



Universidade Federal do Amapá
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais



JOSÉ OTÁVIO MOREIRA VASCONCELOS

IMPACTOS AMBIENTAIS EM ESPAÇOS URBANOS: A REGIÃO METROPOLITANA
DE MACAPÁ

MACAPÁ – AP

2023

JOSÉ OTÁVIO MOREIRA VASCONCELOS

IMPACTOS AMBIENTAIS EM ESPAÇOS URBANOS: A REGIÃO METROPOLITANA
DE MACAPÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade Federal do Amapá, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientadora: Dra. Helenilza Ferreira
Albuquerque Cunha

MACAPÁ – AP

2023

JOSÉ OTÁVIO MOREIRA VASCONCELOS

**IMPACTOS AMBIENTAIS EM ESPAÇOS URBANOS: A REGIÃO METROPOLITANA
DE MACAPÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade Federal do Amapá, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Aprovada em 20 de dezembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha – Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)

Alzira Marques Oliveira - Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)

Carlos Henrique Medeiros de Abreu – Universidade do Estado do Amapá (UEAP)

Documento assinado digitalmente
gov.br ARIALDO MARTINS DA SILVEIRA JUNIOR
Data: 02/02/2024 17:11:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Arialdo Martins da Silveira Junior – Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus acima de qualquer coisa por ser o meu amparo e a minha fortaleza, de onde me chegam as graças, as bênçãos e de onde chegaram em minha vida Ariane e Amanda Vasconcelos, minhas filhas, que me enchem de orgulho e as quais eu dedico esta pesquisa.

Gratidão à professora Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha, minha orientadora nesta jornada que me preparou, me instruiu e me manteve no caminho da busca do conhecimento.

Agradeço a Carlos Armando meu companheiro de jornada, minha luz e minha inspiração sem o qual este momento nunca teria sido realizado. Nunca poderei mensurar o quão importante você é na minha vida.

Agradecimentos ainda a Murilo Camelo dos Santos, Renan Mendonça Dantas e Márcio Kayorre Silva das Neves que me apoiaram direta ou indiretamente para que esta pesquisa pudesse acontecer.

PREFÁCIO

Esta dissertação possui uma introdução geral seguida por um capítulo contendo o artigo **“Região Metropolitana de Macapá: Expansão Urbana e Impactos Ambientais na Amazônia Setentrional”**, submetido ao periódico Revista Brasileira de Geografia Física Qualis 2 na área de Ciências Ambientais. O artigo está formatado seguindo as normas da própria revista.

RESUMO

VASCONCELOS, J. O. M. **Impactos Ambientais em Espaços Urbanos: A Região Metropolitana de Macapá**. 38f. Dissertação – Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2023.

A urbanização é um fenômeno, que nos últimos séculos, ficou atrelada ao processo de industrialização, redirecionando os fluxos populacionais para esses locais ou para regiões onde as manufaturas provenientes destes, são comercializadas. Esta pesquisa analisou a expansão urbana da Região Metropolitana de Macapá (RMM) que é formada pelos municípios Macapá, Santana e Mazagão, no estado do Amapá, extremo norte do Brasil. Os objetivos da pesquisa foram avaliar os impactos ambientais sobre os espaços naturais localizados, diretamente, na sua área de crescimento; avaliar as Áreas de Proteção Ambiental (APA) localizadas no interior do plano metropolitano para compreender o quanto de bloqueio antrópico esses espaços conseguem conter; avaliar o grau de cooperação institucional dos municípios da RMM. Foram coletados dados e informações acerca do crescimento urbano da RMM e sua correlação com a substituição dos espaços naturais na sua área de expansão. Os resultados mostraram que o crescimento urbano de Macapá e sua Região Metropolitana, tem suprimido áreas naturais. Conclui-se que as APAs, localizadas no interior da RMM, conseguem bloquear parcialmente o avanço da sua mancha urbana e que não existe cooperação institucional entre os três municípios que compõem a RMM.

Palavras-chave: Impactos ambientais, Urbanização, Cooperação institucional, Áreas de proteção Ambiental.

ABSTRACT

VASCONCELOS, J. O. M. **Environmental Impacts on Urban Spaces: The Metropolitan Region of Macapá.** 38p. Master Thesis – Department of Environment and Development, Federal University of Amapá, Macapá, 2023.

Urbanization is a phenomenon that has been linked to the process of industrialization in recent centuries, redirecting population flows to these locations or to regions where the manufactures from these locations are marketed. This research analyzed the urban expansion of the Metropolitan Region of Macapá (RMM), which is formed by the municipalities of Macapá, Santana, and Mazagão, in the state of Amapá, extreme north of Brazil. The objectives of the research were to evaluate the environmental impacts on the natural spaces located directly in its growth area; to evaluate the Environmental Protection Areas (APA) located within the metropolitan plan to understand how much anthropic blocking these spaces can contain; to evaluate the degree of institutional cooperation among the municipalities of the RMM. Data and information were collected about the urban growth of the RMM and its correlation with the replacement of natural spaces in its expansion area. The results showed that the urban growth of Macapá and its Metropolitan Region has suppressed natural areas. It is concluded that the APAs, located within the RMM, can partially block the advance of its urban sprawl and that there is no institutional cooperation among the three municipalities that make up the RMM.

Keywords: Environmental impacts, Urbanization, Institutional cooperation, Environmental Protection Areas.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	8
1.1 Impactos das atividades antrópicas em área urbana e nos ecossistemas e serviços ecossistêmicos.....	9
1.2 A temporalidade e a espacialidade da urbanização no mundo	10
1.3 A urbanização em cidades da região amazônica e o histórico de ocupação do Amapá e da Região Metropolitana de Macapá	12
2 PROBLEMA	15
3 HIPÓTESE.....	15
4 OBJETIVOS	15
Objetivo geral	15
Objetivos específicos	15
REFERÊNCIAS	16
ARTIGO CIENTÍFICO.....	19
Resumo	20
Abstract.....	20
1. Introdução	21
2. Material e métodos.....	22
3. Resultados e Discussões	26
4. Conclusão.....	36
Agradecimentos	37
Referências.....	37

1 INTRODUÇÃO GERAL

O fenômeno da urbanização se tornou preponderante no espaço geográfico mundial nos últimos dois séculos, impulsionado inicialmente pela industrialização e intensificado pelo avanço da globalização a partir da segunda metade do século passado, principalmente nos países em desenvolvimento. Assim, a urbanização nesses países está entre os fenômenos sociais mais importantes globalmente, embora se saiba mais sobre a urbanização do mundo desenvolvido (Chauvin *et al.*, 2017).

A tendência da urbanização é seguir os mecanismos da produção e está correlacionada aos deslocamentos populacionais em direção ao espaço urbano. A industrialização impulsiona a migração e aumenta tanto a população urbana quanto o número de indivíduos que buscam nas cidades, todos os tipos de oportunidades (Li *et al.*, 2020).

Nos diferentes países e regiões do mundo, associado ao avanço da urbanização, é comum o processo de periurbanização. As áreas periurbanas consistem nas bordas externas de regiões metropolitanas, ou seja, áreas sob influência direta ou indireta da metrópole (Leaf, 2016). Um dos principais impulsionadores da periurbanização é a migração constante da população para áreas de crescimento periurbano (Mortoja; Yigitcanlar, 2022).

Esse processo é visível nas diferentes categorias de países, entretanto, a periurbanização apresenta fatores distintos como as condições ambientais do sítio urbano, investimentos públicos estruturais e variáveis socioeconômicas. Neste sentido, os núcleos urbanos centrais das regiões metropolitanas normalmente estendem seu alcance para o periurbano, porque a metrópole tem necessidade de funções vitais como: o abastecimento de água, tratamento e descarte de efluentes, suprimento adequado de alimentos frescos e outros (Friedmann, 2016).

É importante salientar que o crescimento constante da mancha urbana é um processo distinto nos diferentes países e dentro deles. No caso do Brasil, o processo de metropolização e principalmente da criação de regiões metropolitanas está atrelado a dois fatores distintos, o caráter espacial e institucional (IPEA, 2013).

Atualmente no Brasil existem mais de 50 Regiões Metropolitanas, entretanto, seguindo a lógica de Regiões de Influência, podemos efetivamente considerar como autênticas regiões metropolitanas, apenas 15, ou seja, áreas efetivamente conurbadas e polarizadas por uma grande metrópole (IBGE, 2020). As demais regiões metropolitanas foram criadas a partir da promulgação da Constituição de 1988, quando ocorreu uma estadualização da gestão

metropolitana no país. As novas regiões metropolitanas que surgem no país estão vinculadas ao caráter institucional, em detrimento da integração socioespacial (IPEA, 2013).

Segundo o mesmo instituto de pesquisa, as regiões metropolitanas do Brasil, inclusive as mais antigas criadas na década de 1970, estão distantes de manter uma eficiente gestão integrada das Funções Públicas de Interesse Comum (FPICs): câmaras técnicas, conselhos metropolitanos, associação de municípios, conselhos setoriais, comitês com atuação no âmbito metropolitano e outras.

Com base na dinâmica da urbanização contemporânea peculiar aos países em desenvolvimento, esta pesquisa avaliou as mudanças espaciais e os impactos socioambientais do crescimento urbano dos municípios que compõem a Região Metropolitana de Macapá (RMM), localizada no extremo norte do Brasil e inteiramente dentro da Amazônia legal.

Os principais aspectos analisados foram a mudança no uso e cobertura do solo (land cover and land use - LULC), e possíveis perdas de serviços ecossistêmicos como resultado dessa alteração. A pesquisa pretende ainda responder questões voltadas ao grau de engajamento institucional da gestão pública metropolitana compartilhada e o crescimento individual de cada município dentro da RMM.

1.1 Impactos das atividades antrópicas em área urbana e nos ecossistemas e serviços ecossistêmicos

Com o adensamento urbano e conseqüentemente com a mudança da cobertura e uso do solo, os problemas socioambientais se intensificam em ritmo equivalente ao crescimento do espaço construído (Chen; Chi, 2022). A arborização das ruas, gramados e parques, florestas urbanas, lagos e córregos se configuram em serviços ecossistêmicos urbanos e são diretamente impactados pelo crescimento das cidades (Bolund; Hunhammar, 1999). Essas grandes mudanças no uso da terra, especialmente no hemisfério sul do planeta, pressionam esses serviços ecossistêmicos urbanos (Lourdes *et al.*, 2022). Com a aceleração da urbanização, há aumento da pressão sobre o ambiente e conseqüente agravamento da crise ecológica (Wang; Luo, 2022). O solo urbano tem se expandido mais rapidamente do que a população urbana, exercendo um profundo impacto negativo na conservação da biodiversidade e no sistema climático nas escalas local e global (Chen *et al.*, 2020). Dentro das manchas urbanas, até mesmo as Áreas Protegidas (APs) estão vulneráveis aos efeitos do processo de urbanização. Dependendo da categoria de proteção, algumas estão mais ameaçadas em detrimento de outras. Geralmente Unidades de Conservação (UCs) de uso sustentável, estão mais sujeitas a expansão

urbana. Em contraste, as UCs de proteção integral costumam bloquear a urbanização (Petroni; Siqueira-Gay; Gallardo, 2022).

