

## Meio físico e impactos ambientais na mata ciliar do baixo curso do rio Groaíras, Ceará

### *Physical environment and environmental impacts on the riparian forest of the lower course of the Groaíras river, Ceará*

David Mendes Macelli Pinto<sup>1</sup>; Ernane Cortez Lima<sup>2</sup>; Elnatan Bezerra de Souza<sup>3</sup>

- <sup>1</sup> Universidade Estadual Vale do Acaraú, Centro de Ciências Humanas (CCH), Programa de Pós-Graduação em Geografia (PROPGEU)/UVA, Sobral/CE, Brasil. Email: david\_macelli@tomail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6240-3882>
- <sup>2</sup> Universidade Estadual Vale do Acaraú, Centro de Ciências Humanas (CCH), Programa de Pós-Graduação em Geografia (PROPGEU)/UVA, Sobral/CE, Brasil. Email: ernanecortez@hotmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1744-6928>
- <sup>3</sup> Universidade Estadual Vale do Acaraú, Centro de Ciências Agrárias e Biológicas (CCAB), Programa de Pós-Graduação em Geografia (PROPGEU)/UVA, Sobral/CE, Brasil. Email: elnatan\_souza@uvanet.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5222-4378>

**Resumo:** Estudos relacionados às bacias hidrográficas devem levar em consideração não apenas o meio físico, mas todos os elementos fisiográficos estruturantes da paisagem. Considerando a importância de pesquisas no contexto de bacias hidrográficas do semiárido brasileiro, objetivou-se com este estudo caracterizar a fisiografia de um trecho do baixo curso do rio Groaíras, Ceará, ressaltando os aspectos físicos e sua relação com a mata ciliar, assim como os principais impactos ambientais observados na área. A pesquisa foi realizada a partir de levantamentos bibliográficos e observações de campo, durante o período de agosto de 2020 a setembro de 2021. Com base nos resultados, identificaram-se para a área de estudo duas unidades geomorfológicas bem definidas: a planície fluvial e as superfícies de aplainamento, a primeira associada aos depósitos aluvionares, e a segunda a rochas do embasamento cristalino. Foram definidas três feições caracterizadas pelo tipo de solo e vegetação predominantes. Entre as principais atividades socioeconômicas está o extrativismo vegetal da cera da carnaúba que propicia emprego e renda para a população local. Entretanto, sua produtividade está fortemente ameaçada pela bioinvasão da unha-de-bruxa (*Cryptostegia madagascariensis* Bojer). Por outro lado, as demandas por insumos para construção civil e olarias exercem forte pressão sobre os recursos naturais da planície fluvial, fato agravado pela criação extensiva de bovinos, caprinos e ovinos. Os dados apresentados ressaltam a necessidade de políticas públicas que incentivem o uso sustentável dos recursos naturais e promovam ações de recuperação de áreas degradadas. A conservação da mata ciliar é essencial, uma vez que protege os solos e a biodiversidade e assegura a sustentabilidade das atividades socioeconômicas locais.

**Palavras-chave:** Análise Geoambiental; Bacia Hidrográfica; Mata Ciliar.

**Abstract:** Studies related to river basins should take into account not only the physical environment, but all the physiographic elements that structure the landscape. Considering the importance of research in the context of watersheds in the Brazilian semi-arid region, the aim of this study was to characterize the physiography of a stretch of the lower course of the Groaíras River, Ceará, highlighting the physical aspects and their relationship with the riparian forest, as well as the main environmental impacts observed in the area. The research was based on bibliographic surveys and field observations, from August 2020 to September 2021. Based on the results, two well-defined geomorphological units were identified for the study area: the fluvial plain and the plateau surfaces, the former associated with alluvial deposits and the latter with crystalline basement rocks. Three features were defined, characterized by the type of soil and predominant vegetation. Among the main socio-economic activities is the extraction of carnauba wax, which provides employment and income for the local population. However, its productivity is strongly threatened by the bioinvasion of the purple rubber vine (*Cryptostegia madagascariensis* Bojer). On the other hand, the demand for inputs for construction and pottery exerts strong pressure on the natural resources of the river plain, which is aggravated by the extensive cattle, goat and sheep farming. The data presented highlights the need for public policies that encourage the sustainable use of natural resources and promote actions to recover degraded areas. The conservation of riparian forest is essential, as it protects the soils and biodiversity and ensures the sustainability of local socio-economic activities.

**Keywords:** Geoenvironmental Analysis; Hydrographic Basin; Riparian Forest.

Recebido: 08/04/2022; Aceito: 19/11/2024; Publicado: 04/03/2025.

## 1. Introdução

As bacias hidrográficas (BH's) são consideradas unidades de estudo geográfico e de planejamento territorial, devendo estes, levar em consideração uma análise ambiental integrada que considere todos os elementos fisiográficos estruturantes da paisagem, cuja inter-relação no espaço e no tempo é responsável pela sua caracterização e evolução (Lima; Silva, 2015), como é o caso das áreas ribeirinhas onde os elementos que compoem a paisagem são reflexos das características geológicas, geomorfológicas, climáticas, hidrológicas e hidrográficas envolvidas (Rodrigues, 2004).

As BH's inseridas no Domínio das Caatingas, considerando toda a sua rede de drenagem, são áreas particularmente importantes, uma vez que as calhas fluviais proporcionam a formação e existência de nichos ecológicos diferenciados do entorno (Claudino-Sales; Lima; Diniz, 2020), dadas as melhores condições de umidade existentes. Ao longo desses cursos fluviais destacam-se as matas ciliares com seus importantes ecossistemas (Ferreira et al., 2019).

As matas ciliares são formações vegetais adjacentes às margens de rios, lagos e represas que se desenvolvem sobre solos sedimentares profundos (Araujo, 2009), abrangendo desde os diques marginais até as vazantes (Ab`Sáber, 1999), formadas por plantas perenifólias como jaramataia (*Vitex gardneriana* Schauer), joazeiro (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild), mulungú (*Erythrina velutina* Willd), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.), oiticica (*Microdesmia rigida* (Benth.) Sothers & Prance), umarizeiro (*Geoffroea spinosa* Jacq.) e, principalmente, por carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore) (Moro et al., 2015; Prado, 2003), fundamentais para a proteção dessas áreas contra os processos erosivos e assoreamento (D`Álva, 2004; Ferreira et al., 2019). Sendo também chamadas de mata de beira de rio e vegetação ripária, formações essas que atualmente estão muito descaracterizadas florística e estruturalmente, uma vez que são espaços preferenciais para a agricultura (Claudino-Sales; Lima; Diniz, 2020; Souza; Rodal, 2010), além de sua desconfiguração paisagística natural em decorrência da urbanização (Falção Sobrinho; Costa-Falcão, 2006).

Enquanto unidade de estudo geográfico, a Bacia Hidrográfica do rio Acaraú é uma das principais do estado do Ceará, apresentando uma área de 14.427 km<sup>2</sup> (Claudino-Sales; Lima; Diniz, 2020) encoberta por paisagens formadas por uma diversidade de relevos (Falção Sobrinho, 2020). Inserida em seu contexto geográfico está a sub-bacia do rio Groaíras, localizada entre os municípios de Santa Quitéria, Catunda, Forquilha e Groaíras (Braúna; Souza, 2009; Rodrigues et al., 2020). Segundo estes mesmos autores, esta sub-bacia envolve três feições geomorfológicas: a depressão sertaneja, a planície fluvial e os inselbergs. Ao longo do baixo curso do rio Groaíras, sobre depósitos aluvionares novos e antigos (colúvio) de idade Quaternária (CPRM, 1998), forma-se uma extensa mata ciliar com a presença da palmeira carnaúba, também chamada de floresta mista dicótilo-palmácea (Figueiredo, 1997) e de carnaubal (Moro et al., 2015), considerada como um subtipo de caatinga (Andrade-Lima, 1981; Sampaio, 1934), uma das formações vegetais menos estudadas (Souza; Rodal, 2010).

Considerando a importância de pesquisas no contexto de bacias hidrográficas do semiárido brasileiro, objetivou-se com este estudo caracterizar a fisiografia de um trecho do baixo curso do rio Groaíras, Ceará, ressaltando os aspectos físicos e sua relação com a mata ciliar, assim como os principais impactos ambientais observados na área.

## 2. Metodologia

A pesquisa, de natureza qualitativo-descritiva (Silveira; Córdova, 2009), envolve uma concepção sistêmica fundamentada na Ecologia da Paisagem (Rodríguez, et al., 2017), por buscar “compreender a dinâmica da heterogeneidade espacial e do efeito da ação antrópica como um fator de organização da paisagem” (Soares-Filho, 1998, p. 1), abordagem integrada considerada para estudos em bacias hidrográficas (IBGE, 2009; Lima; Silva, 2015). Para tanto, realizou-se um levantamento bibliográfico fundamentado em consultas a artigos científicos e documentos técnicos publicados em periódicos nacionais e internacionais e em sites oficiais governamentais (CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará), objetivando caracterizar, de forma geral, os aspectos fisiográficos que caracterizam o ambiente da área de estudo, tais como geologia, geomorfologia, climatologia, pedologia e vegetação.

