

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA E CENÁRIOS FUTUROS NAS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO TOCANTINS NO MUNICÍPIO DE IMPERATRIZ-MA

MARIA EDUARDA PINHEIRO BERTOLINO¹ AICHELY RODRIGUES DA SILVA²

AFILIAÇÃO

¹²Universidade Estadual da Região Tocantina – Centro de Ciências Humanas Sociais e Letras
– CCHSL– R. Godofredo Viana, 1300 – Centro – CEP: 65901-480 Imperatriz-MA.

RESUMO

A determinação do uso e cobertura da terra em bacias hidrográficas constitui na atualidade como uma importante ferramenta de orientação e subsídio à gestão pública e privada na tomada de decisão. O objetivo deste trabalho foi analisar a dinâmica do uso e ocupação da terra nas sub-bacias hidrográficas do rio Tocantins que drenam o perímetro urbano do município de Imperatriz, Maranhão, a saber: riacho do Bacuri, riacho Cacaú e riacho Capiwara. Para a determinação do uso e cobertura da terra nas referidas sub-bacias foram utilizadas imagens de uso e ocupação da terra disponibilizada pela plataforma pública de mapeamento Mapbiomas, a partir de dados da série de satélites *Landsat*, coleção 6, entre os anos referente a 1990 e 2020. A identificação das categorias de paisagem e da mudança temporal foram realizadas por meio do *plugin LecoS (Landscape Ecology Statistics)*. Neste estudo foram supervisionadas durante o período amostral seis classes de uso e ocupação da terra, a saber: Formação florestal, Formação Savânica, Mosaico de agrícola e pastagem, Área urbanizada e Área não vegetada (solo exposto), Corpos d'água, onde respectivas classes apresentaram algum grau de redução ou ampliação de ocupação presente no espaço no seu cenário ao decorrer das três décadas de observação, onde os resultados reflete a dinâmica cultural e econômica de forma estrutural histórica do município de Imperatriz. Essa pesquisa trata-se de uma análise espacial, ancorada na sistematização de dados qualitativos secundários, baseados em pesquisas bibliográficas com a formação de banco de dados sobre as condições ambientais dessas sub-bacias. Além disso, foi aplicado o protocolo de avaliação rápida (PAR) para análise da paisagem ribeirinha *in loco*. Dentre as classes a mais expressiva foi a perda do volume de cobertura florestal no espaço, sobretudo, na sub-bacia do Cacaú (31,3%), enquanto área de maior ampliação de área urbana foi encontrada na sub-bacia do Bacuri (24,7%).

PALAVRAS-CHAVE: Impactos Socioambientais; Urbanização; Corpos D'água

INTRODUÇÃO

O uso e ocupação da terra são determinados pela ocupação do homem no espaço geográfico. A cobertura da terra conceitua-se como tipos de cobertura artificial ou natural na

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

superfície da terra. Essa ocupação promove alterações nos espaços, resultando na deterioração do ambiente, sobretudo, nas bacias hidrográficas urbanas, o que é agravado pelo crescimento urbano desordenado em decorrência do fracionamento irregular do solo (FERREIRA; PEREIRA, 2009). Esse processo de urbanização na Região Tocantina se intensificou nas décadas de 1950 e 1960 com a construção da rodovia Belém-Brasília (BR-010), que atraiu indústrias, comércios e instalação de habitações (SANTOS et al., 2014).

O conceito de bacia hidrográfica limita-se a uma determinada área da superfície terrestre de captação da água, drenada por um sistema interconectado de canais fluviais desde as nascentes até o ponto de saída da bacia. A bacia hidrográfica pode ser subdividida em sub-bacias, cada bacia interliga-se com outra em uma ordem hierárquica (SANTANA, 2004). As sub-bacias dos Riachos Bacuri, Cacaú e Capivara, pertencem a sub-bacia 23 Tocantins-Araguaia, estes possuem a maior parte do seu percurso dentro do perímetro urbano do município de Imperatriz. Nas margens das referidas sub-bacias são comuns a ocupação de habitações e comércio que fragilizam as margens e o leito dos cursos d'água, que pela falta de saneamento básico despejam seus resíduos diretamente nos riachos.