A urbanização concentra pessoas e processos produtivos em espaços que podem impactar com maior ou menor grau de intensidade os ecossistemas e serviços ecossistêmicos, com efeitos sinérgicos e persistentes (Jatobá, 2011). Na relação entre o meio natural e urbano, a industrialização, os modos de vida e hábitos das pessoas, que vivem em cidades, podem colocar em risco o meio natural (Furtado *et al.*, 2020). Cidades com atividades antrópicas mais ligadas ao setor de processamento de matérias-primas, geralmente tendem a gerar maiores níveis de efluentes e conseqüentemente maiores problemas de ordem socioambiental. O risco dos efluentes industriais nos ecossistemas suscitam uma infinidade de questões ambientais e de saúde pública (Saravanakumar *et al.*, 2022). Além dos efluentes de origem hídrica, sejam industriais ou de origem doméstica, as cidades geram resíduos sólidos, emitem poluentes atmosféricos, reconfiguram a cobertura superficial com a impermeabilização do solo, alterando a drenagem e a percolação natural, além de pressionarem a fauna e a flora dentro de seus limites e na sua região de entorno (Flores; Da Cunha; Cunha, 2022; Jing *et al.*, 2020; WANG, 2021).

1.2 A temporalidade e a espacialidade da urbanização no mundo

Os países de industrialização clássica, ou seja, os primeiros a se industrializarem como a Inglaterra e posteriormente, Estados Unidos, Japão, Rússia e países da Europa Ocidental, também foram os primeiros a se urbanizarem. O melhor exemplo, sem dúvida, é a Inglaterra, primeiro espaço de desenvolvimento pleno do capitalismo industrial (Sposito, 1988; Adailton *et al.*, 2014). Este grupo de países se urbanizaram em um ritmo mais lento e menos caótico. Dessa maneira, houve tempo para uma estruturação melhor dos espaços urbanos nessa categoria de países. Por exemplo, nos Estados Unidos em 1800, cerca de 5% da população vivia em cidades e foi necessário mais de um século para esse percentual atingir 50%, fato que ocorreu apenas em 1920 (Zhang, 2016).

Atualmente, no grupo de países que formam as maiores economias do mundo, onde a urbanização acentuada ainda causa problemas de ordem socioambiental, as políticas públicas e as legislações ambientais são mais eficientes no combate aos efeitos negativos do processo urbano. Nesses países, de maioria demográfica urbana, seus habitantes já alcançaram uma maior percepção com relação aos cuidados ambientais (Sarkodie; Strezov, 2018). É comum nos estágios iniciais do seu desenvolvimento, um país aumentar a produção e os efeitos negativos do crescimento econômico sobre o meio ambiente. No entanto, após atingir um certo nível de desenvolvimento, os países estão dispostos a investir na melhoria da qualidade de seu meio

ambiente (Frodyma; Papiez; Śmiech, 2022). Nesse grupo de países, sua população tende a ser motivada a adotar um estilo de vida sustentável que ajude em atividades pró-ambientais, incluindo economia de água, de energia, inclusive com a adoção de fontes renováveis, reciclagem, consumo de alimentos ecologicamente corretos e uso de transporte público (Ahmed *et al.*, 2020).

Em contrapartida, nos países de industrialização tardia o fenômeno da urbanização foi intenso e desordenado (Adailton *et al.*, 2014). A industrialização desse grupo de países ocasionou uma transferência abrupta da população do meio rural para o ambiente urbano, gerando uma série de impactos nos espaços naturais e, conseqüentemente, na qualidade de vida das populações que habitam suas grandes e médias cidades. Estima-se que 93% do futuro crescimento da população urbana, ocorrerá no mundo em desenvolvimento. A maior parte do crescimento da população urbana será na Ásia, África e América Latina (Zhang, 2016).

Atualmente, com a descentralização industrial em direção à novas áreas que apresentam maiores vantagens produtivas, diversas empresas, sediadas nos países desenvolvidos, transferiram suas plantas industriais para países com status de emergente ou em fase de desenvolvimento. O impulso para o desenvolvimento industrial entre essas nações exige a exploração de recursos juntamente com o aumento da demanda de energia (Adebayo *et al.*, 2022). Conseqüentemente, com o avanço do setor produtivo industrial, os países de industrialização tardia começaram seu processo de urbanização com a transferência contínua de população rural para os espaços urbanos (Adailton *et al.*, 2014). Até o início do século XX, apenas 16 cidades no mundo, a grande maioria em países industrializados avançados, continham um milhão de pessoas ou mais. Na atualidade, quase 400 cidades no mundo contêm um milhão de pessoas ou mais, e cerca de 70% delas estão localizadas em países em desenvolvimento (Cohen, 2006). O intenso crescimento das cidades, especialmente nos países em desenvolvimento, está resultando na urbanização da pobreza e degradação ambiental em um grau acelerado (Araby, 2002).

Nos países em fase de desenvolvimento, as políticas e regulamentações ambientais não são tão rígidas quando comparadas com os países desenvolvidos. Isso se torna vantajoso para indústrias poluidoras (Sarkodie; Strezov, 2018).

A população de menor poder aquisitivo, que representa o maior percentual demográfico nesse grupo de países, tende a priorizar seu sustento, deixando para segundo plano questões relacionadas ao meio ambiente e a sustentabilidade (Khan; Yahong; Zeeshan, 2022). Observa-se que, os países pobres priorizam o crescimento econômico em detrimento dos esforços de

mitigação de emissões. E parcela significativa de sua população vive em situação de carência, dependendo principalmente dos recursos naturais para atender às suas necessidades básicas (Baloch *et al.*, 2020).

É notório que as grandes aglomerações urbanas do planeta estão em diferentes níveis de planejamento e cuidado socioambiental e que os maiores problemas na atualidade estão nos países em desenvolvimento, impactados pela urbanização e crescimento demográfico acelerado, e ausência de políticas públicas para lidar com as questões ambientais e sociais. No entanto, à medida que as cidades crescem, a sua gestão torna-se cada vez mais complexa e a velocidade e a escala da transformação urbana do mundo em desenvolvimento, são os maiores desafios da atualidade (Cohen, 2006).

Países da América Latina como o Brasil, México e Argentina, possuem índices elevados de urbanização. Da mesma forma, as áreas urbanas do Sudeste Asiático variam em tamanho e densidade populacional, desde cidades relativamente pequenas e dispersas, até megacidades densamente povoadas como Jacarta, na Indonésia (Richards; Passy; Oh, 2017). Coincidentemente, essas regiões do planeta compartilham características peculiares, pois ocupam terras de baixa ou média latitude, abrigando a maior biodiversidade do planeta. A maior parte da floresta tropical do mundo ocorre em extensas áreas da América do Sul, África e Ásia, onde a persistência de longo prazo de grandes florestas, forneceu redes ecológicas complexas, distinção evolutiva e riqueza extraordinária (Woinarki, 2010).

No Brasil, desde o início do século XX, o país mudou suas características econômicas e por consequências demográficas e espaciais, os adensamentos urbanos, principalmente no centro-sul do país, duplicaram ou triplicaram de tamanho exercendo uma pressão sobre áreas verdes remanescentes. Essas áreas precisaram ser protegidas para conter o avanço desenfreado do crescimento urbano. As APAs visam salvaguardar a biodiversidade e os valores culturais por meio da regulação do uso e cobertura do solo (UCS - sigla em inglês LULC) dentro de seus limites (Ministério Do Meio Ambiente, 2000; Petroni; Siqueira-Gay; Gallardo, 2022).

1.3 A urbanização em cidades da região amazônica e o histórico de ocupação do Amapá e da Região Metropolitana de Macapá

Na região amazônica, ainda, persistem as características de “economias de aglomeração”, concentrando enormes contingentes demográficos nas principais cidades da Amazônia Legal, como Belém e Manaus, duas grandes metrópoles regionais. Até meados do século XX, mais

precisamente nas décadas de 1950/1960, não havia conexões terrestres da Amazônia brasileira com o restante do Brasil (Fenzl *et al.*, 2020). O processo de metropolização na Amazônia, iniciado a partir da década de 1970, foi impulsionado principalmente pela construção de grandes eixos rodoviários como a Belém-Brasília, Cuiabá-Santarém e Transamazônica, adotadas durante o Governo Militar (Amorim, 2020). A partir deste período, a urbanização amazônica começa a ganhar características mais complexas, com a formação das cidades rodoviárias, impondo uma nova dinâmica da circulação na região. O modelo tradicional de ocupação, até então baseado no padrão dendrítico, foi sendo aos poucos vinculados ao novo padrão através dos eixos rodoviários. Ao longo das últimas décadas, o aumento do dinamismo das redes urbanas, nas proximidades das principais rodovias amazônicas, se refletiu nas altas taxas de crescimento populacional acima das médias nacionais (Sathler *et al.*, 2009).

Assim, apesar dos avanços empresariais e demográficos em direção à Amazônia brasileira, induzida por políticas estatais nas décadas finais do século XX, o Estado do Amapá ocupa o ranking de unidade da federação com o maior percentual de APAs. A adoção de um modelo de desenvolvimento centrado na conservação no Amapá foi parcialmente facilitada, porque o estado não tem conexões rodoviárias com o resto do Brasil e tem conexões limitadas com a vizinha Guiana Francesa (Cunha; Souza; Cardoso da Silva, 2019).

Entretanto, no caso específico da RMM, que ainda se encontra em processo de metropolização e conurbação urbana, os problemas socioambientais já começam a ser percebidos. A produção do espaço urbano da RMM surge como processo institucional, distante dos elementos característicos da metropolização no restante do país – conurbação, densidade demográfica, oferta de bens e serviços, rede de infraestrutura (Amorim, 2020).

A geografia peculiar do estado e sua posição no cenário nacional, fazem com que a capital Macapá receba um fluxo constante e cada vez maior de pessoas de todos os municípios do próprio estado e da região do Marajó-PA.

A RMM, foi instituída pela Lei Complementar Estadual n.º 21, de 26 de fevereiro de 2003, constituída pelos municípios de Macapá e Santana. Posteriormente, foi realizada a inclusão do Município de Mazagão, pela Lei Complementar Estadual n.º 95, de 17 de maio de 2016. Sua lógica é fortemente influenciada e tem uma relação direta com as ilhas do Golfão Marajoara, que pertencem ao estado do Pará (Amorin, 2020).

Vale lembrar que apesar de ser a menor região geográfica do estado, a RMM é a região onde se concentram mais 76% de toda a sua população absoluta (IBGE, 2021). É importante

investigar se as políticas públicas, como o plano gestor dos municípios e a sua devida integração e gestão no gerenciamento urbano dos novos assentamentos, estão impactando negativamente no avanço sobre as áreas verdes e cursos hídricos remanescentes e se o crescimento urbano e demográfico está interferindo nos serviços ecossistêmicos da região.