Foram realizadas oito expedições de campo entre agosto de 2020 e setembro de 2021, incluindo os períodos de chuva (janeiro à maio) e de estiagem (junho à dezembro), onde foram observados e caracterizados os componentes ambientais presentes na área, sobretudo: os solos - analisados e registrados em campo por especialista na área, seguindo a metodologia de Santos et al. (2005), além de consultas à Embrapa (2018), Guerra e Guerra (2008) e IBGE (2007); e a vegetação - analisada por meio de um levantamento florístico fundamentado nas metodologias de Peixoto e Maia (2013) e de Rotta, Beltrami e Zonta (2008), em consultas a especialistas, e autoria e grafia dos nomes científicos das espécies consultadas em

Flora do Brasil (2020). O material botânico coletado foi depositado no Herbário Francisco José de Abreu Matos (HUVA), da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). Também foram observados e registrados os impactos ambientais decorrentes do processo de uso e ocupação do solo.

## 2.1. Área de Estudo

Inserida no Domínio das Caatingas, a área de estudo compreende um trecho de aproximadamente 4,32 km<sup>2</sup> do baixo curso da planície fluvial do rio Groaíras, localizada no município de mesmo nome, Região Geográfica Imediata cearense, Brasil (Figura 1), compreendendo as localidades de Muriçoca, Floresta e Capim I, na margem esquerda do rio (Oeste), e as localidades de Flamengo, Lagoa das Bestas e Gangorra, na margem direita (Leste). A escolha desta se deu por apresentar um remanescente de mata ciliar com carnaúba menos afetado pela ação antrópica em relação às demais áreas adjacentes, apesar de ser uma área aberta (sem cercas/não privada) em sua maior extensão.

O município de Groaíras dista 213 km da capital cearense, apresenta altitude de 110 m (IPECE, 2017) e é banhado pelo rio Acaraú (sudoeste-norte) e seus afluentes rio Jacurutu (sul-oeste) e rio Groaíras (sudeste-noroeste) (COGERH, 2016). O rio Groaíras, principal afluente do rio Acaraú (Ceará, 2009; EMBRAPA, 2005), está localizado nas coordenadas geográficas: Latitude: 4°44'19" S e Longitude: 39°40'59" W (nascente) e Latitude: 3°51'48" S e Longitude: 40°24'13" W (foz) (Braúna; Souza, 2009).

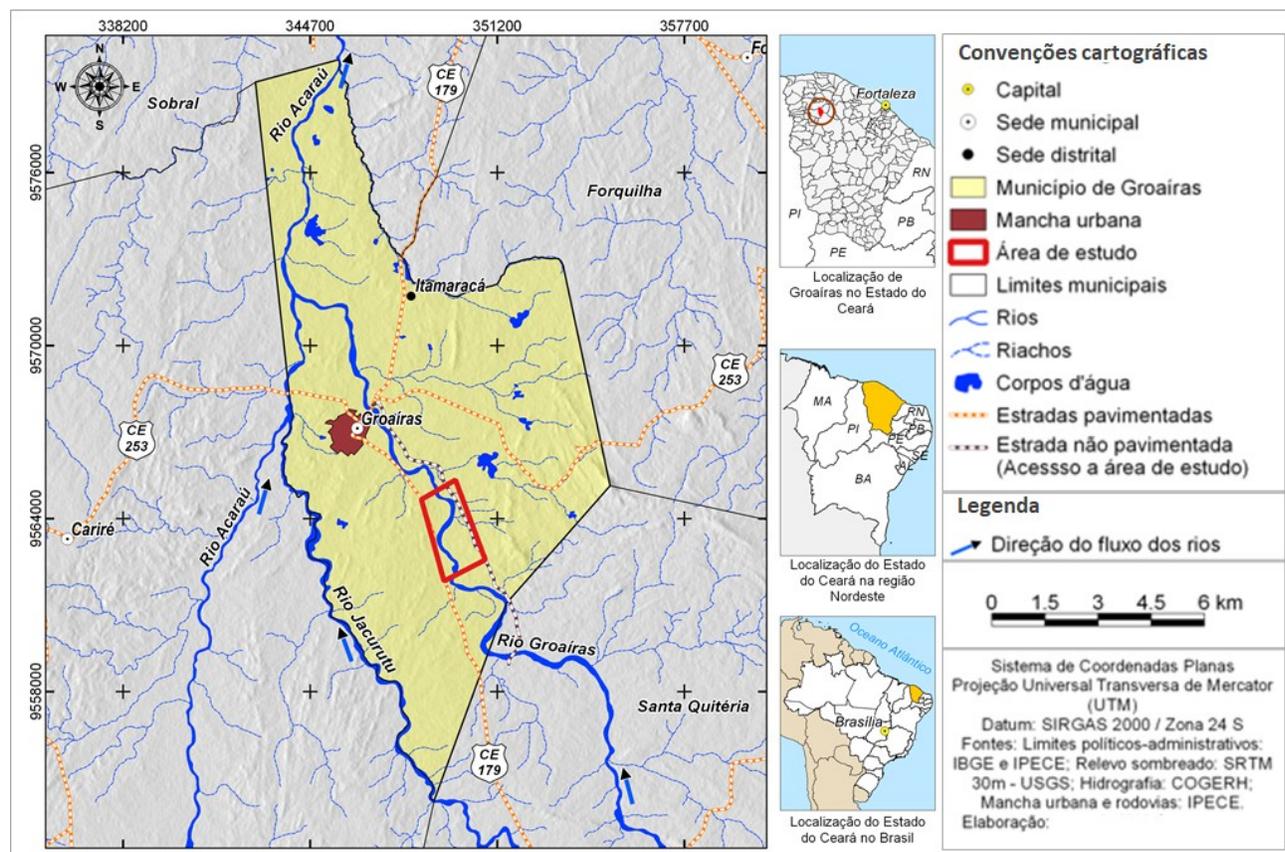


Figura 1 – Localização da área de estudo.

Fonte: Autores (2024).

## 2.2. Métodos

### 2.2.1. Elaboração do mapa de localização da área e do perfil geocológico transversal

Para a elaboração do mapa de localização da área de estudo utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGIS 3.10 (QGIS, 2021) com dados georreferenciados nos formatos vetoriais e matriciais, tendo como base o Sistema de Coordenadas Planas da projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), com o Datum horizontal SIRGAS 2000 zona 24 Sul (EPSG:31984), nas escalas de 1:250.000 (América do Sul e unidades federativas brasileiras) (IBGE, 2019), de 1:50.000 (limites municipais cearenses) (IPECE, 2019) e, de 1:100.000 (rede hidrográfica e corpos d'água) (COGERH, 2018). Os dados vetoriais utilizados foram obtidos a partir de trabalhos de campo com uso de aparelho receptor GPS (Garmin e-Trex 20, cerca de 3 metros de precisão), o que permitiu a coleta de pontos importados para o QGIS e a delimitação da área de estudo. Com a organização dos dados, o mapa em questão foi produzido no *layout* do QGIS no tamanho A4 e com orientação paisagem.

A orientação do perfil geocológico transversal (Figura 4) foi estabelecida a partir de levantamentos de campo, traçada dentro da área de estudo no sentido NE/SO, sendo utilizado os *softwares* QGis 2.18 (QGIS, 2021) e Paint (Microsoft, 2019) para a elaboração deste. O referido, está subdividido em três Feições (F) fitogeográficas: F1 – Mata ciliar; F2 – Carnaubal; F3 – Caatinga. Os ícones que representam a vegetação foram coletados na internet. A base de referência para as informações presentes neste são: Clima (Monteiro et al., 2011; Muniz et al., 2017), Geologia (CPRM, 1998; Pinéo; Palheta, 2021), Geomorfologia (Rodrigues et al., 2020) e Pedologia (FUNCEME, 2014; IPECE, 2020).

Já a imagem aérea (Figura 10), foi obtida em campo por meio do Drone Mavic Mini Dji, com voo de aproximadamente 300 m de altitude, partindo das coordenadas de referência 03°56'32.83" S e 40°21'23.97" O, em 22/07/21.

