

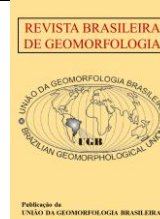


<https://rbgeomorfologia.org.br/>
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 27, n° 3 (2026)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v27i3.2764>



Artigo de Pesquisa

Mapeamento geomorfológico do município de Tete, Moçambique

Geomorphologic mapping of the Tete municipality, Mozambique

Wairoosse Miguel Wairoosse¹, Edgardo Manuel Latrubesse² Ringo Benjamim Victor³

¹ UFG, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Goiás-Goiânia, Brasil. miguel234@discente.ugf.br
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6562-6343>

² UFG, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Goiás-Goiânia, Brasil. latrubesse23@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5592-302X>

³ Universidade Púnguè, Faculdade de Geociências e Ambiente, Tete, Moçambique. mgauptete@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1514-0378>

Recebido: 01/11/2025; Aceito: 25/06/2026; Publicado: 24/08/2026

Resumo: O mapeamento geomorfológico constitui um conjunto de técnicas empregadas para cartografar as formas de relevo e os processos atuantes na superfície terrestre. Trata-se de uma conjunção de técnicas utilizadas na representação das formas de relevo e que proporciona informação de base para análises ambientais integradas, gestão territorial e avaliação de riscos geoambientais. Apesar de sua importância e ampla utilização em diversos países, incluindo o Brasil, a maioria dos países africanos não realiza esse tipo de mapeamento em seus territórios. Este artigo tem como objetivo realizar o mapeamento geomorfológico do município de Tete, em Moçambique. A metodologia empregada incluiu o uso de Modelo Digital de Elevação (MDE), imagens ópticas de alta resolução e trabalho de campo. A definição e classificação das geoformas seguiram o sistema proposto pelo Latrubesse e Carvalho (2006), reconhecido nacionalmente e adaptável a distintos ambientes. Os resultados indicam que a área do município é dominada por unidades denudacionais (~208 km²), que esculpíram grandes Zonas de Erosão Recuante e superfícies de aplainamentos, as quais exibem diferentes estágios evolutivos. As unidades agradacionais (~85 km²), por sua vez, estão associadas à dinâmica atual e pretérita dos sistemas fluviais dos rios Zambeze e Revúboè. Este estudo constitui um produto pioneiro na região e objetiva proporcionar informações relevantes para planos e ações de planejamento urbano, gestão ambiental e mitigação de riscos hidro-geomorfológicos no município de Tete.

Palavras-chave: Mapeamento geomorfológico; Moçambique; Rio Zambeze; Tete.

Abstract: Geomorphological mapping consists of a set of techniques used to map landforms and the processes acting on the Earth's surface. It is a combination of techniques used in the representation of landforms and a useful tool to subsidize information for integrated environmental analyses, territorial management, and geo-environmental risk assessment. Despite its importance and widespread use in several countries, including Brazil, most African countries do not conduct this type of mapping in their territories. This article aims to present the geomorphological mapping of the municipality of Tete in Mozambique. The methodology employed included the use of a Digital Elevation Model (DEM), high-resolution optical images, and fieldwork. The definition and classification of landforms followed the system proposed by Latrubesse and Carvalho (2006), which is nationally recognized and adaptable to different environments. The results indicate that the municipality's area is dominated by denudational units (~208 km²), which have sculpted large Receding Erosion Zones and

Planation Surfaces, exhibiting different evolutionary stages. The aggradational units (~85 km²), in turn, are associated with the current and past dynamics of the Zambezi and Revúboè river systems. This study represents a pioneering product in the region and aims to provide support information for urban planning, environmental management, and hydro-geomorphological risk mitigation actions in the municipality of Tete.

Keywords: Geomorphologic Mapping; Mozambique, Zambezi River; Tete.

1. Introdução

O mapeamento geomorfológico pode ser descrito como um conjunto de técnicas empregadas para cartografar e representar as formas de relevo, considerando sua gênese, composição e estrutura (Da Silva, 2000; Lee, 2001; Arnaud-Fassetta et al., 2009; Griffiths, Smith, Paron, 2011; Bishop et al., 2012; Cunha, Pinton, 2013; Chelli et al., 2021). Trata-se de uma conjugação de técnicas utilizadas na representação das formas de relevo. O seu desenvolvimento histórico seguiu um percurso consideravelmente distinto entre os diferentes países e, fundamentalmente, escolas europeias (Bishop et al., 2012), cada qual com objetivos próprios (Griffiths, Smith, Paron, 2011).

Países como Alemanha, Áustria, França, Espanha, Inglaterra, Itália, Países Baixos, Polônia, dentre outros, têm uma longa tradição no mapeamento geomorfológico, e vários deles mantêm programas nacionais de mapeamento geomorfológico, além de larga experiência em investigação científica geomorfológica (Klimaszewski, 1956; Tricart, 1965; Lee, 2001; Paron, Claessens, 2011; Coltrinari, 2011; Verstappen, 2011; Otto, Smith, 2011; Wohl, Bierman, Montgomery, 2016; Quesada-Román, Peralta-Reyes, 2023). Contrariamente à Europa, onde o mapeamento geomorfológico tem sido realizado de forma sistemática e incluso em agências nacionais, os Estados Unidos da América demonstraram menor interesse nessa área e mapas foram geralmente gerados em escala regional (Bishop et al., 2012; Quesada-Román, Peralta-Reyes, 2023). A China também tem avançado significativamente na produção de artigos relacionados ao mapeamento geomorfológico (Quesada-Roman, Peralta Reyes, 2023).

Na América do Sul, o Brasil se posiciona como um dos países que têm realizado de forma sistemática o mapeamento geomorfológico ligado a instituições governamentais. O Projeto RADAMBRASIL, iniciado nas décadas de 1970 e 1980, desenvolveu um sistema de mapeamentos geomorfológicos que, com adaptações, derivou no sistema de mapeamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Da Silva, 2000; IBGE, 2009; Pelech et al., 2019; Botelho, Pelech, 2019). No Brasil, o mapeamento geomorfológico tem sido aplicado em grandes projetos como componente básico para análises ambientais integradas Crepani et al. (2001); Valente; Latrubesse (2009); Da Silva (2021), uma vez que constitui uma base importante para a gestão territorial, o planejamento ambiental e os estudos de impacto ambiental. Também, vários mapas estaduais têm sido gerados com metodologias diversas (Ross, Moroz, 1996; Latrubesse, Carvalho, 2006; Santos et al., 2006; Coelho et al., 2012; Rodrigues et al., 2023). No entanto, essa realidade contrasta com a da maioria dos países africanos, onde o mapeamento geomorfológico ainda é incipiente ou mesmo inexistente. De acordo com Quesada-Román e Peralta-Reyes (2023), os países africanos publicaram apenas 1,5% dos trabalhos sobre mapeamento geomorfológico nos últimos 21 anos, em um universo de 735 artigos analisados.

No contexto do mapeamento geomorfológico, destaca-se a existência de diversas metodologias voltadas à aplicação em estudos e mitigação de riscos, à identificação de unidades de terreno e paisagem e ao suporte a estratégias de planejamento ambiental (Cooke, Doornkamp, 1990; Dramis, Guida, Cestari, 2011). Entretanto, apesar dos avanços mencionados, diferentemente do sistema de mapeamento geológico, o qual, embora não seja totalmente uniforme, segue uma lógica conceitual interna consolidada e amplamente aceita em nível internacional Florenzano (2008); Da Silva (2021), essa uniformidade ainda não se verifica nos sistemas de mapeamento

geomorfológico, apesar dos esforços realizados para sua harmonização (Verstappen, 2011; Griffiths, Smith, Paron, 2011; Pelech et al., 2019; Da Silva, 2021).

Neste artigo, nós apresentamos o primeiro mapa geomorfológico do Município de Tete, Moçambique. Adotou-se o sistema classificatório e de mapeamento proposto pelo Latrubesse e Carvalho (2006), o qual já foi testado em extensas áreas do território brasileiro, como produto oficial dos Projetos de Zoneamento Ecológico e Socioeconômico dos estados de Mato Grosso e Rondônia, Mapa Geomorfológico de Goiás e no Distrito Federal da Superintendência de Mineração do Estado de Goiás, Mapa Geomorfológico do Zoneamento Ecológico-Ambiental Brasil-Bolívia (CPRM), bem como o mapa da bacia do Araguaia (Latrubesse, Rodrigues, Mamede, 1998; Latrubesse, 2000; Latrubesse, Carvalho, 2008; Valente, Latrubesse, 2012). Trata-se de uma metodologia já consolidada no Brasil, e reconhecida por sua eficiência em diferentes contextos ambientais. Além disso, o território brasileiro, onde esse sistema de mapeamento foi originalmente testado, apresenta afinidades geológicas e climáticas com algumas regiões de Moçambique.

Assim, este artigo tem como objetivo realizar o mapeamento geomorfológico do município de Tete, em Moçambique. O município enfrenta problemas recorrentes de inundações e desafios relacionados ao planejamento territorial. Sendo o mapa geomorfológico um componente importante para análise ambiental integrada, considera-se que sua elaboração é essencial para subsidiar as autoridades locais na mitigação de riscos geoambientais e no aprimoramento da gestão territorial.

2. Descrição da área de estudo

O município de Tete localiza-se na província homônima, situada na porção Centro-Oeste de Moçambique (figura 1). Encontra-se entre as latitudes 16°07'12" S e 16°15' S, e as longitudes 33°30'58" E e 33°36'50" E. Possui uma área de ~287 km² e está dividido em nove bairros. Limita-se ao Norte e a Leste com o distrito de Moatize, por meio do rio Revúboè, e ao Sul e a Oeste com os distritos de Changara e Marara, respectivamente.

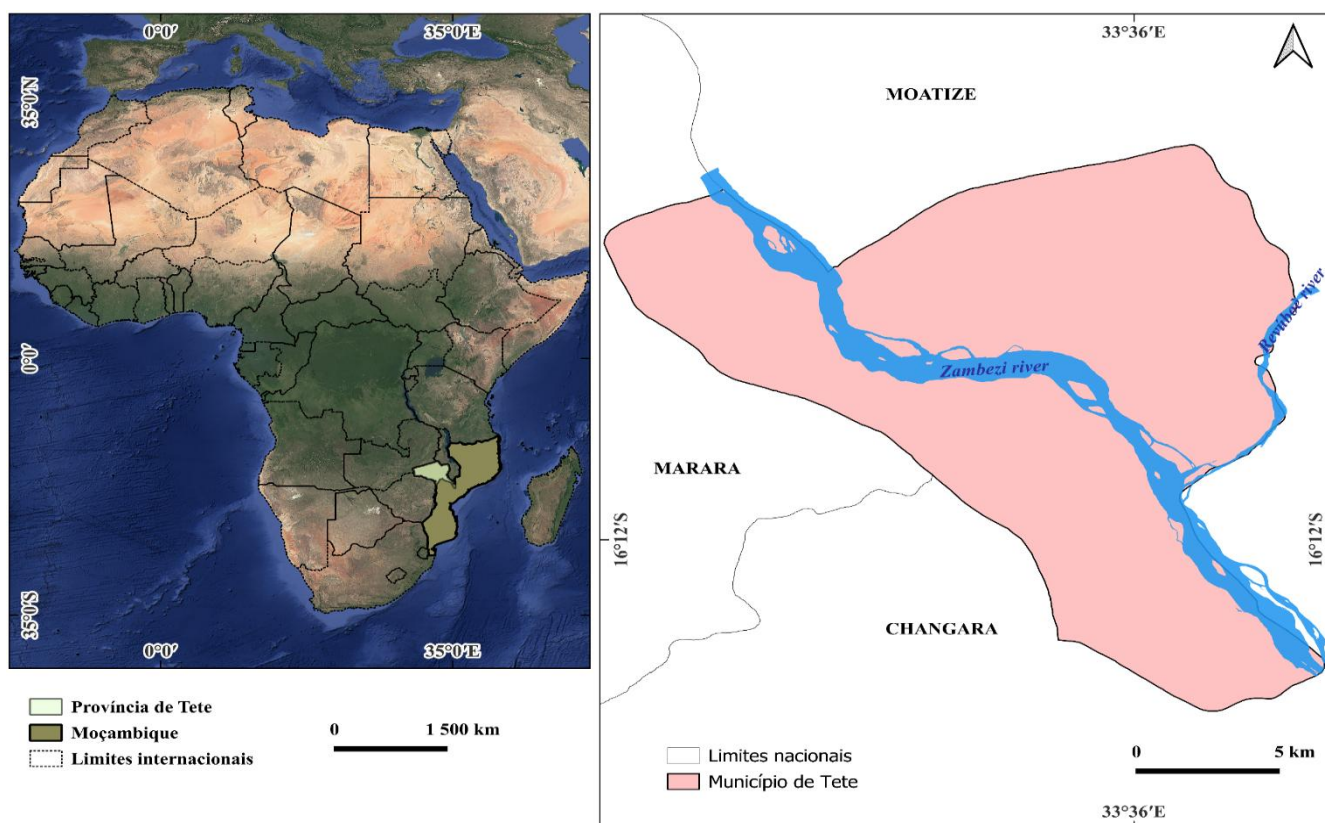


Figura 1. (a) continente africano, onde se destacam Moçambique e província de Tete; (b) município de Tete.

