Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 27, nº 4 (2026)

http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v27i4.2782

https://rbgeomorfologia.org.br/
ISSN 2236-5664

Artigo de Pesquisa

Impacto da Vegetação na Conectividade Hidrossedimentológica da Bacia do Riacho do Tigre, Semiárido Paraibano

Impact of Vegetation on Hydrosedimentological Connectivity in the Riacho do Tigre Basin, Semi-Arid Region of Paraíba

Adonai Felipe Pereira de Lima Silva [1], Jonas Otaviano Praça de Souza [2]

[1] Universidade Federal da Paraíba, Grupo de Estudos em Ambientes Fluviais Semiáridos (GEAFS), João Pessoa, Paraíba, Brasil. E-mail: ad.felipelima@hotmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1654-6775

[2] Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento de Geociências, João Pessoa, Paraíba, Brasil. E-mail: jonas.souza@academico.ufpb.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1405-0944

Recebido: 27/01/2026; Aceito: 31/08/2026; Publicado: 17/11/2026.

Resumo: A conectividade hidrossedimentológica representa um elemento central para a compreensão da transmissão de fluxos de água e sedimentos em bacias hidrográficas, especialmente em ambientes semiáridos marcados por elevada sazonalidade climática. Este estudo tem como objetivo avaliar a influência da vegetação na conectividade hidrossedimentológica da Bacia do Riacho do Tigre, localizada no semiárido paraibano, considerando diferentes cenários sazonais de biomassa. Para isso, foram utilizadas 51 imagens Landsat (2014–2023) para o cálculo do NDVI, associado à precipitação antecedente acumulada (CAA) de 90 e 120 dias, obtida a partir de dados pluviométricos da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) e Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Com base nesses dados, foram definidos quatro cenários de vegetação (muito seco, seco, médio e úmido), aos quais foi aplicado o Índice de Conectividade (IC). Os resultados indicam maior conectividade nos cenários com menor densidade de biomassa e redução progressiva da conectividade com o aumento da cobertura vegetal. Conclui-se que a vegetação exerce papel fundamental na modulação da conectividade hidrossedimentológica, reforçando a importância de abordagens sazonais para o entendimento dos processos erosivos e o planejamento ambiental em bacias semiáridas.

Palavras-chave: Sistemas fluviais de Terras Secas; Sazonalidade da chuva e da vegetação; Transferência de sedimentos.

Abstract: Hydrosedimentological connectivity is a key concept for understanding the transfer of water and sediment within drainage basins, particularly in semi-arid environments characterized by strong climatic seasonality. This study aims to evaluate the influence of vegetation on hydrosedimentological connectivity in the Riacho do Tigre Basin, located in the semi-arid region of Paraíba State, Brazil, considering seasonal variations in biomass. A total of 51 Landsat images (2014–2023) were used to calculate the NDVI, associated with 90- and 120-day antecedent accumulated rainfall (AAR), derived from pluviometric data provided by the Executive Agency for Water Management of the State of Paraíba (AESA) and the Pernambuco Agency for Water and Climate (APAC). Based on these data, four vegetation scenarios (very dry, dry, medium and wet) were defined, and the Index of Connectivity (IC) was applied. The results indicate higher connectivity under low biomass conditions and a progressive reduction in connectivity as vegetation density increases. These findings demonstrate that vegetation plays a fundamental role in controlling hydrosedimentological connectivity and highlight the importance of seasonal approaches for understanding erosion processes and supporting environmental planning in semi-arid river basins.

Keywords: Dryland fluvial systems; Rainfall and vegetation seasonality; Sediment transfer.

1. Introdução

O processo de transmissão de fluxo nas bacias hidrográficas pode ser influenciado por elementos naturais ou antrópicos que interferem na circulação de matéria e energia, exigindo estudos específicos sobre seus impactos em diferentes escalas espaço-temporais (ALMEIDA; CORREA, 2020). Essa complexidade torna os processos geomorfológicos dinâmicos e suscetíveis a problemas como assoreamento de rios e reservatórios, contaminação e inviabilidade do uso da água para abastecimento e irrigação (PEREIRA, 2025; SCAPIN; PAIVA; BELING, 2007).

A análise da transmissão de fluxos em bacias hidrográficas é amplamente fundamentada no conceito de conectividade da paisagem, que representa a capacidade de interação e circulação de matéria e energia entre os compartimentos ambientais (BRIERLEY; FRYIRS; JAIN, 2006; SOUZA; CORREA, 2012; BLANTON; MARCUS, 2013; FRYIRS, 2013; WOHL, 2017). Essa conectividade pode ocorrer em diferentes dimensões — vertical, lateral e longitudinal — e se expressa tanto nos processos hidrológicos quanto nos sedimentológicos (BRACKEN; CROKE, 2007; BLANTON; MARCUS, 2013; BRACKEN et al., 2013).

A conectividade de sedimentos está associada à ligação física e funcional que controla o transporte e o armazenamento de partículas entre as áreas-fonte e as regiões a jusante de uma bacia hidrográfica (MARCHAMALO; HOOKE; SANDERCOCK, 2016; CAVALLI et al., 2013; WOHL, 2017; JAMES, 2018; NAJAFI et al., 2021). De forma complementar, a conectividade hidrológica descreve a capacidade da água em mediar o transporte de matéria, energia e organismos, auxiliando na compreensão do comportamento do escoamento superficial e subsuperficial (PRINGLE, 2003; BRACKEN et al., 2013; POEPPL; KEESSTRA; MAROULIS, 2017).

A intensidade dos processos erosivos depende de fatores como regime de fluxo, vegetação, solo e clima. Em ambientes semiáridos com baixa infiltração e cobertura vegetal escassa, predominam processos de erosão por escoamento superficial, favorecidos por chuvas intensas e solos rasos, o que resulta em elevadas taxas de transporte de sedimentos (MICHAELIDES; MARTIN, 2012; BRACKEN; WAINWRIGHT, 2008; SILVA JR et al., 2011; HENARES; DONSELAAR; CARACCIOLO, 2020). Além disso, a geologia e a permeabilidade dos solos também influenciam os caminhos do fluxo hidrológico: áreas com solos permeáveis favorecem fluxos subterrâneos, enquanto solos impermeáveis intensificam o escoamento superficial (LEIBOWITZ et al., 2018).

A vegetação, por sua vez, exerce papel fundamental ao reduzir a conectividade hidrológica e sedimentológica, atuando como barreira ao escoamento superficial, sobretudo em eventos extremos (SANDERCOCK; HOOKE; MANT, 2007; LESSCHEN; SCHOORL; CAMMERAAT, 2009). A relação entre cobertura vegetal, morfologia e processos fluviais em regiões áridas e semiáridas revela que os canais de Terras Secas apresentam elevada complexidade e irregularidade morfológica, influenciada pelas variações na vegetação ripária ao longo do curso (SANDERCOCK; HOOKE; MANT, 2007; MILAN et al., 2018). Nessas áreas, o fluxo superficial intermitente dos rios efêmeros cria habitats específicos e desempenha papel fundamental nos ecossistemas secos, embora suas interações hidrológicas e a estrutura das florestas ripárias ainda sejam pouco conhecidas (MORGAN et al., 2020).

Em bacias com intensa atividade agrícola, a remoção da vegetação e o aumento da erosão nas encostas intensificam o transporte de sedimentos, provocando sedimentação nos vales e até o desaparecimento de canais (FARIA, 2014; LIMA; FELTRIN, 2019). A limitada proteção vegetal, aliada à dominância do fluxo superficial hortoniano, torna o transporte de sedimentos por arraste recorrente em diversas regiões áridas e semiáridas do planeta (TOOTH, 2000).

Em escala de encostas, a microtopografia e a distribuição espacial da vegetação — composta por mosaicos de manchas vegetadas e solos expostos — controlam a conectividade hidrológica, tornando o escoamento descontínuo e irregular (LESSCHEN; SCHOORL; CAMMERAAT, 2009). Assim, a vegetação atua como um fator essencial na redução da conectividade sedimentar, contribuindo para mitigar processos de erosão, desertificação e degradação das terras (SANDERCOCK; HOOKE; MANT, 2007).

A importância deste estudo na Bacia do Riacho do Tigre justifica-se por sua localização nas cabeceiras do rio Paraíba, principal sistema fluvial do estado da Paraíba, e pelas características hidroclimáticas típicas do Cariri paraibano, uma das regiões mais secas do Brasil. A combinação entre elevada sazonalidade das chuvas, rios predominantemente efêmeros e intermitentes e forte variabilidade da cobertura vegetal torna a bacia um ambiente representativo para investigar a conectividade hidrossedimentológica, contribuindo para a compreensão dos processos erosivos e para o planejamento ambiental em bacias semiáridas.

Dessa forma, considerando a influência da vegetação na dinâmica hidrológica e sedimentar das bacias hidrográficas, o presente estudo tem como objetivo avaliar de que maneira a vegetação interfere na conectividade e na transmissão dos fluxos hidrossedimentológicos, com ênfase nas variações sazonais da biomassa na Bacia do

Riacho do Tigre, localizada no semiárido paraibano, região marcada por forte sazonalidade climática e elevada sensibilidade aos processos de erosão e sedimentação.

2. Área de Estudo

A área de estudo se localiza no município de São João do Tigre, na mesorregião da Borborema e na microrregião do Cariri Ocidental do estado da Paraíba (Figura 1). A Bacia do Riacho do Tigre (BRT) possui cerca de 560 km², a qual está inteiramente inserida no Planalto da Borborema, apresentando elevações altimétricas que variam entre 506 m e 1172 m, assim como índice de declividade com porcentagens que podem chegar a 114,7% (SILVA e SOUZA, 2025).