### 2.2.2 Análise climatológica da área

A realização do balanço hídrico climatológico para o município de Groaíras se deu por meio da compilação de dados obtidos através: do programa Celina 1.0, um estimador de temperaturas para o Estado do Ceará desenvolvido por Costa (2007), do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC), o qual estima a temperatura de dada área por meio dos dados de altitude, latitude e longitude, onde foram obtidas as temperaturas médias mensais estimadas para o referido município; e da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme, 2022), de onde foram obtidos os dados da pluviosidade média mensal, considerando o ano de 2021.

Para a referida análise, adotou-se a média da Capacidade de Água Disponível (CAD) de 40 mm e seguiu-se a metodologia de Rolim, Sentelhas e Barbieri (1998). Para a obtenção dos resultados e elaboração dos gráficos, representados nas figuras 4, 5, 6, 7 e 8, utilizou-se a planilha de cálculos Excel (Microsoft, 2019) Balanço Hídrico Normal ("Planilha de Classificação Racional do Clima (PCRC)") modificada por Silva-Neto (2020), do departamento de Geografia da UFC.

## 3. Resultados e discussão

### 3.1. Geologia

O contexto geológico da área de estudo é caracterizado por rochas do embasamento cristalino de idade Pré-Cambriana (Claudino-Sales; Lima; Diniz, 2020), representadas por gnaisses e migmatitos diversos, calcários, quartzitos, xistos, bem como por rochas plutônicas e metaplutônicas de composição predominantemente granítica sob os depósitos aluvionares recentes (Q2a) de idade Quaternária, formados por areias, argilas, cascalhos e siltes ao longo da calha do rio Groaíras (CPRM, 1998). Conforme observados em campo, destacam-se no leito fluvial, na Feição 1 (F1), a 92 m de altitude, alguns afloramentos rochosos medindo aproximadamente 2 m de altura, 1,5 m de largura por 7 m de comprimento, do tipo granito, gnaisse e migmatito de idade pré-cambriana (Figura 2), em função da escavação dos depósitos aluvionares.



Figura 2 – Afloramentos rochosos, calha fluvial, baixo curso do rio Groaíras, Ceará.  
Fonte: Autores (2024).

A CPRM (1998) menciona a existência de dois Domínios Hidrogeológicos (DHs) distintos: o de rochas cristalinas (denominado como aquífero fissural), com ocorrência de água subterrânea proporcionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se entende por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão; e o de depósitos aluvionares, margeando a calha do rio Groaíras. Conforme constatado em campo, as águas desses DHs são os principais recursos hídricos presentes na área, constituídos pelas águas superficiais (calha fluvial), responsáveis pela grande parte do abastecimento local e manutenção de culturas forrageiras e, pelas águas subterrâneas (poços Amazonas (poço artesanal/cacimbão), e os poços artesianos/tubulares), além das cisternas de placas (Figura 3), responsáveis pelo suporte hídrico em época de estiagem.



Figura 3 – a - Poço amazonas; b - poço tubular; c – cisterna de placas, no baixo curso do rio Groaíras, Ceará.  
Fonte: Autores (2024).

### 3.2. Geomorfologia

Conforme IPECE (2017, 2020) e Rodrigues et al. (2020) há três unidades geomorfológicas bem definidas para a região de Groaíras: a planície fluvial do rio Groaíras, onde predominam os depósitos aluvionares antigos (terraços escalonados) e novos (leito maior/várzea) (Figura 4), as superfícies de aplainamento e os inselbergs. A área de estudo é marcada pelas duas primeiras. Claudino-Sales, Lima e Diniz (2020) e Lima e Silva (2015) explicaram, ao tratarem de estudos relacionados às BHs, que a formação dessas planícies é resultado de fatores estruturantes resultantes dos processos fluviais que promoveram o carreamento longitudinal de materiais meteorizados de áreas elevadas para as mais rebaixadas, sendo considerados como fundamentais para a formação da paisagem no tempo e no espaço.

Os terraços escalonados antigos (leito maior excepcional) (Figura 4, Feição 2: F2), em ambas as margens do rio Groaíras, apresentam altitudes que variam de 98-104 m, constituídos, segundo a CPRM (1998) e o IPECE (2020), por depósitos aluvionares do Quaternário. As larguras verificadas, em campo, nestas áreas são de aproximadamente 180 m (margem direita) e de 300 m (margem esquerda). O leito vazante (F1), com altitude em torno de 89 m, é o nível de base local. Em época de estiagem (maio/dezembro) apresenta águas superficiais em um nível muito baixo, variando entre 0,7 a 1 m de profundidade por 4-6 m de largura. Já em época de grandes cheias o leito fluvial pode se estender por mais de 200 m de largura e atingir cerca 10 m de profundidade, podendo as águas se sobrepor às várzeas e chegar até áreas mais rebaixadas do leito maior excepcional.

Verificou-se ainda que partes da planície fluvial, entre as comunidades de Lagoa das Bestas e Floresta, estão relativamente conservadas, com as feições geomorfológicas pouco alteradas. O dique marginal, especialmente na margem esquerda, está protegido por uma faixa remanescente da mata ciliar, resguardando o solo da erosão e evitando o assoreamento da calha fluvial.

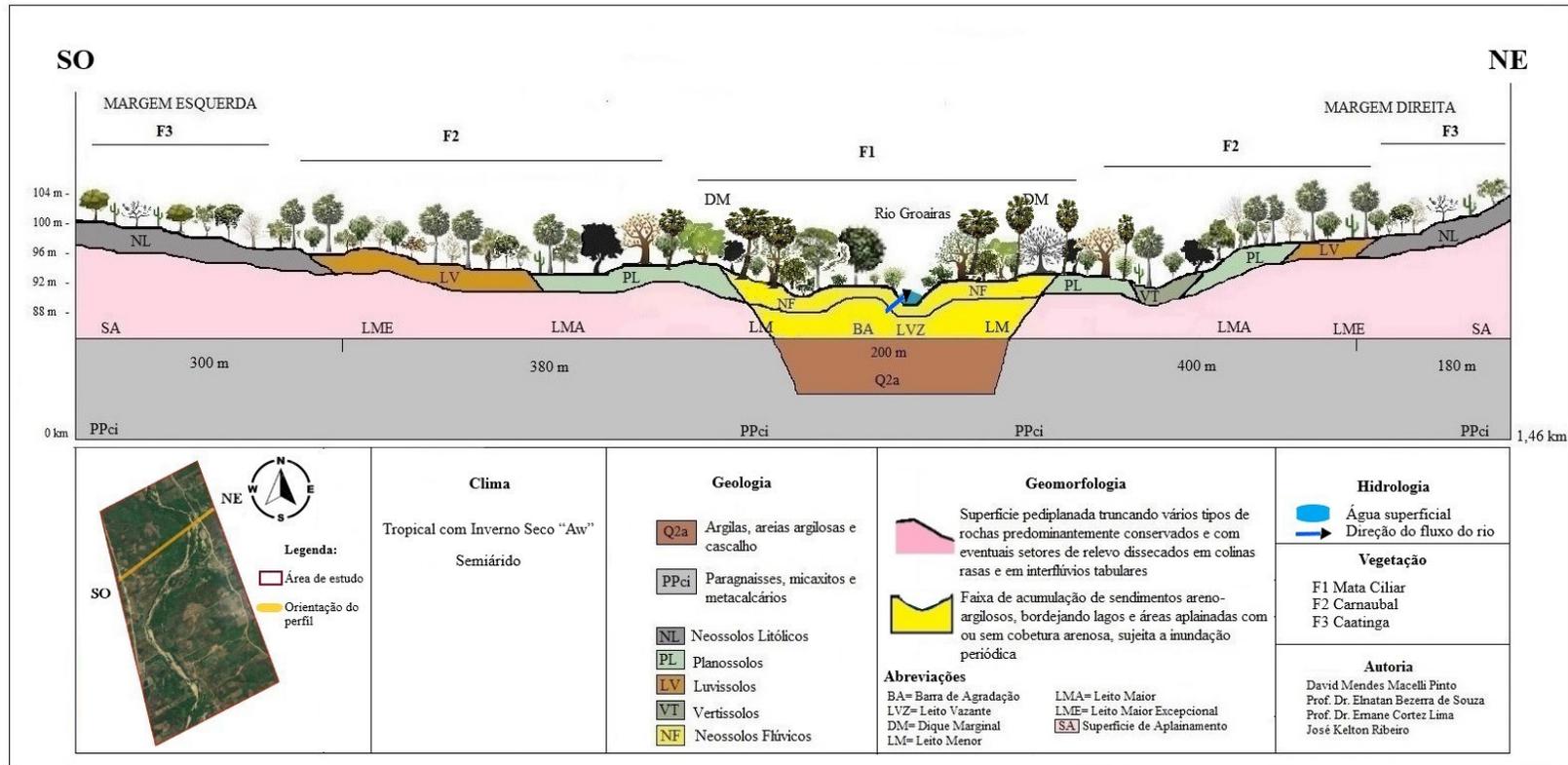


Figura 4 – Perfil geocológico transversal do Carnaubal do rio Groaíras, Ceará.