O município de Tete possui uma população de ~ 307.338 habitantes (INE, 2017). Na região, predomina o clima semiárido, com duas estações bem definidas: um verão quente e chuvoso, que ocorre de setembro a março, e um inverno curto e seco, entre maio e agosto. A temperatura média anual é de cerca de 26,5 °C, enquanto a precipitação média anual não ultrapassa 600 mm (figura 2).

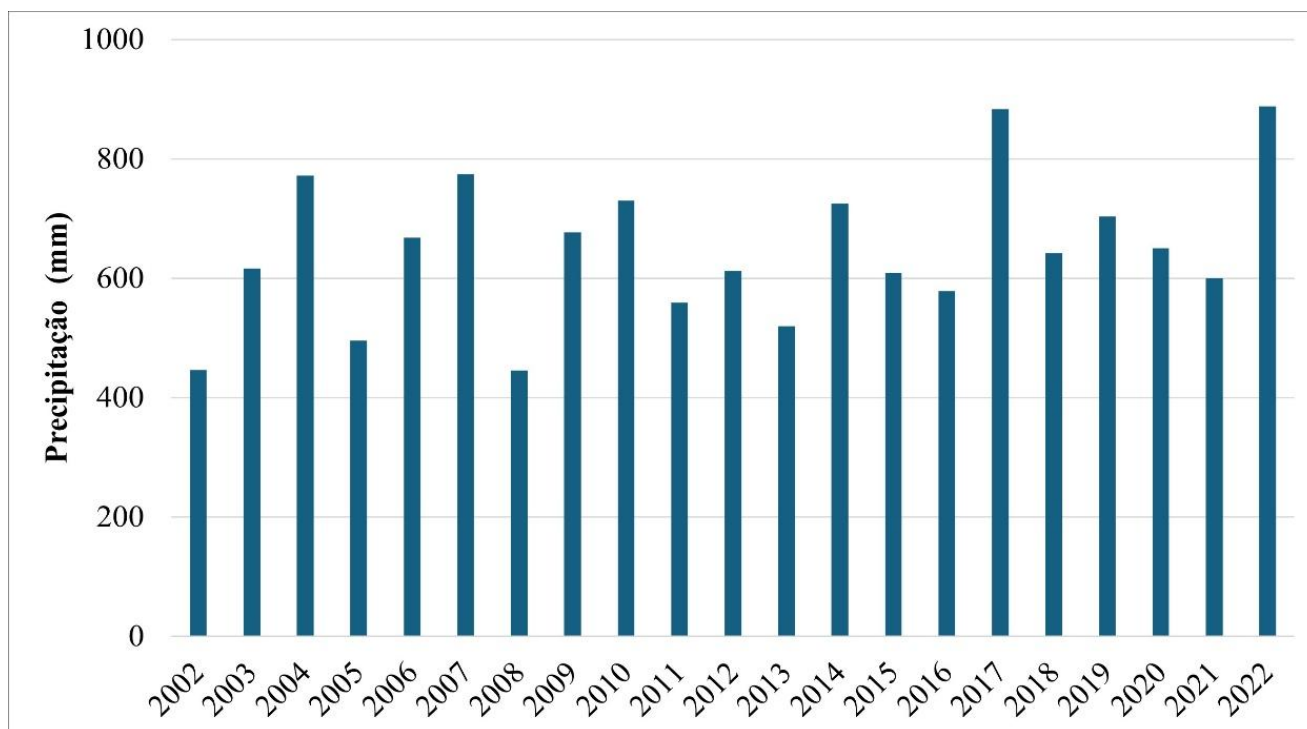


Figura 2. precipitação média anual no município de Tete. Fonte de dados: NASA/CERES/MERRA2.

Do ponto de vista geológico, a área é composta por quatro litologias principais (figura 3). A primeira é a Formação Matinde, datada do Triássico Inferior (251,0-201,3 Ma), composta principalmente por arenitos, argilitos e margas, que ocupam ~90% da área do município. A segunda corresponde a rochas pré-cambrianas do Mesoproterozoico (1.600-1.000 Ma), que abrange ~4% do território e é composta por Gabros anortositíticos da Suíte de Tete e granitos de Chacocoma, (GTK Consortium, 2006).

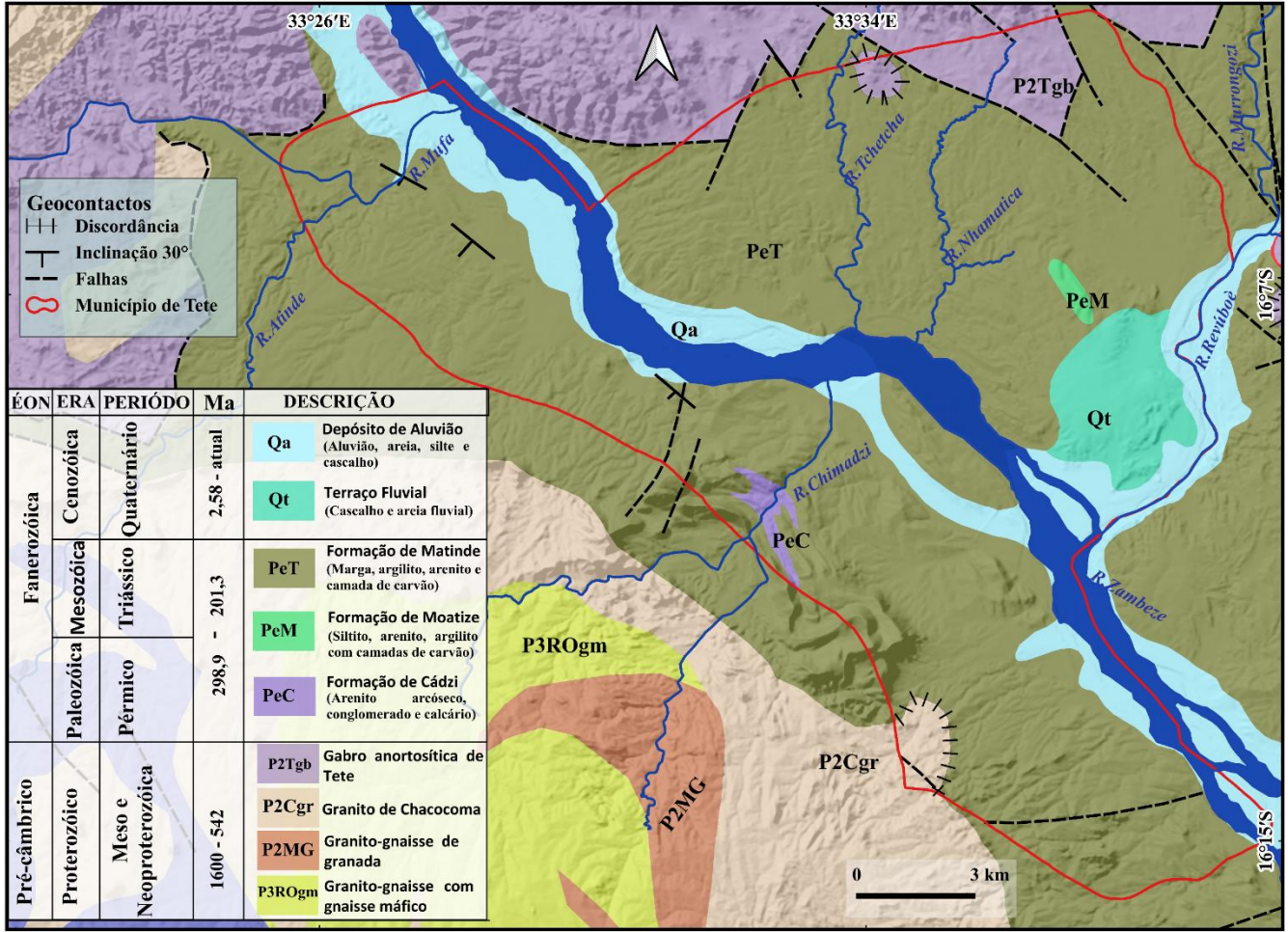


Figura 3. mapa geológico do município de Tete. Fonte: adaptado da Direção Nacional de Geologia de Moçambique (DNG, 2006).

As últimas duas formações, ocupam uma pequena parte da região central do município e no morro Caloeira. A Formação Cádzi, pertencente ao Permiano (298,9 Ma), é embasada em arenitos arcóseos, conglomerados e calcário. Já a Formação Moatize, do Permiano-Triássico (298,9-201,3 Ma), é composta de arenitos, siltitos, argilitos e camada de carvão. O Quaternário é representado por terraços fluviais e depósitos aluvionares distribuídos ao longo dos principais sistemas fluviais, (GTK Consortium, 2006).

2.1 Materiais e Métodos

Para o mapeamento geomorfológico do município de Tete, integrou-se o processamento e interpretação de imagens de satélite com o trabalho de campo.

2.1.1 Dados

Imagens do Planet (<https://www.planet.com/>), o Modelo Digital de Elevação SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), obtido com o plugin OpenTopography no QGIS (<https://opentopography.org/>), e imagens do Google Earth Pro foram utilizadas como base para a interpretação e o mapeamento digital das unidades geomorfológicas. A Tabela 1 apresenta informações adicionais sobre as imagens utilizadas no mapeamento geomorfológico digital.

Tabela 1. Imagens de satélite selecionadas para o mapeamento geomorfológico digital.

Data de aquisição	Sensores	Resolução espacial (m)
2000	SAR	30 m
Maio de 2024	Planet	5 m
Abril de 2023	Planet	5 m

2.1.2 Interpretação visual e delimitação das geoformas

A geologia regional foi analisada com a finalidade de compreender como diferentes litologias impõem a evolução da paisagem atual. Seguidamente, a rede de drenagem é extraída a partir do SRTM 30 m. Posteriormente, a rede de drenagem foi associada ao mapa de declividade, previamente elaborado, e foram analisados para compreender o grau de dissecação do relevo. Depois, em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), foram aplicados diversos procedimentos no MDE. Foram aplicados realces e paletes de cores específicas para evidenciar as variações topográficas, além de sombreamento analítico (*Hillshade*) para ressaltar a rugosidade do terreno. Por meio do conhecimento prévio da geologia regional, do entalhamento da rede de drenagem e da declividade da área, o MDE foi plotado no software Global Mapper, e se iniciou o processo de delimitação manual das geoformas. Durante a delimitação, foram feitas as análises visuais contínuas e complementadas com as verificações da litologia e das imagens ópticas Planet e Google Earth. As imagens Planet, com a resolução de ~5 m, foram processadas, em que se fez ajustes cromáticos, tais como brilho, contraste, cor e nitidez, visando destacar as diferentes unidades geomorfológicas, especialmente aquelas que se desenvolvem nas planícies aluviais dos principais sistemas fluviais.

As imagens de alta resolução do Google Earth Pro, complementaram a interpretação visual das geoformas em diferentes escalas temporais. O sistema geomorfológico empregado considera a escala como uma variável de ajuste determinada pela interpretação dos elementos geomorfológicos das diferentes hierarquias (Latrubesse; Carvalho, 2006). Sendo a escala tratada como parâmetro dinâmico, não atrelada à escala definida para as categorizações geomorfológicas. O produto cartográfico apresentado, expressa níveis geomorfológicos hierárquicos escolhidos para a sua representação e não está atrelado à sua escala.