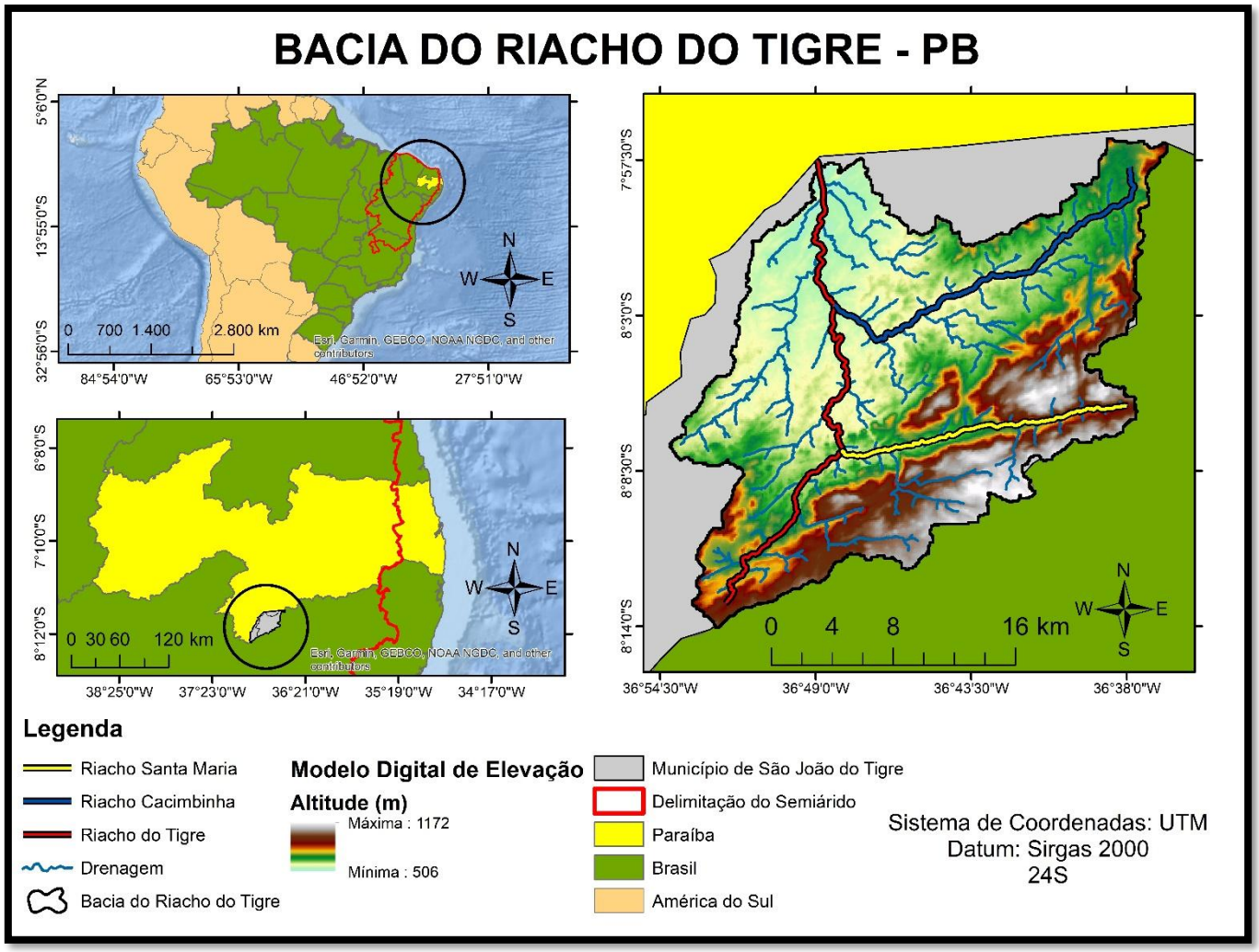


Figura 1. Localização da área de estudo. Fonte: Os autores.

Entre as compartimentações megageomorfológicas do Planalto da Borborema, destaca-se, na área do município de São João do Tigre, a presença da zona dos Maciços Remobilizados do Domínio Transversal, localizada nas porções mais elevadas, enquanto as áreas mais baixas se inserem na Depressão Intraplanáltica Paraibana. A estrutura geológica dessas unidades, composta predominantemente por rochas cristalinas mais resistentes em relação às formações das áreas adjacentes, exerce influência direta sobre o comportamento dos rios e do clima. Enquanto os cursos d'água não ultrapassam a escarpa oriental que delimita o planalto, o clima local apresenta variações térmicas associadas ao relevo, resultando em diferenças de temperatura entre as vertentes a barlavento e a sotavento (CORRÊA et al., 2010).

O clima predominante na bacia é Tropical Semiárido, com regime pluviométrico concentrado entre os meses de dezembro e abril. A análise da série histórica (1994–2023), com dados da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESA) provenientes do posto pluviométrico localizado a 507 m de altitude, indica uma precipitação média anual de 423,9 mm. Observa-se, contudo, que nas porções mais elevadas da bacia, os índices pluviométricos tendem a ser superiores, em função da influência orográfica.

Os rios da bacia são predominantemente efêmeros e intermitentes, apresentando vazão ausente durante a maior parte do ano e, em média, menos de 40 dias de fluxo anual. Os principais cursos d'água são os riachos Tigre, Cacimbinha e Santa Maria (Figura 1). O bioma predominante é a Caatinga, caracterizado pela Caatinga Hiperxerófila e por pequenos trechos de Floresta Caducifólia (SILVA; SOUZA, 2017). Quanto aos solos, identificam-se cinco classes principais na Bacia do Riacho do Tigre: Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, Neossolo Litólico Eutrófico, Planossolo Nátrico Órtico, Planossolo Háplico Eutrófico e Luvissolo Crômico Órtico (SILVA; SOUZA, 2020).

A Figura 2 apresenta o regime médio mensal de precipitação da estação pluviométrica de São João do Tigre (PB), calculado a partir da série histórica de 1994 a 2023, evidenciando a forte sazonalidade das chuvas na área de estudo. A Bacia do Riacho do Tigre não dispõe de estações fluviométricas com séries históricas de vazão, de modo que a caracterização do regime hidrológico foi fundamentada na série histórica de precipitação e na natureza efêmera e intermitente dos canais da bacia.

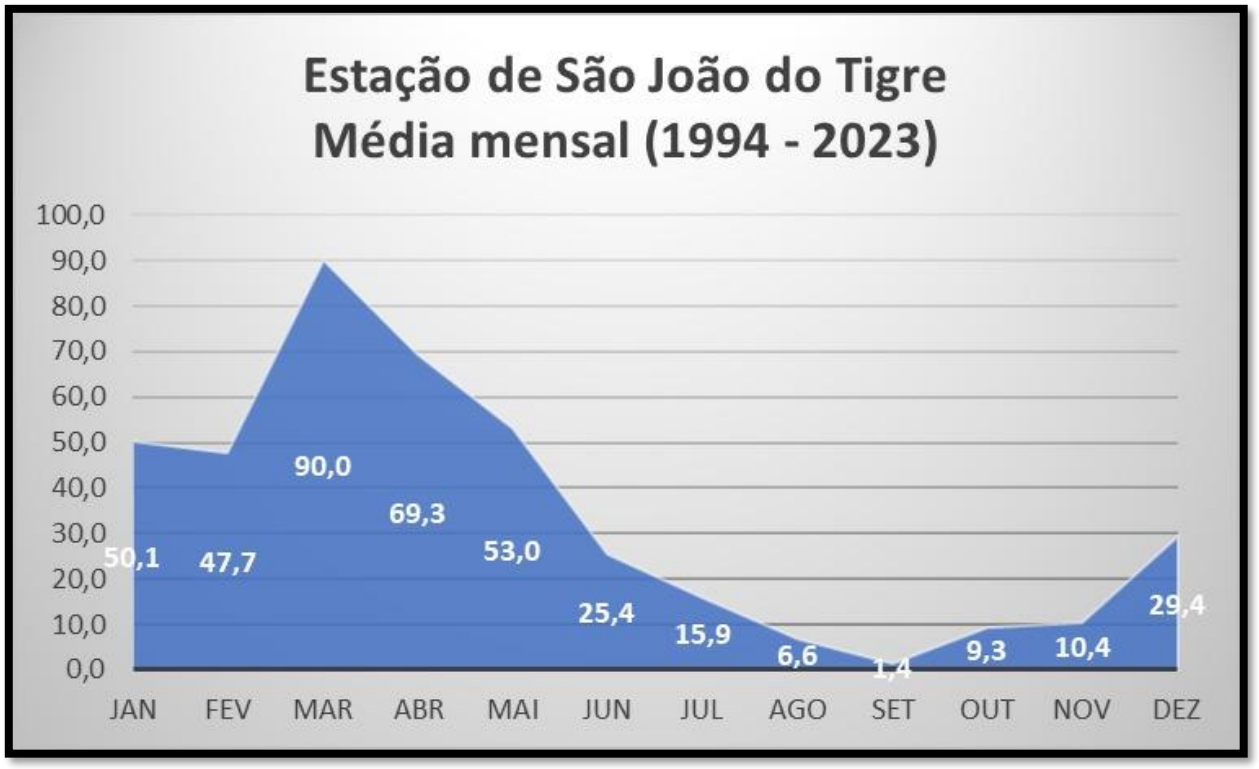


Figura 2. Regime médio mensal de precipitação (mm) da estação pluviométrica de São João do Tigre (PB), calculado a partir da série histórica de 1994 a 2023. Fonte: Os autores.

2. Materiais e Métodos

A análise da conectividade na escala de bacia seguiu as etapas descritas de acordo com o fluxograma abaixo (Figura 3):

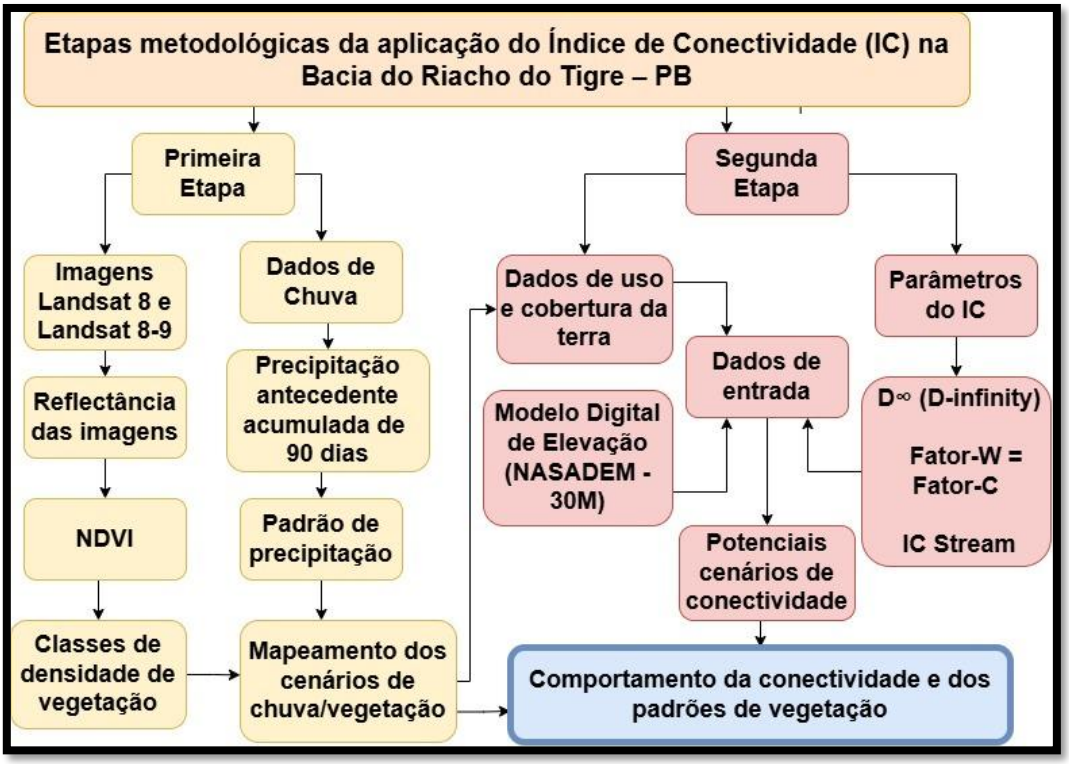


Figura 3. Fluxograma dos procedimentos para Aplicação do Índice de Conectividade (IC) na Bacia do Riacho do Tigre – PB. Fonte: os autores.

