCAN), así como por la influencia ejercida por la humedad procedente del Océano Atlántico, impactando en la vida cotidiana de los habitantes de las ciudades con panoramas de inundaciones y anegamientos
Palabras Clave: Eventos pluviométricos; Clima urbano; Problemas socioambientales; Urbanización; Nordeste de Brasil.

INTRODUÇÃO

Estudar o clima urbano de um determinado local é considerar as particularidades do clima da cidade e as associações mantidas com a organização do espaço urbano. Em muitas cidades brasileiras a rápida urbanização desencadeou a existência de diversos problemas em decorrência do uso e da ocupação do solo urbano, que ocorreu de maneira pouco eficiente e desconsiderou as questões socioambientais, inclusive aquelas associadas às variáveis climáticas, a exemplo dos eventos extremos de chuvas e suas repercussões.

Nesse contexto, a área de estudo, o município sergipano de Barra dos Coqueiros (figura 1), situado na península de Santa Luzia, concentra intensas modificações no próprio espaço urbano desde a década de 2000 até os dias atuais, quando a edificação da Ponte Construtor João Alves (PCJA) (figura 2), que o interliga à capital Aracaju, favoreceu mudanças na dinâmica socioespacial do município atrelada à especulação imobiliária.

Figura 1 – Localização geográfica da Barra dos Coqueiros.



Org.: O autor (2025)

Figura 2 - Visão panorâmica da Ponte Construtor João Alves, com destaque para a Barra dos Coqueiros.

Foto: O autor (2022).

Considerando o quadro 1, criado mediante dados adquiridos nas plataformas dos órgãos públicos sergipanos, foi possível elaborar um quadro de relação (Cavalcanti, 2018) contendo a síntese das informações a respeito dos atributos identificados nas paisagens barracoqueirenses. Tomando como referência tal quadro, é possível compreender como os fenômenos sociais aliados aos ciclos ambientais estabeleceram e continuam a estabelecer uma dinâmica integrativa, ao promoverem intervenções na paisagem geográfica, (re)modelando-a e atribuindo-lhe um novo significado. E essas intervenções contam a história de evolução da paisagem, além dos processos e dos fluxos de povoamento na formação do território barracoqueirense.

Quadro 1 – Associação entre os atributos espaciais da paisagem em Barra dos Coqueiros/SE.

Ponto	Geomorfismo	Solo	Vegetação	Uso da terra
1	Terraço marinho (depósitos litorâneos)	Podzol	Formação pioneira com influência marinha arbórea	Área degradada
2				Assoreamento
3				Cultivos agrícolas
4				Povoados/distritos
5	Fluviomarinho (depósitos de pântano e de mangue)	Halomórficos (indiscriminados de mangue)	Formação pioneira com influência marinha herbácea (manguezais e restingas)	Viveiro/Salina
6				Área urbanizada

Fonte: SEMARH/IBGE (2011). Org.: O autor (2022).

A respeito das condições geográficas e meteorológicas, o município de Barra dos Coqueiros por estar situado na zona intertropical do planeta, situa-se sob o domínio do clima tropical úmido a subúmido (*Am*, conforme a classificação climática de Köppen-Geiger) com 26ºC de temperatura média anual. Este tipo climático é marcado por elevadas temperaturas (33,9ºC a 34,3ºC nos meses mais quentes) e concentrações de umidade provenientes da evaporação dos

recursos hídricos existentes em território municipal, provocando chuvas abundantes no período de abril a julho, podendo estender-se até o mês de setembro, com uma média de índice pluviométrico anual oscilando entre 1400 e 1700 mm (Araújo, *et al.*, 2006; Cruz, 2009) e apresenta uma estação seca nos demais meses do ano.

As condições do clima, associadas aos efeitos provenientes dos ciclos das marés e da drenagem dos cursos fluviais, além do cenário desigual da estrutura urbana e das vulnerabilidades sociais impactam negativamente as condições e os modos de viver urbano em Barra dos Coqueiros, principalmente quando esta cidade vivencia a problemática dos eventos extremos de chuva devido às repercussões causadas pelos alagamentos e inundações na malha urbana.

Perante esse cenário, surge a seguinte indagação que se estabelece como questão principal da pesquisa: *Como o cotidiano social em Barra dos Coqueiros é impactado pelos eventos extremos de chuva?* Para responder a este questionamento foram definidos alguns objetivos, a saber: i) apresentar as circunstâncias meteorológicas de gênese dos eventos extremos de chuva; ii) identificar os impactos socioambientais decorrentes dos eventos pluviais extremos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os estudos de clima urbano são essenciais para compreender como as variabilidades climáticas ocorrem nas áreas urbanas. Sendo assim, o estudo do Sistema Clima Urbano (S.C.U.), proposto por Monteiro (1976), deve ser iniciado pela cidade, começando pela caracterização do sítio urbano (1ª fase), ao discorrer sobre as condições geoecológicas e urbanas locais; em seguida, o cientista precisa explicar como ocorreu a expansão do tecido urbano, considerando a dinâmica dos ciclos históricos e socioeconômicos da localidade (2ª fase); na sequência, sugere-se aplicar a avaliação do clima local articulada às escalas regionais e microclimáticas vinculadas ao ritmo climático, que foi interpretado por meio da análise da variação das chuvas (3ª fase); adiante (4ª fase), é feito o diagnóstico de vulnerabilidade socioambiental da população que reside na área de estudo para compreender os riscos que ocorrem diante dos cenários hidroclimáticos; e, em seguida (5ª fase), averígua-se a percepção ambiental e climática dos habitantes na qualidade de vida urbana local. Ainda de relevante importância (na 6ª fase), são apontadas as medidas adaptativas e mitigadoras mais adequadas à realidade estudada.

Neste trabalho, os procedimentos metodológicos visam a referenciar pesquisas vinculadas às especificidades climáticas nas cidades de pequeno porte, como é o caso de Barra dos Coqueiros, mesmo que esta esteja integrada à dinâmica da capital Aracaju. Para tanto, estão sendo adotadas apenas a 1ª, 2ª e 3ª fases metodológicas, uma vez que a 4ª, 5ª e 6ª fases já foram publicadas em outros periódicos científicos. A revista científica ANPEGE publicou as fases metodológicas 4 e 5 no volume 20, n. 15 (em 2024), enquanto a fase metodológica 6 fora publicada no periódico

eletrônico GEOUERJ número 43, e74058 (no ano de 2023). A adoção da abordagem interpretativa para o fenômeno pesquisado é a análise qualiquantitativa.

A metodologia de Monteiro (1976) referente ao sistema clima urbano é baseada em uma perspectiva sistêmica, e segue aliada à orientação metodológica estabelecida por Coelho (2001): a da "periodização e espacialização". Tal proposta é útil para o entendimento de como a dinâmica histórica e socioeconômica do local pesquisado contribuiu com a transformação da natureza e favoreceu a produção dos impactos. Nas constatações de Coelho (2001, p. 36), a orientação e a periodização podem ser descritas da seguinte maneira, conforme a citação.

> Periodizar a história da cidade implica examinar as continuidades e as rupturas ao longo do processo de mudanças, bem como os estados de relativa estabilidade que caracterizam cada um dos momentos identificados. Espacializar significa (...) sobretudo distinguir diferenciações no processo de transformação espacial.

Com vistas à elaboração do Sistema Clima Urbano da Barra dos Coqueiros, as técnicas empregadas foram o levantamento de dados cartográficos e bibliográficos na literatura científica, bem como a documentação histórica registrada pela imprensa para fins de respaldo dos eventos pluviais extremos.

Para a execução da primeira fase foram usados os dados biofísicos disponibilizados pelo IBGE e pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) para compreender a dinâmica de evolução da paisagem. Em seguida, a escala climática local foi selecionada por ser a mais adequada ao fenômeno a ser representado.

Seguindo a dinâmica descrita, a segunda fase realizada consistiu em compreender como os processos de urbanização influenciaram a forma como o homem construiu o tecido urbano, definindo os lugares de habitação em função da exposição aos distintos perigos naturais. Nessa etapa, foram essenciais a revisão bibliográfica, além da utilização de imagens de satélites e de fotografias.

Para a realização da terceira fase, Pinto e Brazil (2016) avaliam a necessidade do uso do método comparativo, como mecanismo de investigação e análise quando se pretende abordar eventos naturais e quando se há dificuldades em obter certos dados oficiais. Conforme Coelho (2001), o emprego da memória evolutiva do registro de áreas afetadas por alagamentos no passado, bem como a avaliação de frequência e da intensidade de ocorrência dos alagamentos e a distribuição das variáveis do sistema hidrológico implica o auxílio dos seguintes recursos: a utilização de produtos cartográficos (fotografias aéreas, os mapas antigos e as cartas contendo aspectos geoecológicos e urbanos), além do levantamento de dados junto aos órgãos competentes (Secretaria Municipal do Meio Ambiente e SEMARH) e das cartas sinóticas disponibilizadas pelo

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE).