2.1.3 Trabalho de campo

O trabalho de campo objetivou validar o mapeamento geomorfológico digital. Foram realizadas três campanhas nos meses de agosto, outubro e dezembro de 2024. Durante as campanhas, validaram-se os pontos de controle, fez-se a descrição das unidades geomorfológicas, o registro de imagens fotográficas e a execução de levantamentos topográficos expeditos. Posteriormente, os pontos de controle e as fotografias obtidas em campo foram georreferenciados em ambiente SIG, culminando, assim, no ajuste final do mapa geomorfológico.

2.1.4 Conceituação do mapeamento geomorfológico

Conceitualmente, o mapeamento geomorfológico do município de Tete seguiu o modelo proposto pelo (Latrubesse; Carvalho, 2006). Sua principal vantagem reside no fato de ser um sistema aberto, de base conceitual genética, tempo-evolutivo, que permite a inclusão de novas categorias conforme as particularidades de cada região.

Este sistema privilegia, em sua classificação, a gênese e a identificação das geoformas, não se baseia nas variáveis atuais de transformação, como os processos morfogenéticos atuantes no presente, embora estas possam ser parcialmente consideradas quando forem dominantes sobre determinadas áreas (Latrubesse; Carvalho, 2006).

Por exemplo, um terraço fluvial antigo, cuja gênese é agradacional-erosiva, que possui depósitos aluvionares e pertence a uma faixa fluvial específica, continua sendo classificado como tal, mesmo que atualmente esteja submetido a processos erosivos. Outro aspecto fundamental deste sistema é o tratamento dado à escala cartográfica. Diferentemente de outros sistemas de mapeamento, aqui a escala não atua como fator classificatório determinante, mas como variável de ajuste que possibilita a interpretação de elementos geomorfológicos em diferentes níveis hierárquicos. Assim, uma geoforma de natureza agradacional ou denudacional mantém sua classificação independentemente da escala de representação (Latrubesse; Carvalho, 2006). A figura 4 apresenta a síntese do procedimento metodológico adotado neste artigo.

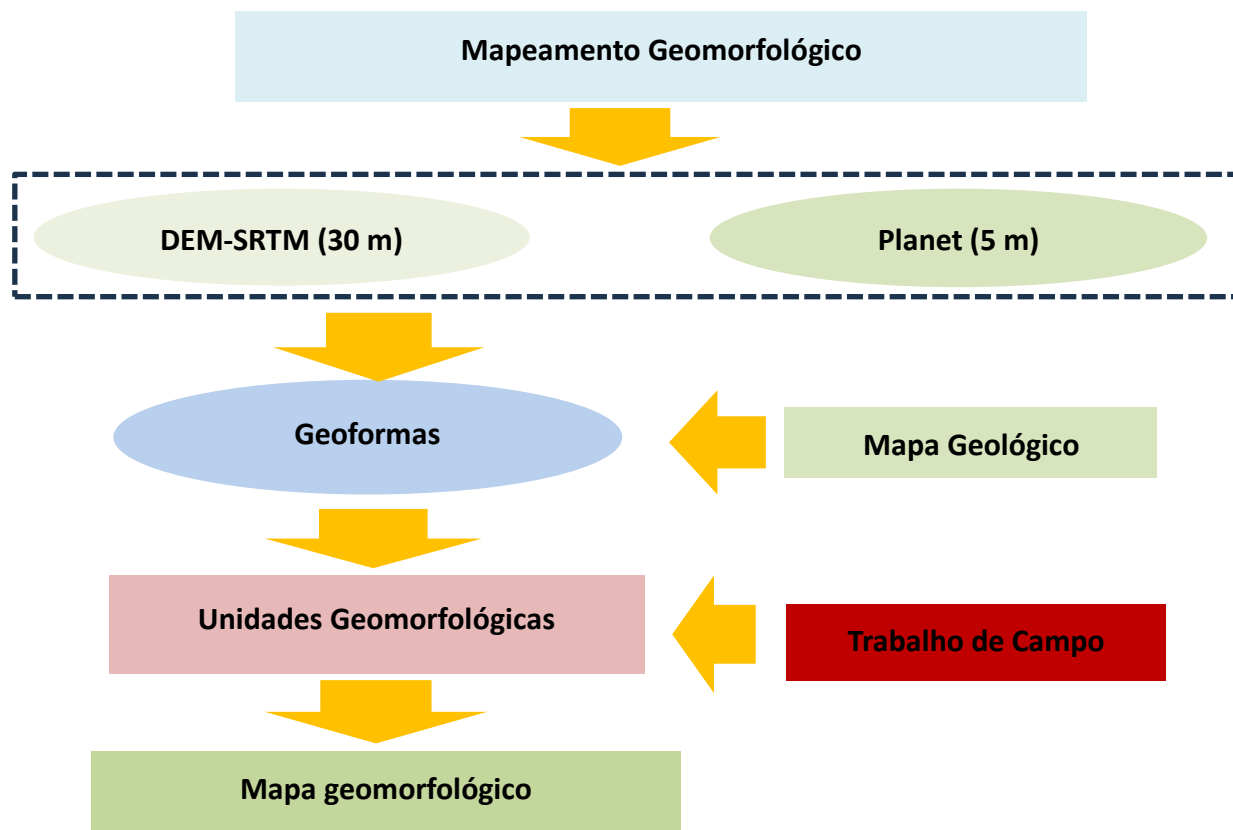


Figura 4. Resumo do procedimento metodológico.

3. Resultados

As técnicas de sensoriamento remoto, combinadas com o trabalho de campo, permitiram reconhecer as unidades geomorfológicas que se desenvolvem no município de Tete. Estas unidades foram categorizadas em dois grupos principais: as unidades agradacionais associadas à sedimentação, que ocupam uma área de ~85,22 km², que corresponde a ~29,03% da área mapeada. As unidades agradacionais são compostas por geoformas que se desenvolvem nas faixas aluviais dos dois principais rios da região e dos tributários do Zambeze e do Revúboè (figura 5 e tabela 2). Também foram identificados lagos e depósitos coluviais e aluviais associados a unidades denudacionais, tais como: Zonas de Erosão Recuante, assim como em Terraços fluviais e córregos (veja a seção 3.2, alínea a). A segunda grande categoria é a denudacional, relacionada à erosão, ocupando ~208,30 km² (equivalente a 70,96% da área mapeada). Essa categoria é constituída pelas seguintes unidades: Superfície de Aplainamento do Município de Tete, que se desenvolve em dois níveis (SAMTa e SAMTb); Zona de Erosão Recuante; Morros com forte controle estrutural; e Colinas residuais (figura 5 e tabela 2). Também se identificaram “Dambos”, como geoformas associadas às superfícies de aplainamentos SAMTa e SAMTb, e às Zonas de Erosão Recuante (veja a

seção 3.5, alínea b). Dambos são depressões sazonalmente ou permanentemente alagadas, localizadas em cabeceiras das redes de drenagem, desenvolvidas sobre substrato rochoso e com presença de regolito (Thomas, 1994). Veja mais detalhes na seção 3.5, alínea b. A seguir, apresentam-se detalhes de cada unidade e geomorfas mapeadas no município de Tete.

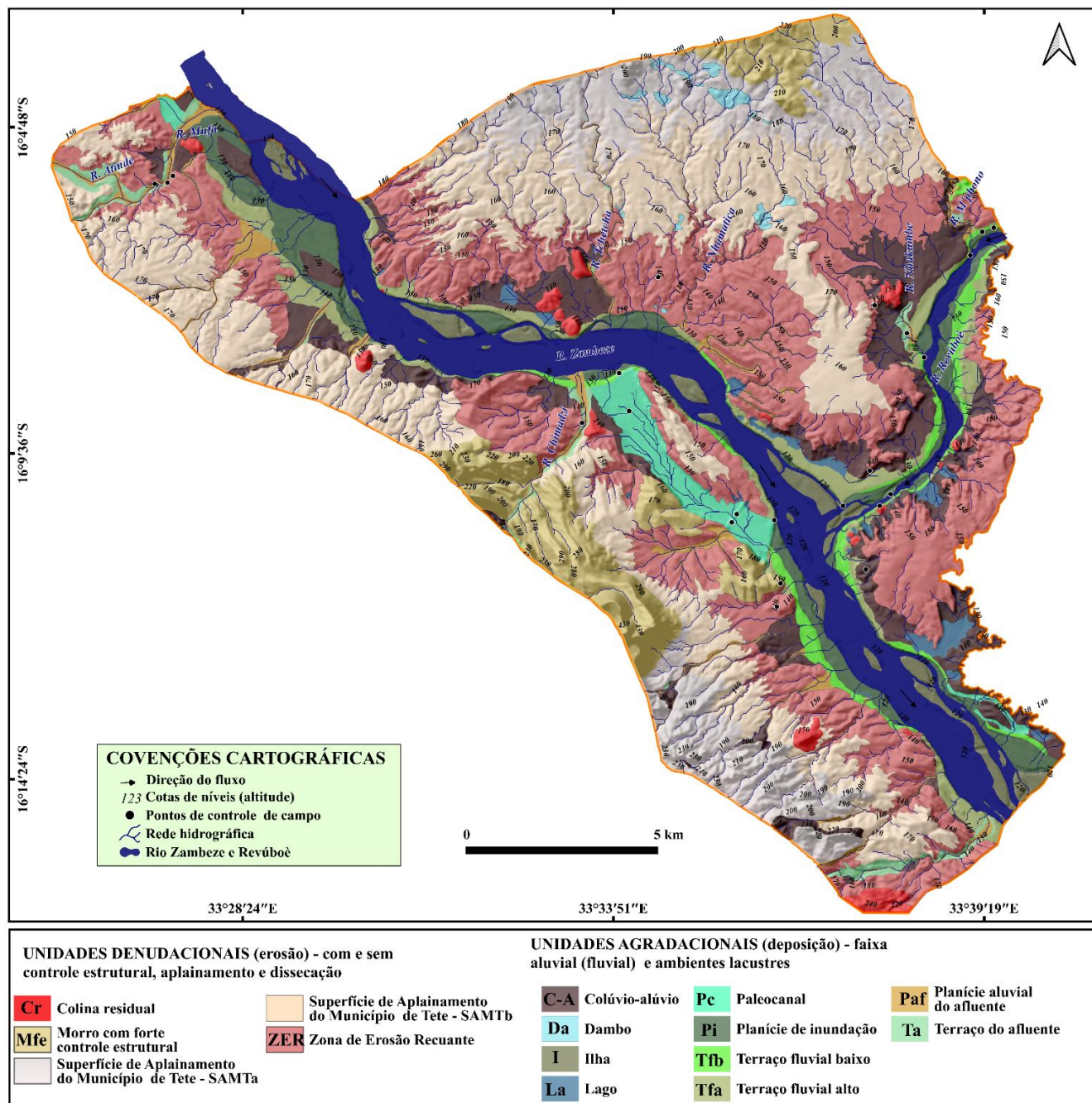


Figura 5. mapa geomorfológico do município de Tete.

Tabela 2. sistema classificatório do mapeamento geomorfológico do município de Tete

SISTEMA	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS		Área (km²)	Área (%)	
AGRADACIONAIS	Faixa aluvial	Fluviais	Terraço do afluente	3,00	1,02
			Planície aluvial do afluente	8,00	2,73
			Coluvião-alúvio	29,60	10,08
			Terraço baixo	4,80	1,64
			Terraço alto	9,90	3,37
		Lacustres	Paleocanal	6,00	2,04
			Ilha	5,70	1,94
			Planície de inundação	14,30	4,87
			Dambo	1,30	0,44
			Lago	2,62	0,89
DENUDACIONAIS	Com ou sem controle estrutural	Aplainamento	Superfície de Aplainamento do Município de Tete - SAMTa	30,66	10,44
			Superfície de Aplainamento do Município de Tete - SAMTb	74,47	25,37
		Dissecação	Zona de Erosão Recuante - ZER	78,19	26,64
			Colinas residuais	3,34	1,13
			Morro com forte controle estrutural	21,78	7,42

3.1 Unidades geomorfológicas denudacionais (associadas a processos erosivos)

a) Superfícies de Aplainamentos do Município de Tete (SAMT)

A Superfície de Aplainamento (SA) resulta de processos de arrasamento que nivelam o relevo dentro de um determinado intervalo de cota altimétrica, de forma independente dos controles geológicos regionais, litológicos e estruturais (Latrubesse; Carvalho, 2006). Em termos de distribuição espacial, a SA pode abranger e aplainar diferentes unidades geológicas simultaneamente, enquanto setores mais resistentes à denudação podem emergir sobre a superfície regional como morros-testemunho (inselberg, colinas).

