

O USO E A OCUPAÇÃO DA TERRA COMO VETORES DA EROSÃO ACELERADA NOS TABULEIROS DO BAIXO JAGUARIBE - CEARÁ – BRASIL

Aroldo Vidal de Assis ¹

INTRODUÇÃO

Os rios exercem importante papel na evolução física do planeta contribuindo para a definição da modelagem do relevo, demarcando novas feições geomorfológicas de deposição como as planícies. Estas áreas foram preferencialmente ocupadas por grupos humanos dadas a proximidade dos cursos de água, como ocorreu com a planície fluvial no Baixo Jaguaribe – Ceará, que se encontra atualmente metamorfoseada pela ocorrência de sucessivos ciclos econômicos, em geral desenvolvidos sem o manejo adequado (CAVALCANTE; CUNHA, 2012; STEVAUX; LATRUBESSE, 2017; ANDRADE; MAIA, 2019; ASSIS, 2023; ASSIS *et al.*, 2024).

Adjacente a ela se encontra a Formação Faceira; posicionada paralelamente à margem esquerda do rio Jaguaribe, caracteriza-se como uma cobertura sedimentar cenozoica em que os tabuleiros se exibem como a feição geomorfológica dominante, sendo constituídos majoritariamente por materiais friáveis, embora esta condição, sozinha não seja determinante para o surgimento e a manutenção de processos erosivos acelerados (SILVA, 2017; COSTA *et al.*, 2021; ASSIS, 2023; ASSIS *et al.*, 2024).

Assim, os tabuleiros apresentam transformações significativas em seu quadro natural, mesmo a ocupação deles tendo ocorrido após a da planície fluvial, com incisões erosivas severas que tendem a irreversibilidade, embora o ZEE da Zona Costeira do Ceará os tenha classificado como ambiente medianamente estável (ANDRADE; MAIA, 2019; CEARÁ, 2022 ASSIS, 2023; ASSIS *et al.*, 2024).

Desse modo, o estudo se detém em responder que relações existem entre o desenvolvimento de atividades antrópicas inadequadas e a aceleração dos processos erosivos nos tabuleiros do Baixo Jaguaribe. A pesquisa se justifica pelo caráter inovador, pois pouco se investigou sobre as causas e consequências da erosão acelerada nos tabuleiros do Baixo Jaguaribe, bem como por ela contemplar o semiárido brasileiro, região densamente ocupada,

¹ Mestre do Curso de Geografia da Universidade do Estado - RN, aroldovidal2020@gmail.com;
Analista em Gestão dos Recursos Hídricos da COGERH – CE, aroldo.assis@cogerh.com.br;

com mais de 28 milhões de habitantes, sendo vital entender os problemas nesse espaço para gerir bem o território, justificando, assim, o estudo (CAVALCANTE; CUNHA, 2012; ASSIS, 2023; ASSIS *et al.*, 2024).

Ademais, no semiárido, os tabuleiros são constituídos por terras baixas, normalmente inferiores a 100 m, com formas suave onduladas e relevos tabuliformes com variados graus de dissecação e moderada declividade. Porém, mesmo com características que não favorecem à erosão, os tabuleiros no Baixo Jaguaribe exibem fortes processos erosivos devido ao intenso uso da terra, sobretudo nas vertentes e bordas (COSTA *et al.*, 2021; CEARÁ, 2022; ASSIS, 2023; ASSIS *et al.*, 2024).

Dessa forma, o estudo tem como objetivo analisar como o uso intenso e a ocupação desordenada da terra nos tabuleiros do Baixo Jaguaribe tem acelerado ao longo tempo os processos erosivos, correlacionando-os como vetores do problema. Os procedimentos metodológicos envolveram pesquisa bibliográfica/fundamentação teórica, elaboração de material cartográfico, pesquisa de campo e identificação do uso da terra como vetor dos processos erosivos acelerados nos tabuleiros do Baixo Jaguaribe.

Ademais, embora sejam constituídos por sedimentos pouco litificados, com domínio de pedogênese, solos espessos, bem drenados e por baixa suscetibilidade à erosão no topo, a moderada e forte nas vertentes (CAVALCANTI; CAVALCANTE, 2014; CEARÁ, 2022; ASSIS, 2023; ASSIS *et al.*, 2024), os tabuleiros experimentaram forte pressão de atividades antrópicas que potencializaram a erosão, pois a retirada contínua da vegetação para múltiplos usos econômicos deixou desprotegida a frágil cobertura sedimentar, ativando o gatilho dos processos erosivos.