As informações de ordem meteorológica, incluindo os dados sobre precipitação diária correspondentes ao período de 2000 a 2019, foram obtidas na estação oficial 83096 (WSI 0-76-0-2800308000W83096) do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), localizada no aeroporto de Aracaju. Uma vez que o município estudado não possui estação meteorológica, as informações tiveram como base os dados coletados em Aracaju, sendo tais dados representativos para o recorte espacial, devido à proximidade de dois quilômetros entre ambas as localidades, tendo em vista estarem integradas à mesma dinâmica urbana.

Após a obtenção dos dados provenientes da estação meteorológica, eles foram organizados na planilha eletrônica Excel (Microsoft Office 2016) cujo propósito foi discriminar as datas das ocorrências, bem como os níveis de precipitação no período delimitado para o trabalho (2000-2019), sendo o período da amostra estipulado em função da disponibilidade e da natureza das informações, a fim de atender aos objetivos propostos. Com o auxílio do *software R*[1] foram geradas informações gráficas sobre as características das chuvas no município da Barra dos Coqueiros, sendo os gráficos gerados: i) distribuição da chuva ao longo da série histórica integral de dados; ii) boxplot que mostra a dinâmica mensal das chuvas, a fim de avaliar a oscilação entre os meses mais chuvosos e os meses menos chuvosos; iii) distribuição de ocorrências para delimitar os percentis; iv) ocorrência de eventos extremos de chuva associados à precipitação anual acumulada ao longo da série histórica de dados meteorológicos.

Sendo um município litorâneo, o clima urbano de Barra dos Coqueiros sofre influência da dinâmica das marés em associação com os sistemas meteorológicos regionais (Brigatti, 2008). As marés contribuem com eventos concomitantes, alternados ou combinados de alagamentos e/ou inundações ao sistema.

Mediante as notícias veiculadas pela imprensa local (por meio de *sites)*, foi possível realizar o levantamento a respeito dos eventos de inundações e de alagamentos sucedidos no espaço urbano, e com referência às repercussões dos riscos associados, pois o intuito é compreender as causas dos impactos (Lima; Amorim, 2014).

As referidas notícias foram consultadas pelos verbetes “chuvas, cheias, enchentes, enxurradas, alagamentos e inundações” no *site* de busca *Google Search.* A escolha pelos diversos verbetes ocorreu pela confusão da imprensa em noticiar os eventos extremos de chuvas, relacionando-os a outros fenômenos. Seguidamente, as notícias foram organizadas por datas, por

[1] *R* é uma linguagem de programação interpretada por comandos computacionais que apresenta uma ampla variedade de técnicas estatísticas e gráficas destinadas à manipulação, à análise e à visualização de dados.

locais e por fotografias em planilhas, utilizando-se o programa Excel para facilitar a identificação das áreas afetadas pelas fortes chuvas, conforme consta no quadro 2.

Quadro 2 – Apontamentos para registro das notícias de jornais.

Apontamentos sobre os eventos extremos de chuva em Barra dos Coqueiros/SE	
Tipo da mídia	( ) impressa ( ) virtual site:
Data da pesquisa	
Nome do jornal/portal virtual	
Caderno e página da reportagem	
Título da notícia	
Data do evento	
Local do evento	
Consequências socioambientais	
Fotografia	
Observações	

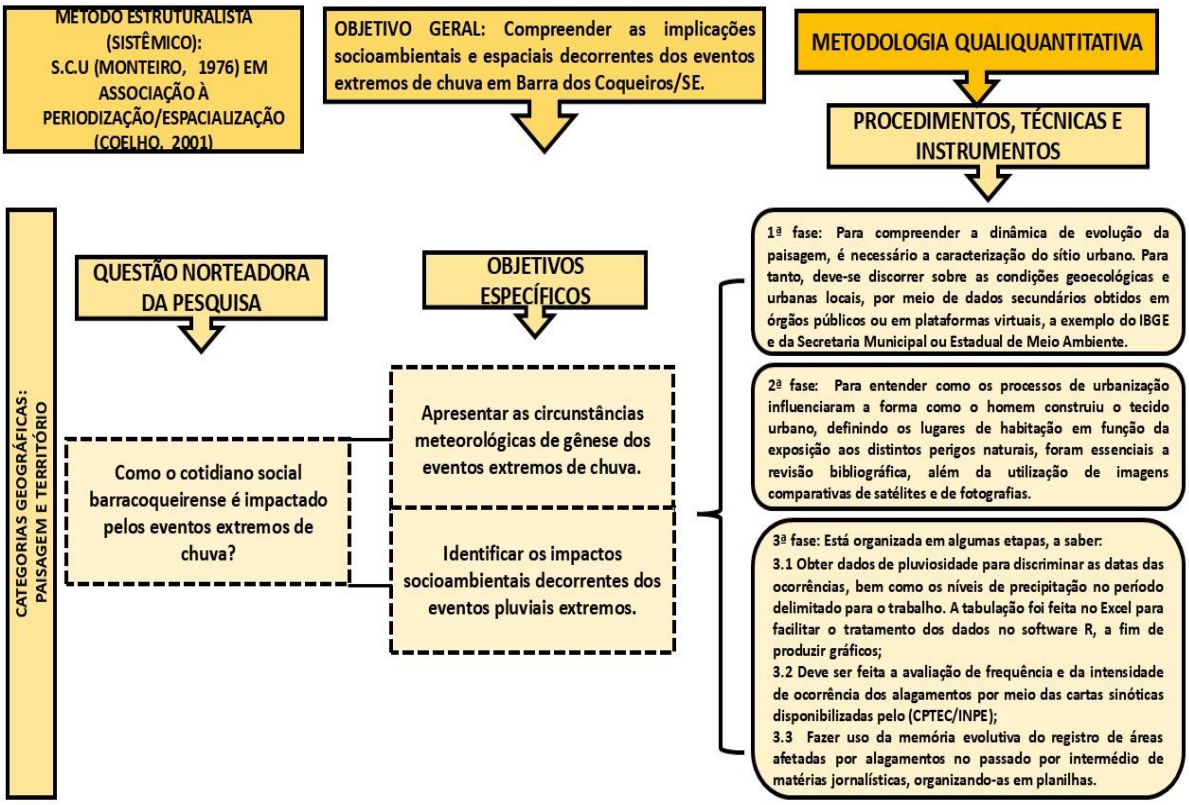
Elaborado pelo autor (2022), com base em Souza (2005).

Como procedimento, a utilização de notícias na mídia para análises climáticas qualitativas foi relevante nos estudos de Campos *et al*. (2015), Armond e Sant'anna Neto (2017), Borsato e Massoquim (2018) e Valente (2018).

Entendidas como dados qualitativos, as matérias jornalísticas foram empregadas para complementar a análise quantitativa acerca dos dados de precipitação. Conforme a análise de Souza (2005, s/n), a fonte jornalística é grande geradora "de dados qualitativos, pois do ponto de vista meteorológico não é possível a representação do cotidiano, ao contrário dos jornais, que se preocupam em relatar o cotidiano com fotos e textos". Ao todo, foram obtidas 35 matérias jornalísticas publicadas na internet para o intervalo de tempo entre os anos 2000-2019, dentre as quais apenas 20 foram selecionadas, haja vista algumas notícias terem sido veiculadas por mais de uma vez, por diferentes *sites*.

A figura 3, logo abaixo, apresenta um esquema adotado para o desenvolvimento das três fases metodológicas da pesquisa adotadas nesse manuscrito.

Figura 3 – Procedimentos metodológicos associados aos objetivos e à questão da pesquisa.



Org.: Elaborado pelo autor (2025).

RESULTADOS

Ciclos de urbanização e problemática socioambiental

A função exportadora da Barra dos Coqueiros foi essencial tanto para o nascimento da cidade quando foi utilizada como porto para a realização de transações comerciais (de importação e de exportação) com as embarcações provenientes dos países europeus na época em que Sergipe Del Rey pertencia à Colônia portuguesa quanto para o seu crescimento econômico, mais contemporaneamente, por escoar a produção de fertilizantes (de ureia, de potássio e de sal-gema) por intermédio do Terminal Marítimo Inácio Barbosa. Esse foi o primeiro passo rumo ao início da expansão urbana do município, possibilitando muitas empresas a se instalarem na região.