No município de Tete, identificou-se essa superfície, desenvolvendo-se sobre duas litologias principais: os Gabros anortosíticos da suíte de Tete, pertencente ao período Pré-câmbrico, e Arenitos e Argilitos da Formação Matinde, do Fanerozóico (figura 6). A sua identificação foi feita por meio da interpretação visual e da variação topográfica observada no Modelo Digital de Elevação (SRTM, 30 m), além da análise detalhada da geologia regional. Em geral, apresenta-se como uma superfície relativamente plana que favorece localmente a formação de algumas áreas úmidas confinadas às cabeceiras e aos canais de córregos, conhecidas localmente como *Dambos*, comuns em diversas regiões da África (Boast, 1990; Mandishona; Knight, 2022) (ver seção 3.5, alínea b). A SA distribui-se em dois níveis distintos, descritos a seguir.

b) Superfície de Aplainamento do Município de Tete – SAMTa

A SAMTa ocupa uma área de ~30,66 km², correspondendo a ~10,44% da área total mapeada, e ocorre em altitudes variando entre 240 e 180 m. No flanco noroeste e norte, a SAMTa desenvolve-se sobre o gabro anortosítico da suíte de Tete, interceptando os arenitos da Formação Matinde, estendendo-se em direção ao rio Zambeze (figura 5). Nessa porção, apresenta-se relativamente plana, favorecendo o desenvolvimento de *Dambos* distribuídos ao longo das drenagens do rio Nhamatica (figuras 6 e 7a). Na margem sudoeste do rio Zambeze, essa unidade se desenvolve predominantemente sobre arenitos da Formação Matinde. Contrariamente ao flanco noroeste e norte, aqui a SAMTa mostra-se fortemente dissecada, com drenagem pouco desenvolvida e vales profundos, condicionados pela litologia. Nesse setor, as altitudes variam entre 240 e 200 m.

c) Superfície de Aplainamento do Município de Tete - SAMTb

A SAMTb desenvolve-se no nível inferior da SAMTa, distribuindo-se entre as altitudes de 180 e 160 m. Ocupa uma área de $\sim 74,47 \text{ km}^2$, correspondente a 25,37% da área total mapeada. Esta unidade desenvolve-se predominantemente sobre arenitos da Formação Matinde. No flanco norte, nas proximidades do rio Nhamatica, e no Leste, junto ao rio Tchetcha, desenvolve-se sobre gabros anortosíticos da Suíte de Tete, onde localmente sanciona arenitos e argilitos da Formação Matinde. Já os flancos sul e nordeste, a SAMTb, encontram-se em processos denudacionais avançados, caracterizados por relevo dissecado e pela presença de várias colinas residuais (figura 5). Os arenitos da Formação Matilde se encontram tectonicamente deformados, apresentando, dependendo dos setores, mergulhos de $\sim 30^\circ$ e estruturas de dobramentos. A Superfície de Aplainamento SAMTb aplaina e nivela a superfície regional, sem ser condicionada pelo forte controle estrutural (Figura 7c).

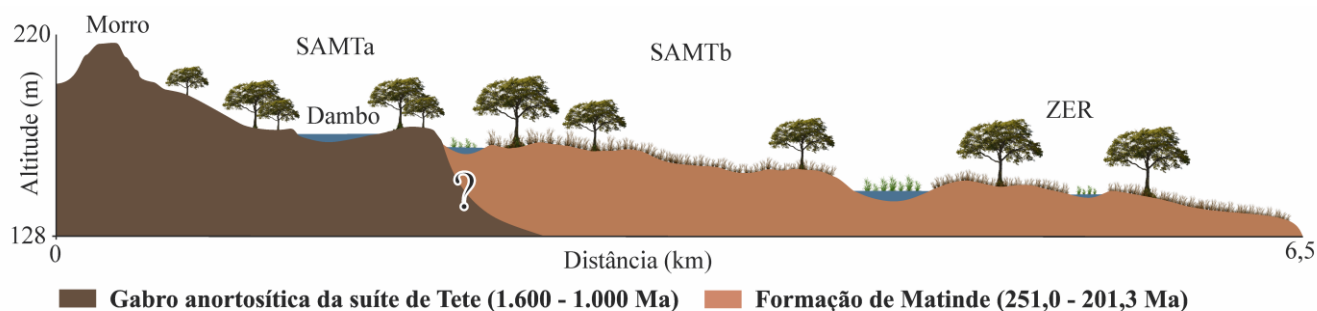


Figura 6. perfil topográfico e modelo conceitual, no qual se destacam os embasamentos rochosos e unidades geomorfológicas correlatas.

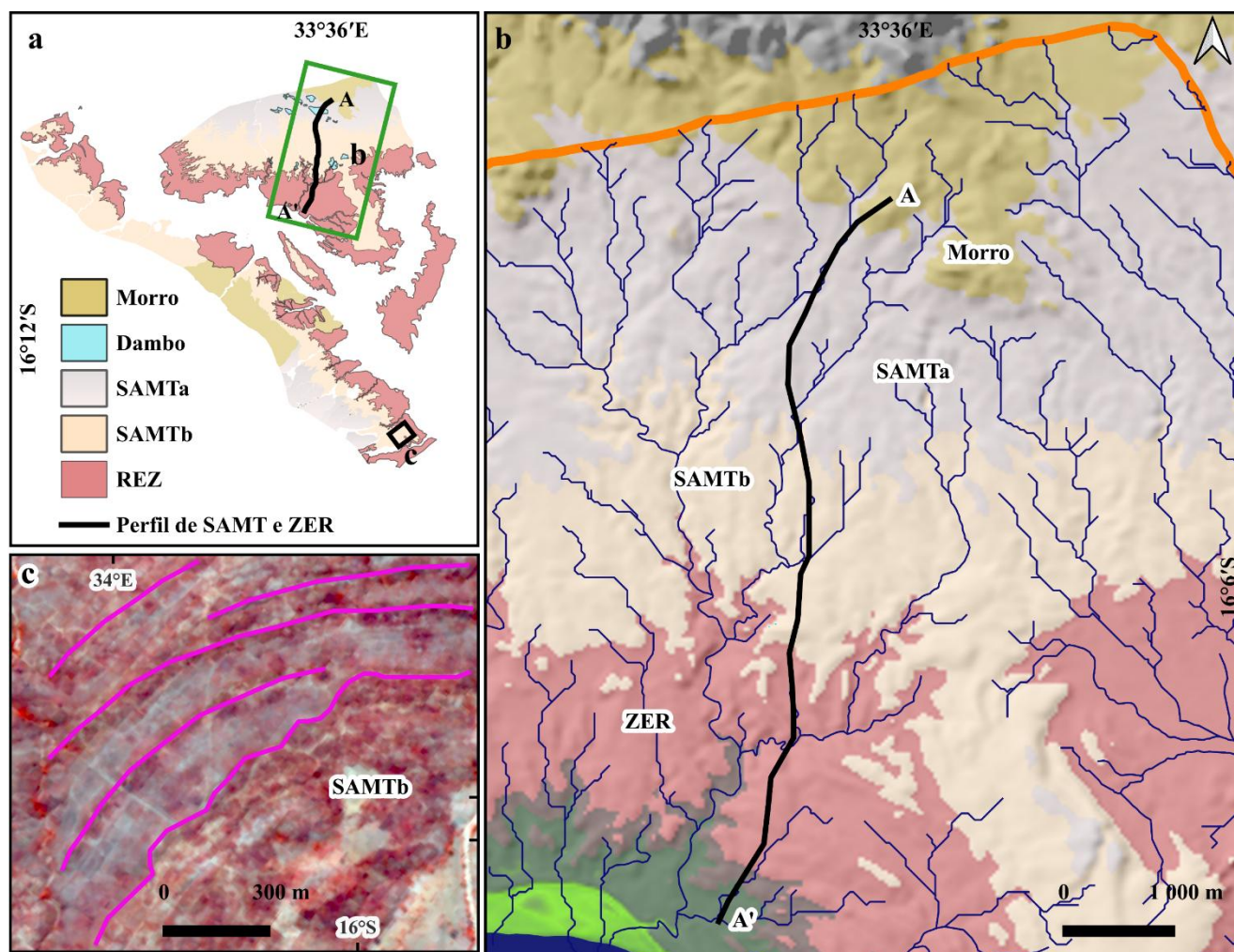


Figura 7. (a) representação das SAMTs, ZER, Morros, Dambos e o transecto A-A' é o perfil topográfico apresentado na figura 6; (b) exemplo de uso de paleta de cor para o mapeamento digital das unidades geomorfológicas; (c) SAMTb, onde nivela e aplaina diferentes cotas na banda sudeste do município de Tete e deixou os arenitos da formação Matinde expostos. As linhas mostram as deformações; imagens do fundo, figura 7b: SRTM, e 7c: Planet, maio de 2024.

d) Zona de Erosão Recuante - ZER

As Zonas de Erosão Recuante (ZER) podem interligar diferentes Superfícies de Aplainamento, estendendo-se por amplas áreas, especialmente quando associadas às bacias de drenagem. Nessas condições, podem apresentar recuos significativos e vales com vertentes marcadas por depósitos coluviais (Latrubesse; Carvalho, 2006). Durante sua evolução recuante, podem originar-se na sua frente colinas e morros isolados. No município de Tete, a Zona de Erosão Recuante (ZER), que se desenvolve no nível inferior do SAMTb, foi reconhecida cartograficamente através da análise visual detalhada do MDE, da rede de drenagem, e foi confirmada em trabalho de campo. Essa unidade apresenta declividades relativamente acentuadas, e a rede de drenagem remarca os processos erosivos remontantes.

A ZER ocupa uma área de ~77,90 km², correspondente a 26,54% da área mapeada, distribuindo-se entre as altitudes de 130 e 160 m (figura 7). Desenvolve-se predominantemente sobre arenitos da Formação Matinde, exceto no flanco nordeste, nas proximidades do rio Tchetcha, onde ocorre sobre os gabros anortosíticos da Suíte de Tete. Nessa área, observa-se um padrão de dissecação de moderado a forte, com declividades superiores a 20% (figura 8b). As reentrâncias da ZER sobre a SAMTb são bem evidentes, resultantes da erosão remontante associada à rede de drenagem (figura 8b). No extremo sul do rio Zambeze e próximo ao rio Chimadzi, ocorrem padrões de

drenagem dendrítica, controlados localmente pela litologia (figuras 8c e 8e). Em setores como a confluência dos rios Zambeze e Mufa, e nas proximidades da ponte Kassuende, a ZER está associada a processos erosivos intensos, sobretudo, nos arenitos da Formação Matinde, onde são observadas marmitas associadas ao intemperismo (figuras 8d e 8f). Sobre essa unidade, distribuem-se colinas residuais e morros com forte controle estrutural (figura 8b). No limite inferior da ZER, observam-se depósitos coluviais, erodidos das cotas superiores (figuras 8a e 8b), e aluviões mais recentes, acumulados pelos córregos locais.