Desse modo, foram selecionadas cinquenta e uma imagens Landsat, entre 2014 e 2023, somente as imagens com pouca cobertura de nuvens (menos de 5% do total da área). As imagens Landsat 8 são referentes ao período entre 2014 e 2021, enquanto as imagens Landsat 8-9 são de 2022 e 2023.

2.1. Análise multitemporal da vegetação por meio do NDVI

Ao analisar a bacia como um todo, foi realizada uma avaliação temporal da sazonalidade da vegetação, e consequentemente do uso e cobertura da terra, a qual consiste em criar diferentes cenários de vegetação baseado na relação entre os padrões de chuvas e a variabilidade da biomassa natural, além de identificar os efeitos dos cenários de vegetação sobre a conectividade em eventos de chuva. Essa etapa é crucial para entender como a densidade da biomassa muda ao longo do tempo e sazonalmente, alterando a conectividade, assim como as relações entre essas mudanças e as características da chuva.

Os procedimentos consistiram na obtenção de dados pluviométricos diários e imagens Landsat da área de estudo. Foram analisados dados de precipitação referentes ao período de 1994 a 2023, provenientes de cinco estações meteorológicas localizadas na Bacia do Riacho do Tigre ou em seu entorno: São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro e Camalaú (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA), além de Poção e Jataúba (Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC). Os dados foram utilizados para o cálculo da Chuva Antecedente Acumulada (CAA) de 90 e 120 dias, obtida pela soma da precipitação acumulada anterior à data de aquisição de cada imagem Landsat. Posteriormente, os valores de CAA foram interpolados espacialmente por meio da ferramenta *Interpolation* (IDW) do software ArcGIS 10.5. Os valores médios de NDVI obtidos para cada imagem Landsat foram relacionados aos valores médios de CAA de 90 e 120 dias por meio de regressão linear simples, com o objetivo de identificar o intervalo de precipitação antecedente que melhor representa a resposta da vegetação. O coeficiente de determinação (R^2) foi utilizado para avaliar o ajuste das relações estabelecidas.

Os dados pluviométricos diários foram previamente organizados e inspecionados quanto à consistência e à existência de lacunas, visando garantir o cálculo da Chuva Antecedente Acumulada (CAA). Os valores de CAA foram calculados analiticamente para cada estação e para cada data de aquisição das imagens Landsat. Apenas a estação de Poção (PE) apresentou ausência de registros entre 2008 e 2013. Nessas datas, os registros ausentes foram mantidos como valores nulos (*Null*), sem preenchimento artificial das séries, permitindo que a interpolação espacial pelo método IDW fosse realizada exclusivamente com as estações que possuíam dados válidos para a respectiva data.

Desse modo, foram obtidas imagens de satélite de 30 m de resolução espacial do serviço geológico estadunidense (USGS - *United States Geological Survey*): as imagens Landsat 8 dos períodos secos e chuvosos de 2016 a 2021, assim como as imagens Landsat 8-9 entre os anos de 2022 e 2023, para compreender os padrões de precipitação atuantes na bacia. O período escolhido para obtenção das imagens coincide com o impacto da seca no semiárido brasileiro entre os anos de 2012 e 2017, que afetou fortemente o desempenho das atividades agropecuárias na região (SANTANA; SANTOS, 2020), assim como as mudanças recentes de uso da terra após esses longos períodos de seca.

Em seguida, foi calculado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) a partir das bandas 5 (*Near Infrared – NIR*) e 4 (*Red*) das imagens Landsat 8 e Landsat 8-9, utilizando a ferramenta NDVI da janela *Image Analysis* do *software* ArcGIS 10.5. O NDVI permite identificar a dinâmica da vegetação por meio das diferenças de refletância entre as bandas do vermelho e do infravermelho próximo (HUANG et al., 2021), sendo calculado conforme a Equação 1:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (1)$$

O NVDI é resultado da relação entre os níveis e reflectância nas bandas do vermelho e do infravermelho das imagens de satélite, ou seja, o índice é analisado considerando que a vegetação apresenta alta reflectância nas bandas do infravermelho próximo (*Near Infrared* - NIR) e baixa reflectância nas bandas do vermelho (Red), os quais essas bandas estão diretamente relacionadas com os parâmetros biofísicos da vegetação e podem oferecer vantagens, como a verificação da densidade da vegetação e das alterações ambientais ou antrópicas de uma bacia hidrográfica (DE LUCENA; PIRES; FILGUEIRA, 2017; COSTA; NUNES; AMPATZIDIS, 2020).

Os valores médios do NDVI de cada imagem foram relacionados aos valores de Chuva Antecedente Acumulada (CAA) de 90 e 120 dias por meio de regressão linear simples, utilizando gráficos de dispersão elaborados no Microsoft Excel. O ajuste dos modelos foi avaliado pelo coeficiente de determinação (R^2), sendo selecionado o período que apresentou maior ajuste entre precipitação e resposta da vegetação. Logo, os dados de precipitação antecedente acumulada de 90 dias foram selecionados, pois possuem melhor correlação com a variação no NDVI para analisar as relações entre a vegetação e as características da precipitação da Bacia Riacho do Tigre.

Os resultados das imagens NDVI foram agrupados de acordo com a média dos valores do NDVI de cada imagem, formando os grupos de cenários de vegetação classificados em baixa, média e alta densidade de biomassa, típica de cada tipo de vegetação. Os valores dos limites de classes foram definidos com base nas classificações padrão do NDVI que indicam a equivalência da variação NDVI/biomassa, adaptado de Souza e Hooke (2021), que são as áreas de densidade da vegetação muito baixa (0.00 – 0.19), baixa (0.19 – 0.35), média (0.26 – 0.35), alta (0.35 – 0.6) e muito alta (acima de 0.6). Logo, a partir das relações entre os padrões de chuva e o NVDI foi possível definir a sazonalidade dos cenários de vegetação ao longo do tempo, determinar a densidade da biomassa para os eventos de chuva e aplicar esses resultados nas análises de conectividade.

2.2. Índice de Conectividade

Após a etapa dos cenários da vegetação associado aos padrões de chuva, ocorre a aplicação do índice de conectividade para determinação dos cenários de conectividade (Figura 3). A partir de dados topográficos do NASADEM (30 m) foram processadas as informações de relevo, como declividade, altitude, densidade da drenagem, perfil longitudinal da bacia e largura do vale, necessárias para criar o mapa de Índice de Conectividade (IC). O IC permite a análise da transmissão de fluxos de água e sedimentos dentro de uma bacia hidrográfica, assim como averiguação de existência de impedimentos de origem natural ou antrópica que possa gerar alterações no

fluxo (FRANCO; SOUZA, 2019; HOOKE; SOUZA; MARCHAMALO, 2021). O IC representa a potencial conectividade de sedimentos baseadas nas diferentes características de compartimentos distintos da paisagem, a partir de dados geomorfológicos e de uso e cobertura do solo (ZANANDREA et al., 2020).

A metodologia utilizada para aplicar o IC é baseada nas fórmulas usadas por Borselli, Cassi e Torri (2008), também seguida por Cavalli et al. (2013), Souza, Correa e Brierley (2016), Schopper et al. (2019), Cavalli, Vericat e Pereira (2019), Franco e Souza (2019), Souza e Hooke (2021), entre outros autores. Desse modo, neste trabalho pretende-se aplicar o IC na Bacia do Riacho do Tigre, adicionado ao uso do algoritmo D∞ (*D-infinity*), o qual permite calcular a direção do fluxo em áreas com fluxo dispersivo. A metodologia foi estruturada para o cálculo do IC considerando dois possíveis alvos deposicionais — os fluxos (*streams*) e as saídas da bacia (*outlets*) — conforme proposto por Souza e Hooke (2021). Entretanto, neste trabalho, a análise foi restrita ao IC voltado aos fluxos (*IC stream*).

A Equação 2 representa o Índice de Conectividade (IC), em que Dup (*upslope*) corresponde às áreas de drenagem responsáveis pela produção de sedimentos, enquanto Ddn (*downslope*) representa as vias de transferência de sedimentos, levando em consideração a rugosidade e o gradiente da superfície:

$$IC = log_{10}\left(\frac{D_{up}}{D_{dn}}\right) \tag{2}$$

O valor de Dup (*upslope*) é calculado a partir das variáveis W (fator médio de passagem da área contributiva a montante), S (inclinação média dessa área) e A, que representa a área de contribuição a montante da célula, isto é, a área potencialmente responsável pela geração e fornecimento de sedimentos. O termo √A é utilizado para reduzir a influência de grandes áreas e manter o equilíbrio na escala logarítmica do índice.

Já o cálculo de Ddn (*downslope*) considera as células situadas a jusante, nas quais W representa o peso associado à rugosidade do terreno (valor adimensional da i-ésima célula) e S é a inclinação da mesma célula, sendo ambas utilizadas para estimar a resistência à transferência de sedimentos até o canal de drenagem.

$$\frac{D_{up} = \overline{w}\,\overline{s}\sqrt{A}}{D_{dn} = \Sigma_i \frac{d_i}{w_i s_i}} \tag{3}$$

No presente trabalho, o parâmetro W foi representado pelo fator C da USLE/RUSLE (*Universal Soil Loss Equation* / *Revised Universal Soil Loss Equation*), utilizado para avaliar o efeito do uso e cobertura do solo na susceptibilidade à erosão. Esse fator permite identificar áreas de maior ou menor proteção do solo, com base na classificação do uso da terra.

O fator C, nesta pesquisa, foi definido a partir das respostas do NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), conforme apresentado na Tabela 1, sendo aplicado tanto no cálculo do D*up* (*upslope*) quanto do D*dn* (*downslope*), conforme a formulação proposta por Borselli, Cassi e Torri (2008). Após a definição das variáveis, foi elaborado o mapa do Índice de Conectividade (IC) por meio da ferramenta Raster Calculator do software ArcGIS 10.5.

Tabela 1. Classes de NDVI, vegetação com respostas similares de NVDI e Fator C atribuído para cada classe. Adaptado de Souza e Hooke (2021).