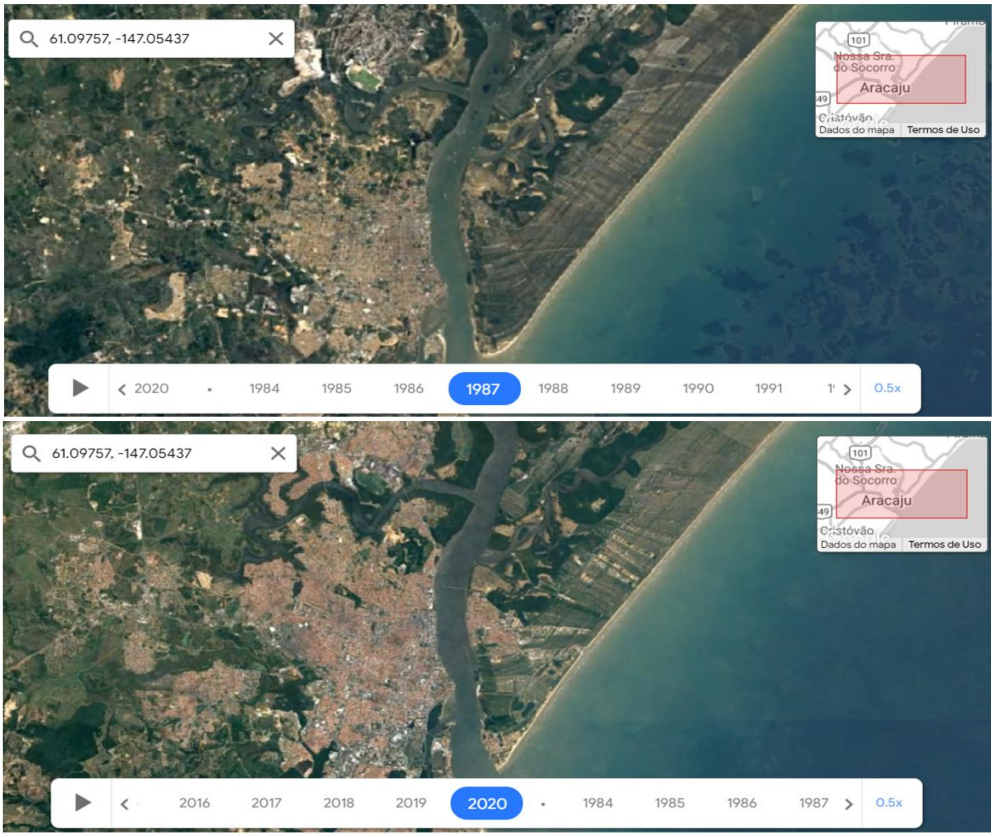
Por muito tempo, a Barra dos Coqueiros esteve isolada em relação aos benefícios resultantes do crescimento acelerado que ocorria em Aracaju, pois a falta de ligação direta por rodovia com a capital era tida como um obstáculo que impedia o município de usufruir das dinâmicas socioeconômicas que estavam sendo postas sobre a cidade vizinha. A limitação do transporte, durante muito tempo, feita por balsa e lanchas, impediu o fluxo de pessoas circularem pelo município. Fonseca e Gonzaga (2007) enfatizam esse isolamento como um entrave ao desenvolvimento da Barra dos Coqueiros. Para destravar tal isolamento, no início dos anos 2000, com a justificativa de melhoria da qualidade de vida e da crescente geração de empregos, o governo

estadual colocou em execução a construção da PCJA (1,8 km de extensão), inaugurada em setembro de 2006.

Segundo Fonseca *et al*. (2010), com a inauguração da ponte, houve melhoria na rede de infraestrutura, o que permitiu incrementar a frota de veículos automotores e a densidade populacional, que migrou motivada pela instalação de condomínios residenciais verticais e horizontais, além dos empreendimentos turísticos, a exemplo dos *resorts*. A apropriação de novos espaços não urbanos para atender ao acelerado crescimento da zona urbana fez diminuir a população rural. Por conta desse povoamento, houve a ocupação ilegal de áreas litorâneas de proteção ambiental.

Para visualizar as transformações que se sucederam no espaço urbano de Barra dos Coqueiros é apresentada na figura 4 a evolução do tecido urbano entre os anos de 1987[2] e 2020, por meio de imagens de satélite do banco de dados da plataforma Google Earth Engine.

Figura 4 – Evolução do tecido urbano de Barra dos Coqueiros entre os anos 1987 e 2020.



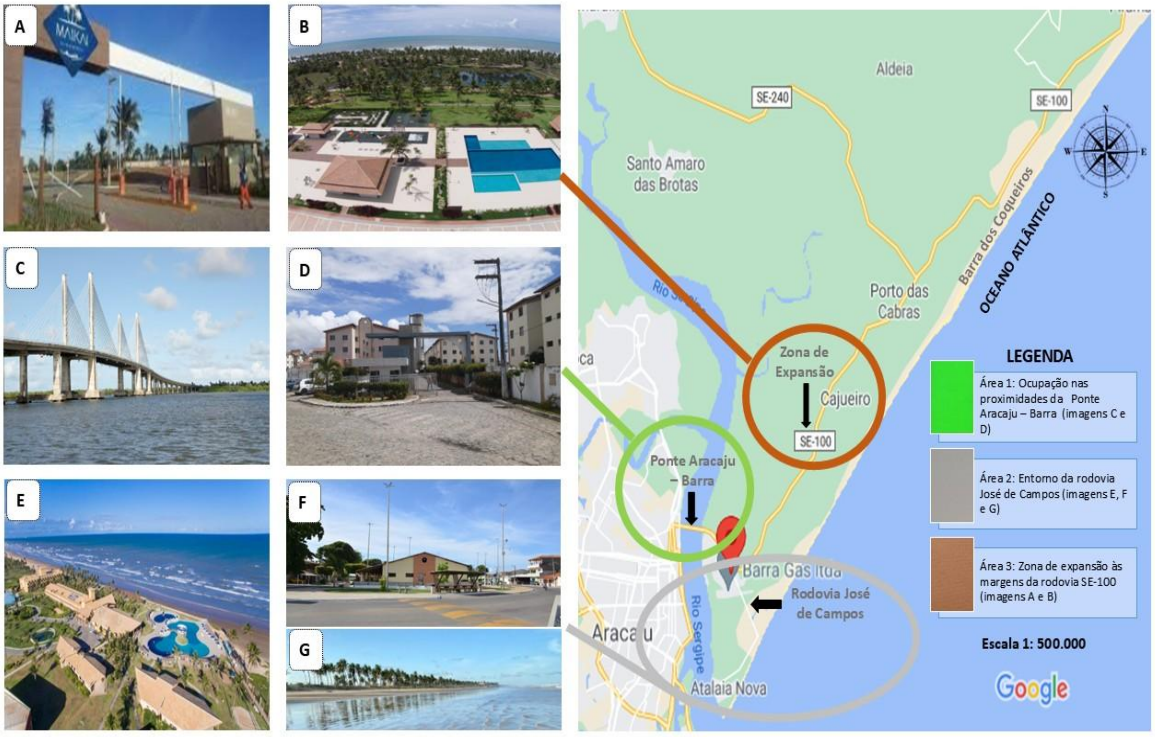
Fonte: Google Earth Engine na escala 1: 200.000. Acesso em 09/07/2021.
Org.: O autor (2022).

[2] A escolha mais adequada da imagem de satélite para representar o início das transformações seria aquela que corresponde ao ano de 1984, primeiro ano do registro realizado pela empresa. Entretanto, essa imagem de satélite e as imagens que correspondem aos anos de 1985 e 1986 estavam com nitidez prejudicada devido à predominância de nebulosidade quando se sucedeu o registro. Sendo assim, optou-se pelo registro da imagem de satélite obtida no ano de 1987 para possibilitar a análise comparativa entre si e aquela obtida em 2020.

Comparando as imagens presentes na figura 4, observam-se que as principais mudanças ocorreram na porção sul-sudoeste, motivadas pela construção da ponte sobre o rio Sergipe e por melhorias na infraestrutura, mediante as obras de acesso ao município, de esgotamento sanitário, abastecimento de água, além de áreas de lazer à população. Houve, também, as instalações do Parque Eólico Barra dos Coqueiros e da Usina Termoelétrica Porto de Sergipe. Em virtude dos fatos, a economia ganhou forças e alavancou a especulação imobiliária, que imprimiu alterações socioambientais na paisagem urbana.

A esse respeito, Gesteira (2019) identifica e faz uma análise acerca das três áreas de expansão turística e de expansão imobiliária no município de Barra dos Coqueiros, conforme podem ser observadas na figura 5 e nos parágrafos que se seguem.

Figura 5 – Zonas de expansão turística e imobiliária em Barra dos Coqueiros.



A: Maikai Residencial Resort
B: Condomínio Thai Residence
C: Ponte Construtor João Alves
D: Condomínio Litorâneo Barra Residence
E: Makai Resort
F: Igreja Bom Jesus dos Navegantes, em Atalaia Nova
G: Praia da Costa

Fotos: A – B – D – E: Google.
C – F – G: O autor (2022).
Fonte: Google Maps. Org.: O autor (2022), adaptado de Gesteira (2019).