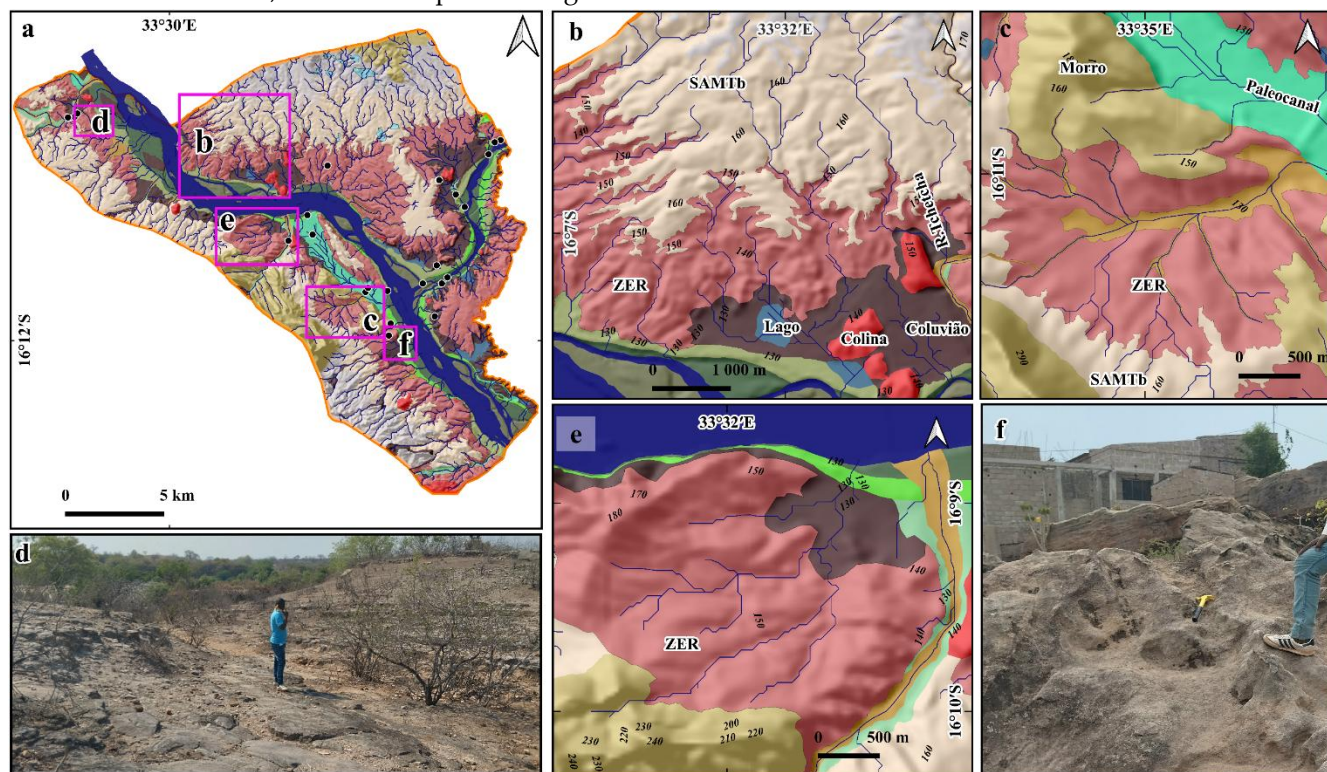


Figura 8. (a) mapa geomorfológico do município de Tete; (b) ZER próximo ao rio Tchetcha, onde se observa reentrância da ZER sobre a SAMTb; (c) ZER na margem Sul do rio Zambeze, onde apresenta um padrão de drenagem dendrítica com forte controle litológico local; (d) ZER próximo ao rio Mufa, onde se observa superfície de arenito da formação Matinde desnudado, coordenadas: S16°5'37.94"; E33°27'6.01", altitude: 136 metros; (e) ZER próximo ao rio Chimadzi, onde apresenta um padrão de drenagem dendrítica, localmente dissecado com forte controle litológico; (f) arenito desnudado com algumas marmitas resultantes do intemperismo, próximo da ponte Kassuende, coordenadas: S16°11'51.56"; E33°36'15.71", altitude: 140 m.

e) Morro com forte controle estrutural e colinas residuais

O termo morro apresenta diferentes conceituações na literatura geomorfológica, variando conforme o país e o autor. Neste trabalho, adota-se o conceito de Florenzano (2008), segundo o qual, o morro corresponde a uma elevação média do terreno, caracterizada por topos arredondados e altitudes variando entre 100 e 200 m. Trata-se, contudo, de um conceito essencialmente descritivo e, portanto, impreciso (Guerra; Guerra, 2003). As colinas, por sua vez, correspondem a pequenas elevações isoladas, de declives suaves e geralmente resultantes de processos denudacionais, constituindo-se, portanto, em formas de relevo residual. À medida que a Zona de Erosão Recuante (ZER) se expande e o recuo das vertentes se intensifica, morros e colinas podem originar-se como feições residuais (Latrubesse; Carvalho, 2006). No município de Tete, as Colinas Residuais (Cr) e os Morros com Forte Controle Estrutural (Mfe) resultam de processos erosivos associados à ZER e SA.

A maior parte das colinas e morros foi identificada pela interpretação visual do MDE, com exceção do morro Caloeira, que representa o ponto mais elevado do município. Essas formas elevadas são embasadas por litologias mais resistentes, remanescentes dos processos erosivos. Colinas isoladas, como a da figura 9d (~198 m),

correspondem a geoformas residuais da erosão da superfície de aplainamento SAMTb, embasadas sobre arenitos e argilitos da formação Matinde. Já os morros, como o da figura 9b, são constituídos de rochas da Formação Cádzi (arenitos arcóseos), apresentando forte controle estrutural, com ocorrência de deformações locais. O ponto mais elevado da área de estudo, conhecido localmente como Monte Caloeira (~478 m), figura 9b, foi adotado como morro ilustrativo.

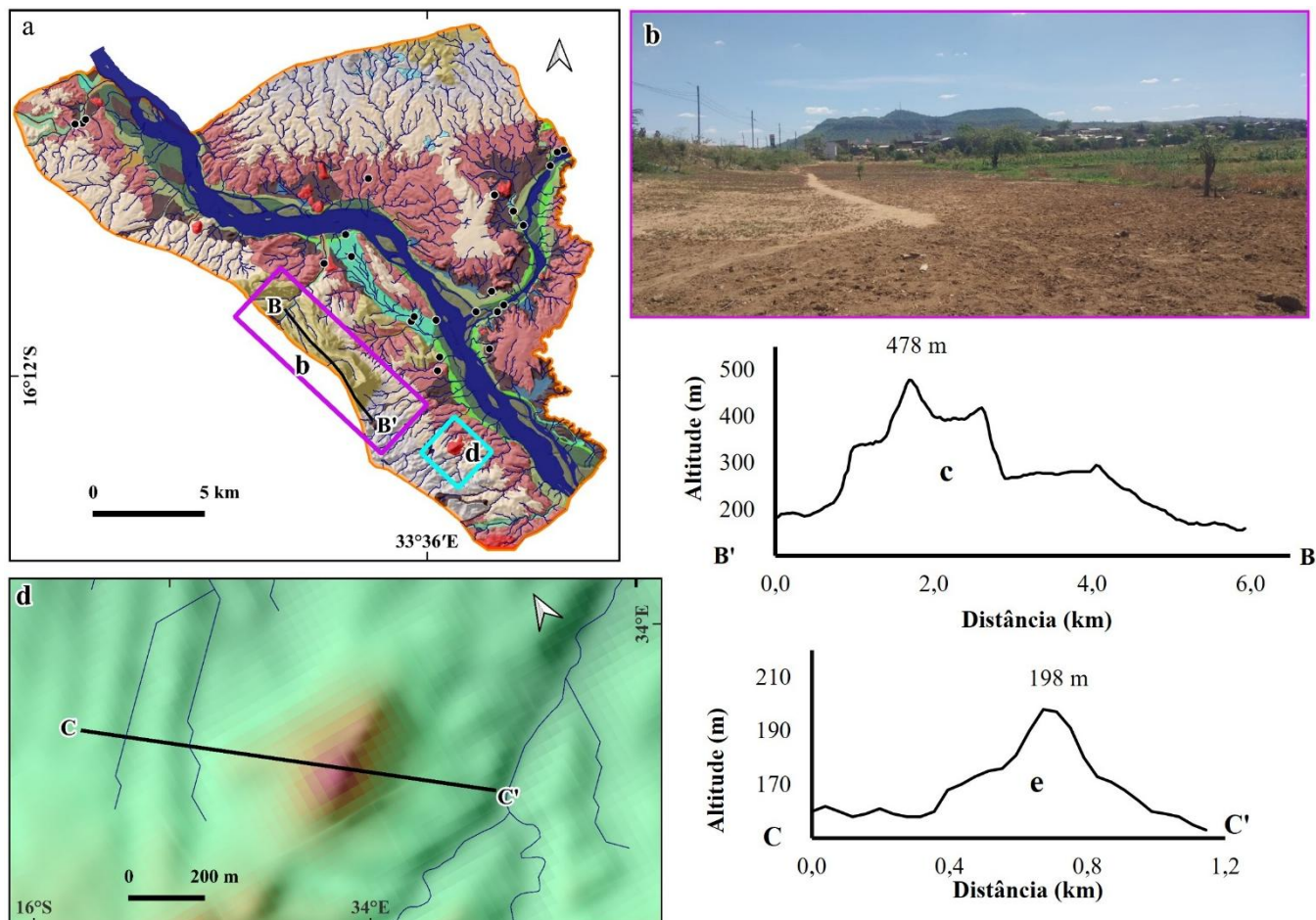


Figura 9. (a) mapa geomorfológico do município de Tete, em que se ilustra o morro Caloeira (destacado na cor violeta) e a colina residual (destacada na cor verde ciano); (b) ilustra o Morro Caloeira, que se destaca como ponto mais alto do município; (c) perfil topográfico ilustrativo do morro Caloeira; (d) representação da colina residual que se desenvolve sobre a SAMTb e (e) perfil topográfico da colina residual da figura 9d.

3.2 Unidades geomorfológicas agradacionais (deposição e sedimentação)

As unidades geomorfológicas agradacionais ocupam uma área de ~85,22 km², correspondendo a cerca de 29,03% da área total mapeada. As principais geoformas agradacionais identificadas incluem: Terraços fluviais, subdivididos em Terraço fluvial alto (Tfa) e Terraço fluvial baixo (Tfb); Planícies de inundação (Pi); Paleocanais (Pc); Planícies aluviais de afluentes (Paf); Ilhas (I) e Lagos (La), associados às planícies aluviais dos rios Revúboè e Zambeze; Depósitos colúvio-aluviais (C-A), associados à ZER, aos Terraços altos e aos córregos; e Dambos (Da), relacionados às SA e ZER. As planícies aluviais dos afluentes (Taf) incluem alguns terraços morfologicamente pouco pronunciados, difíceis de cartografar. Os mais evidentes foram classificados como Terraço do afluente (Ta). Os Terraços fluviais desenvolvem-se ao longo dos principais sistemas fluviais, dos rios Revúboè e Zambeze. A sua identificação baseou-se na variação topográfica observada no MDE (SRTM, 30 m) e foi posteriormente confirmada em trabalho de campo. O Tfb apresenta cotas relativamente mais baixas e idade mais recente em

relação ao Tfa. Este último é morfologicamente mais pronunciado, destacando-se nas duas margens do rio Revúboè e, no rio Zambeze, sobretudo a montante, nas proximidades dos rios Mufa e Tchetcha.