Fonte: Autores (2024).

### 3.3. Clima

De acordo com Muniz et al. (2017) e Peel et al. (2007) o clima da área é do tipo Tropical com Inverno Seco “Aw” na classificação de Köppen-Geiger (1900), caracterizado como clima de Savana. Já na classificação de Thornthwaite e Matter (1955), é caracterizado como subúmido seco (C<sub>1</sub>), semiárido, com período chuvoso entre os meses de janeiro a abril e seco entre os meses de maio a dezembro, com precipitação média anual de 791,2 mm (Monteiro et al., 2011).

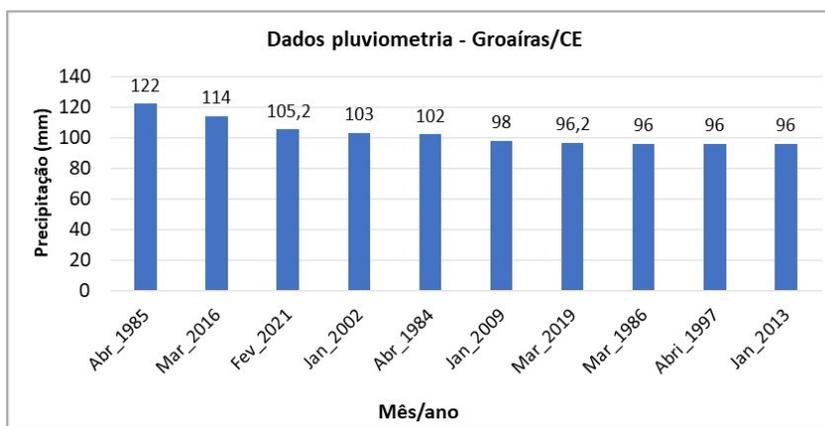
Com base em uma análise climatológica (Tabela 1), considerando o ano de 2021 e a média CAD de 40 mm para área em estudo, a deficiência hídrica (DEF) apresentou uma média anual de 1058 mm, a evapotranspiração potencial e real uma média mensal de 143 mm e 54,6 mm e média anual de 1713 mm e 654,8 mm, respectivamente. Apresentando, de acordo com a análise climatológica feita por Monteiro et al. (2011), a qual adotaram a média CAD de 100 mm, um fator térmico do tipo megatérmico subúmido seco: C<sub>1</sub>dA'a<sup>1</sup>, com Índice de Umidade (IU) inferior a 30. Já outros índices consultados na literatura apresentaram as seguintes médias anuais: 39,38%, Índice de Aridez (IA) (FUNCEME, 2017a); 66%, Índice de Umidade do solo (capacidade máxima de retenção de água no solo) (FUNCEME, 2017b) e 215,7 W/m<sup>2</sup>, Índice da radiação solar (FUNCEME, 2011), com temperatura variando entre 26° a 28° C (IPECE, 2017).

*Tabela 1 – Médias mensais do balanço hídrico climatológico do município de Groaíras, Ceará. ARM - armazenamento de água no solo, DEF - deficiência hídrica, ETP - evapotranspiração potencial, ETR - evapotranspiração real, EXC - excedente hídrico, P - precipitação, P - ETP precipitação - evapotranspiração potencial, T - temperatura.*

Ano: 2021	T	P	ETP	P - ETP	ARM	ETR	DEF	EXC
<b>Mensal (média)</b>	26,8	62,2	143	- 79,5	9,95	54,6	88	8,65
<b>Anual (total)</b>	--	758,6	1713	- 954,4	119,4	654,8	1058	103,8

*Fonte: Adaptado de Celina 1.0 (Costa, 2007) e de FUNCEME (2022).*

Ainda de acordo com a referida análise, os dados confirmam em partes, o que fora constatado por Monteiro et al. (2011), sendo que o período chuvoso (P > 50 mm/mês) ficou entre os meses de janeiro a maio, os quais apresentaram as dez maiores médias pluviométricas mensais para o município em questão (Figura 5).



*Figura 5 – As 10 maiores médias pluviométricas mensais para o município de Groaíras, Ceará – período de 1984-2021.*

*Fonte: Adaptado de FUNCEME (2022).*

Em relação as temperaturas estimadas (Figura 6), as mais amenas ocorreram nos meses (março e abril) de maiores médias pluviométricas. Já as mais altas, ocorreram no período de estiagem (agosto a novembro).

<sup>1</sup> Fator térmico para o município de Groaíras: Tipo climático em função do Índice de umidade (C<sub>1</sub>); Subtipo climático em função dos índices hídrico e de aridez (d); Tipo climático (A') e Subtipo Climático (a') em função de TE (Eficiência Térmica): Megatérmico subúmido seco com excedente hídrico pequeno ou nulo (Monteiro et al., 2011).

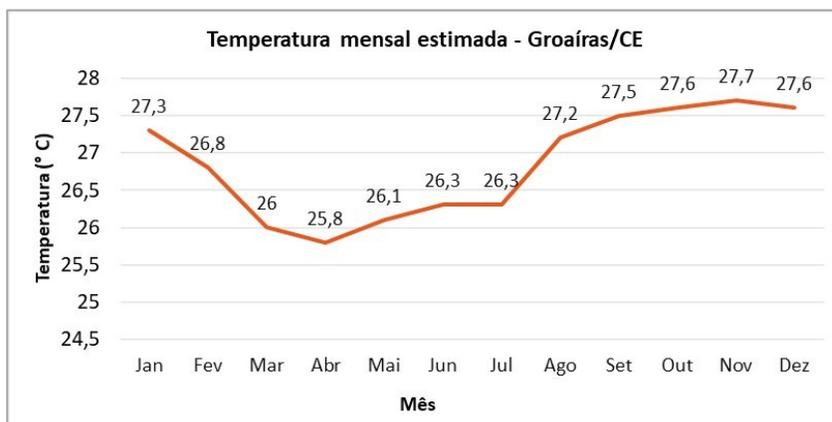


Figura 6 – Temperaturas médias mensais estimadas para o município de Groaíras, Ceará.  
 Fonte: Adaptado de Celina 1.0 (Costa, 2007).

Considerando os resultados do balanço hídrico climatológico para a área em estudo apresentados, os menores valores (< 150 mm) da ETP ocorreram no período chuvoso (EXC) e, os maiores ( $\geq$  150 mm) ocorreram no período seco (DEF). Já a ETR > 50 mm ocorreu nos meses de maiores índices pluviométricos, se mantendo zerada no período seco.

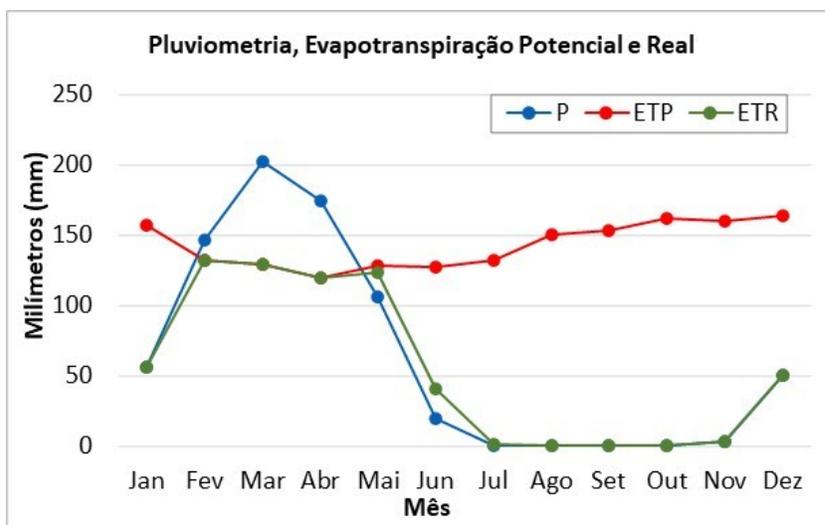


Figura 7 – Balanço hídrico climatológico para o município de Groaíras, Ceará. ETP - evapotranspiração potencial, ETR - evapotranspiração real e P – precipitação.  
 Fonte: Adaptado de Celina 1.0 (Costa, 2007) e de FUNCEME (2022).