Ainda de acordo com Gesteira (2019) as três áreas podem ser descritas em sequência. A primeira, toda envolta por um círculo verde (figura 5), funciona como uma área de expansão de Aracaju onde é possível evidenciar características do processo de conurbação. Essa área está localizada nas proximidades da PCJA (popularmente conhecida por Ponte Aracaju-Barra) e nas imediações da rótula que permite acesso às rodovias SE-100 e à rodovia José de Campos. O

principal diferencial de valorização dessa localidade encontra-se na proximidade com o centro de Aracaju, sendo os empreendimentos imobiliários existentes voltados ao público com menor poder de compra.

Grafada por um círculo cinza (figura 5), a segunda área destacada situa-se às margens da rodovia José de Campos. Nessa área, investimentos do governo de Sergipe em infraestrutura (entre os anos 2007 e 2010) garantiram a revitalização desta rodovia que dá acesso às praias da Costa, ao atual bairro Atalaia Nova e ao Makai Resort. Ao longo da localidade, a iniciativa privada construiu alguns empreendimentos imobiliários, a exemplo dos condomínios Residencial Damha Sergipe, Complexo Alphaville e Costa Paradiso Club Residenziale. Nessas propriedades, a valorização do solo está explícita no preço dos lotes, nos serviços e nas funções disponíveis.

Mais recentemente, cobiçada pelo capital financeiro, encontra-se a terceira área. Representada na imagem pelo círculo marrom (figura 5), engloba a zona de expansão do município, localizada entre os bairros Olhos D'água e Capuã. Nesta parte da cidade, encontram-se condomínios com acesso direto à rodovia SE-100 e às praias locais, evidenciando que as ações contínuas do Estado em parceria com o mercado imobiliário continuam a fomentar a expansão do processo de ordenamento do espaço urbano, ao expropriar uma área com características rurais, ocupada historicamente por comunidades tradicionais que sobrevivem da catação de mangaba e dos produtos artesanais derivados da fruta.

À exceção das áreas de especulação imobiliária, a Barra dos Coqueiros agrega em seu entorno uma periferia cuja população carente de recursos financeiros estabeleceu-se de maneira desordenada, em áreas suscetíveis aos eventos pluviais extremos. Constantemente, os eventos de pluviosidade sobre a cidade revelam uma problemática cujos impactos afetam as funções citadinas e respingam na qualidade de vida da população, transformando a paisagem urbana.

TEMPORALIDADE E ESPACIALIDADE DAS CHUVAS

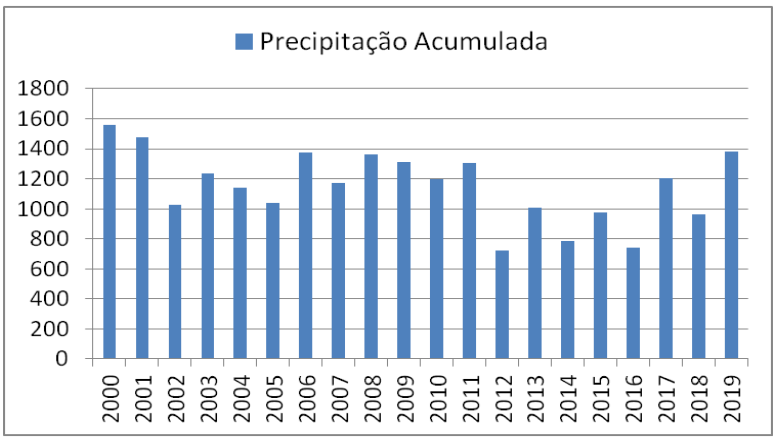
Em Barra dos Coqueiros, a ocorrência das precipitações está relacionada aos sistemas meteorológicos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil (NEB), a exemplo dos intensos sistemas frontais (massa polar atlântica) e vórtices (VCAN – vórtice ciclônico de altos níveis), além do DOL (distúrbio ondulatório de leste) que exercem alcance sobre essa região, incluindo a influência exercida pelo Oceano Atlântico (Silva e Silva, 2012).

No estado de Sergipe, tendo em vista as constatações de Pinto e Aguiar Netto (2008), as chuvas de inverno estão correlacionadas aos resquícios das massas de ar frio provenientes do continente antártico, assim como estão associadas à atuação das ondas de leste (Machado *et al*., 2012) que condicionam as precipitações sobre o litoral no período de maio a agosto, quando os

ventos provenientes dos sistemas frontais encontram-se com os ventos alísios, formando nuvens geradoras de chuvas, entre as latitudes 5ºS ao 13ºS.

Com o intuito de averiguar o comportamento variável interanual acerca da precipitação foi registrada uma série histórica (abrangendo os anos 2000 a 2019) de dados meteorológicos da estação 83096, representados na figura 6, onde os anos mais chuvosos alcançaram média superior a 1200 mm. Entretanto, observa-se uma certa regularidade nos totais anuais da pluviosidade, variando em torno de 1000 mm.

Figura 6 – Acumulado de chuva no período 2000-2019, em Barra dos Coqueiros.



Fonte: INMET. Org.: O autor (2022).

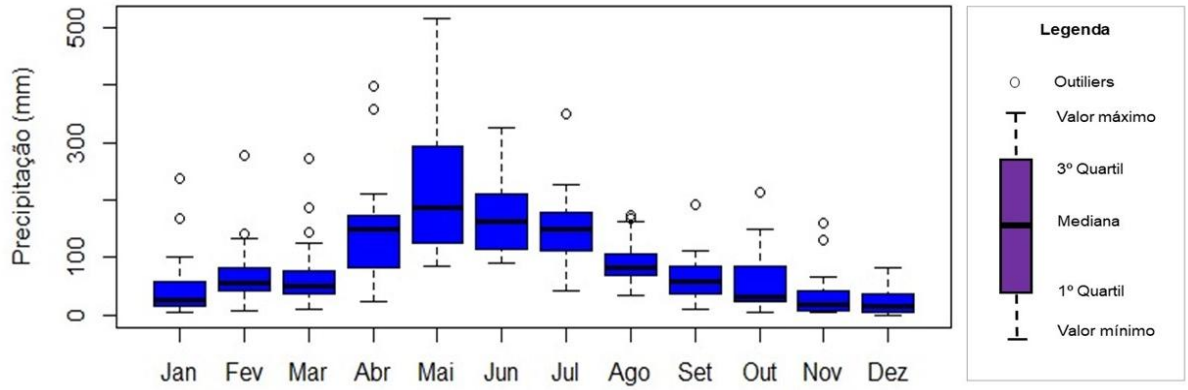
Avaliando-se a amostra de dados coletados, infere-se que o período mais chuvoso, suscetível a alagamentos na cidade, ocorre nos meses de abril, maio, junho e julho. Esses eventos chuvosos acontecem entre o final do outono e o início do inverno. Com isso, inversamente proporcional, diminuem por volta do término do inverno e reaparecem no início do verão, com as chuvas convectivas. Tanto no inverno quanto no verão podem ocorrer eventos extremos de chuva.

A figura 7, a seguir, demonstra a posição, a distribuição e os valores discrepantes de precipitação pluviométrica mensal para a série histórica de dados analisada. Com o auxílio desse gráfico, é possível entender como estão organizados os dados mínimos e os dados máximos, bem como as medidas estatísticas dispostas no primeiro quartil, na mediana (o segundo quartil) e no terceiro quartil.

Com a técnica de *Box Plot*, foi possível verificar a distribuição das chuvas em cada mês da série para o município de Barra dos Coqueiros (figura 7). Já citado anteriormente, os padrões atmosféricos que respondem por esta distribuição mensal da precipitação pluvial são os intensos sistemas frontais (massa polar atlântica), DOL e vórtices (VCAN), além da influência exercida pela umidade proveniente do Oceano Atlântico. Os meses de abril, maio, junho e julho foram estimados como os meses mais úmidos, entretanto, no início (abril) e no fim (julho) da estação chuvosa houve maior dispersão dos dados de precipitação, fato evidenciado pela ocorrência de *outiliers*.

É em maio, portanto, que há a maior ocorrência de volume precipitado, conforme apresenta a haste indicativa de valor máximo para o mês. Em contrapartida, no caso dos meses considerados secos, entre setembro e março, os volumes precipitados raramente ultrapassam a média de 100 mm, mas atingem esse índice como valor extremo. Também são nos meses secos que a dispersão dos dados aumenta, pois há maior incidência de *outiliers*. Ou seja, é no período seco que os dados se apresentam com maior heterogeneidade e são mais suscetíveis aos desvios nessa época do ano.

Figura 7– Gráfico de Box Plot contendo a distribuição e os valores mensais de chuva no período 2000-2019, em Barra dos Coqueiros.