Os resultados demonstraram que a expansão urbana e as alternâncias nas matrizes de exploração econômica provocaram impactos nas paisagens, ao desconsiderar as potencialidades e limitações dos sistemas ambientais, cujo resultado é o aumento da degradação ambiental e erosão acelerada nas vertentes e bordas dos tabuleiros.

METODOLOGIA

Buscando alcançar os objetivos, dividiu-se os procedimentos metodológicos nas seguintes etapas: **I)** pesquisa bibliográfica/fundamentação teórica por meio da abordagem socioambiental na Geografia e tendo a Paisagem como categoria de análise geográfica; **II)** elaboração de material cartográfico, com a finalidade de representar a área de estudo. Todos os mapas foram confeccionados no *Software* livre Qgis A Coruña versão 3.10.5, utilizando o Sistema de Referência Geodésico para as Américas (SIRGAS 2000), Fuso 24 Sul, sendo que

para os mapas de uso e cobertura da terra foram elaborados duas peças cartográficas para os anos de 1985 e 2021 a partir do Projeto Mapbiomas – Coleção 7, publicado em agosto de 2022, disponível em: <https://mapbiomas.org/>, em escala de 1:100.000 que identificou 13 categorias de uso e cobertura da terra, possibilitando comparar a evolução dessas classes em 02 (duas) janelas temporais distintas; **III**) pesquisa de campo, com o propósito de obter dados primários e ratificar dados secundários. No *Google Earth Pro* foi sobreposto o *shapefile* da Formação Faceira e traçado o polígono da área de estudo com 1.421 km². Logo depois, marcou-se 28 pontos dentro do polígono, cujas imagens orbitais mostravam manchas compatíveis com alterações na paisagem natural. Para validar o que foi verificado nas imagens, realizou-se 05 (cinco) sobrevoos com uso de Drone DJI Mavic 2 Zoom 12 MP 4K GPS cedido pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH. Restando ainda lacunas a serem preenchidas, ocorreram mais duas visitas técnicas de campo. Para demarcação das coordenadas dos pontos visitados, fez-se uso do GPS (*Global Positioning System*) *Garmin Etrex 30x*, que depois foram sistematizados no *Software Microsoft Excel* e especializados numa carta-imagem totalizando agora 10 pontos que mostram os usos e alterações mais significativos, uma vez que alguns usos se repetiam com certa frequência nos 28 pontos inicialmente selecionados. Por fim, no trabalho de campo foi usada a ficha de caracterização e avaliação do meio físico do Prof. Marcos Nogueira/UECE; **IV**) identificação do uso da terra como vetor da erosão acelerada nos tabuleiros do Baixo Jaguaribe, através da proposta de Brandão, Freitas e Shinzato (2014) que identificou a influência do meio físico sobre as limitações, adequabilidades e potencialidades das paisagens naturais do Ceará frente ao uso do território. Apoiou-se ainda na metodologia de Pantalena e Maia (2014), que cronologicamente identificaram os ciclos econômicos e os impactos causados aos sistemas ambientais no Baixo Jaguaribe. Por fim, ancorou-se na ecodinâmica de Tricart (1977) e na visão de CEARÁ (2022). Este último, propôs um modelo de uso sustentável para os tabuleiros baseado na capacidade produtiva dos recursos naturais (potencialidades e limitações) e na delimitação de diretrizes de uso (proibições e não recomendações de uso e nas permissões e usos mediante controle).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades antrópicas têm provocado ao longo do tempo fortes impactos nas paisagens, resultantes de usos que não consideram as potencialidades e limitações dos sistemas ambientais conforme se pode visualizar na Figura 01.