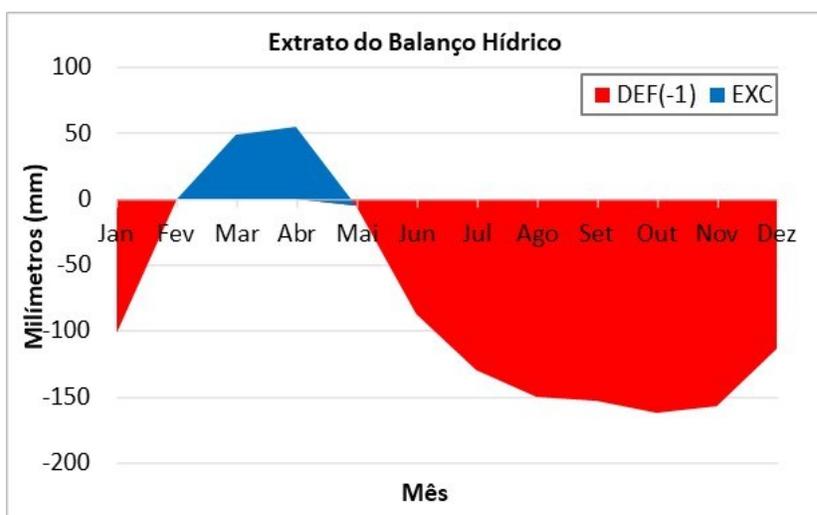


Figura 8 – Extrato do Balanço hídrico climatológico mensal para o município de Groaíras, Ceará. DEF(-1) - deficiência hídrica e EXC - excedente hídrico.

Fonte: Adaptado de Celina 1.0 (Costa, 2007) e de FUNCEME (2022).

Em relação ao Armazenamento de água no solo (ARM) (Figura 9), os maiores valores (ARM >10 mm) ocorreram nos meses de fevereiro a maio, resultado das maiores médias pluviométricas e das temperaturas amenas ocorrentes nesse período do ano.

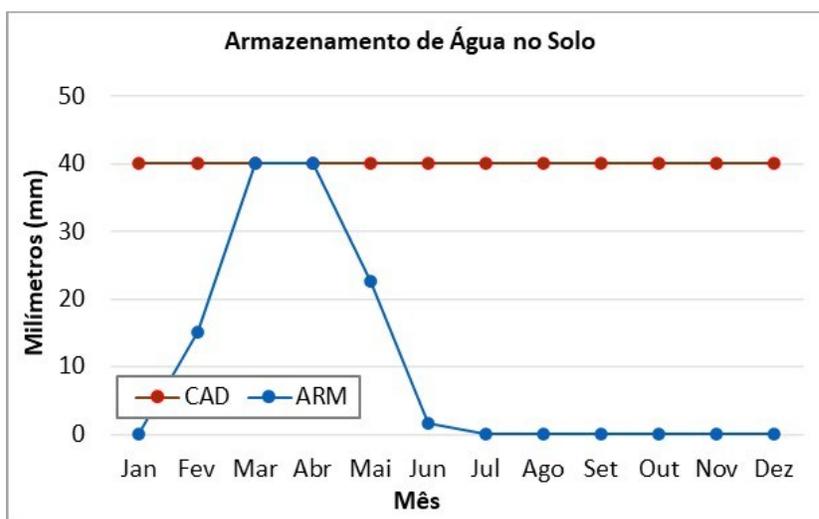


Figura 9 – Média mensal do ARM - Armazenamento de água no solo para o município de Groaíras, Ceará. CAD - Capacidade de Água Disponível.

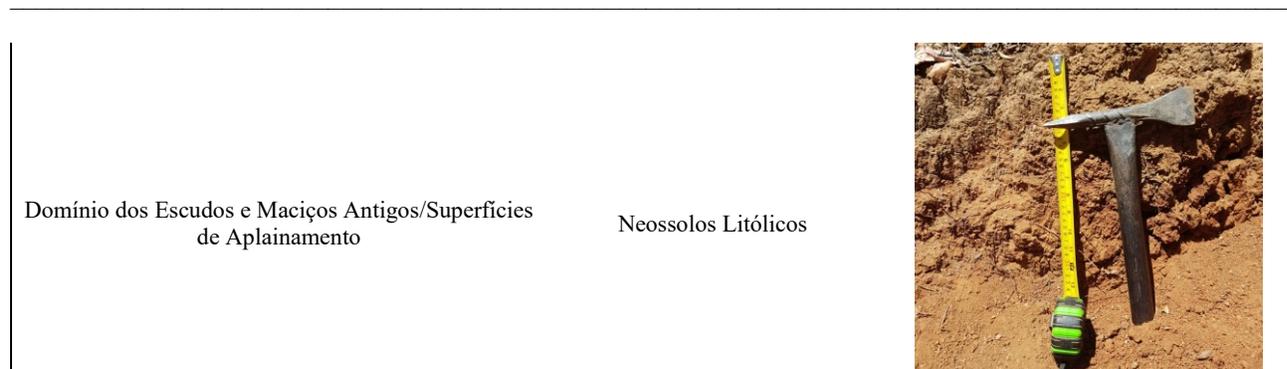
Fonte: Adaptado de Celina 1.0 (Costa, 2007) e de FUNCEME (2022).

### 3.4. Pedologia

Os solos identificados na área de estudo são citados considerando as feições geomorfológicas a partir da calha fluvial em direção às superfícies de aplainamento. Às margens da calha fluvial, Feição 1 (F1) estão os neossolos flúvicos, originados a partir dos sedimentos fluviais holocênicos, variando de moderadamente profundos a muito profundos, com textura variável e com drenagem geralmente imperfeita.

*Tabela 2 – Unidades geológicas, feições geomorfológicas e solos em trecho do baixo curso do rio Groaíras, Ceará.*

Unidade geológica/feição geomorfológica	Solo	Figura
Depósitos sedimentares cenozoicos (alúvio)/ Leito menor	Areias quartzosas	
Depósitos sedimentares cenozoicos (colúvio)/ Dique marginal	Planossolos	
Depósitos sedimentares cenozoicos (colúvio)/ Várzea	Vertissolos	
Depósitos sedimentares cenozoicos/ Várzea: Leito Maior Excepcional	Luvisolos	



Fonte: Autores (2024).

Nos depósitos aluvionares novos (leito maior/várzea), nas Feições 2 (F2), em ambas as margens do rio, com altitudes variando entre 90-98 m, predominam os Planossolos Nátricos, os quais, de acordo com a EMBRAPA (2018, p. 251), apresentam “horizonte plânico e: a) caráter sódico [...] abaixo de um horizonte A ou E dentro de 200 cm a partir da superfície do solo; ou b) caráter sódico em um ou mais horizontes dentro de 150 cm a partir da sua superfície”. Segundo a FUNCEME (2014), os Planossolos são formados pelo processo de meteorização das rochas, constituídos por saprólitos de gnaisses e migmatitos do Pré-Cambriano Indiviso e de micaxistos do Pré-Cambriano, apresentam textura arenosa no horizonte A e média ou argilosa no Bt, A coloração mais frequente varia de bruno escuro a bruno-amarelado escuro.

Nos trechos mais rebaixados (na Feição 2), foi observada acumulação de Vertissolo Hidromórfico (colúvio) (Figura 10), caracterizado por gretas de contração em época de estiagem e por brejos (pequenas lagoas) em época chuvosa.

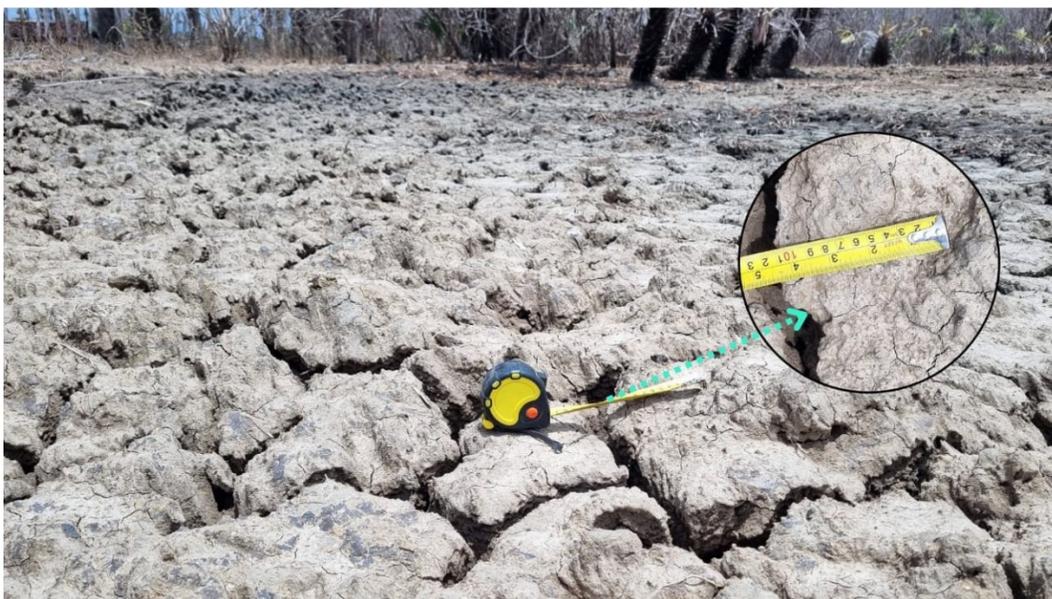


Figura 10 – Área de acumulação de água (de aproximadamente 76 m<sup>2</sup>) no período de estiagem, leito maior (F2), margem direita do baixo curso do rio Groaíras, Ceará.