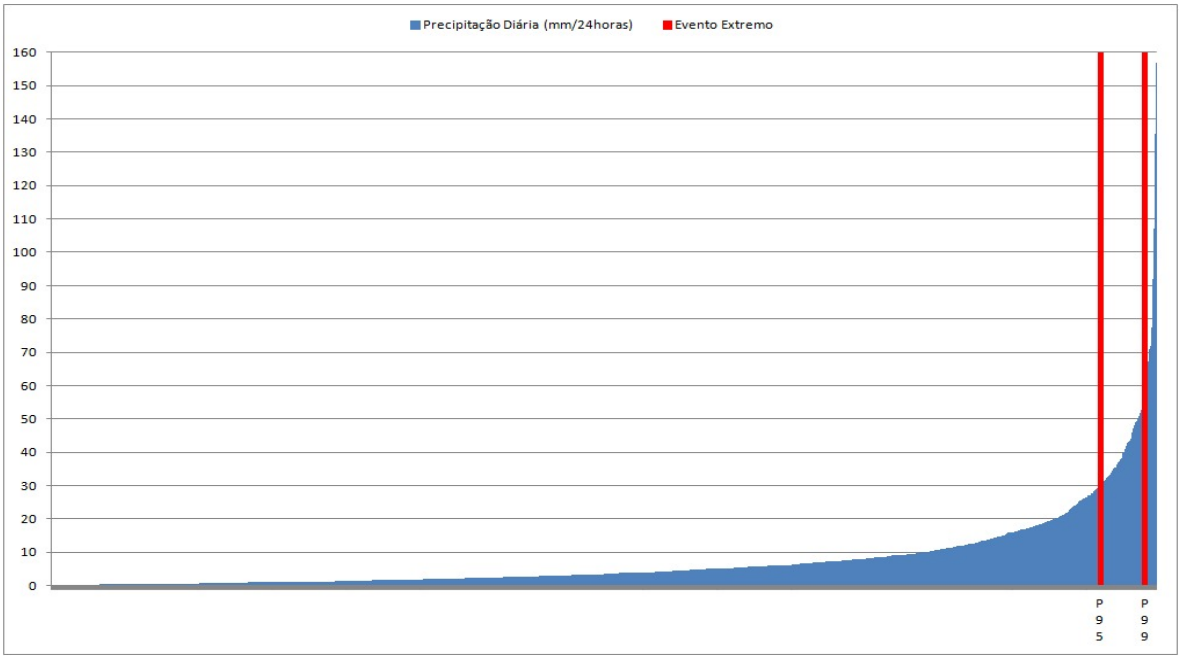


Fonte: INMET. Org.: O autor (2022).

Concernente à cidade de Barra dos Coqueiros, um evento extremo de chuva atinge, estatisticamente (ao considerar o percentil 95), índice igual ou superior a 30 mm/24h sobre a área urbana. Em outras palavras, pode-se chamar de evento pluvial extremo, dentre os dias de chuva e considerando a dinâmica da cidade, os eventos que se situam entre os 5% maiores índices da série histórica estudada e que promovem um acumulado de 30 litros de chuva por m^2 da cidade. Ao analisar ainda o percentil 99, da mesma amostra de dados, entende-se a existência de eventos de chuva muito extremos cujo índice alcança os 57,2 mm/24h, praticamente o dobro daquele evento creditado como extremo (percentil 95). Estes índices podem ser observados na figura 8.

O critério adotado pela escolha do percentil 95 e não do percentil 99 pode ser explicado pelo fato de que o percentil 95 representa os 5% dos valores que estão acima deste e aponta para os eventos de elevada intensidade; já o percentil 99 representa que apenas 1% dos dados ultrapassam este valor, não sendo utilizados nesta pesquisa.

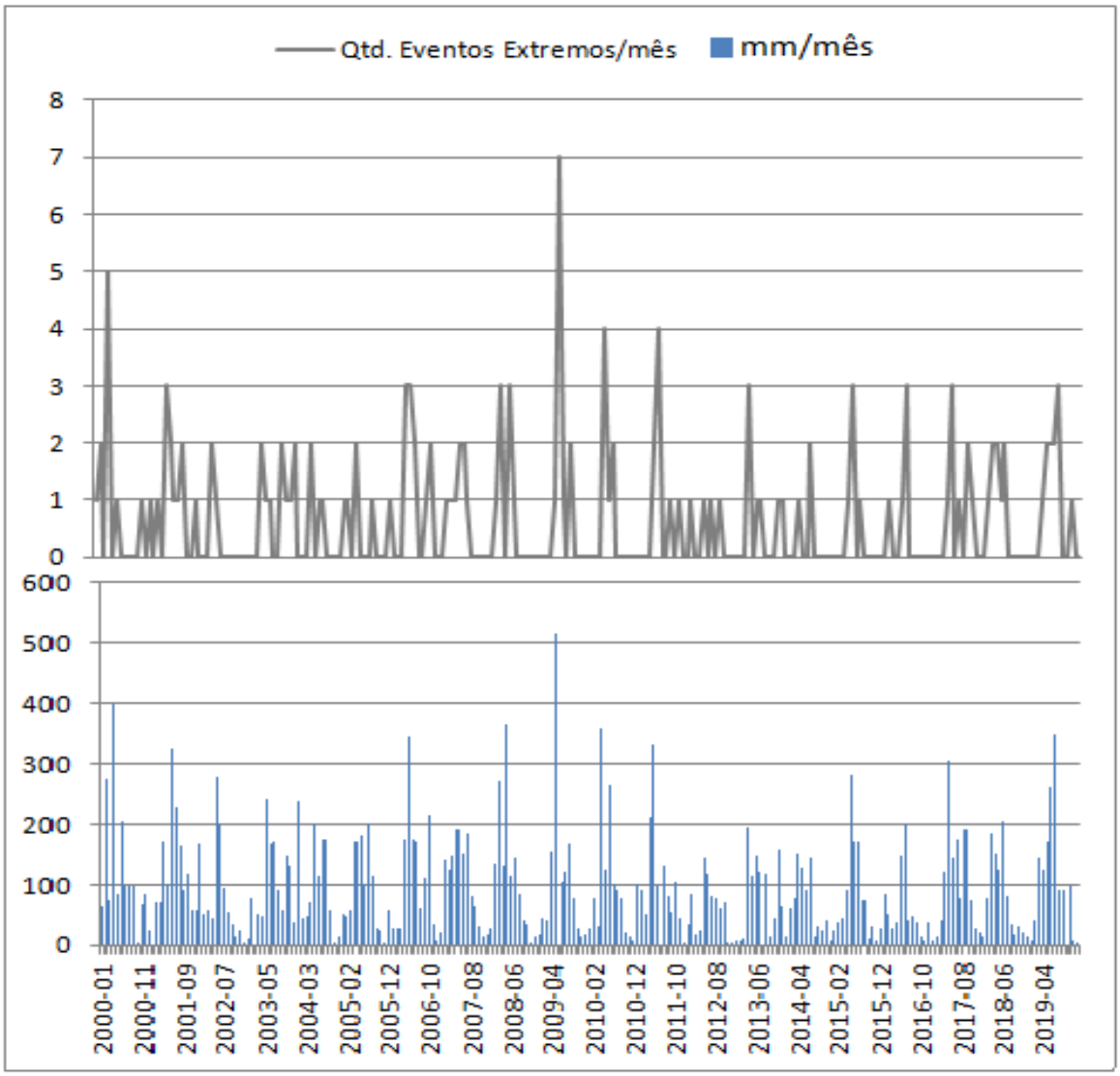
Figura 8 – Índices de eventos extremos de chuva para o município de Barra dos Coqueiros.



Fonte: INMET. Org.: O autor (2022).

Utilizando-se da série histórica de dados e da análise dos registros de eventos extremos, foi possível verificar uma delimitação temporal desses eventos ocorrendo com maior concentração nos meses de abril e de maio. Nesse mesmo período, foram registradas cerca de 40% das ocorrências. A figura 9 revela uma relação: a sazonalidade dos eventos extremos em conjunto com os totais mensais de chuva. Isso confirma o fato constatado.

Figura 9 – Ocorrência de eventos extremos de precipitação e de precipitação mensal acumulada em Barra dos Coqueiros, no período 2000-2019.