É importante salientar que, o sítio urbano das cidades que compõem a RMM, como a maioria das cidades da Amazônia de formação antiga, segue o modelo dendrítico localizando-se na região da várzea amazônica. Até 1960 a urbanização se estruturava em uma rede dendrítica orientada por uma lógica fluvial, com cidades estrategicamente localizadas para conquista e defesa – remetendo ao processo de colonização (Côrtes; Silva, 2021).

Outro aspecto relevante a ser analisado são os resultados dos impactos socioambientais do crescimento urbano e populacional diferenciado entre os três municípios da RMM, e suas diferentes dinâmicas de conurbação, integração e cooperação institucional, no que concerne o gerenciamento das políticas e resoluções dos problemas relacionados aos aspectos socioambientais. A presença de um processo de conurbação em vias de consolidação entre Macapá e Santana e a inauguração da ponte do Rio Matapi, que liga Santana ao município de Mazagão, no início do ano de 2017, é um elemento recente nessa integração estrutural (Amorim, 2020).

2 PROBLEMA

De que forma o crescimento urbano da Região Metropolitana de Macapá (RMM) vem afetando os ecossistemas remanescentes na sua área de expansão, como as sub-bacias hidrográficas do Igarapé da Fortaleza, do Rio Curiaú, do Rio Matapí e sua cobertura natural florestal e não florestal?

3 HIPÓTESE

O rápido crescimento urbano da RMM pode estar associado a processos induzidos por investimentos estruturais em áreas de expansão, como eixos rodoviários ou investimentos públicos e privados. Por exemplo, edificações de conjuntos habitacionais populares ou de melhor padrão econômico, abertura de novos loteamentos, investimentos comerciais em áreas de expansão.

4 OBJETIVOS

Objetivo geral

Avaliar os impactos ambientais do crescimento urbano dos municípios que compõem a RMM e suas implicações com a mudança na cobertura e uso do solo.

Objetivos específicos

- Analisar o crescimento urbano da RMM em um período de 30 anos (1990 – 2019), traçando um padrão de análise do processo de urbanização e alteração da cobertura e uso do solo bem como o grau de expansão de cada município.
- Levantar dados sobre os ecossistemas existentes na RMM considerando as áreas protegidas (Áreas de Proteção Ambiental da Fazendinha e do Rio Curiaú).
- Avaliar o nível de engajamento institucional entre os municípios que compõem a RMM e sua capacidade de articulação na resolução de problemas e governança metropolitana e se existe algum mecanismo ambiental comum no plano metropolitano.

REFERÊNCIAS

- Silva, J.A.B.; Barroso, R de C. A.; Auro, J.R; Costa, S.S.; Fontana, R.L.M. A Urbanização no Mundo Contemporâneo e os Problemas Ambientais. **Ciências Humanas e Sociais Unit | Aracaju**, 2014.
- Adebayo, T. S.; Onifade, S. T.; Alola, A. A.; Muoneke, O. B. Does it take international integration of natural resources to ascend the ladder of environmental quality in the newly industrialized countries? **Resources Policy**, v. 76, 1 jun. 2022.
- Ahmed, Z.; Zafar, M. W.; Ali, S.; Danish. Linking urbanization, human capital, and the ecological footprint in G7 countries: An empirical analysis. **Sustainable Cities and Society**, v. 55, 1 abr. 2020.
- Amorim, J. P. D. A. O processo de formação e metropolização da região metropolitana de Macapá – breves reflexões. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 23, p. 45, 7 fev. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/39329>>.
- Araby, M. El. **Urban growth and environmental degradation The case of Cairo, Egypt**Cities. [s.l: s.n.] 2002. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/cities>.
- Baloch, M. A.; Danish; Khan, S. U. D.; Ulucak, Z. Ş. Poverty and vulnerability of environmental degradation in Sub-Saharan African countries: what causes what? **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 54, p. 143–149, 1 set. 2020.
- Bolund, P.; Hunhammar, S. **Ecosystem services in urban areas**Ecological Economics. [s.l: s.n.] 1999.
- Chauvin, J. P.; Glaeser, E.; MA, Y.; TOBIO, K. What is different about urbanization in rich and poor countries? Cities in Brazil, China, India and the United States. **Journal of Urban Economics**, v. 98, p. 17–49, 1 mar. 2017.
- Chen, G.; Li, X.; Liu, X.; Chen, Y.; Liang, X.; Leng, J.; Xu, X.; Liao, W.; Qiu, Y.; Wu, Q.; Huang, K. Global projections of future urban land expansion under shared socioeconomic pathways. **Nature Communications**, v. 11, n. 1, 1 dez. 2020.
- Chen, W.; Chi, G. Urbanization and ecosystem services: The multi-scale spatial spillover effects and spatial variations. **Land Use Policy**, v. 114, 1 mar. 2022.
- Cohen, B. Urbanization in developing countries: Current trends, future projections, and key challenges for sustainability. **Technology in Society**, v. 28, n. 1–2, p. 63–80, 2006.
- Côrtes, J. C.; Silva Júnior, R. D. da. The Interface Between Deforestation and Urbanization in the Brazilian Amazon. **Ambiente & Sociedade**, v. 24, 2021.
- Cunha, H. F. A.; Souza, A. F. De; Cardoso Da Silva, J. M. Public support for protected areas in new forest frontiers in the Brazilian Amazon. **Environmental Conservation**, 2019.
- Fenzl, N.; Sombra, D.; Canto, O. do; Farias, A.; Nascimento, F. Os Grandes Projetos e o Processo de Urbanização da Amazônia Brasileira: Consequências Sociais e Transformações Territoriais. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 5, n. 19, p. 202002, 22 jan. 2020.
- Flores, C. A. R.; Da Cunha, A. C.; Cunha, H. F. A. Solid waste generation indicators, per capita, in Amazonian countries. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 22, p. 33138–33151, 1 maio 2022.
- Friedmann, J. **The future of periurban research**CitiesElsevier Ltd, 1 abr. 2016.
- Frodyma, K.; Papiez, M.; Śmiech, S. Revisiting the Environmental Kuznets Curve in the

European Union countries. **Energy**, v. 241, 15 fev. 2022.

Furtado, L. S.; Alvez, L. R. de M.; Macedo, A. B. F. de; Pinto, Á. J. de A.; Tourinho, H. L. Z.; Raiol, R. D. O. Impactos ambientais oriundos do crescimento urbano/demográfico: um estudo no bairro da Pedreira, Belém/PA. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 7, p. 484–500, 10 ago. 2020.

IBGE. **Regiões de Influência das Cidades - IBGE**, 2018.

IPEA. **Volume 1 Regiões Metropolitanas 40 anos de no Brasil Série Rede Ipea Projeto Governança Metropolitana no Brasil**, 2013.

Jatobá, S. U. S. **Urbanização, Meio Ambiente e Vulnerabilidade Social**, 2011.

Jing, R.; Liu, T.; Tian, X.; Rezaei, H.; Yuang, C.; Qian, J.; Zang, Z. Sustainable strategy for municipal solid waste disposal in Hong Kong: current practices and future perspectives. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, n. 23, p. 28670–28678, 18 ago. 2020. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s11356-020-09096-2>>.

Khan, S.; Yahong, W.; Zeeshan, A. Impact of poverty and income inequality on the ecological footprint in Asian developing economies: Assessment of Sustainable Development Goals. **Energy Reports**, v. 8, p. 670–679, 1 nov. 2022.

Leaf, M. **The politics of periurbanization in Asia** CitiesElsevier Ltd, 1 abr. 2016.

Li, X.; Hui, E. C. man; Lang, W.; Zheng, S.; Qin, X. Transition from factor-driven to innovation-driven urbanization in China: A study of manufacturing industry automation in Dongguan City. **China Economic Review**, v. 59, 1 fev. 2020.

Lourdes, K. T.; Hamel, P.; Gibbins, C. N.; Sanusi, R.; Azhar, B.; Lechner, A. M. Planning for green infrastructure using multiple urban ecosystem service models and multicriteria analysis. **Landscape and Urban Planning**, v. 226, p. 104500, out. 2022. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169204622001499>>.

Petroni, M. L.; Siqueira-Gay, J.; Gallardo, A. Understanding land use change impacts on ecosystem services within urban protected areas. **Landscape and Urban Planning**, v. 223, 1 jul. 2022.

Mortoja, M. G.; Yigitcanlar, T. Factors influencing peri-urban growth: Empirical evidence from the Dhaka and Brisbane regions. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 26, 1 abr. 2022.

Richards, D. R.; Passy, P.; Oh, R. R. Y. Impacts of population density and wealth on the quantity and structure of urban green space in tropical Southeast Asia. **Landscape and Urban Planning**, v. 157, p. 553–560, 1 jan. 2017.

Saravanakumar, K.; De Silva, S.; Santosh, S. S.; Sathiyaseelan, A.; Ganeshalingam, A.; Jamla, M.; Sankaranarayanan, A.; Priya, V. V.; Mubarakali, D.; Lee, J.; Thiripuranathar, G.; Wang, M.H. Impact of industrial effluents on the environment and human health and their remediation using MOFs-based hybrid membrane filtration techniques. **Chemosphere**, p. 135593, jul. 2022. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0045653522020860>>.

Sarkodie, S. A.; Strezov, V. Empirical study of the Environmental Kuznets curve and Environmental Sustainability curve hypothesis for Australia, China, Ghana and USA. **Journal of Cleaner Production**, v. 201, p. 98–110, 10 nov. 2018.

Sathler, D.; Monte-Mór, R. L.; Alberto, J.; De Carvalho, M. **As redes para além dos rios: urbanização e desequilíbrios na Amazônia brasileira**, 2009.

Sposito, M. E. B. **Capitalismo e Urbanização**, 1988. Disponível em:
<<http://groups.google.com/group/viciados-em-livros1>>.

Wang, B.; Luo, L. Service value of a bay city ecosystem based on green buildings and landscape pattern changes. **Sustainable Computing: Informatics and Systems**, v. 35, p. 100758, set. 2022. Disponível em:
<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2210537922000907>>.

Zhang, X. Q. The trends, promises and challenges of urbanisation in the world. **Habitat International**, v. 54, p. 241–252, 1 maio 2016.

ARTIGO CIENTÍFICO

**Região Metropolitana de Macapá: Expansão Urbana e Impactos Ambientais na
Amazônia Setentrional**

Artigo submetido ao periódico “Revista Brasileira de Geografia Física”

Região Metropolitana de Macapá: Expansão Urbana e Impactos Ambientais na Amazônia Setentrional

José Otávio Moreira Vasconcelos ^a, Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha ^b

^a Geógrafo. Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), Rodovia Josmar Chaves Pinto, km 02, S/N, Jardim Marco Zero, Amapá, 66.900-000, Brasil.

^b Dra em Ciências da Engenharia Ambiental (CRHEA-USP), Professora Titular, Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), Rodovia Josmar Chaves Pinto, km 02, S/N, Jardim Marco Zero, Amapá, 66.900-000, Brasil.