Fonte: Autores (2024).

Já na feição de transição entre várzea e superfície de aplainamento, Feições 2 e 3 (F2/F3) foram identificadas feições de Luvisolos, cujo horizonte B textural é seguido pelo horizonte A ou E, geralmente pouco profundos e podendo apresentar pedregosidade. Por fim, nas superfícies de aplainamento (F3), após os limites de alcance da várzea, foram observados sobretudo os Neossolos Litólicos. Este solos são rasos, com pedregosidade ou rochosidade, sem horizonte B, com horizonte A seguido pelo horizonte C ou R, apresentando coloração superficial alaranjada a avermelhada.

### 3.5. Vegetação

De acordo com IPECE (2017), os tipos de vegetação presentes na área são Caatinga Arbustiva Aberta e Floresta Mista Dicótilo-Palmácea, esta última, designada por Moro et al. (2015) como mata ciliar com carnaúba ou carnaubal (Figura 11).

Com base no levantamento florístico, foi verificado que a vegetação que acompanha a calha fluvial é constituída por espécies aquáticas e terrícolas (Pinto et al., 2023). No leito vazante e corpos d'água destacam-se o alface-d'água (*Pistia stratiotes* L.), a samambaia-mosquito (*Azolla filiculoides* Lam.) e a *Ludwigia helminthorrhiza* (Mart.) H.Hara. Sobre os aluviões, em áreas mais ensolaradas, crescem plantas herbáceas, como o mussambê (*Tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf.) e a salsa (*Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult.), e arbustos de pinhão-bravo (*Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.), velame (*Croton heliotropiifolius* Kunth), remela-de-macaco (*Combretum lanceolatum* Pohl ex Eichler) e jaramataia (*Vitex gardneriana* Schauer). Em alguns trechos das áreas ribeirinhas, sobre o dique marginal e barras de agradação, foram observadas espécies características das matas ciliares do semiárido, como o ingá (*Inga ingoides* (Rich.) Willd.), ingá-bravo (*Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC.), oiticica (*Microdesmia rigida* (Benth.) Sothers & Prance) e pau-branco (*Cordia oncocalyx* Allemão). Estas espécies também foram registradas para trechos de mata ciliar dos rios Acaraú e Jaibas (Lima et al., 2024; Nepomuceno et al., 2023). Nota-se que outras espécies aparecem na medida em que a vegetação avança para a planície de inundação. Além da palmeira carnaúba (*Copernicia prunifera*), com forte preferência ecológica por solos salinos como os planossolos (Holanda et al., 2011; IBGE, 2007), algumas espécies lenhosas se destacam, entre as quais o muquém (*Albizia inundata* (Mart.) Barneby & J. W. Grimes), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.), joazeiro (*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild), violete (*Dalbergia cearensis* Ducke), orelha-de-negro (*Enterolobium timbouva* Mart.), mulungu (*Erythrina velutina* Willd.) e o mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) (Pinto et al., 2023).



Figura 11 – a: Vista aérea da mata ciliar com carnaúba; b: Interior da vegetação de carnaubal; c: Bioinvasão ao carnaubal causada pela espécie *Cryptostegia madagascariensis*, margem esquerda do baixo curso do rio Groaíras, noroeste do Ceará.

Fonte: Autores (2024).

Na área de transição da planície de inundação com a superfície de aplainamento, espécies de caatinga vão gradativamente ocupando os espaços (Figura 12). Dentre elas, destacam-se a jurema-branca (*Piptadenia retusa* (Jacq.) P.G.Ribeiro, Seigler & Ebinger), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.), marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill.), catingueira (*Cenostigma nordestinum* Gagnon & G.P.Lewis), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc.) e pau-ferro (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz).



Figura 12 – A-f - Vegetação ao longo do baixo curso do rio Groaíras, Ceará. a - vegetação de Caatinga arbustiva no leito maior excepcional; b - carnaubal na transição entre o leito maior e o leito maior excepcional; c-d - carnaubal na planície de inundação (várzea); e - vegetação ciliar sobre o dique marginal esquerdo; f - visão da mata ciliar a partir do leito vazante.

Fonte: Autores (2024).

Na área de estudo, assim como em outras bacias hidrográficas do Noroeste cearense (Barbosa et al., 2019), observou-se que a vegetação e a flora nativa estão fortemente impactadas pela bioinvasão da unha-de-bruxa (*Cryptostegia madagascariensis* Bojer), planta africana naturalizada que se tornou invasora de carnaubais, dada a sua preferência pelos solos das planícies fluviais (Lima et al.; 2024; Medeiros et al., 2019; Pinto et al., 2023). Esta espécie exótica, altamente agressiva na competição por luz e nutrientes, dissemina-se rapidamente, pelo vento e pela água, e forma grandes maciços populacionais caracterizados por ramos trepadores que cobrem boa parte da copas das carnaúbas, impedindo a passagem de luz, causando asfixia, estrangulamento e tombamento dos indivíduos atingidos (Lima et al., 2024; Sousa et al., 2017). Esse comportamento leva à morte muitas das espécies nativas, especialmente a carnaúba, causando danos ambientais e socioeconômicos, uma vez que essa palmeira é a base de sobrevivência de muitas comunidades ribeirinhas.

### 3.6. Atividades socioeconômicas e os impactos ambientais

As formas de uso e ocupação e suas inter-relações com os componentes ambientais são representados na área de estudo pelas ações antrópicas indicadas na Tabela 3.

A construção civil é uma das principais responsáveis pela descaracterização da paisagem natural, uma vez que demanda a retirada constante de areia da calha fluvial para aterros e construções. Por outro lado, as olarias, representadas localmente por três unidades de fabricação de tijolos, têm nos últimos anos causado impactos sobre o ambiente da planície fluvial do rio Groaíras, visto que a remoção intensa e constante de argila deixa rastros de destruição na paisagem, além do volumoso consumo de lenha advinda de desmatamentos na região. É fato que estas ações geram renda significativa para o município, porém, entretanto, fazem-se necessárias políticas públicas que possam contribuir para o uso sustentável dessas matérias-primas.

Tabela 3 – Uso e ocupação do solo e seus impactos ambientais em trecho do baixo curso do rio Groaíras, Ceará.

Uso e ocupação	Atividade e impactos na paisagem	Representação
Extração de material para a indústria da construção civil	Retirada de areia (calha fluvial)	
Fábricas de tijolos cerâmicos	Retirada de argila (leito maior excepcional)  Fabricação de tijolos	 

<p>Agricultura de subsistência</p>	<p>Desmatamentos (em áreas adjacentes) para plantio (feijão e milho) e comercialização de lenha para padarias e olarias</p>	
<p>Pecuária extensiva</p>	<p>Criação de bovino, caprino e ovino para comercialização local de carnes e leite</p>	
<p>Extrativismo vegetal</p>	<p>Extração da palha da carnaúba para artesanato, adubo orgânico e produção de cera para comercialização</p>	

Fonte: Autores (2024).

As pequenas lavouras de subsistência para plantio de milho e feijão, chamadas localmente de roçados, são comumente observadas no entorno de matas ciliares e contribuem com o desmatamento e queimada da vegetação nativa, visto os pequenos agricultores serem desprovidos de informações e técnicas necessárias à prática sustentável (Falcão Sobrinho; Ross, 2008; Farias et al., 2024). O corte e comercialização de lenha para padarias e olarias é uma prática comum nas comunidades ribeirinhas. Ademais, a comercialização de madeira para o funcionamento de marcenarias no município, atividade que fora mais intensa no passado. Práticas como estas, ao longo do tempo, esgotam os elementos físicos naturais, além de desconfigurar a paisagem natural (Falcão Sobrinho; Costa-Falcão, 2006).

A criação extensiva de bovinos, caprinos e ovinos visando a comercialização de carnes e leite, sem os cuidados técnicos adequados, é outra atividade marcante observada na área. Esse tipo de pecuária promove, pela intensa demanda por forragem, impactos sobre a vegetação, contribuindo para a perda de biodiversidade, e prejudica a recuperação natural de áreas desmatadas, conforme observado para outras áreas de mata ciliar da região (Farias et al., 2024; Lima et al., 2024).