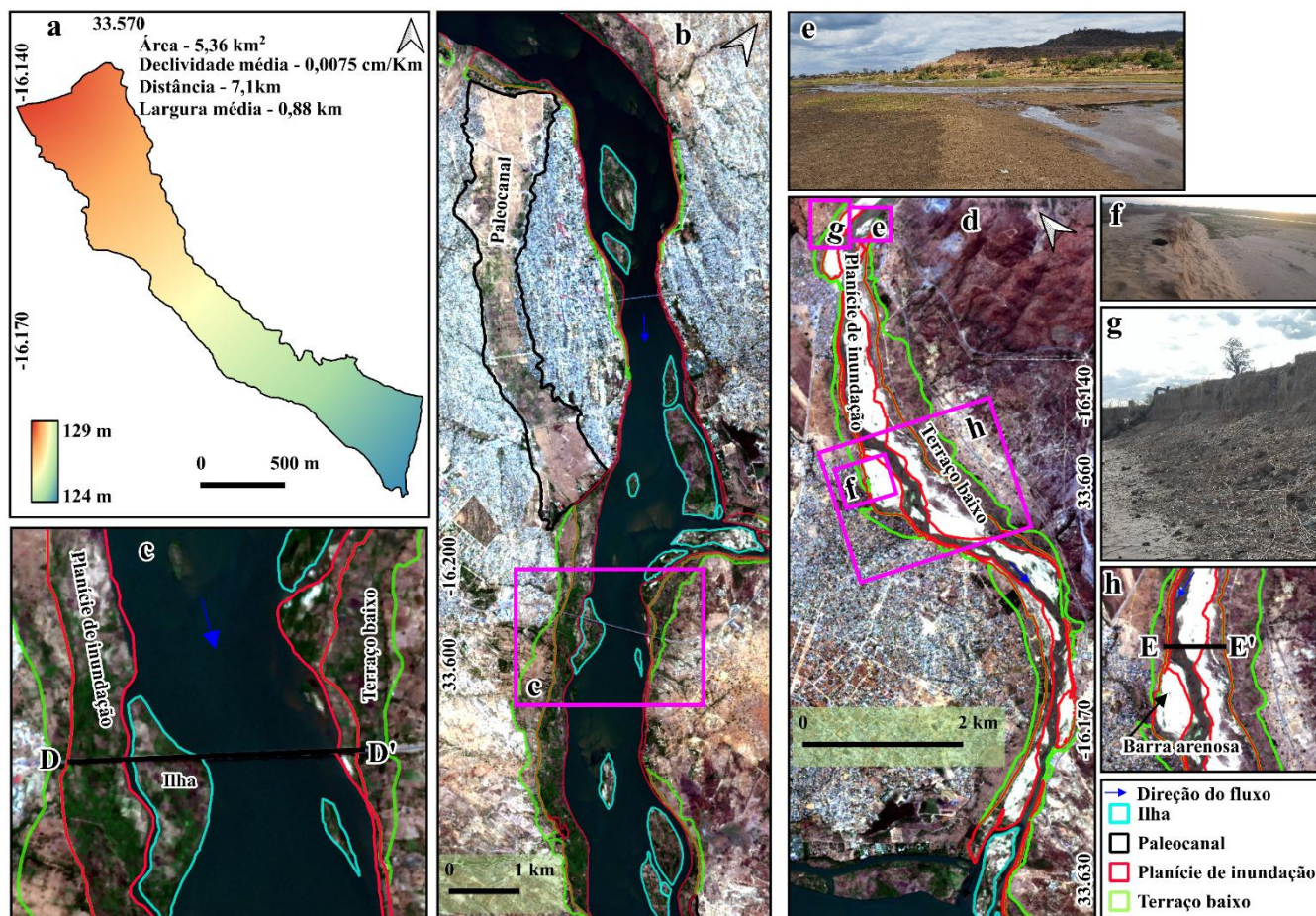


Figura 10. Diferentes geoformas mapeadas nos sistemas fluviais dos rios Zambeze e Revúboè. (a) Paleocanal conhecido localmente como Vale do Nhartanda; (b) Sistema fluvial do rio Zambeze com padrão anabranching, em que as águas fluem entre as ilhas; (c) Recorte da planície aluvial do rio Zambeze, em que o transecto D–D' ilustra a largura da planície aluvial de ~1.600 m; (d) Sistema fluvial do rio Revúboè, que apresenta padrão de canal único com tendência entrelaçada (braided), evidenciando barras arenosas ao longo do seu curso; (e) Canal do rio Revúboè, que no período de estiagem forma tramas de canais muito rasos, Coordenadas: S16°6'22.78", E33°39'39.11"; altitude: 131 m; (f) Barra arenosa no rio Revúboè, Coordenadas: S16°8'11.29", E33°38'25.79"; alt.: 128 m; (g) Terraço alto no rio Revúboè, Coordenadas: S16°6'16.71", E33°39'27.23"; alt.: 135 m; (h) Recorte da planície aluvial do rio Revúboè, em que o transecto E–E' ilustra a largura da planície aluvial de ~900 m. Imagens de fundo: Planet (maio de 2024).

No rio Revúboè, Tfa e Tfb situam-se, respectivamente, a ~2 a 4 m e 1 a 3 m acima do nível atual do leito fluvial. Na traseira do Tfa, observa-se uma área relativamente plana, em forma de rampa, preenchida por materiais coluviais e aluviais erodidos das cotas superiores (ver seção 3.2, alínea a). Essa área é densamente habitada e abriga as principais infraestruturas socioeconômicas do município. No rio Zambeze, os terraços fluviais são mais pronunciados, com alturas que variam entre 1 e 3 m para o terraço baixo e 3 e 5 m para o terraço alto, acima do nível atual do leito fluvial. No nível inferior, encontram-se a planície de inundação e os canais fluviais. De acordo com Stevaux e Latrubesse (2017), uma vez que os padrões de canais são diferenciados pelos processos morfogenéticos e pela disponibilidade de carga sedimentar, é de se esperar que exista planície de inundação característica para cada padrão de canal. Embora essa não seja uma regra, os dois principais sistemas fluviais mapeados apresentam variedade distinta de geoformas e padrões de canal (figura 10).

O sistema fluvial do rio Zambeze apresenta um padrão de canal anabranching (figura 10b), caracterizado pela presença dominante de ilhas e paleocanais ao longo do seu curso. Possui uma planície aluvial ampla, com

largura média de ~1.200 m. Por outro lado, o sistema do rio Revúboè exibe um padrão de canal único, com tendência a entrelaçada (*braided*) (figura 10d), no qual diversas barras arenosas subdividem o fluxo em múltiplos canais rasos (figuras 10d e 10e). A sua planície aluvial apresenta largura média de ~550 m. O padrão de canal entrelaçado é típico de ambientes semiáridos, nos quais a planície de inundação se limita ao canal e às barras arenosas, isto é, restringe-se aos processos do canal (*in channel processes*) (Stevaux; Latrubesse, 2017). As barras arenosas constituem formas instáveis e móveis (figura 10f). No rio Revúboè, por exemplo, as barras arenosas e o canal principal constituem a planície aluvial ativa. Durante os períodos de cheia, o rio retrabalha toda a planície, mobilizando as barras e promovendo o seu rearranjo. Como é característico dos rios em ambientes semiáridos, o Revúboè apresenta alta carga sedimentar, tanto em suspensão quanto de fundo, além de descargas relâmpago (*flash flood*), em que os eventos de inundação raramente excedem 48 horas de duração.

a) Coluvião - Aluvião

Os materiais erodidos nas cotas superiores, como na ZER, são transportados pelos cursos de água de menor ordem e depositados na traseira do Terraço fluvial alto. No rio Zambeze, por exemplo, esses tributários formam depósitos colúvies com morfologia deltaica, localizados atrás do Terraço alto, que em alguns casos alcançam áreas superiores a 1 km². Essas formas agradacionais foram classificadas neste mapeamento como depósitos colúvio-aluviais (figura 11d), cujo limite exato não foi determinado nesse mapeamento.

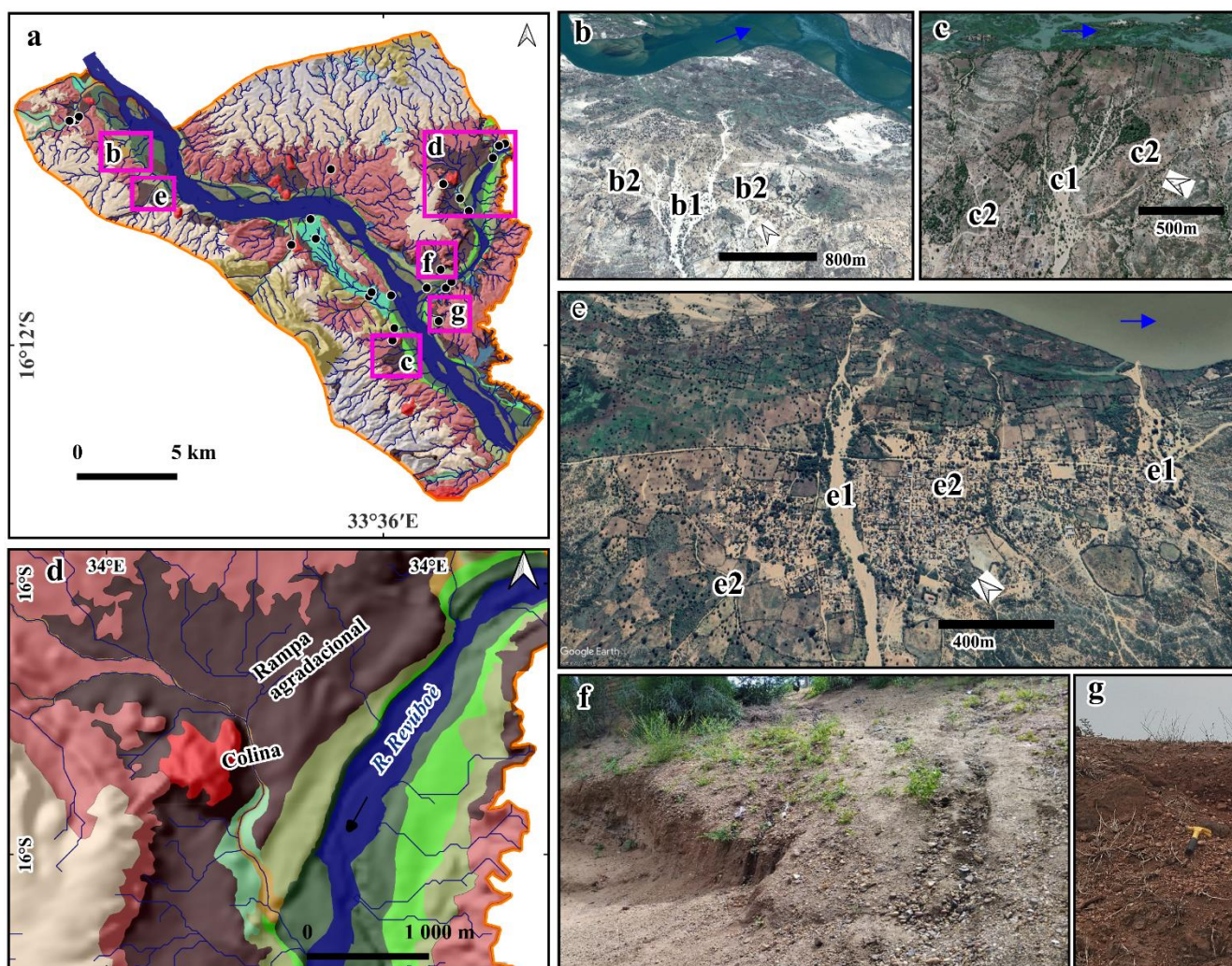


Figura 11. mapa geomorfológico em que se destacam colúvios e aluviões; (b), (c) e (e) pequenos afluentes que formam deltas de aluviões, em que b1, c1 e e1 são planícies aluviais dos afluentes (Paf), b2, c2 e e2 são colúvio-

aluvião; (d) Rampa agradacional próximo do rio Revúboè; (f) depósito de colúvio-alúvio próximo da confluência entre o rio Zambeze e Revúboè. Coordenadas: S16°9'44.68" e E33°37'52.20". Altitude: 144 m; (g) depósito de colúvio-alúvio na margem direita do rio Zambeze. Coordenada S16°11'18.69" e E33°37'34.42". Altitude: 130 m. As setas indicam a direção do fluxo. Imagens do fundo foram retiradas do Google Earth: (b) junho de 2013; (c) junho de 2010 e (e) junho de 2025.

Estudos específicos poderão fornecer maiores detalhes sobre sua cronologia e limites. Próximo à confluência entre os rios Revúboè e Zambeze, observam-se depósitos coluviais expressivos, compostos predominantemente por areia, seixos rolados e calhaus angulosos (figura 11f). Na margem esquerda do rio Zambeze, próximo ao povoado de Benga, ocorrem outros depósitos caracterizados pela presença de calhau e seixos (figura 11g). No lado direito do rio Revúboè, identificou-se uma rampa agradacional caracterizada por uma superfície plana e extensa, onde atualmente se localizam o Aeroporto Internacional de Tete e o Quartel do Exército, fato que impossibilitou a sua verificação em campo. Observações feitas a posteriori no Rio M'phono, que erode essa geoforma, confirmaram a presença de um pacote de ~8 m de material colúvio-aluvial.

3.3 Rio Zambeze

O rio Zambeze possui uma bacia hidrográfica de ~1,36 milhão de km² e percorre ~2.574 km até desaguar, em território moçambicano, no oceano Índico, onde forma um delta de ~11.410 km², abrangendo os distritos de Chinde, Luabo, Marromeu, Chiringoma, Muanza, Mopeia, Inhassunge e Nicoadala. A bacia do Zambeze é tradicionalmente subdividida em três grandes segmentos: o Alto, o Médio e o Baixo Zambeze, cada um com características fisiográficas e climáticas próprias (figura 12).