Classes de NDVI	Respostas similares de NVDI	Fator C
< 0,19	Muito baixa	0.5
0,19-0,26	Baixa	0.11
0,26-0,35	Média	0.04
0,35-0,6	Alta	0.0167
> 0,6	Muito Alta	0.0004

3. Resultados

Com a conclusão da primeira etapa de análise (Figura 3), foi elaborada a Tabela 2, que relaciona os valores de precipitação e os índices de vegetação às respectivas imagens e datas de aquisição. Essa correlação permitiu compreender o comportamento da conectividade hidrossedimentológica em função das variações de chuva e cobertura vegetal na Bacia do Riacho do Tigre.

A Tabela 2 foi classificada de acordo com o valor médio do NDVI para cada imagem, onde os menores valores estão na parte de baixo e os valores mais altos na parte de cima. Os cenários de vegetação estão classificados conforme os valores médios do NDVI: quanto menor a densidade da vegetação, mais escuro é a representação dos cenários na tabela, que variam de cinza escuro (densidade muito baixa) a branco (densidade alta).

Os valores de Chuva Antecedente Acumulada (CAA) de 90 e 120 dias acompanham cada imagem (Tabela 2). A regressão linear entre os valores médios de NDVI e a CAA indicou melhor ajuste para o período de 90 dias, com coeficiente de determinação $R^2 = 0,9869$, do que para o período de 120 dias ($R^2 = 0,5562$), razão pela qual a CAA de 90 dias foi adotada nas análises subsequentes (Figura 4). O maior valor médio de NDVI foi observado na imagem de 10/04/2023, com média de 0,378 e valor máximo de 0,617. Em contraste, o menor valor médio foi registrado na imagem de 02/12/2016, com média de 0,134, valor máximo de 0,426 e apenas 0,3 mm de CAA de 90 dias.

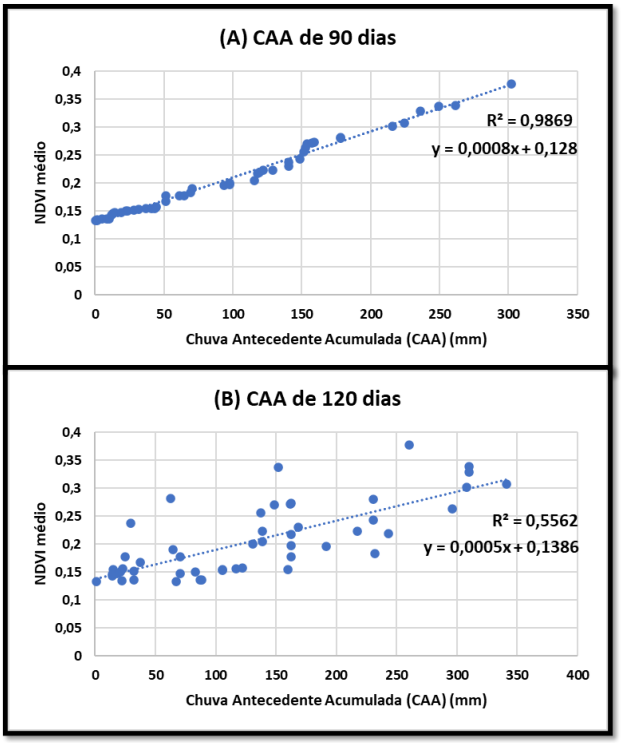


Figura 4. Relação entre o NDVI médio e a Chuva Antecedente Acumulada (CAA): (A) CAA de 90 dias; (B) CAA de 120 dias. Fonte: os autores.

Tabela 2. Valores de NDVI e da Chuva Antecedente Acumulada (CAA) correspondentes às datas de aquisição das imagens Landsat entre 2014 e 2023. **Fonte:** os autores.

Data da imagem	CAA 90 (mm)	CAA 120 (mm)	NDVI máx.	NDVI médio	Cenário (NDVI)
10/04/2023	249,2	260,6	0,617	0,378	Densidade Alta
07/04/2022	236,0	310,3	0,572	0,339	Densidade Média
04/01/2023	151,3	151,7	0,580	0,338	
28/04/2018	302,1	310,0	0,603	0,329	

Data da imagem	CAA 90 (mm)	CAA 120 (mm)	NDVI máx.	NDVI médio	Cenário (NDVI)
14/05/2018	224,2	340,9	0,618	0,308	
29/05/2023	261,5	307,9	0,531	0,302	
25/01/2022	61,4	62,5	0,526	0,282	
06/05/2015	178,2	231,0	0,560	0,281	
01/06/2014	140,3	162,8	0,581	0,273	
28/01/2023	157,3	161,7	0,574	0,272	
27/12/2022	148,4	148,9	0,520	0,271	
02/06/2019	152,8	296,4	0,587	0,264	
26/02/2019	128,6	137,6	0,526	0,256	
22/05/2015	178,2	231,0	0,568	0,244	
29/12/2020	28,0	29,3	0,570	0,237	
12/06/2017	153,6	168,7	0,611	0,231	
04/04/2015	215,8	217,2	0,535	0,224	
15/07/2023	240,3	397,4	0,564	0,223	
07/08/2020	97,8	138,6	0,591	0,223	
09/07/2015	118,1	243,5	0,551	0,219	Densidade Baixa
20/06/2014	140,3	162,8	0,533	0,218	
23/08/2020	97,8	138,6	0,546	0,205	
10/08/2015	115,7	130,9	0,582	0,201	
01/07/2018	51,0	162,6	0,546	0,198	
21/08/2019	119,0	191,6	0,559	0,196	
14/01/2015	64,5	64,5	0,515	0,191	
15/08/2017	159,0	231,9	0,616	0,183	
10/10/2020	8,2	24,7	0,575	0,178	
25/01/2019	69,0	70,4	0,505	0,178	
17/07/2018	51,0	162,6	0,551	0,178	
24/03/2017	37,0	37,4	0,504	0,168	
01/01/2016	121,9	121,9	0,498	0,158	
27/09/2015	70,6	117,1	0,546	0,157	
03/09/2018	13,3	22,6	0,541	0,156	
08/10/2019	43,5	105,4	0,548	0,155	
21/10/2018	11,7	15,0	0,495	0,155	Densidade Muito Baixa
26/06/2016	93,8	159,9	0,521	0,155	
24/10/2019	43,5	105,4	0,533	0,154	
08/12/2018	23,5	31,9	0,522	0,152	
13/10/2021	44,2	83,3	0,590	0,151	
22/11/2018	18,7	20,8	0,548	0,150	
30/11/2021	10,1	18,0	0,477	0,148	
29/10/2015	14,1	70,6	0,489	0,148	
14/11/2015	1,4	14,1	0,477	0,146	

Data da imagem	CAA 90 (mm)	CAA 120 (mm)	NDVI máx.	NDVI médio	Cenário (NDVI)
30/11/2015	1,4	14,1	0,492	0,143	
29/09/2016	5,1	32,1	0,426	0,137	
01/11/2022	40,9	87,3	0,480	0,136	
12/08/2016	31,7	88,3	0,469	0,136	
04/02/2017	22,4	22,4	0,455	0,135	
05/12/2017	43,3	67,1	0,533	0,134	
02/12/2016	0,3	0,8	0,426	0,134	

As imagens de NDVI foram agrupadas de acordo com os cenários de vegetação previamente definidos, utilizando a ferramenta *Mosaic to New Raster* do ArcGIS 10.5, o que permitiu gerar uma imagem representativa para cada cenário (Figura 5).

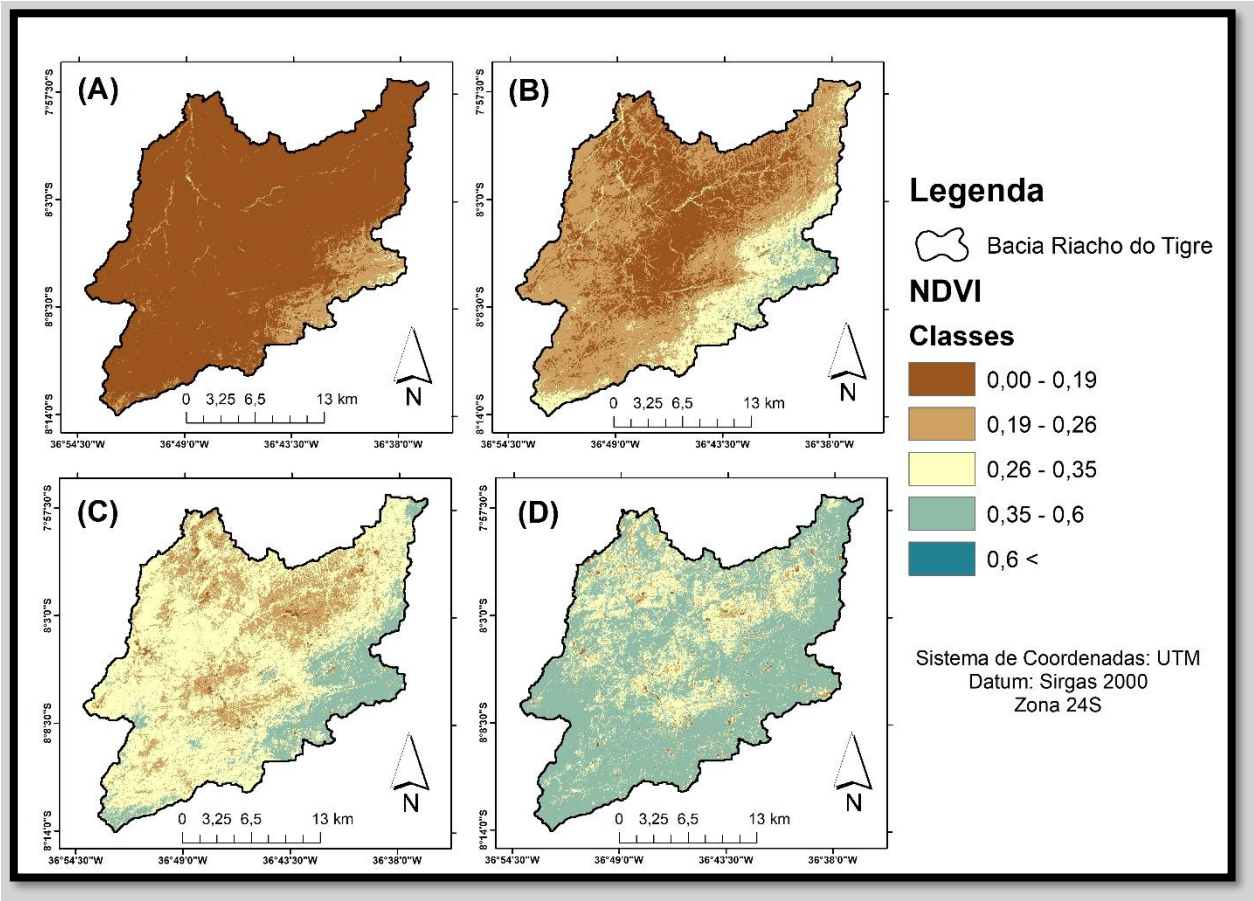


Figura 5. Mapas de vegetação em quatro cenários, conforme as classes/médias do NDVI e a classificação da densidade da cobertura vegetal: (A) densidade muito baixa (0.00 – 0.19); (B) densidade baixa (0,19 – 0,26); (C) densidade média (0,26 – 0,35); e (D) densidade alta (0,35 – 0,6). Fonte: os autores.