Resumo

Um dos fenômenos mais intensos vivenciados na atualidade é o avanço da urbanização nas mais diversas sociedades, com efeitos temporais e espaciais diversos. A concentração demográfica nos ambientes urbanos, formando adensamentos humanos em determinadas regiões geográficas, tem ocasionado impactos de ordem socioambiental sem precedentes. Esta pesquisa teve como objetivo principal analisar quais espaços naturais vêm sendo mais afetados pela expansão da área antropizada da Região Metropolitana de Macapá (RMM), localizada na porção Setentrional do Brasil. A metodologia contou com a análise de imagens geoespaciais e informações ambientais acerca da área de estudo, no espaço temporal que compreendeu o período de 1990/2019. A partir do geoprocessamento de imagens e do teste estatístico das informações, foi possível constatar o aumento contínuo de área antropizada nos três municípios que compõem a RMM. Pode-se concluir que, de todas as classes ambientais analisadas, apenas a classe “florestal savânica” e “transição de superfície de água” apresentaram alterações significativas, enquanto a classe “área urbanizada” manteve seu padrão de crescimento, oscilando em períodos de maior e menor expansão.

Palavras-chave: Impactos socioambientais; mudança espaço-temporal; urbanização.

Abstract

One of the most intense phenomena experienced today is the advance of urbanization in various societies, with diverse temporal and spatial effects. The demographic concentration in urban environments, forming human agglomerations in certain geographical regions, has caused unprecedented socio-environmental impacts. This research aimed to analyze which natural spaces have been most affected by the expansion of the anthropized area of the Metropolitan Region of Macapá (RMM), located in the Northern portion of Brazil. The methodology involved the analysis of geospatial images and environmental information about the study area,

in the temporal space that comprised the period from 1990/2019. From the geoprocessing of images and statistical modeling of information, it was possible to verify the continuous increase in the anthropized area in the three municipalities that make up the RMM. It can be concluded that of all the environmental classes analyzed, only the “savanna forest” and “water surface transition” classes showed significant changes, while the “urbanized area” class maintained its growth pattern, oscillating in periods of greater and lesser expansion.

Keywords: Socio-environmental impacts; spatio-temporal change; urbanization.

1. Introdução

A transferência gradual da população de ambientes rurais para os espaços urbanizados é uma tendência mundial, que tem se mantido e se acentuado com diferentes graus de intensidade, temporalidade e espacialidade. Adensamentos humanos cada vez maiores, principalmente nos países em desenvolvimento, estão causando uma série de impactos de ordem socioambiental sem precedentes. Essas situações têm contribuído para diversos problemas relacionados a urbanização, como poluição ambiental, congestionamentos, supressão de áreas verdes e degradação da qualidade de vida (Zhang, 2016).

No caso da América latina e especificamente do Brasil, os aglomerados urbanos têm apresentado um grande adensamento populacional e um espraiamento urbano cada vez maiores. O espraiamento de uma cidade ocorre quando o crescimento urbano desconcentrado, deixa vazios urbanos dentro da mancha urbana (Nadalín; Iglioni, 2015). Atualmente, mais de 75% dos latino-americanos vivem em cidades, algumas imensas como São Paulo, que após a segunda metade do século XX, tornou-se a maior megacidade da América Latina (Martincoy, 2014).

O discurso de que a modernidade reside na cidade e é preciso transformar o campo num grande produtor, avaliza o processo de expropriação e expulsão das populações rurais, que passam a migrar para a cidade, enchendo-a e iniciando um processo de crescimento das periferias (De Melo, 2018). Como resultado, surgem comunidades satélites dispersas e descontínuas (Talkhabi et al., 2022).

O espraiamento urbano desencadeia a periurbanização dos núcleos urbanos, que ao crescerem acabam se interconectando com regiões periurbanizadas de outras cidades, ocasionando manchas urbanas cada vez maiores. Os núcleos urbanos se expandem e favorecem o surgimento das várias aglomerações urbanas nas regiões metropolitanas, que consistem em uma grande cidade central e sua zona de influência (Moreira; Chaveiro, 2007).

Paralelo ao aumento da mancha urbana, são percebidas mudanças nos ecossistemas, que estão na área de influência direta e indireta da metrópole e suas cidades satélites. Nas cidades,

espaços cada vez mais antropizados suprimem espaços naturais causando uma série de problemas. Esses problemas incluem a poluição do ar, dos recursos hídricos, má gestão de resíduos urbanos e degradação de áreas verdes (Cobbinah et al., 2017).

Com base na dinâmica da urbanização contemporânea, peculiar aos países em desenvolvimento, este artigo avaliou as mudanças espaciais e os impactos socioambientais do crescimento urbano dos municípios que compõem a Região Metropolitana de Macapá (RMM), localizada no extremo norte do Brasil, Amazônia Oriental. A pesquisa possui três objetivos: (1) analisar a mudança no uso e cobertura do solo (land cover and land use - LULC), no período de 1990 a 2019, para verificar a intensidade e velocidade do crescimento urbano nos três municípios da RMM, e que tipo de ecossistema ou ecossistemas foram os mais impactados pela expansão das suas manchas urbanas; (2) analisar se Áreas de Proteção Ambiental (APAs), dentro da região metropolitana de Macapá, estão conseguindo conter o crescimento da área antropizada ou se estão sendo impactadas pelo avanço da urbanização; (3) avaliar o nível de engajamento institucional entre os municípios que compõem a RMM e sua capacidade de articulação na resolução de problemas e governança metropolitana e se existe algum mecanismo ambiental comum no plano metropolitano.

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

A Região Metropolitana de Macapá (Figura 1) se encontra a leste do estado do Amapá e a oeste da ilha de Marajó/PA. Esta região é formada pelos municípios de Macapá, Santana e Mazagão.

O município de Macapá, capital do estado do Amapá, possui uma área total de 6.563,849 km² e conta com uma população de 442.933 habitantes (IBGE, 2022). É a maior e mais populosa cidade da RMM e do estado. O Índice de Desenvolvimento Humano do município era de 0,733 (IBGE 2010) e suas principais fontes de rendimentos são obtidas majoritariamente do setor de serviços, seguida pela participação industrial e agropecuária. O PIB de Macapá correspondia a 98º no ranking nacional de municípios do país e primeiro lugar no ranking estadual (IBGE, 2019).

Com relação a cobertura e uso do solo, o município de Macapá apresenta cobertura natural florestada (formação florestal, savânica e manguezais) e cobertura natural não florestada (campos alagados, áreas pantanosas e formação campestre) (MapBiomass, 2022).

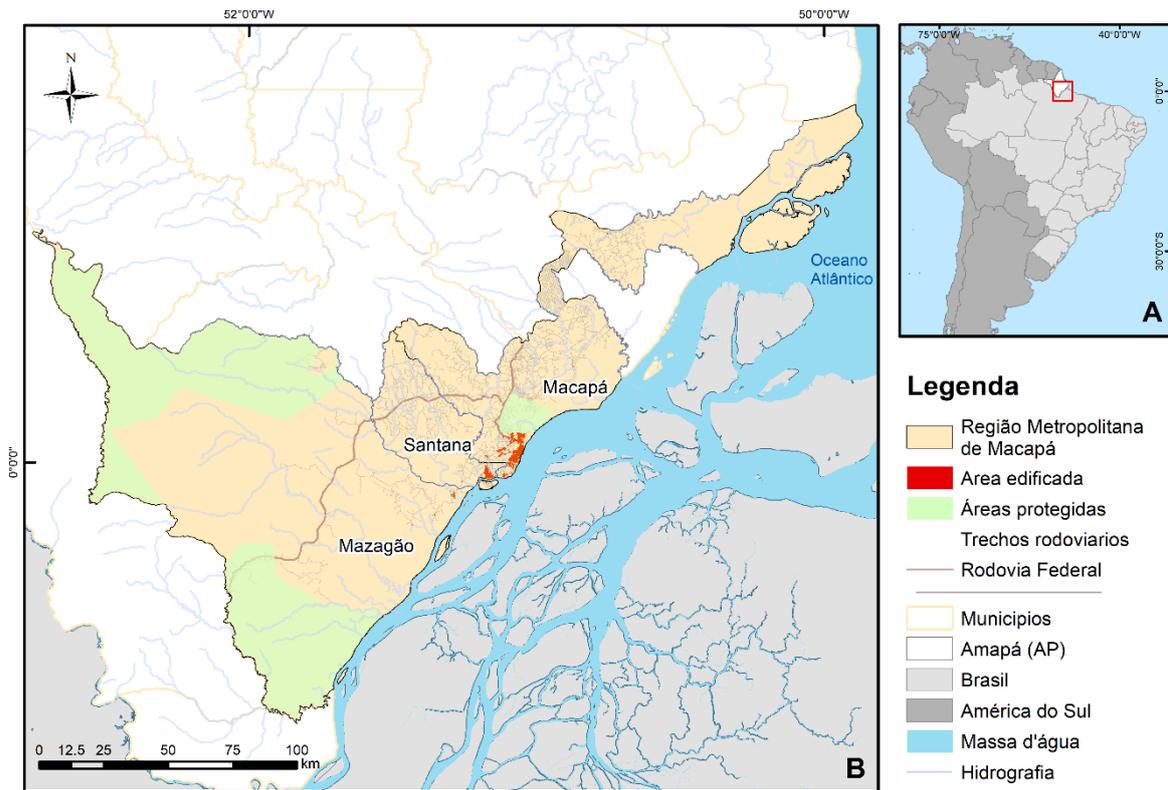


Figura 1 - Região Metropolitana de Macapá. Autores (2023)

O município de Santana possui a segunda maior área urbana do estado do Amapá com uma população de 107.618 habitantes (IBGE 2022). Em área territorial é o menor município da região metropolitana com 1.541.224 km² (IBGE, 2021). Juntamente com Macapá, as duas cidades se encontram em processo de conurbação e possuem maior interação social, econômica e institucional. Com relação à economia, Santana possui o segundo maior PIB da RMM e do estado do Amapá, mas em termos nacionais ocupa a 462^a posição. O município também obtém suas receitas, predominantemente, do setor terciário (serviços), seguido pelo setor secundário e primário (IBGE, 2019). No que diz respeito ao Desenvolvimento Humano, Santana apresenta um IDH de 0,692 considerado médio, colocando o município na terceira posição no panorama estadual e 2134^o em abrangência nacional (2010). O município de Santana apresenta cobertura natural florestada composta apenas por formação florestal e savânica e sua cobertura não florestal é composta por campos naturais, campos alagados e áreas pantanosas (MapBiomias, 2022).

O município de Mazagão conta com uma população de 21.924 habitantes (IBGE, 2022). Dentro da RMM, Mazagão é o menor município em população e domínio urbano, mais o de maior extensão territorial com uma área de 13.294,778 km². Em termos ambientais, Mazagão

se destaca de maneira positiva no contexto da região metropolitana, pois mantém a maior parte de sua cobertura natural preservada. Já no Desenvolvimento Humano, apesar de avançar em relação ao censo do ano 2000 (IDH de 0,434), o município ainda se encontra ranqueado com IDH baixo (0,592) (IBGE, 2010). Entre os dezesseis municípios do Amapá, Mazagão é a 8ª maior economia e entre os municípios brasileiros ocupa a posição de 2031 (IBGE, 2019). Diferente de Macapá e Santana, cujo setor industrial corresponde a segunda maior participação econômica, em Mazagão este setor é incipiente e a agropecuária é responsável por gerar a segunda maior arrecadação, destacando ainda o crescimento da silvicultura e da mineração.