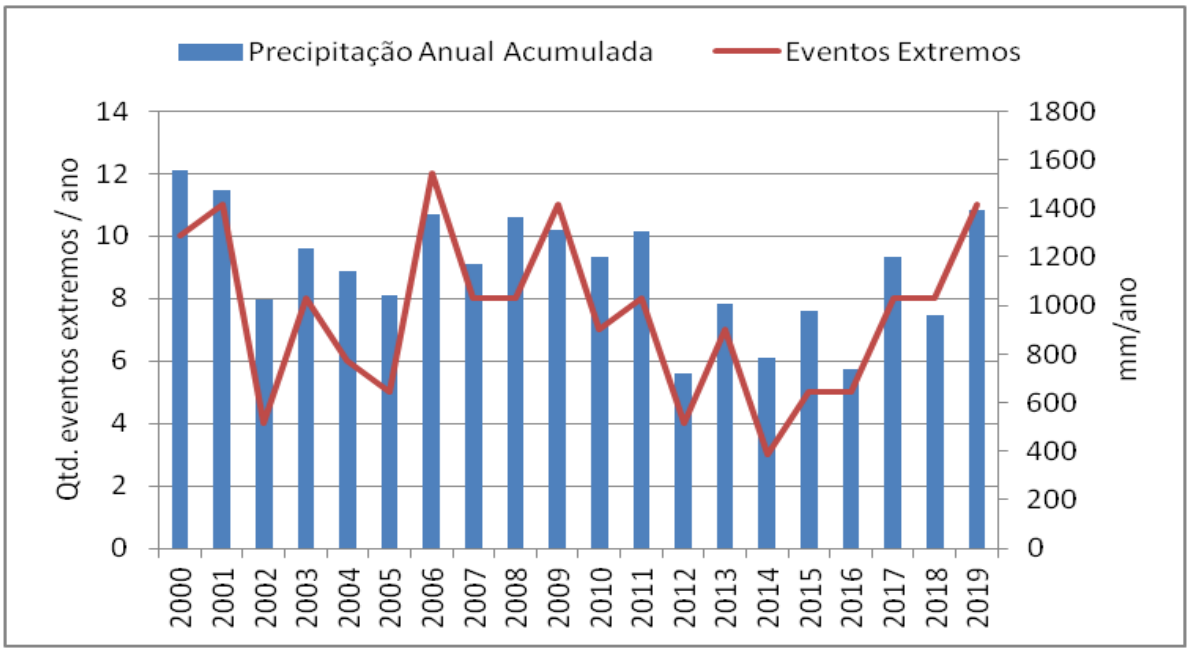


Fonte: INMET. Org.: O autor (2022).

A variabilidade na frequência anual dos eventos extremos também responde diretamente aos volumes de chuva (figura 10). Pesquisa semelhante foi realizada por Duarte *et al*. (2021) sobre a capital sergipana e os resultados são similares aos encontrados em Barra dos Coqueiros. Para este município, foi diagnosticado que os anos com menor número de eventos extremos foram os períodos com volumes de chuva inferiores a 1000 mm anuais, como em 2012, 2014, 2015, 2016 e 2018. Por sua vez, os anos com maior quantidade de eventos pluviais extremos foram aqueles igualmente com maiores valores de chuva anual, a exemplo do que ocorreu em 2000, 2001, 2006, 2008, 2009, 2011 e 2019.

O índice de 1300 mm anuais de chuva mostrou-se como um limiar para esta análise. Todos os anos, com volumes superiores a este montante, sucederam mais de 10 registros de eventos extremos. Vale ressaltar que a aparente queda na ocorrência dos eventos extremos e, por consequência, suas repercussões estão diretamente ligadas à recente queda no volume de chuvas.

Figura 10 – Ocorrência de eventos extremos de chuva associados à precipitação anual acumulada em Barra dos Coqueiros, no período de 2000-2019.



Fonte: INMET. Org.: O autor (2022).

Impactos associados aos eventos pluviais extremos

Geralmente, os episódios extremos são veiculados todos os anos pela mídia quando os aguaceiros atingem a malha urbana e, consequentemente, promovem impactos. Assim, as notícias locais divulgadas por meio dos jornais impressos, televisivos ou virtuais fazem a cobertura da repercussão acerca dos impactos oriundos dos eventos chuvosos, sendo que o alcance dessa repercussão pode contribuir com políticas que vão incidir na gestão do território (Zangalli Júnior, 2016, p. 91).

Sendo assim, buscas feitas em jornais virtuais da imprensa local, provenientes de instituições de caráter privado, entre os anos 2000 e 2019, possibilitaram listar os principais eventos de alagamento na cidade, como pode-se conferir, mais adiante, na figura 11 (a, b, c). Em cada uma das referidas matérias jornalísticas está pautada as repercussões dos impactos deflagrados pela precipitação que foram vivenciados, principalmente, pela população mais vulnerável aos riscos. Essas repercussões têm relação com a precária rede de macrodrenagem da água pluvial, em que o total de precipitação acumulada provoca impedimento no escoamento, causando desordens ao ambiente urbano.

Grande parte dos problemas associados à drenagem urbana encontram-se nas imediações da região central da cidade, em áreas comerciais, de circulação do trânsito e ocupada pelos recentes empreendimentos imobiliários, além, certamente, das áreas de ocupação irregular em áreas ambientalmente frágeis.

Figura 11 – Matérias jornalísticas que reportam os efeitos dos eventos de chuvas sobre a cidade de Barra dos Coqueiros.

Fonte: Matéria A: Portal A8 SE, publicada em 15/04/2010. Matéria B: Portal Infonet, publicada em 22/05/2015. Matéria C: Portal G1 Sergipe, exibida em 22/03/2019. Org.: O autor (2022).

As matérias jornalísticas em destaque foram utilizadas neste manuscrito como sendo representativas entre as vinte que foram selecionadas para o intervalo de tempo entre os anos 2000-2019. É importante destacar que essas notícias veiculadas pela imprensa foram obtidas em sites e que não havia registro de jornais impressos locais. Também, na internet, não havia registro de matérias jornalísticas anteriores ao ano de 2010. Por conta disso, foram selecionadas apenas três, uma em que demonstrasse o início do registro virtual, uma em meados (2015) e outra para o final do período adotado na pesquisa (2019).

Nessa etapa de seleção das matérias, foram totalizados 116 impactos, a exemplo de transbordamento de canais pluviais, pontos de alagamentos espalhados pela malha urbana, invasão de águas em residências, perda de bens materiais, contaminação das águas da chuva ao se misturarem aos esgotos sanitários, doenças de pele, além de congestionamento no trânsito e alguns acidentes domésticos ou durante o tráfego urbano.

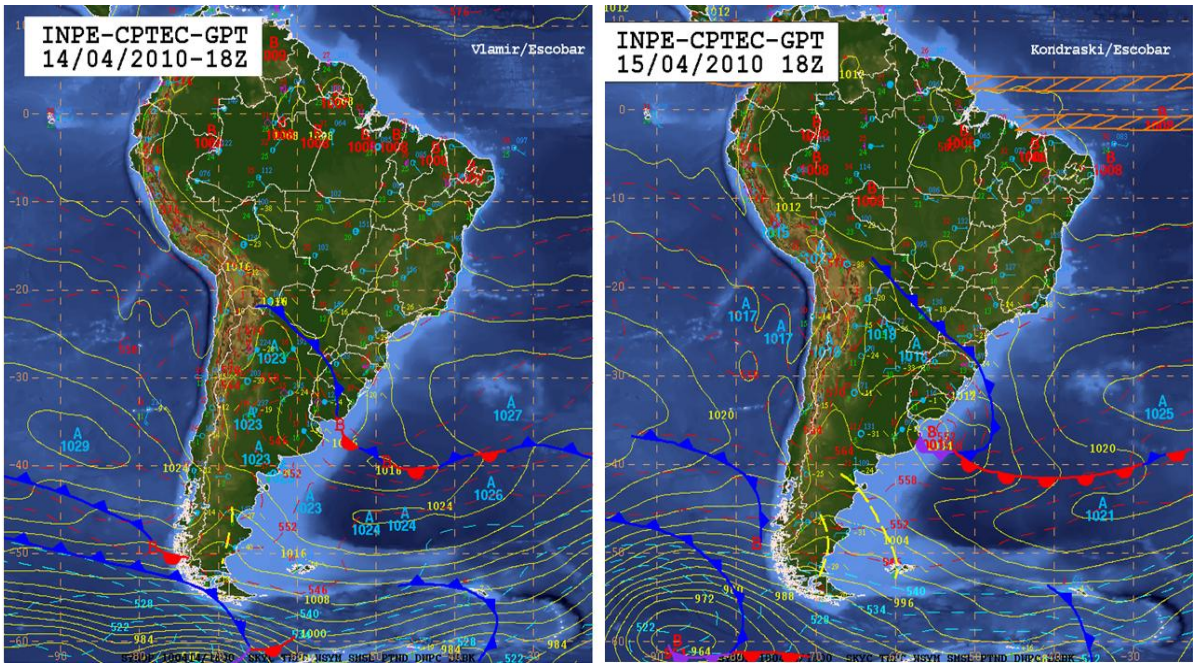
Buscou-se encontrar no sistema climático as possíveis explicações e respostas para os problemas ocasionados pela precipitação na área de estudo, ao associar cada episódio relatado nas matérias jornalísticas com as respectivas cartas sinóticas para o estado de Sergipe, considerando as condições da gênese que foram registradas tanto no dia anterior, como no dia de ocorrência do evento. As figuras 12, 13 e 14, respectivamente, vão mostrar as condições meteorológicas que

ocasionaram as chuvas e, consequentemente, os desdobramentos representados na figura 11 (a, b, c).