O cenário úmido (D) da Figura 5 foi composto apenas pela imagem de 10/04/2023, única a apresentar valor médio de NDVI superior a 0,35 (Tabela 2), associado a um dos maiores valores de Chuva Antecedente Acumulada (CAA) de 90 dias da série.

As imagens Landsat utilizadas neste estudo (Tabela 2) foram agrupadas em quatro cenários de vegetação (muito seco, seco, médio e úmido), conforme os intervalos de NDVI propostos por Souza e Hooke (2021). Complementarmente, a Tabela 3 apresenta os valores médios de NDVI associados às faixas de Chuva Antecedente Acumulada (CAA) de 90 dias definidas pelos mesmos autores: muito seco (CAA < 20 mm), seco (CAA entre 20 e

59 mm), médio (CAA entre 60 e 249 mm) e úmido (CAA ≥ 250 mm). Além disso, são apresentados a média e o desvio padrão da CAA em cada faixa, permitindo avaliar a correspondência entre a resposta da vegetação e as condições de disponibilidade hídrica.

Tabela 3. Classes de NDVI e densidade da vegetação dos cenários analisados, com os respectivos valores de Chuva Antecedente Acumulada (CAA) de 90 dias. Fonte: os autores.

	CAA < 20 mm	**20 – 59 (mm)**	**60 – 249 (mm)**	**CCA ≥ 250 mm**
	Cenário muito seco	Cenário seco	Cenário médio	Cenário Úmido
Características Gerais				
Média – CAA (mm) – 90 dias	8,4	38,3	140,1	281,8
Desvio padrão – CAA (mm) – 90 dias	6,2	9,8	51,9	28,7
CCA (mm) - 90 dias (%)	20%	24%	52%	4%
NDVI: Características				
NDVI - média	0,154	0,220	0,297	0,378
NDVI - máximo	0,443	0,480	0,502	0,617
NDVI – Desvio Padrão	0,028	0,052	0,051	0,065
Classes de NDVI: Densidade por área (%) – 06/2014 a 08/2023				
0,00 – 0,19 (muito baixa)	42%	39%	37%	30%
0,19 - 0,26 (baixa)	16%	15%	14%	12%
0,26 - 0,35 (média)	20%	18%	18%	14%
0,35 - 0,6 (alta)	22%	28%	31%	41%
> 0,6 (muito alta)	0%	0%	0%	3%

Desse modo, a Tabela 3 revela que, em um cenário muito seco, a CAA apresenta em média 8,4 mm e o NDVI médio é de 0,154 (densidade muito baixa), enquanto que em um cenário úmido, a CAA apresenta em média 281,8 mm e o NDVI médio é de 0,378 (densidade alta).

A dinâmica natural da vegetação nos quatro cenários é apresentada na Figura 6, que reúne os valores médios de NDVI obtidos a partir das imagens Landsat classificadas em cada cenário, bem como uma imagem representativa com seus respectivos valores de Chuva Antecedente Acumulada (CAA). De modo geral, os valores de CAA associados às imagens representativas são compatíveis com as condições pluviométricas observadas em cada cenário. No entanto, no cenário seco, a imagem selecionada apresenta CAA de 64,4 mm, valor superior à média da respectiva faixa de precipitação (38,3 mm), pois a escolha da imagem representativa foi baseada no comportamento do NDVI e não exclusivamente nos intervalos de CAA.

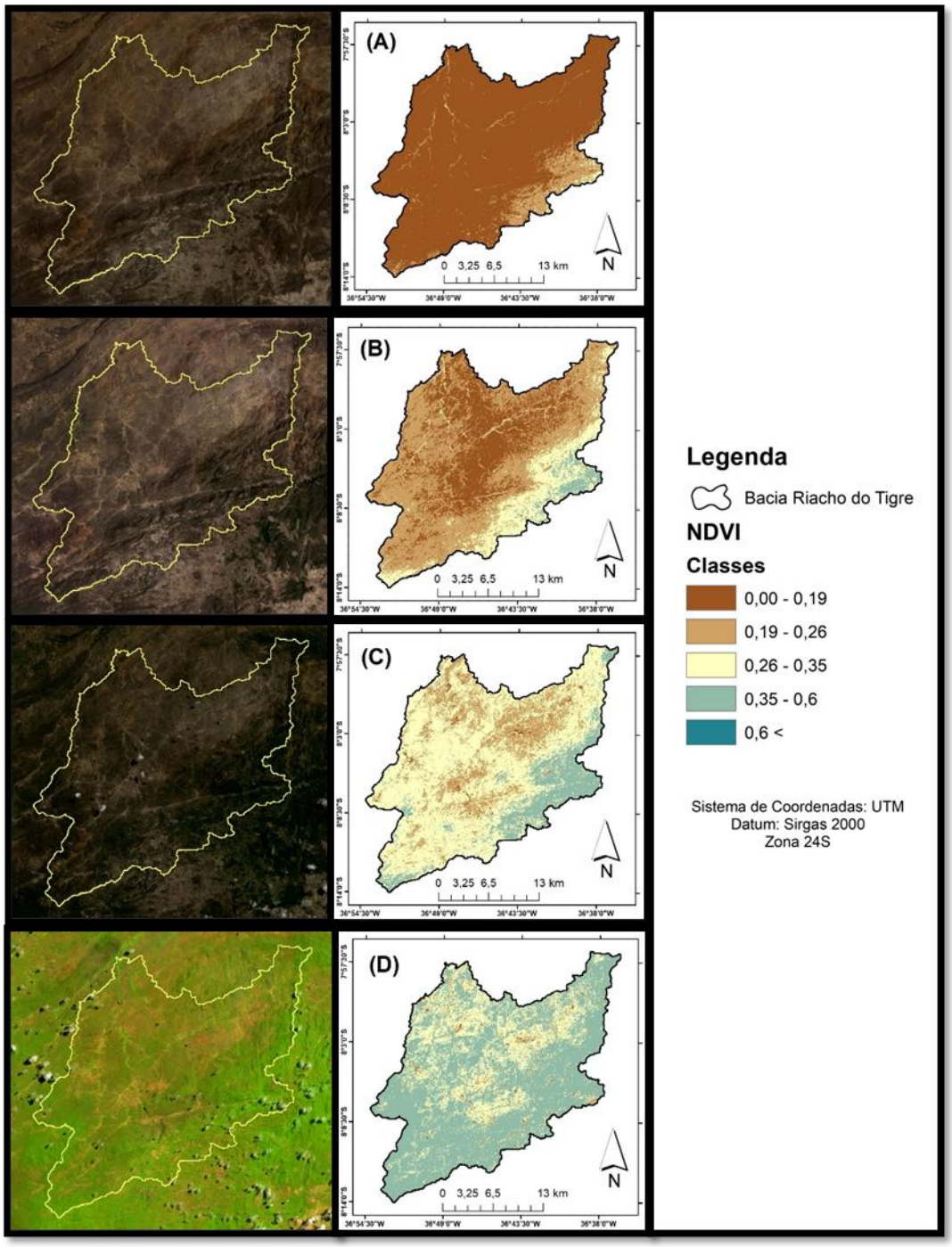


Figura 6. Dinâmica natural da vegetação nos quatro cenários identificados pelo NDVI e respectivas condições de Chuva Antecedente Acumulada (CAA) de 90 dias. Para cada cenário, apresenta-se uma imagem multiespectral Landsat representativa e o respectivo mapa de NDVI médio, obtido a partir do conjunto de imagens pertencentes ao mesmo cenário. No cenário úmido, o mapa de NDVI corresponde à única imagem disponível. As imagens representativas correspondem às seguintes datas e valores de CAA: (A) cenário muito seco (02/12/2016; CAA = 0,3 mm); (B) cenário seco (14/01/2015; CAA = 64,4 mm); (C) cenário médio (06/05/2015; CAA = 178,8 mm); e (D) cenário úmido (10/04/2023; CAA = 249,2 mm). Fonte: os autores.

Após a reclassificar os resultados do NDVI dos quatro cenários gerados para o fator C (Tabela 1), o Índice de Conectividade (IC *stream)* foi aplicado, usando como entradas de dados o fator C e o modelo digital de elevação da Bacia Riacho do Tigre. Desse modo, o IC foi aplicado para os quatro cenários de vegetação (densidade muito baixa, densidade baixa, densidade média e densidade alta), com classes de conectividade variáveis entre muito baixa, baixa, moderada, alta e muito alta. De modo geral, ao considerar todos os cenários, os valores de

conectividade variam de -8,724 (valor mínimo, conectividade muito baixa) a 1,450 (valor máximo, conectividade muito alta).

A Tabela 4 mostra os valores obtidos (mínimo, máximo, média e desvio padrão) do IC para cada cenário de vegetação. Os resultados apontam para uma maior conectividade no período mais seco e uma menor conectividade no período mais úmido. No cenário muito seco, o valor médio do IC é de -5,377 e o valor máximo é de 1,450, indicando a conectividade mais alta entre os quatro cenários. Já no período úmido, o valor médio do IC é de -6,649, indicando a conectividade mais baixa entre os quatro cenários. Os valores médios do IC referente aos cenários seco e médio seguem a mesma dinâmica, a qual indica que quanto mais úmido a área estiver, menor será a conectividade.

Tabela 4. Valores (mínimo, máximo, média e desvio padrão) do Potencial Índice de Conectividade para os quatro cenários de vegetação. Fonte: os autores.

Potencial Índice de Conectividade (cenários)	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Muito seco	-8,147	1,450	-5,377	0,731
Seco	-8,708	0,467	-5,836	0,782
Médio	-8,724	-0,556	-6,355	0,701
Úmido	-8,724	-0,282	-6,649	0,696

Os desvios-padrão observados indicam a variabilidade dos valores de Chuva Antecedente Acumulada dentro de cada faixa pluviométrica (Tabela 4). Os menores valores registrados nos cenários muito seco e seco evidenciam maior homogeneidade das condições de precipitação, enquanto o maior desvio-padrão do cenário médio reflete a maior amplitude de eventos pluviométricos compreendidos nessa classe.

Os mapas gerados para o IC de cada cenário mostram claramente a variabilidade espacial e temporal da conectividade na Bacia Riacho do Tigre e o controle da vegetação sobre a conectividade (Figura 7). A conectividade aumenta conforme a redução da densidade da biomassa, podendo apresentar diferentes respostas hidrológicas. O mapa indica que, nos quatro cenários, prevalece uma conectividade muito alta e alta nos cenários muito seco e seco, respectivamente, além de moderada no cenário médio, e por fim, baixa e muito baixa no cenário úmido.