O município possui diversos ciclos econômicos associados ao processo de ocupação da terra. Destacam-se o ciclo do arroz, formando o Corredor Agrícola em meados de 1956; o ciclo da madeira, atraindo mais de 300 indústrias madeireiras e devastou grandes áreas de florestas primárias; e o ciclo do ouro que se iniciou com a abertura do garimpo da Serra Pelada, no Estado do Pará em 1980. A partir das últimas décadas do século XX, a economia baseou-se no setor terciário, tornando o município um grande polo atacadista. Neste início de século XXI, o município de Imperatriz passou a se destacar como um polo de ensino superior, o que favorece e atrai grandes empreendimentos industriais (LIMA, 2014).

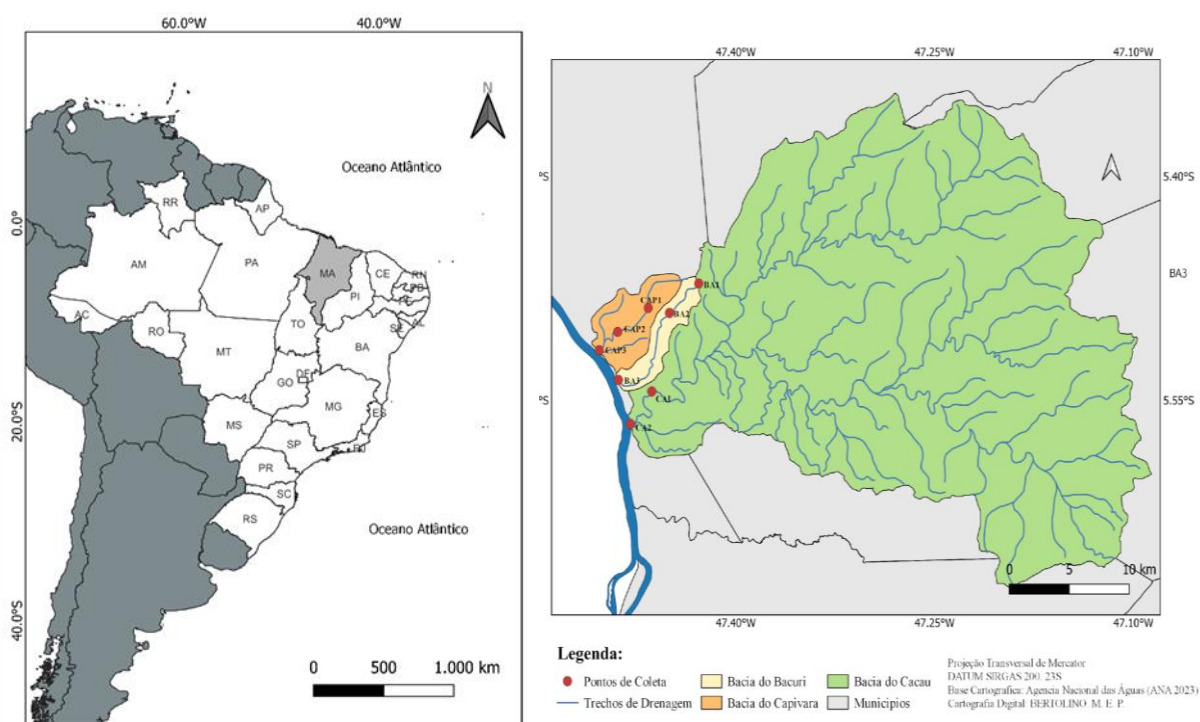
Neste contexto, esta pesquisa utilizou dados de uso e ocupação da terra disponíveis no MAPBIOMAS, entre os anos 1990 e 2020. Esse estudo é importante para compreender e monitorar o processo de distribuição espacial e as atividades de uso e ocupação da terra nas principais sub-bacias hidrográficas do Rio Tocantins que cortam o município de Imperatriz. Além de levantar uma discussão sobre os cursos d'água que temos e os que queremos, os impactos socioambientais gerados e suas implicações no bem-estar da população. A pesquisa ainda aborda sobre os riscos evitáveis no processo de desenvolvimento da mancha urbana no município de Imperatriz-MA.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