Já o extrativismo vegetal da cera da carnaúba, muito comum no município, sobretudo na área estudada, é uma das principais atividades socioeconômicas das populações ribeirinhas. Trata-se de uma prática sustentável, conforme o que é enfatizado pela Câmara Setorial da Carnaúba (2009). A palha da carnaúba é muito utilizada no artesanato local, funciona como adubo orgânico e sua cera é um produto muito importante para o estado do Ceará. Os derivados da carnaúba (pó, cera, fibra), considerando os últimos dez anos (2011-2020), têm gerado uma renda média anual de R\$ 560.300,00 para o município de Groaíras (IBGE, 2021). Por outro lado, deve ser levado em consideração que o corte indevido das plantas nativas do sub-bosque por comunidades extrativistas, durante as atividades, descaracteriza a vegetação, uma vez que nesse processo as plantas que não são de interesse são removidas, deixando espaço para que os coletores de palha (comboieiros) possam se movimentar entre as carnaúbas. Este fato pode contribuir para proliferação da espécie exótica *Cryptostegia madagascariensis* Bojer (unha-de-bruxa), cuja estratégia de dispersão é altamente eficaz em áreas perturbadas, especialmente nos carnaubais (Bonilla, 2015; Lima et al., 2024).

#### 4. Considerações finais

Este estudo permitiu uma caracterização detalhada da fisiografia e dos impactos ambientais observados no baixo curso do rio Groaíras, destacando a importância das matas ciliares para a manutenção dos ecossistemas locais e os desafios associados à preservação desses ambientes no contexto do semiárido brasileiro. Com base nos resultados, identificaram-se para a área de estudo duas unidades geomorfológicas bem definidas: a planície fluvial e as superfícies de aplainamento, a primeira associada aos depósitos aluvionares, e a segunda a rochas do embasamento cristalino.

Foram definidas três feições caracterizadas pelo tipo de solo e vegetação predominantes. A feição F1 compreendendo os leitos menor e de vazante e a barra de agradação, onde espécies típicas de mata ciliar se estabelecem sobre neossolos flúvicos. Na feição F2, sob influência dos planossolos, luvissolos e, de maneira mais localizada, os vertissolos, está a planície de inundação onde predomina a vegetação de carnaubal. Em setores mais elevados e ocupando as extremidades do perfil geoecológico está a feição F3, estabelecida sobre as superfícies de aplainamento e cobertas por neossolos litólicos, onde se encontra a vegetação de caatinga.

Entre as principais atividades socioeconômicas está o extrativismo vegetal da cera da carnaúba que propicia emprego e renda para a população local. Entretanto, sua produtividade está fortemente ameaçada pela bioinvasão da unha-de-bruxa. Por outro lado, as demandas por insumos para construção civil e olarias exercem forte pressão sobre os recursos naturais da planície fluvial, fato agravado pela criação extensiva de bovinos, caprinos e ovinos.

Os dados apresentados ressaltam a necessidade de políticas públicas que incentivem o uso sustentável dos recursos naturais e promovam ações de recuperação de áreas degradadas. A conservação da mata ciliar é essencial, uma vez que protege o solo e a biodiversidade e assegura a sustentabilidade das atividades socioeconômicas locais.

Deste modo, este estudo contribui para a compreensão das interações entre os elementos físicos e biológicos da paisagem do baixo curso do rio Groaíras, destacando a importância de uma abordagem integrada na gestão de bacias hidrográficas no semiárido. Como perspectivas futuras, recomenda-se um monitoramento das mudanças na cobertura vegetal e no uso dos recursos hídricos. Dessa forma, podem ser adotadas estratégias de manejo que unam desenvolvimento econômico e preservação ambiental.

#### Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap) pelo apoio financeiro através do projeto BPI/Funcap (Processo: BP5-0197-00136.01.05/23).

## Referências

- AB`SÁBER, A.N. *Dossiê Nordeste seco - Sertões e sertanejos: uma Geografia humana sofrida – Estudos avançados*. vol.13 n°.36, Universidade de São Paulo. São Paulo May/Aug. 1999.
- ANDRADE-LIMA, D. *The caatingas dominium*. Revista Brasileira de Botânica, v. 4, n. 2, p. 149-163, 1981.
- ARAÚJO, G.M. *Matas ciliares da caatinga: florística, processo de germinação e sua importância na restauração de áreas degradadas*. Dissertação de Mestrado / Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2009. 68 f.: il.
- BARBOSA, E.M. et al. *Estrutura de um Fragmento de Caatinga Infestado por Cryptostegia madagascariensis Bojer ex Decne*. Revista Brasileira de Geografia Física V. 12 N. 05 (2019) 1952-1966.
- BONILLA, O.H. Estratégia de controle e manejo da Bioinvasão de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. (Periplocoideae, Apocynaceae) nas matas de carnaúba do estado do Ceará. ADECE - Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará, Fortaleza, 2015.
- BRAÚNA, A.L.; Souza, M. J. N. *Análise da degradação ambiental na sub-bacia hidrográfica do rio Groaíras – Acaraú – Ceará – Brasil*. Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2009.
- CÂMARA SETORIAL DA CARNAÚBA. *A carnaúba: preservação e sustentabilidade*. Câmara Setorial da Carnaúba. Fortaleza, 2009. 40 p.: il.
- CEARÁ. Assembleia Legislativa. *Caderno regional da bacia do Acaraú / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos*. Fortaleza: INESP, 2009. 128p.: il. Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas, v. 1.
- CLAUDINO-SALES, V.; LIMA, E.C.; DINIZ, S.F. *Análise geoambiental da bacia hidrográfica do rio Acaraú, Ceará, Nordeste do Brasil*. Revista Geonorte, 2020. DOI: 10.21170/geonorte. 2020.v.11.N.38.90.109.
- COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. *Bacia do Acaraú*. 2018. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/mapas/#pid=11>. Acesso em: 03/01/2024.
- COGERH. *Relatório de diagnóstico ambiental da bacia do Acaraú*. NIPPON KOEI LAC. Plano de Segurança Hídrica das Bacias Hidrográficas Estratégicas do Acaraú, Metropolitanas e da Sub-Bacia do Salgado, 2016.
- COSTA, G. *Celina: Estimativa de Temperaturas para o Estado do Ceará*. Versão 1.0. Departamento de Geografia – UFC, 2007. E-mail: gessilvado@yahoo.com.br.
- CPRM. *Diagnóstico do município de Groaíras*. Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará. Fortaleza, 1998.
- D`ALVA, O.A. *O extrativismo da carnaúba no Ceará*. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 172 p. (Série BNB Teses e Dissertações, n. 4).
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Contexto Geoambiental das Bacias Hidrográficas dos Rios Acaraú, Curu e Baixo Jaguaribe - Estado do Ceará / Marcos José Nogueira de Souza [et al]*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2005. 52 p. ISSN 1677-1915.
- EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos [et al.]*. 5. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.
- FALCÃO SOBRINHO, J. F. *A natureza do vale do Acaraú: um olhar das sinuosidades do relevo.* / José Falcão Sobrinho. Sobral – CE: Sertão Cult, 2020. 188 p.
- FALCÃO SOBRINHO, J. F.; ROSS, J.L.S. Semi-aridez do Vale do Acaraú. In.: *Semi-árido: diversidades naturais e culturais*. Cleire Lima da Costa Falcão, José Falcão Falcão Sobrinho, Raimundo nonato Rodrigues de Sousa e Francisco Alencar Mota (Org.). Fortaleza, CE, Expressão Gráfica, 2008. p. 15-25.