A conectividade também apresentou ser mais alta no entorno da foz da bacia e das áreas de maior declividade (Figura 7). Na foz, os valores altos de conectividade são oriundos da alta captação hídrica que a área recebe, por ser lugar de encontro de fluxos de diferentes localidades da bacia. A degradação na foz da Bacia Riacho do Tigre – sobretudo, aquelas causadas pelas atividades antrópicas que resultam na remoção da vegetação – também pode ser um fator capaz de influenciar nos valores altos de conectividade.

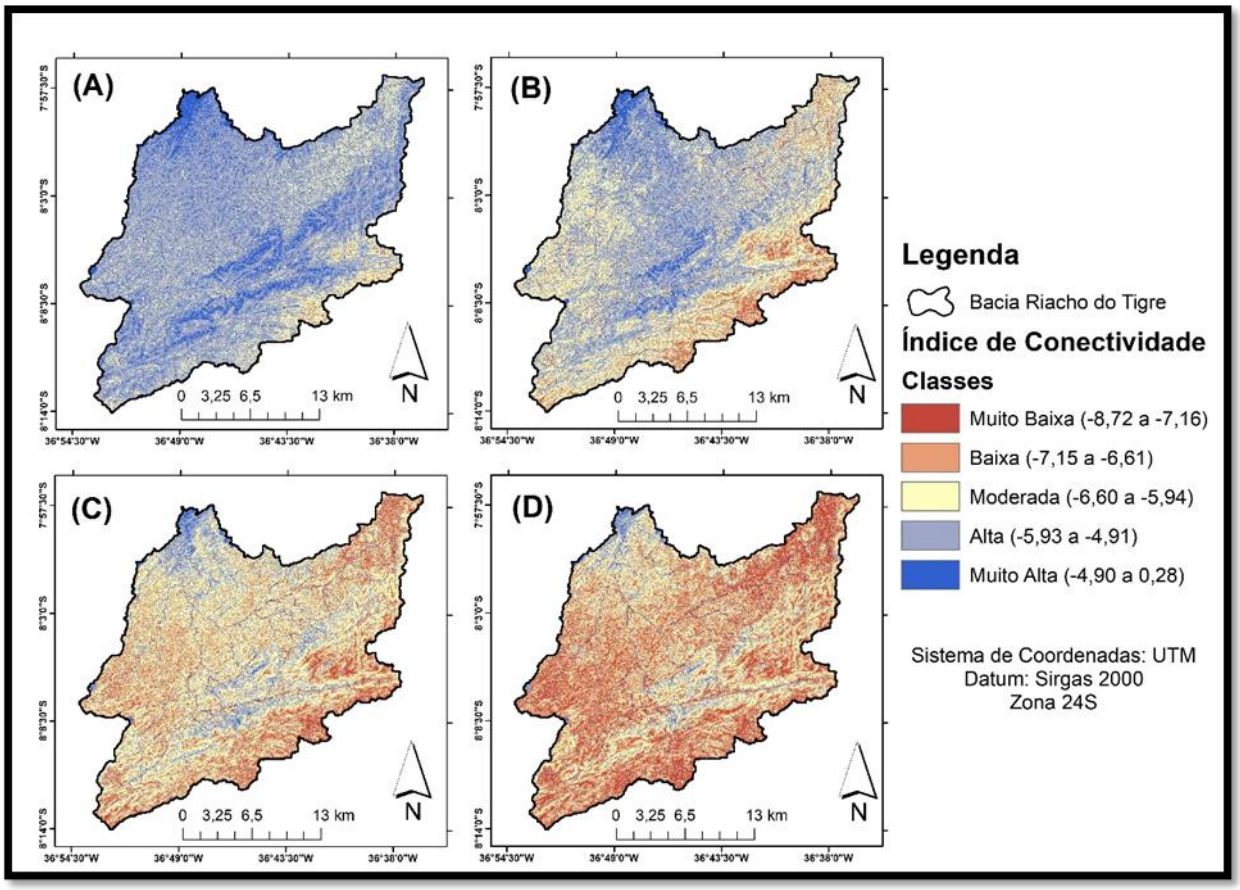


Figura 7. Mapas de classificação do Índice de Conectividade para os quatro cenários de vegetação: (A) muito seco; (B) seco; (C) médio; e (D) úmido. Fonte: os autores.

Nas áreas de relevo montanhoso e escarpado, a maior declividade pode favorecer o aumento da velocidade e da energia do escoamento superficial, contribuindo para a transferência de água e sedimentos ao longo das vertentes. Entretanto, a conectividade não é determinada exclusivamente pela topografia, mas resulta da interação entre relevo, cobertura vegetal, infiltração e configuração dos caminhos de fluxo. Nesse sentido, Fryirs (2013) destaca que a transferência de sedimentos ao longo de uma bacia é condicionada pela existência de conexões e desconexões no sistema, de modo que áreas-fonte não necessariamente apresentam ligação contínua com os canais de drenagem. Mayor et al. (2008), em ambiente semiárido, demonstraram que a conectividade do escoamento é controlada conjuntamente pela topografia e pelo padrão da vegetação, enquanto Reaney et al. (2014) evidenciaram a atuação conjunta da declividade, infiltração e vegetação na geração e conectividade do escoamento superficial. Assim, os maiores valores de conectividade observados nas áreas de maior declividade devem ser interpretados em conjunto com a cobertura vegetal e as demais características da superfície que condicionam a continuidade do escoamento (Figura 7).Em relação à área da bacia, a conectividade classificada como alta é predominante em 66,6% da área em um cenário muito seco. No cenário seco, 45% da área apresenta conectividade alta e 31,8% apresenta conectividade moderada, sendo essas as classes predominantes nesse cenário. No cenário médio, ocorre a predominância de conectividade moderada (43,6% da área) e baixa (28,9% da área). No cenário úmido, predominam as classes de conectividade baixa (38% da área) e moderada (29,3% da área). A classe de conectividade muito baixa também apresenta sua maior extensão espacial nesse cenário, ocupando 20,1% da área, mais que o dobro da área registrada no cenário médio (Tabela 5). De modo geral, observa-se uma redução progressiva das classes de conectividade alta e muito alta e um aumento das classes baixa e muito baixa à medida que a cobertura vegetal se torna mais densa, do cenário muito seco para o cenário úmido.

Tabela 5. Classes de Conectividade distribuídas (%) para cada cenário de vegetação. Fonte: os autores.

Classes de Conectividade (cenários)	Muito Baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
Muito seco	0,1%	1,4%	13,7%	66,6%	18,2%
Seco	2,2%	11,1%	31,8%	45%	9,9%
Médio	7,6%	28,9%	41,6%	18%	3,9%
Úmido	20,1%	38%	29,3%	9,9%	2,7%

A Tabela 6 mostra o padrão do número de eventos diários de chuva em diferentes magnitudes de eventos, com dados de três estações que envolve os anos de 1994 a 2023:

Tabela 6. Quantidade de eventos diários de chuva (mm) para todos os meses do ano, referente aos dados de (1994-2023) das Estações Pluviométricas dos municípios de São João do Tigre (PB), Poção (PE) e Camalaú (PB). Fonte: os autores. *Entre 2008 e 2013 não há dados disponíveis para estação de Poção.

São João do Tigre	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO
Dias Chuvosos (mm)	**Número de eventos diários de chuva**											
0,1 – 9,9	9	16	15	32	56	79	106	122	112	64	63	27
10 – 24,9	1	3	2	17	31	32	34	38	28	14	12	5
25 – 49,9	0	2	5	7	13	13	25	15	11	5	2	1
> 50	0	1	1	4	4	1	11	5	3	1	0	0
Poção*	**SET**	**OUT**	**NOV**	**DEZ**	**JAN**	**FEV**	**MAR**	**ABR**	**MAI**	**JUN**	**JUL**	**AGO**
Dias Chuvosos (mm)	**Número de eventos diários de chuva**											
0,1 – 9,9	51	13	23	22	51	50	71	79	127	160	175	109
10 – 24,9	8	6	38	11	29	35	43	36	44	64	58	19
25 – 49,9	0	2	16	3	11	13	20	27	15	20	7	5
> 50	0	1	3	5	3	3	14	4	2	1	1	0
Camalaú	**SET**	**OUT**	**NOV**	**DEZ**	**JAN**	**FEV**	**MAR**	**ABR**	**MAI**	**JUN**	**JUL**	**AGO**
Dias Chuvosos (mm)	**Número de eventos diários de chuva**											
0,1 – 9,9	10	12	12	19	55	54	80	85	91	75	83	31
10 – 24,9	0	1	0	8	23	32	53	34	30	16	14	3
25 – 49,9	0	3	3	5	10	11	24	15	10	9	1	1
> 50	0	1	0	2	4	7	12	8	8	1	1	0

*Entre 2008 e 2013 não há dados disponíveis para estação de Poção.

De modo geral, os meses de março e abril são os que apresentam maior quantidade de eventos diários de precipitação, como também são os meses com maior quantidade de eventos acima de 50 mm (Tabela 6). De acordo

com a Tabela 3, no mês de abril predomina os cenários de vegetação com densidade média e alta, que poderia que nesse mês a conectividade tende a ser mais baixa de acordo com os padrões encontrados.

Por outro lado, os meses de setembro, outubro e novembro são os que apresentam as menores quantidades de eventos diários, sobretudo setembro, que não contabilizou eventos com precipitação acima dos 25 mm (Tabela 6). Os valores de NDVI para as imagens de setembro, outubro e novembro são correspondentes às classes de densidade muito baixa e densidade baixa (Tabela 2). Logo, como setembro, outubro e novembro se enquadram em um cenário muito seco ou seco de vegetação, há tendência para ocorrência de uma conectividade estrutural alta nesses meses, conforme o mapa do Índice de Conectividade (Figura 7) e a Tabela 5.

4. Discussão

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que a dinâmica sazonal da vegetação exerce papel fundamental na modulação da conectividade hidrossedimentológica da Bacia do Riacho do Tigre. O aumento da biomassa vegetal esteve associado à redução progressiva das classes de conectividade alta e muito alta e ao aumento das classes baixa e muito baixa, indicando menor potencial de transferência de água e sedimentos entre as encostas e a rede de drenagem. Esse comportamento está relacionado à capacidade da cobertura vegetal de aumentar a rugosidade superficial, favorecer a infiltração e reduzir a geração de escoamento superficial, limitando a conectividade entre as áreas-fonte e os canais de drenagem.