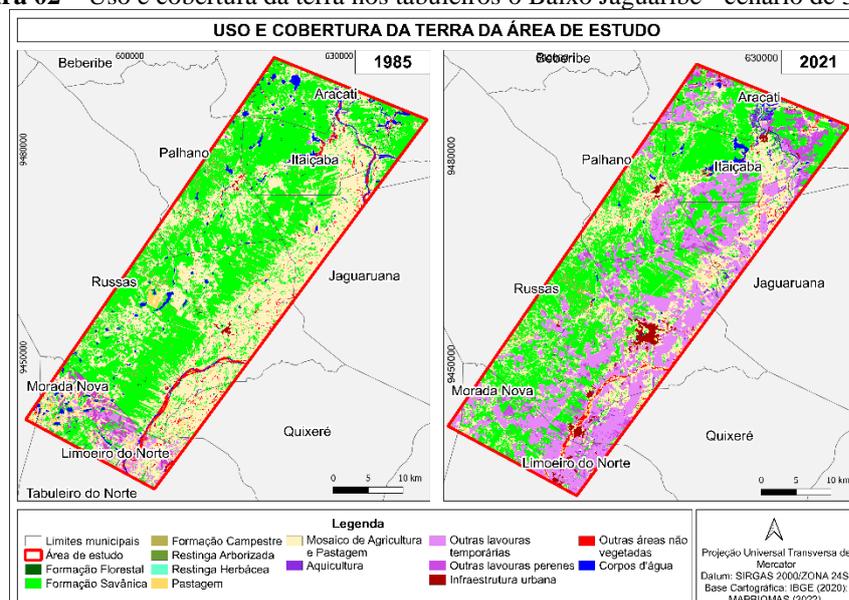
Figura 01 – Setores dos tabuleiros no Baixo Jaguaribe/CE que apresentam usos intensos dos recursos naturais



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Nessa perspectiva, estudos e mapeamentos de uso e cobertura da terra tornam-se imprescindíveis, sobretudo quando essas investigações se revestem de cunho socioambiental, pois ao mesmo tempo que evidenciam as pressões sobre os elementos naturais, expõem os reflexos que recaem sobre a mesma sociedade que os potencializou. Nesse contexto, os tabuleiros no Baixo Jaguaribe experimentaram nos últimos 36 anos mudanças significativas em suas paisagens naturais com a supressão indiscriminada da cobertura savânica, aumento de atividades agrícolas, aquicultura, expansão da infraestrutura urbana, além de outros usos como a mineração, sobretudo em áreas de borda do tabuleiro, demonstrado na Figura 02 e Tabela 01.

Figura 02 – Uso e cobertura da terra nos tabuleiros o Baixo Jaguaribe - cenário de 36 anos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Tabela 01 – Classes de uso e cobertura da terra para os anos de 1985 e 2021

Classes	Área (km ²)		Valor em porcentagem (%)	
	1985	2021	1985	2021
Formação Florestal	2,53	2,67	0,17	0,18
Formação Savânica	658,93	508,89	46,37	35,81
Outras lavouras temporárias	27,47	374,42	1,93	26,35
Mosaico de Agricultura e Pastagem	575,95	349,97	40,53	24,63
Outras lavouras perenes	24,26	73,90	1,71	5,20
Formação Campestre	29,01	28,11	2,04	1,98
Pastagem	31,07	21,43	2,19	1,51
Infraestrutura Urbana	2,81	20,76	0,19	1,46
Corpos d'água	37,40	17,94	2,63	1,26
Outras áreas não vegetadas	29,49	15,23	2,08	1,07
Aquicultura	2,34	7,83	0,16	0,55
Restinga Arborizada	0,08	0,10	0,005	0,007
Restinga Herbácea	-	0,08	-	0,08
TOTAL	1.421 km²		100%	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Assim, quanto a cobertura vegetal savânica da área de estudo, registrou-se um decréscimo de 150,04 km² entre os anos de 1985 e 2021 correspondendo a (-22,77%) entre os anos observados, equivalente a 10,55% do total da área dos tabuleiros. Conforme Andrade e Souza (2018), a supressão da vegetação promove alterações no fluxo de matéria e energia, altera o equilíbrio dos sistemas ambientais e corrobora para acelerar os processos de erosão, problemas atualmente evidenciados na área de estudo pela extração indiscriminada de piçarra na borda do tabuleiro, setor de maior declividade e mais propenso à erosão, mas, que outrora não exibia feições erosivas, pois contava com o suporte protetivo da vegetação.