Concernente à figura 12, consta nas análises do INPE/CPTEC, a respeito do NEB (e registrado na carta sinótica da quarta-feira, 14/04/2010), a presença do cavado bem configurado no campo de pressão, o que gerou uma pista de ventos constantes de sudeste, e isto, associado à orografia, causou chuvas na Bahia, em Sergipe e em Alagoas. Isso ocorreu por conta da convergência de umidade reforçada entre o Atlântico e o leste dessa região. A posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em torno do Equador sobre o Atlântico, a norte do NEB, contribuiu para a permanência da instabilidade no leste do NEB, devido à área de baixa pressão no Atlântico adjacente, por alguns dias.

Na análise sinótica da quinta-feira (15/04/2010), observou-se que a instabilidade persistiu na porção leste da região Nordeste devido à área de baixa pressão posicionada no Atlântico adjacente à área que manteve os ventos alísios de sudeste, entre os litorais da Bahia e do Rio Grande do Norte, inclusive atingindo todo o litoral sergipano.

Figura 12 – Condições meteorológicas do evento chuvoso registrado na matéria jornalística (figura 11 a).



Fonte: INPE/CPTEC. Acesso em 30/08/2021. Org.: O autor (2022).

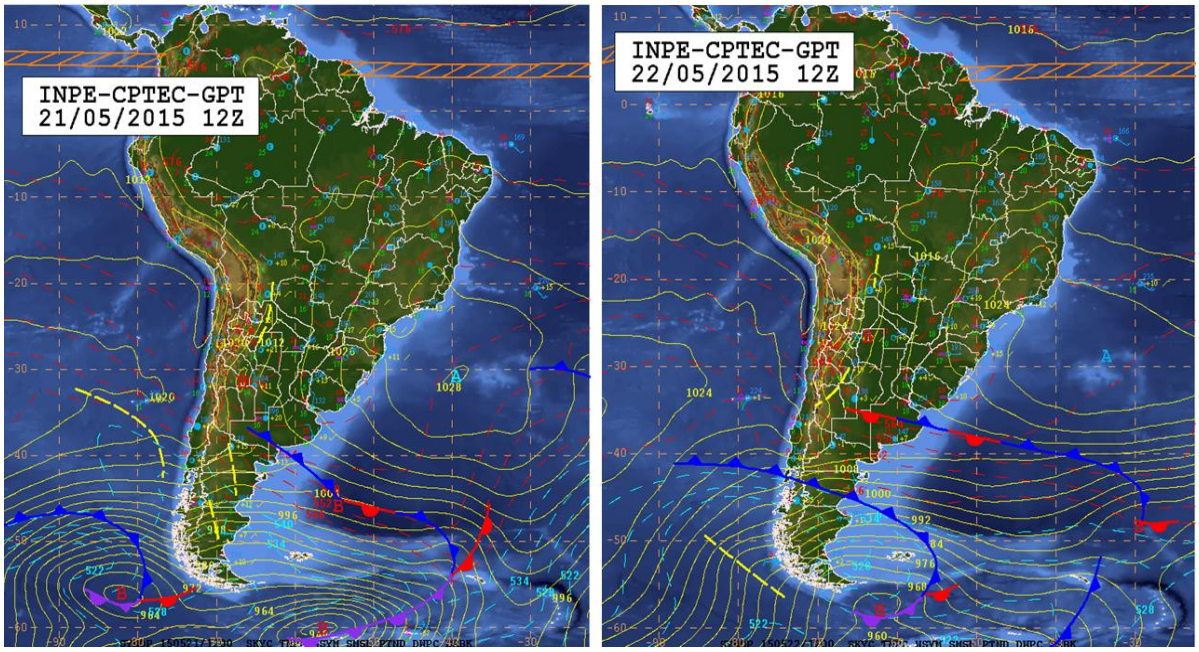
Diante do total pluviométrico em Barra dos Coqueiros ter alcançado 47mm para o período de análise apontado nas cartas sinóticas (figura 12) tal fato reverberou em impactos socioambientais diversos, inclusive além dos noticiados na matéria jornalística (figura 11a), em que as ruas desprovidas de pavimentação se transformaram em lagoas acumulando lixo, esgoto e animais peçonhentos como ratos e cobras; os moradores apresentaram dificuldades em sair de casa para se deslocar ao trabalho ou à escola, seja utilizando transporte automotor ou a pé; também aconteceu o

transbordamento do canal pluvial e de esgotos, adentrando nas residências, atraindo maior foco de insetos.

O mesmo órgão (CPTEC/INPE) não divulgou a interpretação quanto às condições atmosféricas apresentadas para o NEB nos dias 21 de maio e 22 de maio de 2015, período relacionado ao evento chuvoso que atingiu a cidade de Barra dos Coqueiros e que está descrito na figura 10 b.

Conforme a carta sinótica revela para os dias 21 e 22/05/2015 (figura 13), a influência da ZCIT sobre a região Nordeste do país é menos evidente, devido ao posicionamento mais setentrional do "cinturão de nuvens" sobre a região Norte. O período chuvoso na região nordestina, portanto, não tem relação com esse sistema, mas chama a atenção o anticiclone do Atlântico Sul cujo movimento anti-horário permite alcançar a porção continental do Nordeste brasileiro, produzindo ventos associados às ondas de leste. O cavado, sistema de baixa pressão, se estabiliza entre os dias 21 e 22/05, e favorece o processo de convecção pelo avanço da frente estacionária, que traz consigo muita umidade e se desdobra em pancadas de chuva.

Figura 13 – Condições meteorológicas acerca do evento chuvoso registrado na matéria jornalística, apresentada na figura 11b.



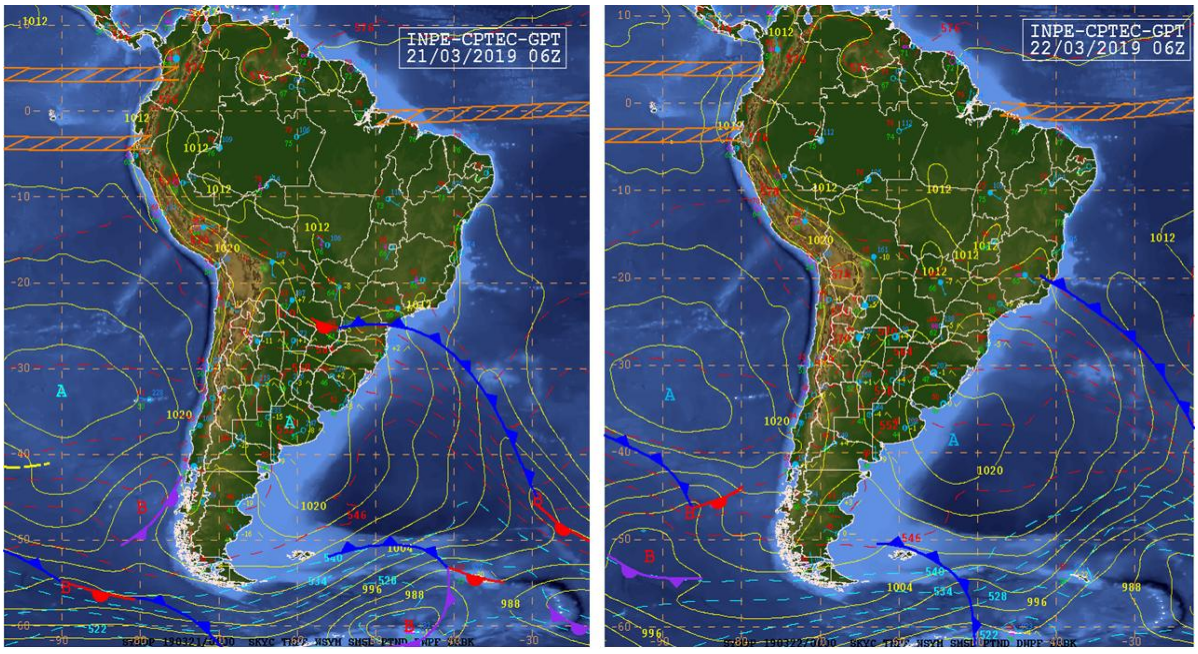
Fonte: INPE/CPTEC. Acesso em 30/08/2021. Org.: O autor (2022).

No período em que a carta sinótica (figura 13) demonstra as condições meteorológicas para os dias 21 e 22/05/2015, o total pluviométrico registrado na área de estudo foi de 42mm. Entende-se que tal pluviosidade contribuiu para reforçar a necessidade da implementação de medidas mitigadoras haja visto tantos impactos atingindo a população, agravando ainda mais a situação de vulnerabilidade da população. A reportagem (figura 11b) esclarece que os principais impactos atingiram sobremaneira a população de menor renda financeira. No bairro Manuel Gomes, algumas

ruas não pavimentadas ficaram alagadas devido a problemas na macrodrenagem da cidade, dificultando o escoamento e, consequentemente, o deslocamento dos moradores. Já a comunidade que habita a área adjacente ao Canal Guaxinim precisou ser realocada para casas habitacionais que já estavam em fase de construção na área central da cidade.