- FALCÃO SOBRINHO, J.F.; COSTA-FALCÃO, C.L. Agricultura no Semi-árido cearense e técnicas de monitoramento do processo erosivo. In.: *Semi-árido: diversidades, fragilidades e potencialidades*. José Falcão Falção Sobrinho e Cleire Lima Costa Falcão (Org.). Sobral, CE, Sobral Gráfica, 2006. p. 144-165.
- FARIAS, A.T.A.; et al. *Vegetação, uso e ocupação do baixo curso do riacho Sabonete, Sobral, Ceará, Brasil*. Revista Homem, Espaço e Tempo, v. 17, n. 2, p. 42-58, 2024.
- FERREIRA, N.C.F.; et al. *O papel das matas ciliares na conservação do solo e água*. Revista biodiversidade. v. 18, n. 3. p. 171-179, 2019.
- FIGUEIREDO, M.A. A cobertura vegetal do Estado do Ceará (unidades fitoecológicas). In: Governo do Ceará. (Org.). *Atlas do Ceará*. 01 ed. Fortaleza: Edições IPLANCE, 1997, v. 01, p. 28-29.
- FLORA DO BRASIL 2020. *Reflora*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do;jsessionid=F5CC784ACA3F82BC6CAB812E16590E72#CondicaoTaxonCP>. Acesso em: 11/10/2024.
- FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. *Índices de aridez do estado do Ceará*. Fortaleza – CE, 2017a. Disponível em: [http://www.funceme.br/?page\\_id=5826](http://www.funceme.br/?page_id=5826). Acesso em: 10/08/2024.
- FUNCEME. *Modelo de umidade do solo para atividades agrícolas*. Fortaleza – CE, 2017b. Disponível em: [http://www.funceme.br/?page\\_id=2746](http://www.funceme.br/?page_id=2746). Acesso em: 10/08/2024.
- FUNCEME. *Planossolos*. Fortaleza – CE, 2014. Disponível em: <http://www.funceme.br/?p=1014>. Acesso em: 20/06/2024.
- FUNCEME. *Postos Pluviométricos: Dados pluviometria - Groaíras (52)*. Fortaleza – CE, 2022. Disponível em: [http://www.funceme.br/?page\\_id=2694](http://www.funceme.br/?page_id=2694). Acesso em: 09/01/2024.
- FUNCEME. *Atlas Solarimétrico do Ceará*. Fortaleza – CE, 2011. Disponível em: [http://www.funceme.br/?page\\_id=2787](http://www.funceme.br/?page_id=2787). Acesso em: 20/04/2024.
- GUERRA, A.T; GUERRA, A.J.T. *Novo dicionário geológico-geomorfológico*. 6. ed. [Rio de Janeiro]: Bertrand Brasil, 2008. 648 p.
- HOLANDA, S.J.R.; et al. *Impacto da salinidade no desenvolvimento e crescimento de mudas de carnaúba (Copernicia prunifera (Miller) H.E.Moore)*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, UAEA/UEFCG. v.15, n.1, p.47-52, 2011.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cartas e mapas*, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em 03/01/2024.
- IBGE. *Extração vegetal e Silvicultura. Brasil / Ceará / Groaíras*. IBGE Cidades, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/groairas/pesquisa/16/12705>. Acesso em: 19/07/2024.
- IBGE. *Manual Técnico de Pedologia*. 2ª edição. Editor IBGE, Rio de Janeiro, 2007. 316 p.: il.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. *Limite municipal*. 2019. Disponível em: [http://mapas.ipece.ce.gov.br/i3geo/ogc/index.php?temaDownload=limite\\_municipal](http://mapas.ipece.ce.gov.br/i3geo/ogc/index.php?temaDownload=limite_municipal). Acesso em: 03/01/2024.
- IPECE. *Mapa exploratório de solos*. 2020. Disponível em: [http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/pdf/solos\\_2020.pdf](http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/pdf/solos_2020.pdf). Acesso em: 29/06/2021.
- IPECE. *Perfil Básico Municipal de Groaíras*. Secretaria do Planejamento e Gestão (SEPLAG); Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, 2017. Disponível em: [https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Groairas\\_2017.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Groairas_2017.pdf). Acesso em: 09/08/2021.

- LIMA, E.C.; SILVA, E.V. *Estudos geossistêmicos aplicados à bacias hidrográficas*. Revista Equador, v. 4, n. 4, p.3-20, 2015.
- LIMA, L.S.; et al. *Análise florística e biogeográfica da Floresta Nacional de Sobral, Ceará, Brasil*. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 17, n. 5, p. 3918-3944, 2024.
- MEDEIROS, J.S.; et al. *Potencial da espécie invasora *Cryptostegia madagascariensis* em solos salinizados*. Pesquisa e Ens. em Ciên. Exat. e da Natureza, 3(2): 178–188. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.29215/pecen.v3i2.1274>
- MICROSOFT 2019. *Software e aplicações*. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-mz/store/apps/windows>. Acesso em: 03/01/2024.
- MONTEIRO, R.N.F.; et al. *Balanço hídrico climatológico e classificação climática de Thornthwaite para o município de Groaíras-CE*. Embrapa Centro-Norte, 2011. Disponível: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/910333/1/1009.pdf>. Acesso em: 09/08/2024.
- MORO, M.F. et al. *Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará – Rodriguésia* 66(3): 717-743. 2015. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566305>
- MUNIZ, L.F. et al. *Classificação climática para o estado do Ceará utilizando distintos sistemas de caracterização*. Associação brasileira de recursos hídricos – ABRH. Florianópolis-SC, 2017. Disponível em: <http://abrh.s3.amazonaws.com/eventos/trabalhos/60/pap022393.pdf>. Acesso em: 14/07/2024.
- NEPOMUCENO, A.; et al. *Does the carnauba-palm riverine vegetation constitute a different type of plant community in the Brazilian semiarid? An analysis of the floristic composition*. Rodriguésia, v. 74, e00702022, 2023.
- PEEL, M.C.; et al. *Updated world Köppen-Geiger climate classification map*. Hydrology Earth Syst. Sciences, 11, 1633–1644. Australia, 2007. 10.5194/hess-11-1633-2007
- PEIXOTO, A.L.; MAIA, L.C. *Manual de Procedimentos para Herbários*. Recife: Edit. Universitária, UFPE, 2013. 53 p.
- PINÉO, T.R.G.; PALHETA, E.S.M. Projeto mapa geológico e de recurso minerais do estado do Ceará. CPRM, 2021. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/20418>. Acesso 03/01/2024.
- PINTO, D.M.M.; et al. *Carnaubal em meio às superfícies aplainadas: a influência das feições geomorfológico-edáficas no perfil transversal da mata ciliar do rio Groaíras, Ceará*. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 16, n. 6, p. 3572-3588, 2023.
- PRADO, D.E. As caatingas da América do Sul. In book: *Ecologia e Biogeografia da Caatinga*. p. 3-73. Universidade Federal de Pernambuco, 2003.
- QGIS 2021. Baixe QGIS para sua plataforma – todos os lançamentos. Disponível em: <https://qgis.org/en/site/forusers/download.html>. Acesso em: 05/01/2024.
- RODRIGUES, C.F.; et al. *Compartimentação geomorfológica da sub-bacia hidrográfica do rio Groaíras – CE*. Revista Homem, Espaço e Tempo, nº 14, volume 2, p. 24-34, Jan/Dez/2020. ISSN: 1982-3800.
- RODRIGUES, R.R. Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. P. 91-99. In: Rodrigues e Leitão-Filho. *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Edusp: Fapesp. 2004.
- RODRIGUEZ, J.M.M; et al. *Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. 5. ed. José Manuel Mateo Rodriguez; Edson Vicente da Silva; Agostinho Paula Brito Cavalcanti (Org.). Fortaleza: Edições UFC, 2017. 222 p.; il. ISBN: 85-7282-148-1.
- ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. *Planilhas no ambiente Excel<sup>TM</sup> para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial*. Revista Bras. de Agrometeorologia, Santa Maria, 1998. v. 6, n.1, p. 133-137. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/171.pdf>. Acesso em: 08/07/2024.

- 
- ROTTA, E.; BELTRAMI, L.C.C.; ZONTA, M. *Manual de Prática de Coleta e Herborização de Material Botânico*. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/315636/1/Doc173.pdf>. Acesso em: 28/06/2024.
- SAMPAIO, A.J. *Phytogeographia do Brasil*. Bibliotheca Pedagógica Brasileira. Série V - Brasileira - Vol. XXXV, São Paulo, 1934. 284 p.
- SANTOS, R.D.; et al. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*, por R.D. dos Santos e outros autores. 53 ed. revista e ampliada Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 2005. 100 p.il. Disponível em: <https://docplayer.com.br/84409409-Manual-de-descalcao-e-coleta-de-solo-no-campo.html>. Acesso em 07/07/2024.
- SILVA-NETO, J.A. *Planilha para Classificação Racional do Clima (PCRC)*. 2020. Disponível em: <http://lcgrhufc.blogspot.com/>. Acesso em: 02/12/2024.
- SILVEIRA, D.F.; CORDOVA, F.P. A pesquisa científica. In.: *Métodos de Pesquisa* / Tatiana Engel Gerhardt e Denise Tolfó Silveira (Org.), Universidade Aberta do Brasil - UAB/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 31-42.
- SOARES-FILHO, B.S. *Análise da paisagem: Fragmentação e mudanças*. Departamento de cartografia, Centro de Sensoriamento Remoto – UFMG, Belo Horizonte, 1998.
- SOUSA, F.Q.; et al. *Cryptostegia madagascariensis Bojer ex Decne.: Impactos sobre a regeneração natural em fragmentos de caatinga. Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. ISSN (on line) 1981-0997, v.11, n.1, p.39-45, Recife, PE, UFRPE, 2016. DOI:10.5039/agraria.v11i1a5357.
- SOUZA, J.A.N.; RODAL, M.J.N. *Levantamento florístico em trecho de vegetação ripária de Caatinga no rio Pajeú, Floresta/Pernambuco- Brasil*. Caatinga 23(4): 54-63. 2010.