O estudo mostrou um aumento exponencial de áreas de aquicultura/carcinicultura na região dos tabuleiros do Baixo Jaguaribe, acompanhando o crescimento desse setor no Brasil e no Ceará. Em território cearense São José *et al.* (2022) mapearam 8.449,3 ha ou 84,49 km² de viveiros. No recorte espacial da pesquisa essas atividades mais que triplicaram sua área (334,61%) entre 1985 e 2021, passando de 2,34 km² para 7,83 km², respectivamente. Tal crescimento se deu às custas da derrubada da caatinga, cujo reflexo se verifica no aumento da exposição de solos friáveis aos agentes erosivos, potencializando o problema.

Quanto a infraestrutura urbana o crescimento foi ainda maior, pois em 1985 ela ocupava uma área de 2,81 km², chegando ao ano de 2021 com expressivos 20,76 km², o que equivale a um salto de 738,79%, contribuindo também para metamorfosear os tabuleiros por meio da erosão. Ademais, muitas construções são irregulares, próximas a borda do tabuleiro em dissonância com o Código Florestal Brasileiro que estabelece no Art. 4º, Inciso VIII que as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais são zonas de APP, devendo, portanto, ser protegidas.

Também cresceu de forma vertiginosa (304,61%) no mesmo período as áreas de lavoura perenes. Estas registravam no ano de 1985 área de 24,26 km² passando a 73,90 km² em 2021, aumento explicado pela implantação dos perímetros de irrigação FAPIJA e DISTAR, repercutindo também no crescimento urbano, na degradação ambiental e aceleração da erosão.

Acrescenta-se que a dinâmica ditada pelo mercado repercutiu também na evolução da degradação ambiental, principalmente pela supressão da mata de tabuleiro, no caso em tela a Caatinga Arbustiva Densa, e na aceleração da erosão, inclusive em pontos esporádicos no topo do tabuleiro, área recentemente mapeada pelo ZEEC como estável do ponto de vista ecodinâmico (CAVALCANTE *et al.*, 2022).

Em contrapartida, existem setores localizados pontualmente em zona de borda de tabuleiro, que teoricamente seriam mais susceptíveis à erosão (zonas ecodinamicamente instáveis) segundo o mesmo ZEEC, que se apresentam conservados, sem incidência erosiva, haja vista a existência e conservação do estrato arbóreo nestes setores.

Tais fatos reforçam a tese de que o uso intenso da terra é o fator dominante dos processos erosivos na área de estudo, o que evidencia a necessidade de efetivação, fiscalização e controle do manejo ambiental proposto pelo ZEEC para a zona dos tabuleiros, bem como a necessidade de possível revisão do recém-atualizado ZEEC, especificamente em pontos referentes aos tabuleiros interiores conforme se propõe no Quadro 01, considerando o elevado grau de pressão e mutabilidade desse sistema ambiental registrados nos pontos de 1 a 10 da Figura 01.

Quadro 01 – Zona de Uso Sustentável, Preservação e Recuperação Ambiental dos Tabuleiros no Baixo Jaguaribe

SETORES COM USOS INTENSOS DOS RECURSOS NATURAIS	PRINCIPAIS ATIVIDADES PRODUTIVAS	CAPACIDADE PRODUTIVA E DE SUPORTE DOS RECURSOS NATURAIS		IMPACTOS DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA	MEIO ECODINÂMICO	DIRETRIZES DE USO
		Potencialidades	Limitações			
Pontos 1 e 2	Exploração mineral através da extração de piçarra	Fonte de sedimentos	Erosão pluvial superficial e subsuperficial	Desmatamento, solos frágeis expostos e desprotegidos e intensificação de processos lineares gerando sulcos, ravinas e voçorocas	Instável, por se tratar de borda de tabuleiro	Proibidos: (Código Florestal - Lei Federal 12.651/2012 Art. 4 Item VIII – “as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais”) por serem APP Permitidos: Acima da faixa de exclusão com uso controlado
Pontos 3, 6 e 9	Expansão da infraestrutura urbana	Potencial relativamente baixo para ocorrência de movimentos de massa, manto de alteração, solos espessos e fácil escavabilidade	Deficiência hídrica durante a estiagem e ausência de locais favoráveis a barramentos de rios	Meio fortemente pressionado pelo desmatamento para as mais diversas ocupações humanas, desencadeamento de processos erosivos em áreas degradadas, impermeabilização dos solos por expansão urbana comprometendo a recarga dos aquíferos, poluição dos aquíferos e surgimento de áreas de risco	Instável, por se tratar de borda de tabuleiro	Proibidos: (Código Florestal - Lei Federal 12.651/2012 Art. 4 Item VIII – “as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais”) por serem APP Permitidos: Acima da faixa de exclusão com expansão urbana regular e ordenada
Ponto 4	Carcinicultura		Espaço físico para manter a expansão da atividade produtiva, por	Desmatamento, erosão dos tabuleiros e assoreamento de áreas da planície fluvial, mudanças nas características físico-	Instável, por se tratar de borda de tabuleiro	Proibidos: conforme o Código Florestal - Lei Federal 12.651/2012 Art. 4 Item VIII