O CPTEC/INPE tornou pública, também, a análise para as cartas sinóticas dos dias 21 e 22 de março de 2019 (apresentadas na figura 14) de relacionados ao evento extremo apresentado na figura 11c. Segundo este órgão, a instabilidade que ocorreu entre o Tocantins, o nordeste de Minas Gerais, o norte do Espírito Santo, além de todo o estado da Bahia e de Sergipe não tem relação com a ZCIT, mas com o escoamento divergente que esteve em altos níveis e manteve o dia com bastante nebulosidade e chuva, embora em alguns pontos houve forte intensidade e acumulados significativos. Associado ao escoamento em altitude, houve o escoamento convergente entre as localidades acima, o que favoreceu a formação de áreas de instabilidades. Para o dia 22 de março, as ressacas marítimas despertaram a atenção para o estado de alerta. Conforme dados do CPTEC/INPE, infere-se que, no litoral sergipano, as ondas alcançaram 2,30 m de altura.

Figura 14 – Condições meteorológicas acerca do evento chuvoso registrado na matéria jornalística, apresentada na figura 11c.



Fonte: INPE/CPTEC. Acesso em 30/08/2021. Org.: O autor (2022).

As condições meteorológicas apontadas nas cartas sinóticas (figura 14) para o período de 21 e 22/03/2019, associadas às ressacas marítimas produziram índice pluviométrico de 38mm, contribuindo para desencadear uma série de impactos em Barra dos Coqueiros. Tais impactos foram relatados na reportagem (figura 11c), principalmente no que se refere aos desdobramentos

ocasionados pela maré alta, onde as ondas alcançaram 2,04m e ultrapassaram a contenção de blocos de rochas, invadindo a praça Luiz Gonzaga. Alguns habitantes do bairro Atalaia Nova que residem próximo à faixa de areia, nas margens do rio Sergipe, ficaram ilhados devido à inundação e tiveram prejuízos em seus bens (móveis e imóveis), já que a água do rio adentrou nessas residências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da presente pesquisa, evidenciou-se que com a implantação da ponte Construtor João Alves houve uma ressignificação funcional e territorial para o município de Barra dos Coqueiros. A possibilidade de deslocamento por via terrestre com a capital favoreceu a ampliação das atividades socioeconômicas e propiciou modificações na paisagem local, sendo que o rápido crescimento urbano (desprovido de planejamentos adequados) corroborou a existência de desdobramentos socioambientais negativos.

Nessa perspectiva, para explicar o fenômeno dos eventos extremos de chuva e suas repercussões em relação ao espaço geográfico da cidade e ao cotidiano da população barracoqueirense, foi utilizada a associação de duas metodologias de cunho sistêmico: a do sistema clima urbano e a da periodização e espacialização, uma vez que contribuem para entender a gênese e as repercussões de tais eventos.

Com o intuito de obter um produto científico de maior qualidade, foi empregada a abordagem integrada qualiquantitativa. Considerando o enfoque quantitativo, os dados obtidos na plataforma do INMET para a série histórica entre os anos 2000 e 2019 passaram por tratamento estatístico no *software R*. Foi constatado que o período chuvoso se estende entre os meses de abril a julho, sendo o mês de maio aquele em que há o maior volume acumulado de chuva. Inserido nessa realidade, os eventos extremos de chuva ocorrem, principalmente, entre o final do outono e por todo o inverno quando ocorrem chuvas diárias acima de 30 mm num período de vinte e quatro horas, desencadeadas por intensos sistemas frontais (massa polar atlântica), DOL e vórtices (VCAN), além da influência exercida pela umidade proveniente do Oceano Atlântico.

O enfoque qualitativo, expresso por meio de matérias jornalísticas agregou relevantes contribuições à metodologia da pesquisa. Mediante a veiculação de notícias em jornais virtuais, compreendeu-se como ocorreu a repercussão dos riscos à população associados aos eventos de alagamentos e de inundações.

A título de perspectiva, os avanços adquiridos com esta investigação, de caráter científico, servirão como material metodológico para trabalhos futuros que prezem pela importância do tratamento dado ao clima urbano das cidades brasileiras de pequeno porte comparáveis à Barra dos Coqueiros.

REFERÊNCIAS

ARMOND, N. B.; SANT'ANNA NETO, J. L. Entre eventos e episódios: ritmo climático e excepcionalidades para uma abordagem geográfica do clima no município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 20, ano 13, jan/jul de 2017. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/49792 . Acesso em 29/12/2020.

BORSATO, V. A.; MASSOQUIM, N. G. Os sistemas atmosféricos e os eventos climáticos extremos na região de Campo Mourão/Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 14, vol. 23, 2018. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/60392 . Acesso em 09/07/2020.

BRIGATTI, N. **Variação do nível do mar associada às situações sinóticas na gênese dos episódios extremos no município de Ubatuba/SP**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2008. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/89782/brigatti_n_me_prud.pdf?sequence=1&isAllowed=y . Acesso em 29/05/2020.

CAMPOS, T. L. O. B.; MOTA, M. A. S; SANTOS, S. R. Q. Eventos extremos de precipitação em Belém/PA: uma revisão de notícias históricas de jornais. **Revista Ambiente e Água**. vol. 10, n. 1, jan-mar, 2015. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/928/92832874017.pdf . Acesso em 22/06/2021.

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas – Teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2001, p. 19-45. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/229259/23626 . Acesso em 09/04/2020.

CRUZ, M. A. S. **Regionalização de precipitações médias e prováveis mensais e anuais no estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009.

DUARTE, T. L. S. **Eventos extremos de chuvas em Barra dos Coqueiros/SE**: circunstâncias e resiliências. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão/SE, 2022. Disponível em: https://ri.ufs.br/handle/riufs/15518.

DUARTE, T. L. S.; SANTOS, G. C.; CASTELHANO, F. J. Eventos de chuvas extremas associados aos riscos de inundações e alagamentos em Aracaju, Sergipe. **Revista Geosaberes**, v. 12, n. 21, p. 256-273, 2021. Disponível em: http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/1089/875 . Acesso em 10/05/2022.

FONSECA, V.; GONZAGA, T. P. A. Barra dos Coqueiros: abertura territorial e reflexos ambientais. São Cristóvão: **Revista Geonordeste**. Ano XVIII, n. 1, p. 53-67, 2007.

FONSECA, V.; VILAR, J. W. C.; SANTOS, M. A. N. Abertura territorial e alterações socioambientais em Barra dos Coqueiros/SE. In: VILAR, J. W. C.; ARAÚJO, H. M. (Orgs.). **Território, Meio Ambiente e Turismo no Litoral Sergipano**. São Cristóvão: Editora UFS, 2010.

GESTEIRA, L. A. M. G. Analisando os conceitos de renda da terra e valor do solo a partir da lógica de especulação imobiliária: um estudo sobre o município de Barra dos Coqueiros/SE. Caminhos de

Geografia, v. 20, n. 72, p. 422-432, 2019. Disponível em https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/46572 .

LIMA, A. P.; AMORIM, M. C. C. T. Análise de episódios de alagamentos e inundações urbanas na cidade de São Carlos a partir de notícias de jornal. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 15, ano 10, 2014. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/33406 . Acesso em 17/05/2020.

MACHADO, C. C. C.; NÓBREGA, R. S.; OLIVEIRA, T. H.; ALVES, K. M. A. Distúrbio Ondulatório de Leste como condicionante a eventos extremos de precipitação em Pernambuco. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 11, n. 8, p. 146-188, 2012. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/28699 . Acesso em 27/08/2021.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976, 181 p.
PINTO, J. E. S. S.; AGUIAR NETTO, A. O. **O clima, a geografia e a agrometeorologia**: uma abordagem interdisciplinar. São Cristóvão: EDUFS, 2008.

PINTO, J. E. S. S; BRAZIL, J. L. S. Estudos empíricos de impactos meteórico: questões básicas da consistência em Aracaju-SE. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 33, n. 4, p. 111-131, 2016. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/229259/23626 . Acesso em 01/03/2020.

SILVA, M. E.; SILVA, C. Variabilidade climática: processos físicos e dinâmicos nos oceanos e atmosfera. **Revista do Departamento de Geografia**, p. 372- 406, 27 dez. 2012. Disponível em https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53854 . Acesso em 25/07/2021.

SOUZA, C. G. Análise de episódios climáticos extremos no Oeste Paulista a partir das notícias veiculadas pela imprensa local. Monografia (Bacharelado). – FCT/UNESP, Presidente Prudente, 2005.

VALENTE, P. T. **Eventos extremos de precipitação no Rio Grande do Sul no século XX a partir de dados de reanálises e registros históricos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2018. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/174485/001063496.pdf?sequence=1 . Acesso em: 22/06/2021.

ZANGALI JUNIOR, P. C. A apropriação e legitimação das mudanças climáticas como um problema ambiental pela mídia e suas implicações na gestão do território. In: SANT'ANNA NETO *et al*. (2016). **Clima e gestão do território**. Jundiái/SP: Paco Editorial, 2016