METODOLOGIA

Nesta pesquisa foram analisadas três sub-bacias hidrográficas que deságuam no rio Tocantins, a saber: Bacuri, Cacau e Capivara, que estão localizadas no perímetro urbano de Imperatriz-MA (Figura 1). A geomorfologia da área das sub-bacias corresponde a uma área de depressão do médio vale do rio Tocantins, com relevo de superfície aplainada e de rede de drenagem de baixa densidade, com solos latossolo, caracterizado pelo avançado estágio de intemperização, e o argissolo, e é localizado em área transição do cerrado e amazônia (IMESC-MA, 2021).

Figura 1 – Localização das sub-bacias hidrográficas que serão analisadas nesta pesquisa.



Essa pesquisa trata-se de uma análise espacial empírica, ancorada na sistematização de dados qualitativos secundários, baseados em pesquisas bibliográficas. Para a identificação das dinâmicas espaço-temporal do uso/cobertura da terra, foram utilizadas imagens MAPBIOMAS coleção 6, disponível em: https://mapbiomas.org/pages/database/mapbiomas_collection. A identificação das categorias de paisagem e da mudança temporal foram realizadas por meio do *plugin LecoS (Landscape Ecology Statistics)*. Os levantamentos das imagens de satélite permitiram identificar as seis principais classes temáticas de uso e cobertura da terra nas sub-bacias: formação florestal,

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

formação savânica, mosaico de agricultura e pastagem, área não vegetada, área urbana e corpos d'água.

Além disso, foram aplicados Protocolos de Avaliação Rápida (PAR), baseado em uma análise visual sensorial da paisagem que analisa as condições das margens (incluindo a presença de erosão), da mata ciliar, da qualidade da água (alteração na cor e cheiro, presença de resíduos sólidos); a intensidade de urbanização; e a presença de fauna nativa. A pontuação que varia de 0 a 25 (área impactada), 26 a 50 (área alterada) e 51 a 75 (área natural).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta pesquisa demonstrou que as sub-bacias hidrográficas tiveram sua classe predominante sendo que algumas classes sofreram expansão ou redução (Tabela 1). A sub-bacia do Riacho Cacaú, em 1990 possuía a maior área de formação florestal, de 71,6%, por outro lado, em 2020 passou para 40,3%. Isto é, uma redução de 31,3%. Com o menor percentual de formação florestal está a sub-bacia do Bacuri que em 1990 foi de 7,2% e passou para 2,6 em 2020.

A formação savânica foi encontrada nas sub-bacias, dado que essas pertencem à área de transição com o domínio dos Cerrado. A sub-bacia do Cacaú apresentou 2,3% desse tipo de vegetação, já as bacias do Bacuri e Capivara demonstraram 1,5% em 1990 (figura 2). O desmatamento da cobertura vegetal do Cerrado está concentrado em áreas de agricultura e pecuária em áreas adjacentes à zona de transição Cerrado-Amazônia, como a região de fronteira agrícola do MATOPIBA, formada por MARanhão, TOcantins, Plauí e BAHia, o “arco do desmatamento” (NÓBREGA et al., 2017).

Tabela 1- Evolução do uso/ocupação e cobertura da terra e percentual de paisagem nas sub-bacias hidrográficas dos Riachos Bacuri, Cacaú e Capivara, Maranhão.

		1990		2020		Diferença (1990 – 2020)
	Unidade de Paisagem	Área (km ²)	Percentual (%)	Área (km ²)	Percentual (%)	Percentual (%)
Sub- bacia do Riacho Bacuri	Formação Florestal	1,33	7,2	0,5	2,6	- 4,6%
	Formação Savânica	0,3	1,5	0,2	0,9	- 0,6%
	Mosaico de Agricultura e Pastagem	6,0	32,6	2,2	12,0	-20,6%
	Área não vegetada (solo exposto)	0,03	0,2	0,02	1,3	1,1%
	Área Urbanizada	10,8	58,4	15,3	83,1	24,7%