O Baixo Zambeze, onde se localiza a área de estudo, é partilhado entre Moçambique, Malawi, Tanzânia, Zimbábue e Zâmbia, apresentando clima semiárido, com precipitação média anual em torno de 600 mm. No entanto, as porções setentrionais, situadas na Tanzânia, no Malawi e na zona costeira moçambicana, podem alcançar valores próximos de 1.400 mm anuais (Sanchez, 2018). O fluxo do rio Zambeze é regulado pelas barragens de Kariba e Cahora Bassa, localizadas no alto e médio curso, a montante da área de estudo. Embora essas infraestruturas exerçam um papel importante no amortecimento das cheias, ainda ocorrem inundações significativas, sobretudo no baixo Zambeze, frequentemente associadas à passagem de ciclones e tempestades tropicais (Sanchez, 2018). Devido à regulação imposta pelas hidrelétricas, os pulsos de inundação e os riscos associados têm sido reduzidos por ação antrópica.

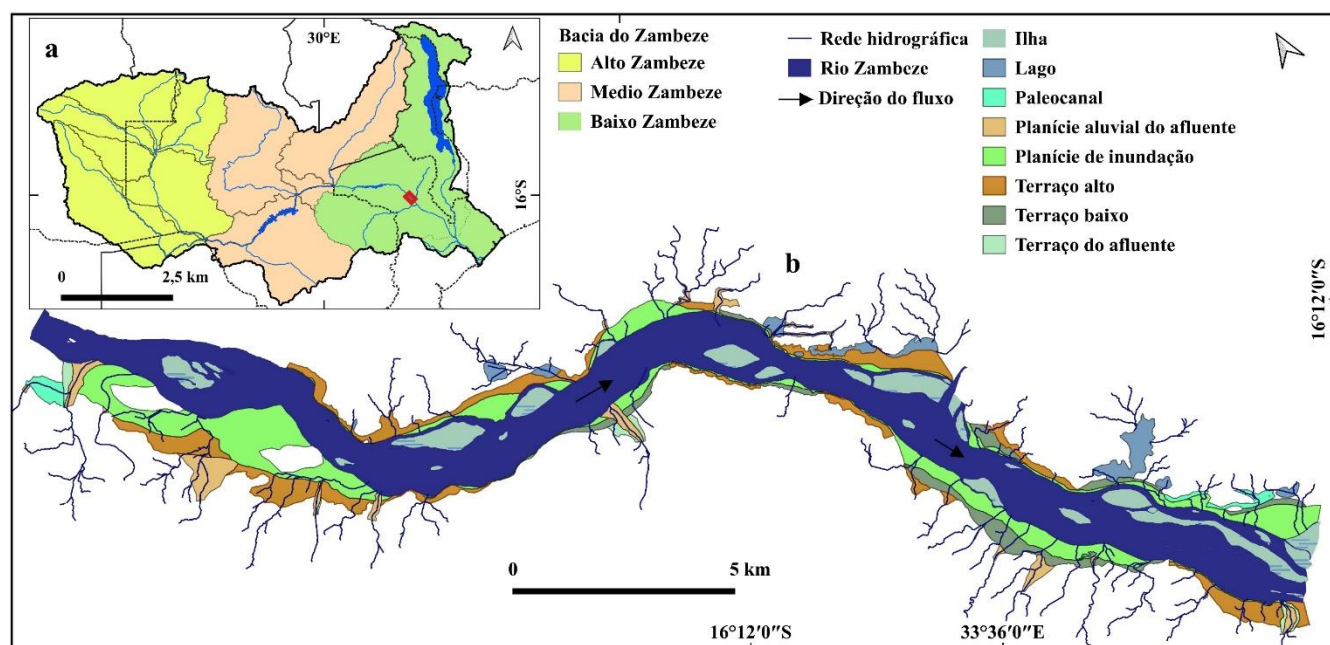


Figura 12. (a) bacia do Zambeze, onde se destacam as três sub-bacias (alto, médio e baixo Zambeze), o retângulo vermelho destaca o cinturão aluvial do rio Zambeze, localizado no município de Tete, (b) recorte do cinturão aluvial do rio Zambeze no município de Tete. As setas indicam a direção do fluxo.

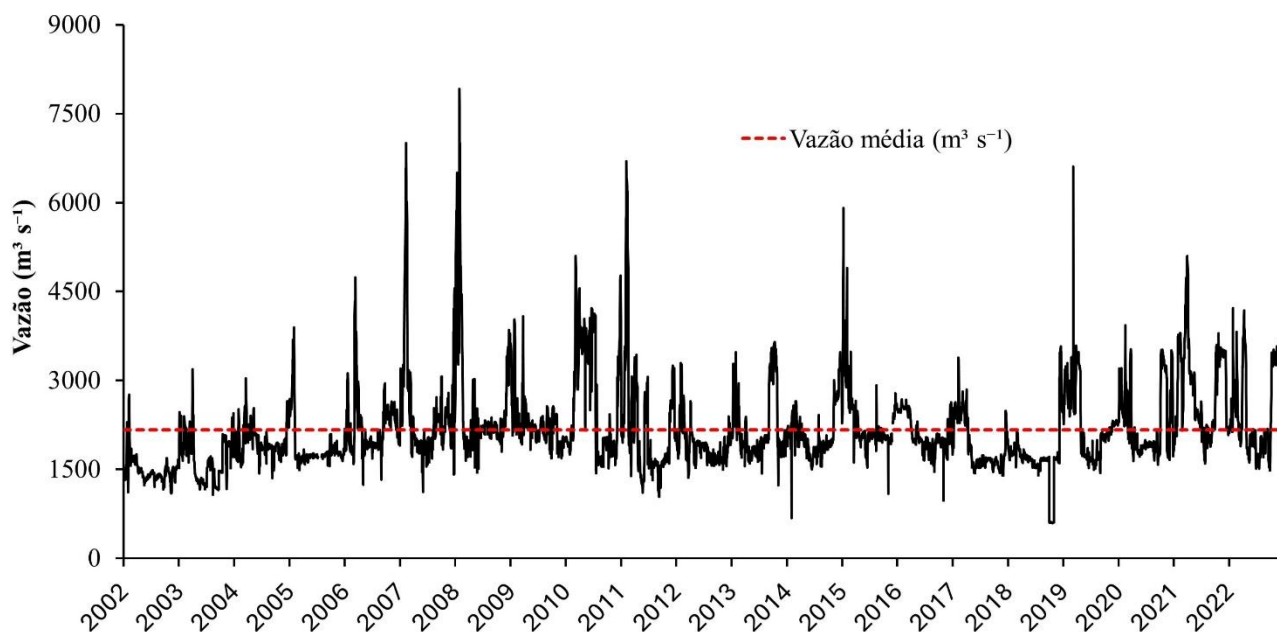


Figura 13. Vazão do rio Zambeze na estação E-302, localizada no município de Tete, no período de 2002 a 2022. A vazão média foi de 2.164,9 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$. Nos anos de 2007 e 2008, o pico de inundações foi de 7.003 e 7.918 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$. Fonte: ARA-Zambeze (2023).

3.4 Rio Revúboè

O Rio Revúboè constitui o principal afluente do rio Zambeze no município de Tete. Drena uma bacia com área de $\sim 16.350 \text{ km}^2$ e tem suas nascentes situadas na fronteira entre Moçambique e Malawi, a $\sim 1.460 \text{ m}$ de altitude. O curso fluvial percorre 304 km até desaguar na margem esquerda do rio Zambeze, marcando a divisa natural entre o Bairro Chingodzi, no município de Tete, e o povoado de Benga, no distrito de Moatize (figura 14). A variação climática ao longo da bacia exerce influência direta sobre os picos de cheia a jusante. No setor noroeste e no flanco leste, onde predomina o clima tropical úmido de altitude, a precipitação média anual está acima de 1.000 mm, correspondendo às sub-bacias de maior contribuição de vazão (figura 14). No trecho inferior da bacia, onde se localiza o município de Tete, predomina o clima semiárido, com precipitação média anual inferior a 600 mm. Como consequência, o rio Revúboè é um curso de água perene, com tendência à intermitência, apresentando vazões mais baixas durante o período seco (maio a novembro), quando a vazão média diária é inferior a $20 \text{ m}^3 \text{s}^{-1}$. No período úmido, essa média eleva-se para cerca de $130 \text{ m}^3 \text{s}^{-1}$ (figura 15). Contudo, devido à influência de ciclones tropicais e às características geomorfológicas e geológicas da bacia, registram-se grandes enchentes de curta duração, do tipo “flash flood”, com duração inferior a 48 horas e vazões que podem atingir $\sim 7.000 \text{ m}^3 \text{s}^{-1}$. Em 2022, por exemplo, a cota de inundação observada foi de 9,5 m, com vazão de $\sim 7.492,2 \text{ m}^3 \text{s}^{-1}$, o que provocou a inundação parcial da cidade e destruição da ponte que conecta o município de Tete à cidade de Moatize.

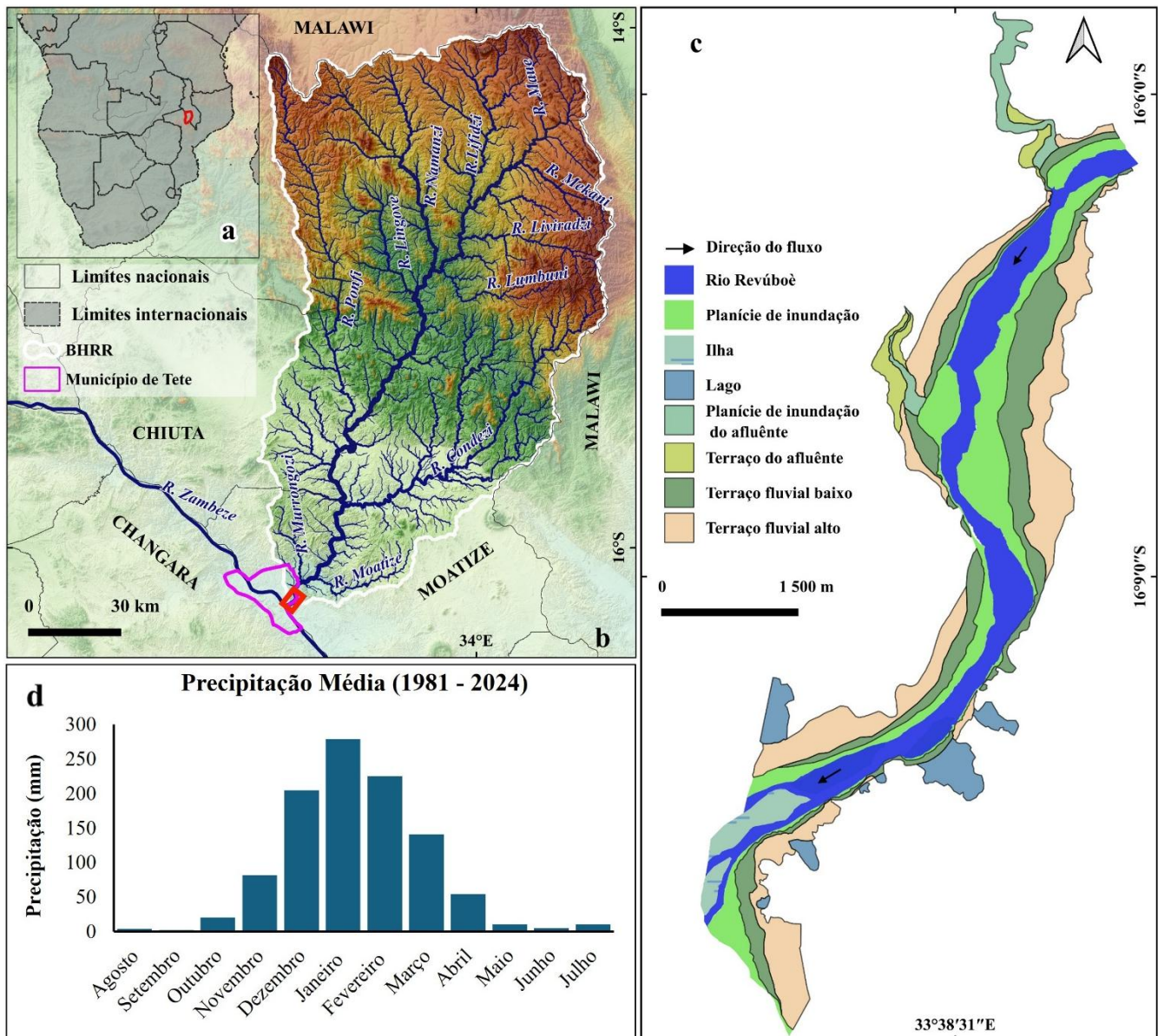


Figura 14. (a) Região sul da África, onde se destaca a bacia do Revúboè na cor vermelha; (b) Bacia Hidrográfica do Rio Revúboè (BRR), onde o retângulo na cor vermelha destaca a área mapeada no município de Tete; (c) Cinturão aluvial do rio Revúboè, as setas indicam a direção do fluxo; e (d) precipitação média mensal da bacia no período de 1981 a 2024. Fonte: CHIRPS, 2026. Fundo da figura 14b: SRTM.