A relação entre precipitação antecedente acumulada e resposta da vegetação também reforça a natureza dinâmica da conectividade hidrossedimentológica na bacia. A imagem de 02/12/2016 apresentou o menor valor médio de NDVI, coincidindo com o período de seca extrema registrado entre 2012 e 2017 no semiárido brasileiro (Nunes e Medeiros, 2020). Esse comportamento está de acordo com a fenologia característica da Caatinga, na qual a perda sazonal das folhas representa uma estratégia de adaptação ao déficit hídrico, enquanto a renovação foliar ocorre rapidamente após o retorno das chuvas (Rufino et al., 2020). Dessa forma, a redução da biomassa observada durante os períodos secos não representa necessariamente mortalidade da vegetação, mas uma resposta fisiológica às condições climáticas, com reflexos sobre a conectividade hidrossedimentológica.

Outro aspecto relevante refere-se ao fato de a única imagem pertencente ao cenário úmido apresentar CAA de 249,2 mm, valor muito próximo do limiar de 250 mm proposto por Souza e Hooke (2021). Esse resultado sugere que a resposta da vegetação à disponibilidade hídrica constitui um processo contínuo, não necessariamente condicionado a limites rígidos de precipitação. Assim, os intervalos utilizados para classificação dos cenários devem ser compreendidos como referências metodológicas que representam tendências gerais do comportamento da vegetação, e não como transições abruptas entre diferentes estados ambientais.

A relação observada entre vegetação e conectividade é consistente com resultados obtidos em diferentes ambientes. Na própria Bacia do Riacho do Tigre, Franco e Souza (2019) observaram redução da conectividade hidrossedimentológica em condições de maior cobertura vegetal, enquanto Souza e Hooke (2021) demonstraram que a variação sazonal da vegetação constitui importante fator de controle da conectividade hidrológica em uma bacia semiárida da Paraíba. Em escala internacional, Jia-nan et al. (2024) identificaram, em bacias do nordeste da China, que a conectividade sedimentológica está relacionada às condições de cobertura vegetal, em interação com fatores topográficos, climáticos e de manejo da terra, utilizando o fator C da RUSLE estimado a partir do NDVI. De forma semelhante, Liu et al. (2025) demonstraram, em uma bacia árida da China, que a redução da cobertura vegetal promove aumento da conectividade hidrológica e que determinados limiares de cobertura podem desencadear transições para estados de maior conectividade. Em conjunto, esses estudos corroboram o padrão observado na Bacia do Riacho do Tigre e indicam que a influência da vegetação sobre a conectividade ocorre em interação com as demais características ambientais da bacia.

Os resultados também são consistentes com estudos desenvolvidos em regiões áridas e semiáridas que destacam a importância da vegetação na regulação dos fluxos superficiais e na transferência de sedimentos (Lesschen; Schoorl; Cammeraat, 2009; Cavalli et al., 2013). Entretanto, a influência da cobertura vegetal sobre a conectividade não deve ser interpretada de forma isolada, uma vez que sua atuação ocorre em conjunto com características topográficas e hidrológicas que condicionam a geração e a continuidade dos fluxos. Nesse sentido, os padrões espaciais de conectividade identificados neste estudo refletem a interação entre a distribuição da vegetação e as características da superfície da bacia, enquanto a análise temporal evidencia que essa configuração se modifica de acordo com as condições de disponibilidade hídrica.

Embora estudos anteriores tenham demonstrado a influência da vegetação sobre a conectividade, abordagens baseadas predominantemente na variabilidade espacial da cobertura vegetal podem não representar adequadamente as mudanças temporais associadas à sazonalidade climática. Nesse sentido, o presente estudo amplia essas abordagens ao incorporar explicitamente a dinâmica temporal da vegetação da Caatinga, relacionando NDVI, precipitação antecedente acumulada e Índice de Conectividade. Os resultados demonstram que a variação sazonal da biomassa modifica o potencial de transferência de água e sedimentos e, consequentemente, os estados de conectividade da bacia. Essa perspectiva é particularmente relevante em ambientes semiáridos, nos quais a rápida resposta da vegetação às variações na disponibilidade hídrica produz mudanças significativas nas condições superficiais ao longo do ano.

A principal contribuição deste estudo reside, portanto, na aplicação do Índice de Conectividade a cenários sazonais de vegetação definidos a partir do NDVI e da Chuva Antecedente Acumulada, permitindo representar de forma mais dinâmica a conectividade hidrossedimentológica em uma bacia do semiárido. Essa abordagem possibilita identificar períodos de maior potencial de conectividade e, consequentemente, de maior suscetibilidade à erosão e ao transporte de sedimentos, contribuindo para estratégias de manejo e conservação do solo. Entretanto, a abordagem adotada não permite quantificar isoladamente a contribuição relativa da vegetação, da topografia e da precipitação sobre as variações observadas no IC. Estudos futuros que integrem as relações entre essas variáveis a dados observacionais de vazão, carga sólida e eventos extremos poderão aprofundar a compreensão dos mecanismos que controlam a conectividade hidrossedimentológica em bacias hidrográficas de Terras Secas.

5. Conclusões

Este estudo evidenciou que a conectividade hidrossedimentológica na Bacia do Riacho do Tigre é fortemente controlada pela dinâmica sazonal da vegetação típica do semiárido paraibano. A integração entre o NDVI, a precipitação antecedente acumulada e o Índice de Conectividade (IC) demonstrou que a variação da biomassa exerce papel decisivo na modulação da transferência de água e sedimentos, configurando diferentes estados de conectividade ao longo do tempo.

Os resultados indicaram que os cenários muito seco e seco, caracterizados por baixos valores de NDVI e reduzida cobertura vegetal, apresentam maior conectividade estrutural, favorecendo a continuidade entre áreas-fonte e canais de drenagem. Em contraste, nos cenários médio e úmido, o aumento da biomassa atua como elemento dissipador da energia do escoamento, aumentando a rugosidade superficial, favorecendo a infiltração e reduzindo o potencial de transporte de sedimentos. Esse comportamento confirma a hipótese de que a vegetação funciona como um fator-chave de controle da conectividade em bacias com rios efêmeros e intermitentes.

Ao incorporar a variabilidade sazonal da cobertura vegetal na análise da conectividade hidrossedimentológica, o presente estudo demonstra que o IC pode representar não apenas padrões espaciais da paisagem, mas também mudanças temporais associadas à resposta da vegetação às condições de disponibilidade hídrica. Dessa forma, a conectividade hidrossedimentológica deve ser compreendida como um processo dinâmico, sensível às variações climáticas e fenológicas, e não apenas como uma característica fixa da paisagem.

Por fim, a metodologia adotada mostrou-se aplicável a outras bacias do semiárido brasileiro, contribuindo para a identificação de períodos e setores mais suscetíveis aos processos erosivos e ao transporte de sedimentos. Os resultados reforçam a importância da manutenção da cobertura vegetal, sobretudo em áreas de maior declividade e próximas aos canais, como estratégia para a mitigação da degradação ambiental e para o planejamento e gestão sustentável dos sistemas fluviais em regiões semiáridas.

Contribuições dos autores: A.F.P.L.S.: Concepção, Metodologia, Investigação, Curadoria dos dados, Análise, Processamento dos dados, Redação da primeira versão do manuscrito, Revisão e Edição. J.O.P.S.: Concepção, Supervisão, Metodologia, Revisão da tradução, Revisão e Edição do manuscrito.

Financiamento: Esta pesquisa não recebeu financiamento específico de agências de fomento, instituições públicas, entidades comerciais ou organizações sem fins lucrativos.

Agradecimentos: Os autores agradecem à Universidade Federal da Paraíba (UFPB) pelo apoio institucional, pelo suporte às atividades de campo e pela disponibilização de infraestrutura laboratorial utilizada no desenvolvimento deste estudo. Agradecem também ao Grupo de Estudos de Ambientes Fluviais Semiáridos (GEAFS) pelas discussões e contribuições científicas.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Declaração de Uso de Inteligência Artificial: Durante a elaboração deste manuscrito, os autores utilizaram a ferramenta ChatGPT (OpenAI) na fase de redação, para auxiliar na revisão e no aprimoramento da redação do texto, e na fase de tradução, para auxiliar na tradução do manuscrito para a língua inglesa. Todo o conteúdo produzido ou sugerido pela ferramenta foi revisado criticamente e validado pelos autores, que assumem integral responsabilidade pelo conteúdo final do manuscrito.

Referências

1. AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Pluviometria diária por posto pluviométrico entre os dias 01/01/1994 e 31/12/2023**. Disponível em: http://sic.pb.gov.br. Acesso em: 12 nov. 2023.
2. ALMEIDA, J. D. M.; CORREA, A. C. B. Conectividade da paisagem e a distribuição de plainos aluviais em ambiente semiárido. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 21(1), p. 171-183, 2020. DOI: 10.20502/rbg.v21i1.1663
3. APAC – Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Dados pluviométricos diários por estação**. Disponível em: http://www.apac.pe.gov.br. Acesso em: 12 nov. 2023.
4. BLANTON, P.; MARCUS, W. A. Transportation infrastructure, river confinement, and impacts on floodplain and channel habitat, Yakima and Chehalis rivers, Washington, U.S.A. **Geomorphology**, v. 189, p. 55-65, 2013. DOI: 10.1016/j.geomorph.2013.01.016
5. BORSELLI, L.; CASSI, P.; TORRI, D. Prolegomena to sediment and flow connectivity in the landscape: A GIS and field numerical assessment. **Catena**, v. 75, n. 3, p. 268-277, 2008. DOI: 10.1016/j.catena.2008.07.006
6. BRACKEN, L. J. et al. Concepts of hydrological connectivity: Research approaches, Pathways and future agendas. **Earth-Science Reviews**, v. 119, p. 17-34, 2013. DOI: 10.1016/j.earscirev.2013.02.001
7. BRACKEN, L. J.; CROKE, J. The concept of hydrological connectivity and its contribution to understanding runoff-dominated geomorphic systems. **Hydrological Processes**, v. 21, n. 13, p. 1749-1763, 2007. DOI: 10.1002/hyp.6313
8. BRACKEN, L. J.; WAINWRIGHT, J. Equilibrium in the balance? Implications for landscape evolution from dryland environments. **Geological Society Special Publication**, v. 296, p. 29-46, 2008. DOI: 10.1144/sp296.3
9. BRIERLEY, G.; FRYIRS, K.; JAIN, V. Landscape connectivity: The geographic basis of geomorphic applications. **Area**, v. 38, n. 2, p. 165-174, 2006. DOI: 10.1111/j.1475-4762.2006.00671.x
10. CAVALLI, M. et al. Geomorphometric assessment of spatial sediment connectivity in small Alpine catchments. **Geomorphology**, v. 188, p. 31-41, 2013. DOI: 10.1016/j.geomorph.2012.05.007
11. CAVALLI, M.; VERICAT, D.; PEREIRA, P. Mapping water and sediment connectivity. **Science of the Total Environment**, v. 673, p. 763-767. 2019. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.04.071
12. CORRÊA, A. C. DE B. et al. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, v. 31, n. 1–2, p. 35-52, 2010. DOI: 10.5935/0100-929X.20100003
13. COSTA, L.; NUNES, L.; AMPATZIDIS, Y. A new visible band index (vNDVI) for estimating NDVI values on RGB images utilizing genetic algorithms. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 172, 105334, 2020. DOI: 10.1016/j.compag.2020.105334
14. DE LUCENA, A. P.; PIRES, A. L.; FILGUEIRA, H. J. A. The NVDI use in the environmental degradation study of the Gramame river basin, Paraíba state. **Geociencias**, v. 36, n. 4, p. 755–769, 2017. https://doi.org/10.5016/geociencias.v36i4.12752
15. FARIA, A. P. Transporte De Sedimentos Em Canais Fluviais De Primeira Ordem: Respostas Geomorfológicas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 2, p.191-202, 2014. DOI: 10.20502/rbg.v15i2.410
16. FRANCO, V. V.; SOUZA, J. O. P. DE. Conectividade de sedimentos na Bacia Hidrográfica Tigre Creek, ambiente semiárido no município de São João do Tigre-PB. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 23, n. 3, p. 697–711, 2019. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2019.151940
17. FRYIRS, K. (Dis)Connectivity in catchment sediment cascades: A fresh look at the sediment delivery problem. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 38, n. 1, p. 30-46, 2013. DOI: 10.1002/esp.3242
18. HENARES, S.; DONSELAAR, M. E.; CARACCIOLO, L. Depositional controls on sediment properties in dryland rivers: Influence on near-surface diagenesis. **Earth-Science Reviews**, v. 208, 103297, 2020. DOI: 10.1016/j.earscirev.2020.103297
19. HOOKE, J.; SOUZA, J.; MARCHAMALO, M. Evaluation of connectivity indices applied to a Mediterranean agricultural catchment. **Catena**, v. 207, 105713, 2021. DOI: 10.1016/j.catena.2021.105713
20. HUANG, S. et al. A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. **Journal of Forestry Research**, v. 32, p. 1–6, 2021. DOI: 10.1007/s11676-020-01155-1
21. JAMES, L. A. Ten conceptual models of large-scale legacy sedimentation – A review. **Geomorphology**, v. 317, p. 199-217, 2018. DOI: 10.1016/j.geomorph.2018.05.021