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

Sub-bacia do Riacho Cacau	Formação Florestal	667,8	71,6	380,3	40,3	-31,3%
	Formação Savânica	22,3	2,3	25,2	2,7	0,4%
	Mosaico de Agricultura e Pastagem	223,9	23,6	498,9	52,8	29,2%
	Área não vegetada (solo exposto)	4,4	0,5	6,0	0,6	0,1%
	Área Urbanizada	17,8	1,9	32,9	3,5	1,6%
Sub-bacia do Riacho Capivara	Formação Florestal	3,7	12,9	2,0	7,0	5,9
	Formação Savânica	0,4	1,5	0,5	1,8	0,3%
	Mosaico de Agricultura e Pastagem	6,5	22,4	4,7	16,2	-6,2%
	Área não vegetada (solo exposto)	0,1	0,4	0,3	1,2	0,8%
	Área Urbanizada	18,2	62,8	21,3	73,6	10,8%

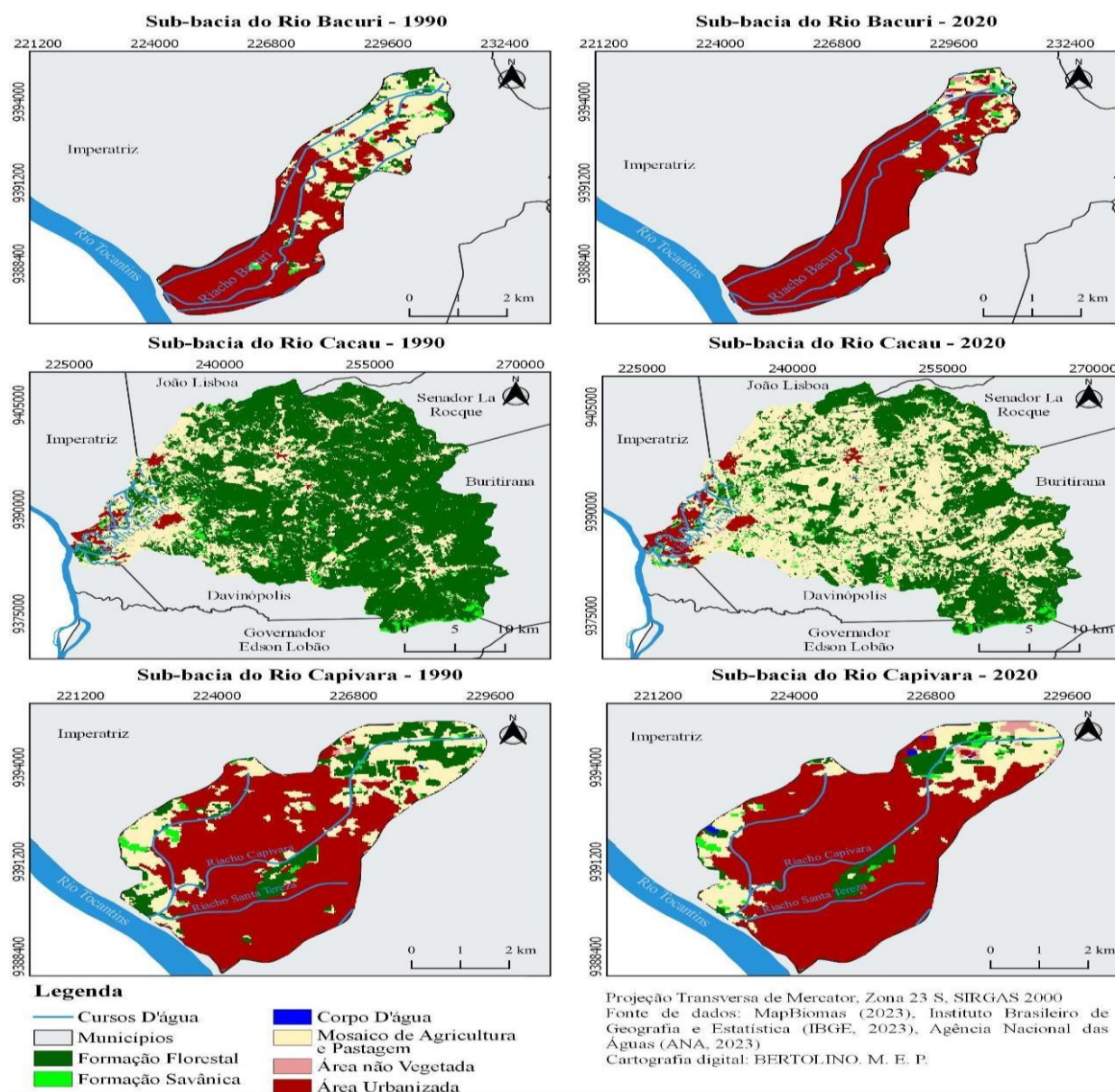
Fonte: Autora (2023)