Com relação aos aspectos naturais, a cobertura florestal amazônica é predominante com um percentual muito baixo de savanas (MapBiomas, 2022). Quanto a formação natural não florestada, predominam as formações campestres com a presença em menor percentual de campos alagados e áreas pantanosas.

Os três municípios da RMM, são drenados pela Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas e pelas sub-bacias do Rio Matapi, Rio Curiaú e bacias Setentrional e Meridional do Igarapé da Fortaleza (Ana - Agência Nacional de Águas, 2015).

2.2 Etapa 1: Métodos de coleta de dados

Para os dados de sensoriamento remoto e Sistema de Informações Geográficas (SIG), as imagens foram coletadas na plataforma MapBiomas (<https://mapbiomas.org/>) (Souza *et al.*, 2020).

Foi realizado um levantamento, coleta e compilação de informações em periódicos, teses, dissertações com temáticas sobre os impactos ambientais nos mais diversos tipos de ambientes urbanos e especificamente na RMM.

As informações acerca de levantamentos de indicadores demográficos como número de habitantes dos municípios, foram coletadas no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (site www.ibge.gov.br).

Os dados ambientais foram coletados na Secretaria de Estado do Meio Ambiente SEMA (informações sobre as APAs da Fazendinha e Curiaú), e na plataforma MapBiomas, onde foram utilizadas informações como: cobertura natural florestal (formações arbóreas) e formação natural não florestal (herbáceas ou arbustivas). Quanto a área antropizada, a categoria analisada foi a área urbanizada e no aspecto água, foi utilizada a classe transição de superfície de água.

As informações referentes a gestão da RMM foram levantadas na esfera da gestão municipal, principalmente nas Secretarias Municipal de Governo e de Planejamento da cidade de Macapá.

2.3 Etapa 2: Processamento e análise dos dados

As imagens da área de estudo foram submetidas ao processamento no software ArcGis, para gerar informações cartográficas de temporalidades diferentes do espraiamento urbano das áreas construídas, ou seja, áreas que foram antropizadas e conseqüentemente a partir de sua análise foram identificados os impactos visíveis sobre os espaços naturais, com as prováveis mudanças na cobertura e uso do solo. As imagens geraram informações cartográficas (mapas) dos anos de 1990/2000, 1990/2010 e 1990/2020 que foram utilizadas como parâmetros para identificar o crescimento da mancha urbana da RMM no período, individualizando a antropização de cada unidade municipal dentro da RMM.

As informações referentes as APAs e as classes dentro do MapBiomas foram inicialmente tabuladas utilizando o software Excel, para posteriormente serem submetidas a teste estatístico. O teste estatístico dos dados socioambientais da RMM utilizou o software R (versão 4.2.1), tendo como base para as hipóteses a margem do p-valor de 5%, onde foram utilizados os testes de aderência e de correlação. Para os dados que não apresentaram normalidade foram aplicados os testes para não-normalidade. A partir disso, a ANOVA ou o Kruskal–Wallis foram utilizados para modelagem linear avaliando-se adequadamente as premissas, e posteriormente, foi aplicado o teste de comparação múltipla (paramétrica ou não-paramétrica) (Tabela 1).

Tabela 1 – Estratégia sequencial para teste estatístico em dados paramétricos e não-paramétricos.

	Dados Paramétricos	Pacote no R	Dados Não-paramétricos	Pacote no R
Teste de Aderência	shapiro.test		shapiro.test	
Teste de Correlação	cor.test (method="pearson")	<i>stats</i> (R CORE TEAM, 2020)	cor.test (method="spearman")	<i>stats</i> (R CORE TEAM, 2020)
Análise de variância	anova e lm		kruskal.test	
Teste de homocedasticidade	bartlett.test		-	-
Teste de Comparação múltipla	HSD.test	<i>agricolae</i> (MENDIBUR U, 2020)	posthoc.kruskal.nemen yi.test	<i>PMCMR</i> (POHLERT, 2014)

O teste estatístico subsidiou as informações cartográficas, com o intuito de mensurar que tipo de espaços naturais foram modificados, em detrimento do aumento da área urbanizada.

Tal metodologia similar foi bem empregada na literatura (Branoff e Martinuzzi, 2020; Mortoja e Yigitcanlar, 2022).

Os dados sobre a expansão urbana da área na RMM foram tabulados e tratados para a análise de correlação entre as 12 variáveis (Áreas em hectares: Urbana - urb, Florestal - flo, Savânica - sav, Manguezais - man, Pantanosas - pan, Campestre - cam, Transição de Superfície de Água - tsa, Agropecuária - agro, Total Verde - totV, Total Natural - totN, Natural Florestal - NatF, Não Florestal - NF).

A variável totV é o somatório das variáveis flo, sav, man, pan e cam, enquanto para totN é o somatório do totV com a tsa. No caso da NatF representa o somatório flo, sav e man, e NF é o somatório da área pantanosa e cam.

2.4 Etapa 3: Interação da gestão metropolitana

Os dados levantados sobre os possíveis organismos, mecanismos ou instituições integradas da gestão pública compartilhada dentro da RMM, foram apresentados de forma descritiva, analisando o grau de interação dos municípios na RMM. Para isso, foram levantadas informações na Secretaria Municipal de Governo e de Planejamento da cidade de Macapá sobre possíveis Funções Públicas de Interesse Comum (FPICs) entre Macapá, Santana e Mazagão a exemplo de conselhos metropolitanos, câmaras técnicas, comitês metropolitanos e conselhos setoriais, para mensurar o seu nível de cooperação institucional principalmente em questões relacionadas ao meio ambiente.

Os dados do teste estatístico subsidiaram o estudo, com informações referentes ao grau de crescimento da mancha urbana entre os três municípios estudados, a fim de demonstrar se os municípios apresentam a mesma consistência de expansão.

3. Resultados e Discussão

As imagens obtidas por sensoriamento remoto mostraram que houve uma expansão da área urbana dos municípios na RMM no período analisado. A cartografia apresenta uma mudança na cobertura e uso do solo dos três municípios, com destaque maior para a expansão da mancha urbana de Macapá e Santana (Figura 2).

Na expansão urbana da RMM, os fluxos de atração se dão pela dinâmica que prevalece no Norte do Brasil. Quando algumas cidades concentram funções urbanas em locais pontuais da imensa região, atraem fluxos populacionais do seu entorno imediato. No caso em estudo, esses fluxos têm origem no interior do estado e no golfão marajoara (Amorim, 2020).

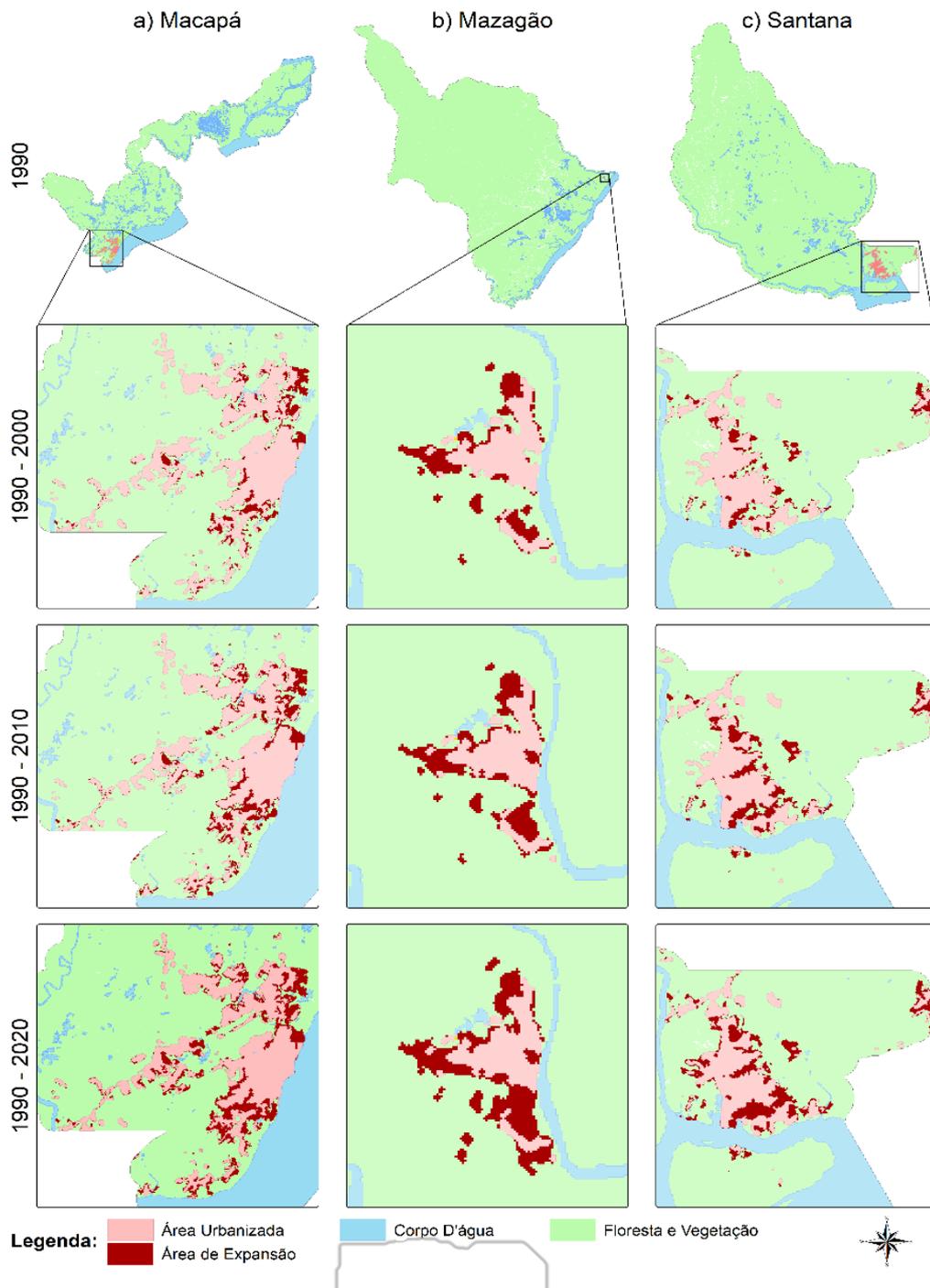


Figura 2 - Expansão urbana de Macapá, Santana e Mazagão. Autores (2023).

O crescimento contínuo, desde a década de 1990, dos três municípios da RMM, impacta de maneira mais intensa Macapá. Por ser a maior cidade, apresenta a maior dinâmica estrutural. Isso ocasiona um maior aporte demográfico que, por sua vez, amplia sua mancha urbana em ritmo mais intenso que os demais entes metropolitanos. A dinâmica de expansão observada em Macapá e Santana e, de maneira mais discreta, em Mazagão, resulta do surgimento das rodovias que permeiam os três municípios, a Rodovia AP-010 (Josmar Chaves Pinto), por onde Macapá

e Santana conurbam de maneira mais acentuada, tendo como barreira natural a APA da Fazendinha; a AP-020 (Duca Serra) que interliga os três municípios; e AP-070 (rodovia do Curiaú) onde a APA do Curiaú bloqueia parcialmente a expansão, apesar de ser cortada pela rodovia.