		Condições físicas e climáticas favoráveis	isso ela se alastra para zonas mais sensíveis como APP, entre elas a borda de tabuleiro	químicas do substrato e das águas fluviais com o respectivo despejo dos efluentes da atividade produtiva		Permitidos: Acima da faixa de exclusão, observado o potencial de impacto da atividade
Ponto 5	Agronegócio	Condições relativamente favoráveis à expansão agrícola e pecuária devido a presença de solos espessos e férteis	Erosão pluvial superficial e subsuperficial e compactação do solo, uma vez não respeitada a capacidade de suporte do sistema ambiental	Desencadeamento de processos erosivos em áreas degradadas tanto em borda (majoritariamente) quanto em topo de tabuleiro e riscos de poluição dos aquíferos e águas superficiais por agrotóxicos	Medianamente instável, pois mesmo na transição topo/início de borda de tabuleiro há trechos com feições erosivas	Proibidos: conforme o Código Florestal - Lei Federal 12.651/2012 Art. 4 Item VIII Permitidos: Acima da faixa de exclusão na borda e sem restrição no topo do tabuleiro, observada as técnicas de manejo adequadas e o potencial de impacto da atividade
Ponto 7	Agricultura tradicional e de subsistência	Condições favoráveis à agricultura e pecuária de subsistência devido a presença de solos espessos e férteis	Erosão pluvial superficial e subsuperficial e compactação do solo	Desmatamento e desencadeamento de processos erosivos em áreas degradadas de borda de tabuleiro	Instável, por se tratar de borda de tabuleiro	Proibidos: conforme o Código Florestal - Lei Federal 12.651/2012 Art. 4 Item VIII Permitidos: Acima da faixa de exclusão, observada as técnicas de manejo adequadas
Pontos 8 e 10	Construção e expansão de infraestrutura variada	Manto de alteração, solos espessos e fácil escavabilidade	Erosão pluvial superficial e subsuperficial em virtude da declividade	Desmatamento e desencadeamento de processos erosivos em borda de tabuleiro e de maior declividade	Instável, por se tratar de borda de tabuleiro	Permitidos: Conforme o Código Florestal - Lei Federal 12.651/2012 Art. 6 Item VI – “formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias” acompanhados de EIA/RIMA

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área dos tabuleiros no Baixo Jaguaribe vem sofrendo ao longo do tempo com intervenções antrópicas inadequadas que estão no limiar de promover alterações irreversíveis na dinâmica de suas paisagens. Assim, qualquer intervenção futura nessa área perpassa por estudos interdisciplinares que também envolvam a sociedade, visando ao bem comum de todos. Diante do agudo cenário de degradação e da existência de lacunas momentâneas não elucidadas, projetam-se novas atividades em campo para melhor compreendê-las, visando promover o uso racional e sustentável na zona dos tabuleiros. Por fim, espera-se que este artigo contribua para balizar estudos na região que almejem um novo modelo de tratamento do espaço com a adoção de práticas conservacionistas (contenção de erosão, descompactação e fertilização do solo e reflorestamento da mata de tabuleiro, entre outras), através de uma gestão racional que incorpore a ciência como concretizadora de tais práticas.

Palavras-chave: Erosão; Baixo Jaguaribe; Uso e Ocupação.