O mosaico de agricultura e pastagem nas sub-bacias representou a maior redução na sub-bacia do Bacuri com 32,6% e no presente foi de apenas 12% em 2020. Por outro lado, está aumentando na sub-bacia do Cacau, em 1990 foi de apenas 23,6% e atualmente de 52,8%. Na década de 1950, quando Imperatriz iniciou seu processo de ocupação, riacho Bacuri permaneceu intocado, mas com o aumento da população, as áreas naturais começaram a sofrer impactos significativos, com a ocupação de áreas fluviais e o lançamento de resíduos no leito.

As áreas urbanizadas nas sub-bacias foram mais significativas em 1990 na sub-bacia do Capivara com 62,8% da área da sub-bacia e em 2020 com 73,6%. Este mesmo cenário foi encontrado na sub-bacia do Bacuri, que cobria 1990 apenas 58,4% de área urbana e em 2020 passou para 83,1%. E na sub-bacia do Cacau não foi diferente, em 1990 continha 17,8% e em 2020 houve acréscimo de 15% chegando a totalizar 32,87% de área urbana, na figura 2. A urbanização de forma desordenada, impacta gravemente no ciclo hidrológico, pois causa drásticas alterações na drenagem, promovendo possibilidade de ocorrência de enchentes e deslizamentos, atuando como riscos à vida e saúde humana (BENINI, 2015).

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

Figura 2 – Mapas de uso e cobertura da terra, nos anos de 1990 e 2020 nas sub-bacias hidrográficas dos Riachos Bacuri, Cacau e Capivara, Maranhão.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Na sub-bacia do riacho Bacuri, vale destacar que possui maior área de urbanização, e é uma ocupação consolidada com a falta de infraestrutura como o saneamento básico, além do impacto causado pela impermeabilização do solo. O ponto amostral BA2 foi classificado pelo PAR $7,25 \pm 0,3$, isto é, considerado impactado (Figura 3A). Neste ponto, a cor da água apresentou coloração esbranquiçada e o odor característico de esgoto doméstico *in natura*. Na sub-bacia do riacho Bacuri a retirada da cobertura vegetal, a obstrução do escoamento pelos

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

resíduos sólidos e o aumento da impermeabilização do solo são fatores que reduzem a infiltração e, consequentemente, aumentam o escoamento pluvial.

Figura 3 – Área de estudo nas sub-bacias do Riacho Bacuri e Capivara

A – Ponto que apresenta maior degradação a partir da aplicação do PAR, com densa ocupação residencial e comercial, Riacho Bacuri (BA2).

B – Ponto que apresenta menor degradação a partir da aplicação do PAR, Riacho Bacuri (BA1).

C – Ponto apresenta coloração altera, de cor escura, Riacho Capivara (CP1).



Fonte: Autora (2023)

O ponto amostral CA2 (riacho Cacau) obteve a maior pontuação média segundo PAR de $5753,71 \pm 5,3$ ou seja, mais próxima do natural. Esta área possui aproximadamente 50% de área florestal, apresentou erosão moderada nas margens, sem a presença de fontes pontuais de esgoto residencial e comercial, sem disposição visível de resíduos sólidos. A sub-bacia do Cacau, ainda possui vegetação ciliar preservada, mas sofre com o desenvolvimento regional, a ampliação da rodovia BR 010, e em outros municípios sofre com a expansão das atividades relacionadas ao agronegócio.