A falta de planejamento urbano provoca grandes desafios entre o crescimento e a preservação/conservação ambiental. Nas cidades da Amazônia como Belém, Manaus e Macapá, a expansão urbana tem eliminado ou fragmentado de maneira acentuada os espaços naturais. Geralmente essas áreas de expansão são ocupadas por população de menor renda, que precisam coabitar com problemas de ordem socioambiental, como falta de estrutura urbana e ocupação de áreas suscetíveis a risco, que no caso de cidades amazônicas, ficam sujeitas a inundações periódicas, como as áreas de ressaca (regiões de terras úmidas sujeitas a inundações sazonais) (Furtado et al., 2020).

Em Macapá e Santana são comuns as ocupações em áreas de ressaca. Por vezes, tais ocupações convergem, interligando mais de um bairro através de palafitas, a exemplo de bairros da Zona Sul de Macapá como Zerão e Congós. Nestas áreas inexistem qualquer forma de planejamento ou serviços de infraestrutura por parte do poder público, como fornecimento de água potável e energia de forma eficiente ou segura. Todas as formas de resíduos ou efluentes não são, devidamente, recolhidos ou tratados, levando riscos à saúde e violação da cidadania dos moradores. Esses problemas impactam essas áreas de ressacas que são ecossistemas frágeis que ficam comprometidos pelo avanço da área antropizada de Macapá e Santana (Takiyama, 2012).

Análise da expansão dos municípios na RMM

A compreensão da expansão do crescimento urbano na RMM por seus municípios é mostrada em forma de estimativas médias por década observada (Figura 3). Dentro dos anos observados foi calculado o percentual representativo desses municípios à RMM em que $80,96 \pm 0,10\%$ são majoritariamente pela cobertura de Macapá, $17,25 \pm 0,07\%$ são respectivos ao município de Santana e $1,80 \pm 0,04\%$ são de área urbana de Mazagão. Assim, observou-se que Macapá é um dos principais contribuidores da expansão metropolitana.

A expansão de manchas urbanas geralmente se dá a partir de espaços naturais, podendo bloquear corredores ecológicos, fragmentar a paisagem e afetar a dispersão natural das plantas e a migração de animais (Li et al., 2023).

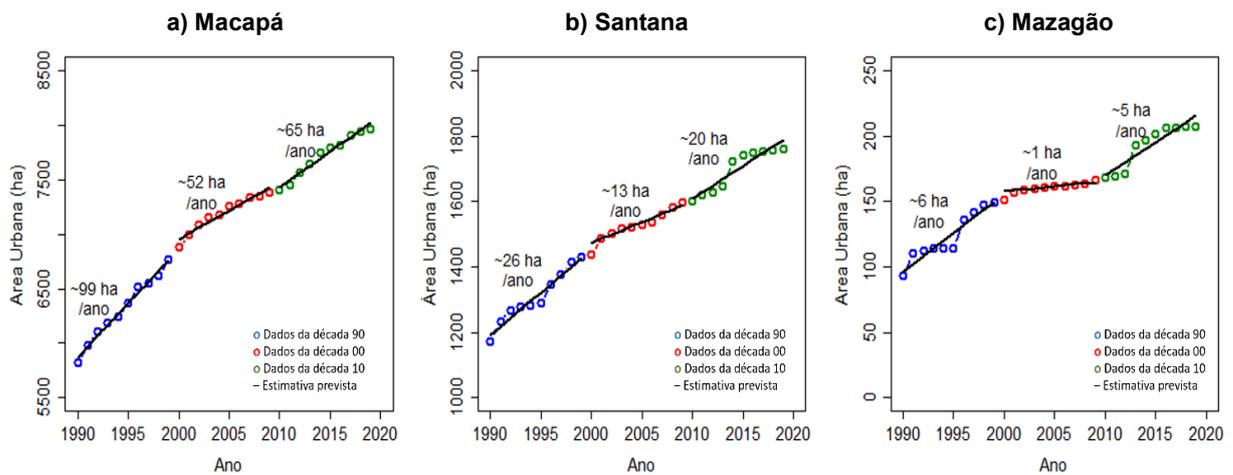


Figura 3 – Valores de área urbana em hectares ao longo do ano de 1990-2019 para Macapá (a), Santana (b) e Mazagão (c). Em destaque, taxa média estimada por ano dentro das décadas.

Em menção a expansão por município, os dados observados atenderam as análises respectivas a ANOVA e seus pressupostos. Desta forma, observamos como a taxa média de hectare urbana ao ano é positiva em todos os períodos por município ressaltando o seu crescimento contínuo. Macapá teve um crescimento médio de ~99 ha de área urbana nos anos 90 e após isso reduziu sua taxa para ~65 ha/ano. Santana teve uma taxa média inicial de ~26 ha de área urbana/ano e levemente reduziu para cerca de ~20 ha. No município de Mazagão menores taxas são observadas no período em ~6 ha de área urbana, com brusca queda a ~1 ha por ano e aumento da taxa para ~5 ha/ano.

Análises dos dados ambientais

Foram realizados os testes na distribuição dos dados tanto por décadas (dec) do período, quanto pelos 30 anos. Após isso foi efetuado os testes de correlação (Tabela 2). Os valores em destaque na matriz são aqueles que atendem aos testes estatísticos paramétricos e que possuem valores diferentes dos valores entre -0,5 a 0,5 ($\neq 0,5$), ou seja, são os que possuem correlação entre si. Destas avaliações as variáveis respostas savânica, área pantanosa e transição de superfície de água foram as mais representativas com os demais fatores socioambientais em conjunto com a variável preditora urbana, assim foram escolhidas para representar o comportamento das demais variáveis.

Tabela 2 – Resultado dos valores de correlação entre as variáveis socioambientais da RMM no período de 30 anos.

	urb	Flo	sav	Man	pan	cam	Tsa	agro	totV	totN	NatF
Flo	*										
Sav	0,6217	0,6861									
Man	-0,5227	*	*								
Pan	-0,5268	*	*	*							
Cam	*	*	*	*	-0,5082						
Tsa	-0,6773	*	-0,5956	0,6667	*	-0,5281					
Agro	*	-0,6098	*	*	*	*	*				
totV	*	*	*	*	*	0,9365	*	*			
totN	*	*	*	*	*	0,8043	*	*	0,8957		
NatF	*	0,9946	0,6398	*	*	*	*	-0,6438	*	*	
NF	*	*	*	*	*	0,9515	-0,5106	*	0,9666	0,8477	*

Efeito temporal nas variáveis urb, sav, pan e tsa

A partir dos testes observados (Tabela 3) houve normalidade e homogeneidade dos dados nesta periodicidade para as variáveis urbana e savânica, mas para as demais variáveis (pantanosa e transição de superfície de água) houve violação no teste de homocedasticidade. Dessa maneira, a ANOVA foi aplicado apenas para as variáveis urbana e savânica, para as variáveis área pantanosa e de transição de superfície de água, aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis para as décadas (dec) do período.

Nos resultados obtidos pela ANOVA (Tabela 3), os dados da variável urbana são explicáveis em até 87,33% pelos grupos apresentados por décadas e há diferença média entre um grupo ou mais. Para a variável savânica o comportamento é explicado em cerca de 63,7% e apresenta diferença em pelo menos um dos grupos avaliados. Na avaliação por Kruskal-Wallis somente transição de superfície de água mostra que há pelo menos um grupo que se diferencia dos demais, enquanto para área pantanosa, os grupos possuem valores medianos semelhantes nas décadas observadas.

Tabela 3 - ANOVA para as variáveis urbana e sav, e Kruskal-Wallis para as variáveis área pantanosa e tsa.

ANOVA					Kruskal-Wallis			
Resposta	Urb				Resposta	Pan		
Fonte	GL	SQ	Fcalc	p-valor		GL	χ^2	p-valor
dec	2	1,77.10 ⁷	93,08	<0,001*	Dec	2	2,8167	0,2445
Resíduos	27	2,56.10 ⁶						
Resposta	Sav				Resposta	Tsa		
Fonte	GL	SQ	Fcalc	p-valor		GL	χ^2	p-valor
Dec	2	1,36.10 ⁶	22,81	<0,001*	Dec	2	16,059	<0,001*
Resíduos	26	7,75.10 ⁵						

* Valor significativo para p-valor<0,05

Na Figura 4 observa-se que, a partir da virada do milênio, há mudanças em algumas áreas. Como mostrado nos gráficos, houve diferença significativa para as variáveis urbana, savânica e transição de superfície de água nos últimos 30 anos, sendo mostrado o aumento significativo na área urbana e savânica, mas redução na área de transição de água superficial. No entanto, não foram observadas mudanças significativas na mediana das áreas pantanosas (Pan) no período de 1990 a 2019.