REFERÊNCIAS

ASSIS, Aroldo Vidal de. **Compreensão de Processos Erosivos Acelerados a partir da Análise do Uso da Terra nos Interflúvios Tabulares do Baixo Jaguaribe – Ceará.** 2023, 209 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN, Mossoró, 2023.

ASSIS, Aroldo Vidal de; CARVALHO, Rodrigo Guimarães de.; MAIA, Rubson Pinheiro; ANDRADE, José Hamilton Ribeiro. Compreensão dos processos erosivos acelerados nos terraços fluviais semiáridos do Baixo Jaguaribe – Ceará através da análise de uso/ocupação da terra. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 17, n. 1, p. 366–393, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/259211>. Acesso em: 17 jun. 2024.

ANDRADE, José Hamilton Ribeiro; MAIA, Celsemy Eleutério. Avaliação dos Processos de Erosão de Margens em Rios Semiáridos: estudo na sub-bacia do Baixo Jaguaribe – Ceará – Brasil. **Boletim de Geografia, Maringá**, v. 37, n. 3, p. 71-84, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v37i3.41548>. Acesso em: 07 jun. 2024.

ANDRADE, José Hamilton Ribeiro; SOUZA, Jonas Otaviano Praça de. A Importância da Vegetação Ciliar nos Processos de Erosão de Margens Fluviais: Estudos Sub-Bacia do Baixo Jaguaribe – Ceará – Brasil. *In: Anais XII SINAGEO*, p. 1-6. Crato/CE, 27 a 30 de maio de 2018. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/8/8-274-232.html>. Acesso em: 13 jan. 2024.

BRANDÃO, Ricardo de Lima; FREITAS, Luis Carlos Bastos; SHINZATO, Edgar. Geodiversidade: Limitações e Adequabilidades/ Potencialidades Frente ao Uso e à Ocupação. *In: BRANDÃO, Ricardo de Lima; FREITAS, Luis Carlos Bastos (Org.) Geodiversidade do Estado do Ceará*. Fortaleza: CPRM, 2014. 214 p.

CAVALCANTE, Andréa de Almeida; CUNHA, Sandra Baptista. Morfodinâmica Fluvial em Áreas Semiáridas: discutindo o vale do rio Jaguaribe – Ceará – Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.13, n.1, p. 39-49, 2012. Disponível em: <<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/340>>. Acesso em 13 jun. 2024.

CAVALCANTI, Adilson Dias Cavalcanti; CAVALCANTE, Carvalho Cavalcante. Evolução Geológica. *In: Ricardo de Lima; FREITAS, Luis Carlos Bastos (Org.) Geodiversidade do Estado do Ceará*. Fortaleza: CPRM, 2014. 214 p.

CEARÁ. Secretaria do Meio Ambiente (SEMA). **Relatório Consolidado do Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira do Ceará – ZEEC**. Fortaleza, Consórcio TPF-GAU, 2022. 264 p.

COSTA, Luis Ricardo Fernandes da; BARRETO, Lucas Lopes; OLIVEIRA, Vlândia Pinto Vidal de; MAIA, Rubson Pinheiro. Geomorfologia dos Tabuleiros Interiores do Estado do Ceará - Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.14, n.7, p. 4056-4065, 2021. Disponível em:< <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/249987/0>. Acesso em: 26 mai. 2024.

PANTALENA, Ana Flávia; MAIA, Luis Parente. Marcas da ação antrópica na história ambiental do Rio Jaguaribe, Ceará, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 14, n. 3, p. 459-468, 2014. Disponível em: https://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-431_Pantalena.pdf. Acesso em: 14 jun. 2024.

SÃO JOSÉ, Flaviano Fernandes de; NOVO, Yara Cristina de Carvalho; FARIAS, André Rodrigo; MAGALHÃES, Lucíola Alves; FONSECA, Marcelo Fernando. **Mapeamento de viveiros escavados para aquicultura no Brasil por sensoriamento remoto**. Campinas, SP, Embrapa Territorial, 2022.

SILVA, Raianny Sara Ferreira da. **Contribuições para a Interpretação da Evolução Geomorfológica do Baixo Jaguaribe/CE**. 2017, 131 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza 2017.

STEVANUX, José Cândido; LATRUBESSE, Edgardo Manuel. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de Texto, 336 p., 2017.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, SUPREN, 1977.