A sub-bacia do Capivara passou por urbanização recente com a implementação de condomínios privados e a cultura do crescimento vertical das últimas décadas. De acordo com Carvalho (2018) a maior densidade de condomínios no município se encontra na Avenida Newton Bello, no Bairro Santa Inês. A área mais impactada conforme o PAR desses trechos foi do ponto CP2. Neste local, apesar do despejo intenso de efluentes domésticos foi visível a

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

presença de fauna nativa como jacarés e algumas espécies de peixes.

CONCLUSÕES

Neste estudo, em todos os cenários todas as sub-bacias expressaram expansão de áreas urbanas. A sub-bacia do Bacuri apresentou 24,7%, a bacia do Capivara 10,7% e do Cacaú 1,6%. Todas apresentaram perda da cobertura florestal, sendo que a maior perda ocorreu na bacia do Cacaú com 31,3%, seguido da sub-bacia do Capivara com 5,9% e a bacia do Cacaú com apenas 4,6%. Na área de pastagem e agricultura todas as sub-bacias sofrem aumento, exceto a do Capivara, que apresenta uma diminuição de 6,2%, as demais bacias apresentam cerca de 25%. Os dados evidenciaram que há intensa degradação nas sub-bacias afetando diretamente a dinâmica ambiental do município de Imperatriz. A redução gradativa da cobertura florestal é recorrente, somada a ocupação irregular pelas construções civis e empresariais especialmente em suas planícies fluviais, são possivelmente responsáveis pela degradação dos cursos d'água, o assoreamento e os episódios de inundações associado a dinâmica climática.

APOIO FINANCEIRO

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pela Bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENINI, R. D. M.; MENDIONDO, E. M. Urbanização e impactos no ciclo hidrológico na Bacia do Mineirinho. *Floresta e Ambiente*, v. 22, p. 211-222, 2015.

CARVALHO, S. L. S. NOVAS FORMAS DE HABITAR A CIDADE? Condomínios horizontais e suas relações com a segregação socioespacial urbana em Imperatriz-MA. In *Cidades em cena Amazônia oriental: agentes, dinâmica e processos* / Organizadores Jailson de Macedo Sousa, Helbaneth Macedo Oliveiras e Sheryda Lima de Sousa Carvalho – Goiania; Editora Vieira, 2018. 370p

FERREIRA, A. A. BATISTA B.; PEREIRA F., Waterloo. Análise do Uso e cobertura da terra de três sub-bacias hidrográficas-Rio Grande Do Sul/Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 2, n. 3, p. 20-36, 2009.

Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos – IMESC-MA. *Enciclopédia dos Municípios Maranhenses: Região de Desenvolvimento do Tocantins maranhense*. São Luís, v.7, 2021. Disponível em < file:///C:/Users/User/Downloads/IMESC-MA.pdf > Acesso em: 05 de maio 2023.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

LIMA JÚNIOR, J. V. et al. Ciclos econômicos: o processo de urbanização da cidade de Imperatriz a partir de 1852. Anais...XIV Encontro latino-americano de pós-graduação da Universidade do Vale do Paraíba, 2014.

MAPBIOMAS. Disponível em: <http://mapbiomas.org>. Acesso em: 05 de maio. 2023.

NASCIMENTO, Bruno B. Lucio L. Meneses M. et al. Comportamento e avaliação de metais potencialmente tóxicos (Cu (II), Cr (III), Pb (II) e Fe (III)) em águas superficiais dos Riachos Capivara e Bacuri Imperatriz-MA, Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 20, p. 369-378, 2015.

NÓBREGA, Rodolfo LB et al. Effects of conversion of native cerrado vegetation to pasture on soil hydro-physical properties, evapotranspiration and streamflow on the Amazonian agricultural frontier. PloS one, v. 12, n. 6, p. e0179414, 2017.

SANTANA, D.P. Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30).

SANTOS, A. O.; JÚNIOR, J. V. L.; COSTA, J. F. et al. Impactos Socioeconômicos dos Ciclos Extrativistas na Cidade de Imperatriz - MA a Partir da Abertura da Rodovia Belém-Brasília. São Paulo. 2014. 6 p.