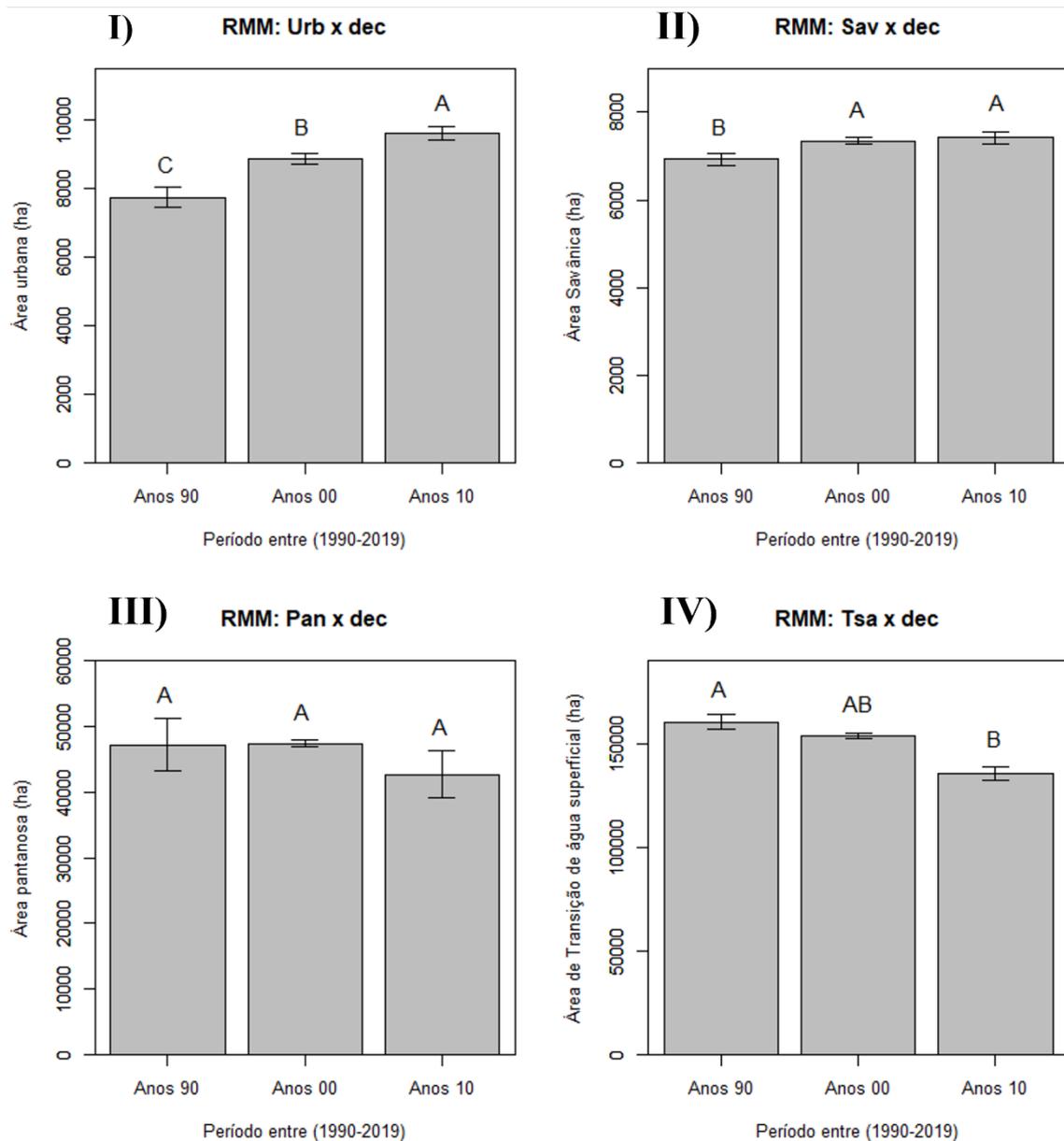


Figura 4 – Gráfico de barras com erro padrão calculados pela média (I - II) e mediana (III - IV) e classificação dado pelos testes post-hoc. Letras iguais indicam resultados equivalentes.

Análise da expansão urbana nas áreas sav, pan e tsa

As Tabelas 4, 5 e 6 mostram os resultados para a avaliação de ANOVA, seus pressupostos e as estimativas dos termos avaliados como significantes. Para aqueles que não atenderam aos testes foi realizada a avaliação por Kruskal-Wallis. Ambas as respostas obtiveram somente relação com urbana em 2 períodos das décadas, sendo savânica nas dec90 e dec00, pantanosa nas dec90 e dec10, e transição de superfície de água nas dec90 e dec10.

A variável urbana tem uma correlação linear com a variável savânica entre os anos de 1990-2009 com forte explicação de 80,33% a 89,68%, sendo que no primeiro período a relação é inversamente proporcional, logo, reduzindo em 0,5 de hectare de área savânica a cada hectare de área urbana. No segundo momento ocorre um aumento seguido de redução da área savânica.

Tabela 4 - ANOVA para a variável sav, teste dos resíduos e estimativa do coeficiente, conforme grupos separados pelas décadas (*dec90*: 1990-1999; *dec00*: 2000-2009; *dec10*: 2010-2019).

Anova - Resposta: sav												
dec90				dec00				dec10				
Fonte	GL	SQ	p-valor	Fonte	GL	SQ	p-valor	Fonte	GL	SQ	p-valor	
Urb	1	2,58.10 ⁵	0,0011*	Urb	1	1,87.10 ⁴	0,0427*	Urb	1	1,32.10 ⁴	0,5356	
Resíduos	7	6,32.10 ⁴		urb ²	1	5,68.10 ⁴	0,0069*	urb ²	1	1,12.10 ⁵	0,0998	
				Resíduos	4	8,69.10 ³		Resíduos	7	1,18.10 ⁵		
Teste de Breusch-Pagan ^a			0,0509	Teste de Breusch-Pagan ^a			0,1553	Teste de Breusch-Pagan ^a			0,1561	
Teste de Shapiro-Wilk ^b			0,9710	Teste de Shapiro-Wilk ^b			0,1906	Teste de Shapiro-Wilk ^b			0,1615	
R ²		80,33%		R ²		89,68%		R ²		36,47%		
Média do coeficiente				Média do coeficiente								
Urb	-0,4962 ± 0,0928			Urb	43,0077 ± 8,4561							
				urb ²	-0,0025 ± 0,0005							

* Valor significativo para p-valor<0,05; ^a Homocedasticidade dos resíduos; ^b Normalidade dos Resíduos

Com relação a resposta área pantanosa (Tabela 5), a classe urbana possui correlação linear nos períodos de 1990-1999 e 2010-2019, em um nível de 79,33% e 62,03% de explicação respectivo aos dados analisados. Dentro do período inicial, o aumento da área urbana levou a diminuição acentuada da área pantanosa em valor reduzido de ~28 hectares de área pantanosa a cada hectare de área urbana, sendo que a partir de 2010 as áreas pantanosas tiveram um efeito quadrático positivo ao longo do aumento de área urbana.

Tabela 5 - ANOVA para a variável pan, teste dos resíduos e estimativa do coeficiente, conforme grupos separados pelas décadas (*dec90*: 1990-1999; *dec00*: 2000-2009; *dec10*: 2010-2019).

Anova - Resposta: pan											
dec90				dec00				dec10			
Fonte	GL	SQ	p-valor	Fonte	GL	SQ	p-valor	Fonte	GL	SQ	p-valor
Urb	1	1,14.10 ⁹	<0,001*	urb	1	2,03.10 ⁶	0,7840	Urb	1	1,45.10 ⁶	0,8525
Resíduos	8	2,97.10 ⁸		Resíduos	8	2,03.10 ⁸		urb ²	1	3,08.10 ⁸	0,0358*
								Resíduos	5	1,89.10 ⁹	
Teste de Breusch-Pagan ^a			0,6999	Teste de Breusch-Pagan ^a			0,7112	Teste de Breusch-Pagan ^a			0,0600
Teste de Shapiro-Wilk ^b			0,3048	Teste de Shapiro-Wilk ^b			0,0142*	Teste de Shapiro-Wilk ^b			0,6839
R ²			79,33%	R ²			0,99%	R ²			62,03%
Estimativa do coeficiente						Estimativa do coeficiente					
Urb	-28,1135 ± 5,074			urb ²	0,116 ± 0,0407						

* Valor significativo para p-valor<0,05; ^a Homocedasticidade dos resíduos; ^b Normalidade dos Resíduos

A resposta da variável transição de superfície de água (Tabela 6) apresentou relação de linearidade com a preditora urbana nos períodos semelhantes ao ocorrido para a variável área pantanosa, com explicação dos dados em 45,91% e 94,82% respectivos a cada período (década de 1990 e 2010). O aumento da área urbana foi proporcional a resposta em efeito de 1 hectare de transição de água superficial para cada hectare urbano. No entanto, a partir do ano de 2010 as áreas de transição de superfície de água sofreram drástica redução de ~36 hectares de área de transição de água superficial para cada hectare de área urbana. Acredita-se que para o presente ano desse levantamento, as áreas de transição de superfície de água podem estar sendo reduzidas visto que não foram encontradas políticas ou ações que possam diminuir tais efeitos observados.

Tabela 6 - ANOVA para a variável tsa, teste dos resíduos e estimativa do coeficiente, conforme grupos separados pelas décadas (*dec90*: 1990-1999; *dec00*: 2000-2009; *dec10*: 2010-2019). Na *dec90* a resposta foi realizada para *log(tsa)*.

Anova - Resposta: tsa											
dec90 (log[tsa])				dec00				dec10			
Fonte	GL	SQ	p-valor	Fonte	GL	SQ	p-valor	Fonte	GL	SQ	p-valor
Urb	1	0,0201	0,0313*	urb	1	4,814	0,6885	Urb	1	9,45.10 ⁸	<0,001*
Resíduos	8	0,0237		Resíduos	8	222,78		Resíduos	8	5,16.10 ⁷	
Teste de Breusch-Pagan ^a			0,8205	Teste de Breusch-Pagan ^a			0,2992	Teste de Breusch-Pagan ^a			0,0905
Teste de Shapiro-Wilk ^b			0,0531	Teste de Shapiro-Wilk ^b			0,5509	Teste de Shapiro-Wilk ^b			0,9037
R ²			45,91%	R ²			2,12%	R ²			94,82%
Estimativa do coeficiente						Estimativa do coeficiente					
Urb	0,00012 ± 0,00005			Urb	-36,3922 ± 3,0066						

* Valor significativo para p-valor<0,05; ^a Homocedasticidade dos resíduos; ^b Normalidade dos Resíduos

A Figura 5 apresenta a relação preditiva da variável urbana com as demais respostas comparadas e estimadas nas suas respectivas décadas. Os gráficos da figura 5 mostram como a variável urbana tem provocado reduções nas áreas avaliadas e em outros períodos ocorre contribuições a essas áreas.

Nas áreas savânicas percebe-se como o incremento da área urbana reduz nitidamente a taxa de aumento desta classe ao longo das décadas, mantendo constante os valores da média na última década em cerca de ~7425 ha de área savânica. Em áreas pantanosas, não há diferença entre as medianas nas décadas, logo, apesar do aumento da área urbana ter levado a reduções em determinados períodos, observa-se que não foi determinante em alterar o valor mediano de área pantanosa entre as décadas, permanecendo estável o valor mediano de ~42.612 ha de área pantanosa. Na avaliação da classe transição de superfície de água, os dados comparados mostravam redução da área com o passar das décadas e tal comportamento está corroborado pelo aumento das áreas urbanas na RMM.

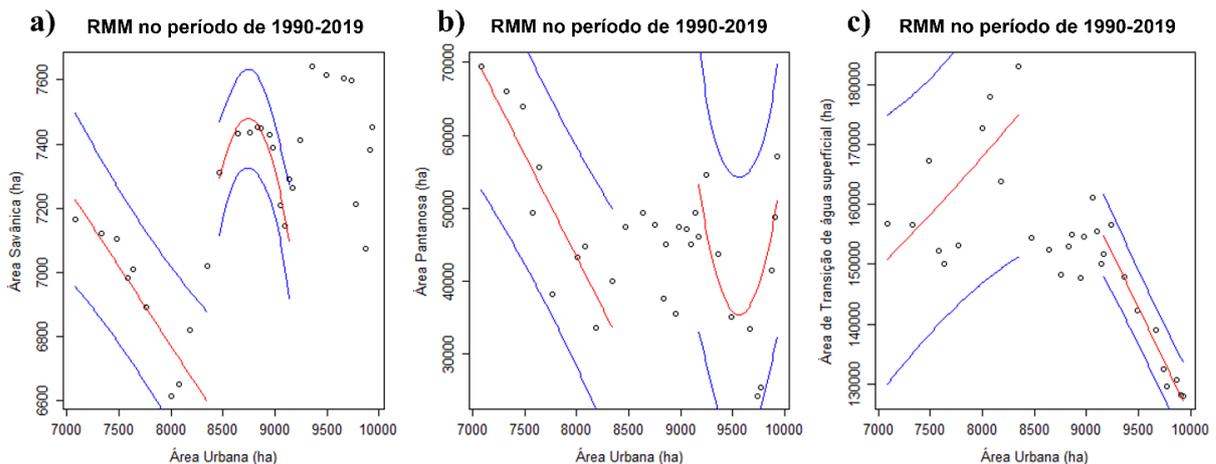


Figura 5 – Gráficos das respostas savânica, área pantanosa e transição de superfície de água em relação a urbana e suas estimativas no intervalo de confiança a 95%. a) relação por hectare de área savânica por urbana; b) relação por hectare de área pantanosa por urbana; c) relação por hectare de área transição de água superficial por urbana.