22. JIA-NAN, W.; HAO-MING, F.; YAN-FENG, J. Spatial variation characteristics and influencing factors of sediment connectivity in the black soil region of northeast China. **Geoderma**, v. 446, 116895, 2024. DOI: 10.1016/j.geoderma.2024.116895
23. LEIBOWITZ, S. G. et al. Connectivity of Streams and Wetlands to Downstream Waters: An Integrated Systems Framework. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 54, n. 2, p. 298-322, 2018. DOI: 10.1111/1752-1688.12631
24. LESSCHEN, J. P.; SCHOORL, J. M.; CAMMERAAT, L. H. Modelling runoff and erosion for a semi-arid catchment using a multi-scale approach based on hydrological connectivity. **Geomorphology**, v. 109, n. 3–4, p. 174-183, 2009. DOI: 10.1016/j.geomorph.2009.02.030
25. LIMA, S.; FELTRIN, R. M. AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DO ASSOREAMENTO NA REGIÃO DAS MINAS DO CAMAQUÃ , MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA DO SUL , RS. **XXV SBRH - Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, n. 55, p. 1–10, 2019.
26. LIU, X.; XUE, J.; CHANG, J.; SUN, H.; ZHAO, Y.; LI, F.; WANG, S.; LEI, Q. Hydrological connectivity-mediated spatial vegetation patterns and regime shifts in drylands. **Ecological Indicators**, v. 171, 113194, 2025. DOI: 10.1016/j.ecolind.2025.113194
27. MARCHAMALO, M.; HOOKE, J. M.; SANDERCOCK, P. J. Flow and Sediment Connectivity in Semi-arid Landscapes in SE Spain: Patterns and Controls. **Land Degradation and Development**, v. 27, n. 4, p. 1032-1044, 2016. DOI: 10.1002/ldr.2352
28. MAYOR, A. G.; BAUTISTA, S.; SMALL, E. E.; DIXON, M.; BELLOT, J. Measurement of the connectivity of runoff source areas as determined by vegetation pattern and topography: a tool for assessing potential water and soil losses in drylands. **Water Resources Research**, v. 44, W10423, 2008. DOI: 10.1029/2007WR006367.
29. MICHAELIDES, K.; MARTIN, G. J. Sediment transport by runoff on debris-mantled dryland hillslopes. **Journal of Geophysical Research: Earth Surface**, v. 117, n. 3, F03014, 2012. DOI: 10.1029/2012JF002415
30. MILAN, D. et al. Morphodynamics of bedrock-influenced dryland rivers during extreme floods: Insights from the Kruger National Park, South Africa. **Bulletin of the Geological Society of America**, v. 130, n. 11–12, p. 1825–1841, 2018. DOI: 10.1130/B31839.1
31. MORGAN, B. E. et al. Lateral and longitudinal distribution of riparian vegetation along an ephemeral river in Namibia using remote sensing techniques. **Journal of Arid Environments**, v. 181, 104220, 2020. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2020.104220
32. NAJAFI, S. et al. Sediment connectivity concepts and approaches. **Catena**, v. 196. 104880, 2021. DOI: 10.1016/j.catena.2020.104880
33. NUNES, L.; MEDEIROS, P. Análise histórica da severidade de secas no Ceará: efeitos da aquisição de capital hidráulico sobre a sociedade. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 17, e18, 2020. DOI: 10.21168/rega.v17e18
34. PEREIRA, C. Measuring and Modeling Sediment Transport: Case Study of a Brazilian Cerrado (Savanna) River. In: SCHULZ, H.; SIMÕES, A. (Ed.) **Cutting-Edge Advances in Hydraulic Engineering**. IntechOpen, p. 1-22, 2025. DOI: 10.5772/intechopen.1011122
35. POEPPL, R. E.; KEESSTRA, S. D.; MAROULIS, J. A conceptual connectivity framework for understanding geomorphic change in human-impacted fluvial systems. **Geomorphology**, v. 277, p. 237-250, 2017. DOI: 10.1016/j.geomorph.2016.07.033
36. PRINGLE, C. What is hydrologic connectivity and why is it ecologically important? **Hydrological Processes**, v. 17, n. 13, p. 2685–2689, 2003. DOI: 10.1002/hyp.5145
37. REANEY, S. M.; BRACKEN, L. J.; KIRKBY, M. J. The importance of surface controls on overland flow connectivity in semi-arid environments: results from a numerical experimental approach. **Hydrological Processes**, v. 28, n. 4, p. 2116-2128, 2014. DOI: 10.1002/hyp.9769
38. RUFINO, M. K. G. et al. Leaf deciduousness and flowering of woody caatinga species. **Biotemas**, v. 33, n. 4, P. 1-10, 2020. 10.5007/2175-7925.2020.e72364
39. SANDERCOCK, P. J.; HOOKE, J. M.; MANT, J. M. Vegetation in dryland river channels and its interaction with fluvial processes. **Progress in Physical Geography**, v. 31, n. 2, p. 107-129, 2007. DOI: 10.1177/0309133307076106
40. SANTANA, A. S. DE; SANTOS, G. Impactos da seca de 2012-2017 na região semiárida do Nordeste: notas sobre a abordagem de dados quantitativos e conclusões qualitativas. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, n. 22, p. 119–129, 2020. DOI: 10.38116/brua22
41. SCAPIN, J.; PAIVA, J.; BELING, F. Avaliação de Métodos de Cálculo do Transporte de Sedimentos em um Pequeno Rio Urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, n. 12, v. 4, 2007. DOI: 10.21168/rbrh.v12n4.p5-21
42. SCHOPPER, N. et al. Analysis of lateral sediment connectivity and its connection to debris flow intensity patterns at different return periods in the Fella River system in northeastern Italy. **Science of the Total Environment**, v. 658, p. 1586-1600, 2019. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.288

43. SILVA JR, V. P. et al. Produção de água e sedimentos em bacia representativa do semiárido pernambucano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 10, p.1073–1081, 2011. DOI: 10.1590/S1415-43662011001000012
44. SILVA, A. F. P. DE L.; SOUZA, J. O. P. DE. CARACTERIZAÇÃO HIDROSSEDIMENTOLÓGICA DOS TRECHOS ALUVIAIS DA BACIA TIGRE CREEK – PB. **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 63, p. 57–89, 2017. DOI: 10.14393/RCG186303
45. SILVA, A. F. P. DE L.; SOUZA, J. O. P. DE. GEOQUÍMICA E MINERALOGIA DOS DEPÓSITOS ALUVIAIS NA BACIA DO TIGRE CREEK, SEMIÁRIDO PARAIBANO. **GEOgraphia**, v. 22, n. 49, P. 1-15, 2020. DOI: 10.22409/GEOgraphia2020.v22i49.a40840
46. SILVA, A.; SOUZA, J. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E SEDIMENTOLÓGICA DOS AMBIENTES ALUVIAIS DA BACIA DO TIGRE CREEK – PB. **Revista GeoInterações**, v. 9, n. 1, p.47-61, 2025. DOI: 10.59776/2526-3889.2025.6088
47. SOUZA, J. O. P. DE; CORREA, A. C. B. Conectividade e área de captação efetiva de um sistema fluvial semiárido: bacia do riacho Mulungu, Belém de São Francisco-PE. **Sociedade & Natureza**, v. 24, n. 2, p. 319-332, 2012. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/sociedadenatureza/article/view/14468. Acesso em: 19 dec. 2025.
48. SOUZA, J. O. P.; CORREA, A. C. B.; BRIERLEY, G. J. An approach to assess the impact of landscape connectivity and effective catchment area upon bedload sediment flux in Saco Creek Watershed, Semiarid Brazil. **Catena**, v. 138, p. 13-29, 2016. DOI: 10.1016/j.catena.2015.11.006
49. SOUZA, J.; HOOKE, J. Influence of seasonal vegetation dynamics on hydrological connectivity in tropical drylands. **Hydrological Processes**, v. 35, n. 11, e14427, 2021. DOI: 10.1002/hyp.14427
50. TOOTH, S. Process, form and change in dryland rivers: A review of recent research. **Earth Science Reviews**, v. 51, n. 1–4, p. 67-107, 2000. DOI: 10.1016/S0012-8252(00)00014-3
51. WOHL, E. Connectivity in rivers. **Progress in Physical Geography**, v. 41, n. 3, p. 345-362, 2017. DOI: 10.1177/03091333177149
52. ZANANDREA, F. et al. CONECTIVIDADE DOS SEDIMENTOS: CONCEITOS, PRINCÍPIOS E APLICAÇÕES. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 2, p.435-459, 2020. DOI: 10.20502/rbg.v21i2.1754

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) – CC BY. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.