Em síntese foi observado que existem áreas como as regiões pantanosas e de transição de água superficial sendo reduzidas pela expansão da RMM. As áreas de transição de superfície de água podem estar sendo afetadas nos anos presentes, conforme observado nos dados dos anos anteriores até 2019. Além disso, essa redução também pode ter causa indireta em outras áreas como as de manguezais e da cobertura natural-florestal.

No aspecto da expansão urbana foi observado o crescimento contínuo em todos os municípios pertencentes a RMM, com maior contribuição a expansão do município de Macapá,

apesar do leve declínio no seu crescimento no último período analisado. Os demais municípios possuem contribuições à RMM, mas bem inferiores.

As Unidades de Conservação dentro da Região Metropolitana de Macapá

Os dados e informações levantadas sobre as Áreas de Proteção Ambiental que estão dentro dos limites da RMM, com o objetivo de proteger a diversidade biológica, assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais dentro de seus limites e ordenar sua ocupação e o uso dos seus recursos naturais, mostraram que as duas APs (Fazendinha e Curiaú) têm sofrido pressão antrópica. Essas áreas estão situadas na área de expansão da mancha urbana de Macapá e Santana, que são as duas principais cidades da RMM e as duas maiores cidades do estado do Amapá.

A APA do Rio Curiaú, criada pela Lei Estadual nº 431, de 15 de setembro de 1998, com uma área de 21.676,00 hectares, preconiza conter a pressão da expansão urbana do município de Macapá sobre a bacia do rio Curiaú e seus ecossistemas. Dentro de sua área de abrangência, encontram-se três comunidades quilombolas. Portanto, também tem a função de garantir a integridade dessas comunidades residentes. Por meio do Decreto nº 3.099/2001, foi criado o conselho Gestor que ainda se encontra ativo, fato relevante se comparado as demais unidades que apesar de também terem sido criados conselhos gestores, estes se encontram inativos.

A APA da Fazendinha, localizada na região limítrofe dos municípios de Macapá e Santana, e justamente onde as duas cidades estão sofrendo o processo de conurbação pela Rodovia AP-010, foi criada pela Lei Estadual nº 873, de 31 de dezembro de 2004, com uma área de 136,59 hectares, é a que mais sofre a pressão antrópica. Sua localização incide proximidade de região portuária, de lazer, ligação rodoviária de grande fluxo pendular e investimentos imobiliários na área de expansão das duas cidades, onde o periurbano paulatinamente se transforma em urbano. Segundo a Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA-AP os desafios atuais enfrentados na Unidade é manter as ações de controle e fiscalização para inibir possíveis invasões, evitando, assim, o incremento acelerado de sua degradação e ocupação desordenada.

Grau de interação institucional dos municípios da RMM

Quanto às Funções Públicas de Interesse Comum (FPICs) entre Macapá, Santana e Mazagão, constatou-se que não existe conselho ou comitê metropolitano tampouco quaisquer outras iniciativas de cooperação setorial, excetuando-se o uso compartilhado do aterro sanitário de Macapá, que se deu por imposição judicial via Ministério Público Federal.

Dentro da RMM, apesar de serem municípios, cujos fluxos populacionais interagem mutuamente, principalmente entre Macapá e Santana em movimentos pendulares de substancial volume, observa-se uma falta de parceria entre o poder público constituído. A gestão metropolitana, as articulações institucionais para busca de governança consorciada praticamente inexistem, a exemplo das demais regiões de igual status dentro do território nacional excetuando-se as mais antigas criadas antes da Constituição Federal que possuem um certo grau de governança compartilhada (IPEA, 2013).

Seria de extrema importância dentro da Região Metropolitana de Macapá, iniciativas de integração e cooperação entre seus municípios e o governo estadual, visando resolver situações relacionadas a mobilidade urbana, infraestrutura como as rodovias estaduais que permeiam a RMM, criação de mais áreas de proteção, inclusive com abrangência compartilhada entre mais de um município (Batista; Endlich, 2022).

É importante ressaltar que Macapá, Mazagão e Santana precisam ter um planejamento urbano integrado associado com a participação dos mais diversos atores sociais, visando promover a gestão participativa, garantindo as demandas populacionais das três cidades (Blanco Junior; Marguti, 2020)

4. Conclusão

A Urbanização como fenômeno mundial alcançou os limites da Amazônia brasileira de forma mais acentuada a partir de meados do século XX e começou a intensificar-se em pontos específicos da região, sendo o sudeste do Amapá uma dessas áreas onde encontra-se a região Metropolitana de Macapá.

Comprovou-se que a expansão urbana da RMM está ocorrendo de forma contínua em todo o período estudado, onde todas as informações levantadas corroboram o espraiamento urbano dos três municípios da RMM, dando ênfase a cidade de Macapá que, justamente por apresentar a maior mudança espaço-temporal, foi a principal responsável pela perda de espaço natural dentro da área de estudo.

Confirmaram-se as hipóteses levantadas como causas da expansão urbana das cidades da RMM, e a malha rodoviária é um dos principais vetores da mudança do uso e cobertura do solo, fato associado aos investimentos públicos e privados de residenciais ao longo desses eixos de mobilidade entre os três municípios e demais cidades do estado.

As Áreas de Proteção Ambiental, localizadas dentro da região estudada, estão conseguindo bloquear parcialmente a expansão de Macapá e Santana apesar de estarem sofrendo pressão antrópica, principalmente a APA da Fazendinha.

De todas as categorias naturais que foram estudadas e que, potencialmente estavam dentro do perímetro de expansão urbana da RMM, as que mostraram relação de comprometimento, devido ao crescimento de sua área antropizada, foram a vegetação florestada do tipo savânica e a transição de superfície de água, ou seja, para cada hectare de crescimento urbano, eram perdidos hectares das classes mencionadas de acordo com o espaço-temporal analisado individualmente para cada classe. As demais classes não apresentaram mudanças significativas apesar de estarem indiretamente ligadas as que apresentaram declínio.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Pro-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPESPg) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá (PPGCA/UNIFAP).

Referências

- Amorim, J. P. D. A. O processo de formação e metropolização da região metropolitana de Macapá – breves reflexões. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 23, p. 45, 7 fev. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/39329>>.
- ANA - Agência Nacional das Águas. Avaliação dos Aquíferos das Bacias Sedimentares da Província Hidrogeológica Amazonas no Brasil, 2015.
- Batista, M. dos R.; Endlich, A. M. Gestão compartilhada em áreas não metropolitanas: microrregiões. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, p. e23911225808, 23 jan. 2022. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25808>>.
- Blanco Junior, C.; Marguti, B. O. Governança metropolitana na América Latina: breve análise sobre o modelo de gestão em oito países da região. In: XII Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo, São Paulo-Lisboa, 2020, 2020, Lisboa. [...]. Lisboa: Academia de Escolas de Arquitectura e Urbanismo de Língua Portuguesa, 2020.
- Branoff, B. L.; Martinuzzi, S. The Structure and Composition of Puerto Rico's Urban Mangroves. **Forests**, 2020. <https://doi.org/10.3390/f11101119>.
- Cobbinah, P. B.; Poku-Boansi, M.; & Peprah, C. Urban environmental problems in Ghana. In **Environmental Development**, 2017 (Vol. 23, pp. 33–46). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2017.05.001>.
- De Melo, T. S. Cidade/Urbano versus Campo/Rural: a necessidade de políticas públicas que superem esta dicotomia para inclusão das populações pobres no Brasil. **Kult-Ur Revista Interdisciplinària Sobre La Cultura de La Ciutat**, 2018. 4(8), 209–234. <https://doi.org/10.6035/kult-ur.2017.4.8.8>.
- Furtado, L. S.; Alves, L. R. M.; Macedo, A. B. F.; Pinto, Á. J. A.; Tourinho, H. L. Z.; Raiol, R. D. O. Impactos ambientais oriundos do crescimento urbano/demográfico: um estudo no

bairro da Pedreira, Belém/PA. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 7, p. 484–500, 10 ago. 2020.

IBGE. **Regiões de Influência das Cidades**, 2018.

IPEA. **Volume 1 Regiões Metropolitanas 40 anos de no Brasil Série Rede Ipea Projeto Governança Metropolitana no Brasil**, 2013.

Li, X.; Hui, E. C. man; Lang, W.; Zheng, S.; Qin, X. Transition from factor-driven to innovation-driven urbanization in China: A study of manufacturing industry automation in Dongguan City. **China Economic Review**, v. 59, 1 fev. 2020.

MapBiomas Brasil. Projeto MapBiomas – Coleção 7.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Observatório Do Clima, 2023. <https://brasil.mapbiomas.org/>.

MartinCoy. Tendências atuais de fragmentação nas cidades latino-americanas e desafios para a política urbana e o planejamento urbano. 2014.

Alves, T.M.; Chaveiro, E.F. **Metamorfose Urbana: A Conurbação Goiânia-Goianira e suas Implicações Sócio-Espaciais**. 2007.

Nadalin, V.; Iglioni, D. **Espraiamento urbano e periferização da pobreza na região metropolitana de São Paulo: evidências empíricas**. 2015.

Souza, C. M.; Shimbo, J. Z.; Rosa, M. R.; Parente, L. L.; Alencar, A. A.; Rudorff, B. F. T.; Hasenack, H.; Matsumoto, M.; Ferreira, L. G.; Souza-Filho, P. W. M.; De Oliveira, S. W.; Rocha, W. F.; Fonseca, A. V.; Marques, C. B.; Diniz, C. G.; Costa, D.; Monteiro, D.; Rosa, E. R.; Vélez-Martin, E.; Weber, E. J.; Lenti, F. E. B.; Paternost, F. F.; Pareyn, F. G. C.; Siqueira, J. V.; Vieira, J. L.; Neto, L. C. F.; Saraiva, M. M.; Sales, M. H.; Salgado, M. P. G.; Vasconcelos, R.; Galano, S.; Mesquita, V. V.; Azevedo, T. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, 1 set. 2020.

Takiyama, L. R. **Projeto Zoneamento Ecológico Econômico Urbano das Áreas de Ressacas de Macapá e Santana, Estado do Amapá Relatório Técnico Final**, 2012.

Talkhabi, H.; Ghalehtemouri, K. J.; Mehranjani, M. S.; Zanganeh, A.; Karami, T. Spatial and temporal population change in the Tehran Metropolitan Region and its consequences on urban decline and sprawl. **Ecological Informatics**, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2022.101731>.

Zhang, X. Q. The trends, promises and challenges of urbanisation in the world. **Habitat International**, v. 54, p. 241–252, 1 maio 2016.