3.5 Sistemas lacustres

a) Lagos temporários/lagoas

Os lagos temporários se distribuem majoritariamente nos terraços alto e baixo dos rios Zambeze e Revúboè. Têm uma forma relativamente oval e alongada (figura 16), e ficam preenchidos de água durante o período úmido, geralmente, entre dezembro e março. Apresentam tamanhos variados; no geral, não superam 1 km². O maior lago tem uma área de ~0,90 km², localizado próximo ao povoado de Benga (figura 16b). A maior parte deles se desenvolve sobre áreas confinadas nos terraços altos e baixos, e são alimentados pelos pequenos tributários, chuvas locais, e principais rios no período de cheias. Os lagos ocupam uma área de ~2,62 km², correspondente a 0,89% da área total mapeada.

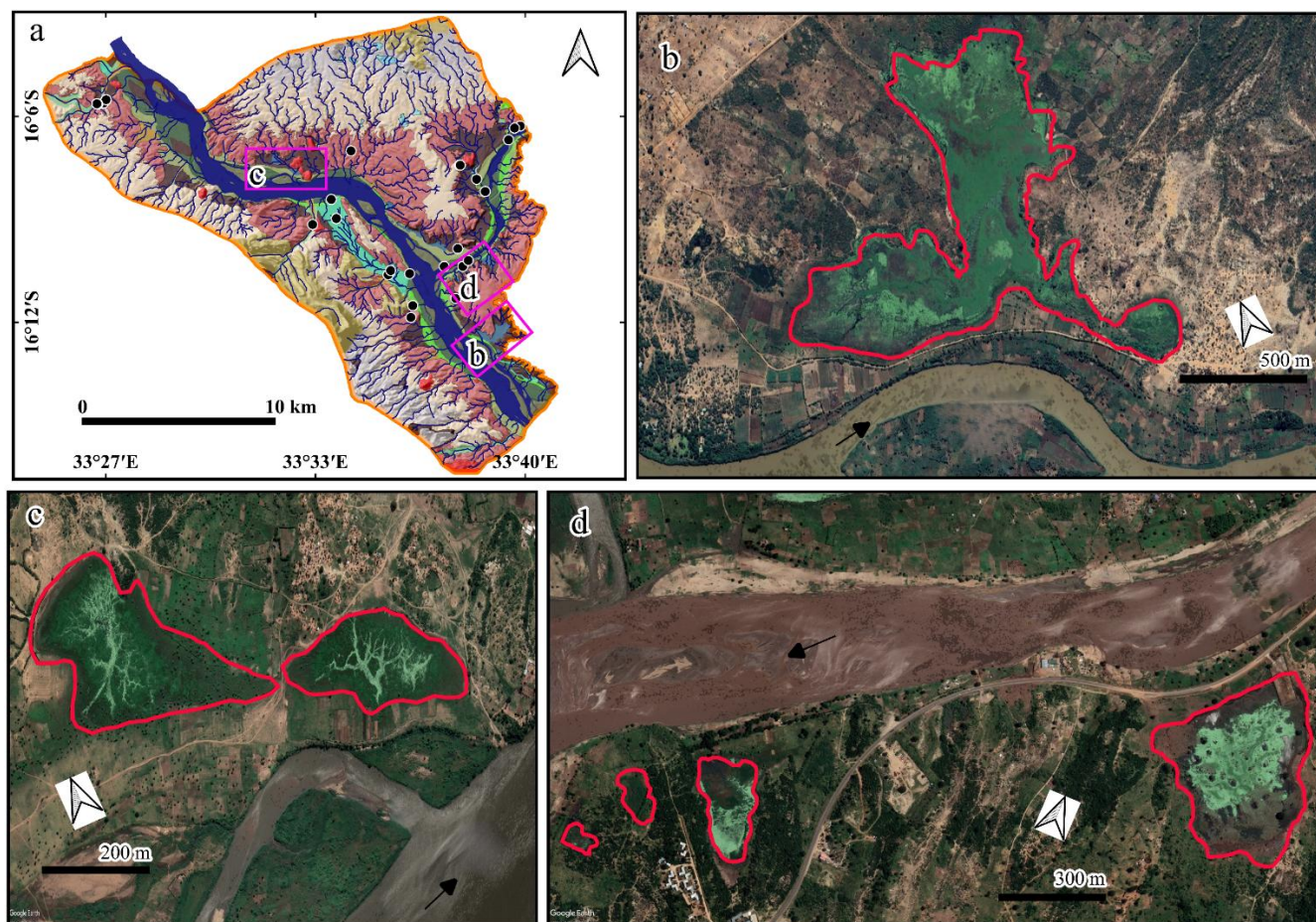


Figura 16. (a) mapa geomorfológico onde se destacam os sistemas lacustres que se desenvolvem ao longo dos rios Zambeze e Revúboè; (b) lago ao longo do rio Zambeze, localizado próximo ao povoado de Benga; (c) Lagos no rio Zambeze, localizados próximos do rio Tchetcha; (d) lagos ao longo do rio Revúboè, localizados próximos ao povoado de Benga. As setas indicam a direção do fluxo. Imagem de fundo: Google Earth, março de 2022.

b) Dambos

Embora Dambos sejam registrados em distintos locais da África, o termo tem origem bantu, sendo utilizado no Malawi e na Zâmbia Boast (1990); Mandishona e Knight (2022) para se referir a áreas úmidas sazonalmente encharcadas, geralmente localizadas nas cabeceiras e canais dos rios. De acordo com Bullock (1992); von der Heyden (2004), os Dambos são geoformas abaixadas, de morfologia circular ou alongada, que correspondem a áreas úmidas rasas e alagadas de forma sazonal, características das cabeceiras dos córregos (riachos). Desenvolvem-se comumente em terrenos planos e sob alta pluviosidade anual. Os Dambos mapeados no município de Tete ocorrem nas cabeceiras e nos canais dos rios Tchetcha e Nhamatica. Ocupam uma área de ~1,30 km², o que corresponde a cerca de 0,44% da área total mapeada (figura 17a).

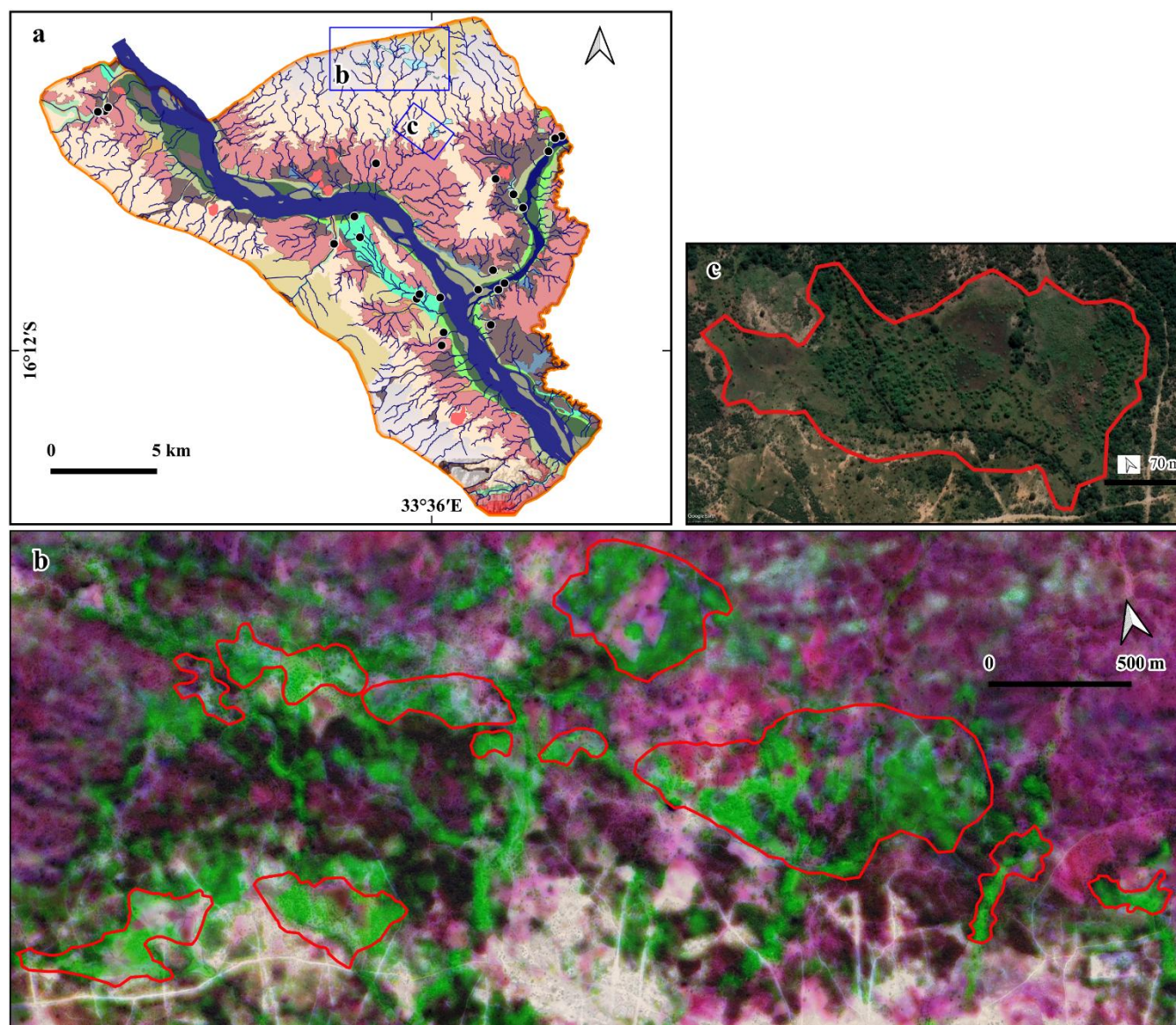


Figura 17. (a) Áreas úmidas sazonais (Dambos) mapeadas no município de Tete. Imagens de fundo (b) e (c): Google Earth, março de 2022. (d) Composição colorida obtida a partir das bandas do infravermelho de onda curta (SWIR – B12), infravermelho próximo (NIR – B8A) e vermelho (B4) do Sentinel-2, datada de 8 de junho de 2022, na qual os polígonos em vermelho destacam as áreas onde ocorrem Dambos. A vegetação, com predominância de tons verdes, indica os Dambos e os canais dos córregos, enquanto a cor marrom representa o solo exposto.

A geologia local exerce papel determinante na gênese desses ambientes úmidos. De acordo com von der Heyden (2004); Bullock (1992), os Dambos ocorrem predominantemente em complexos de embasamento cristalino africano. No Zimbábue, por exemplo, ~90% desses ambientes estão associados a granitos intrusivos, gnaisses, sedimentos do Kalahari e outros tipos de embasamento máfico, como o basalto (von der Heyden, 2004). De modo semelhante, no Malawi, os Dambos desenvolvem-se em complexos compostos por xistos, gnaisses e outras litologias metamórficas (Bullock, 1992). Bullock (1992) também observa que, na Nigéria, Camarões, Uganda, Tanzânia e Zâmbia, os Dambos ocorrem sobre embasamentos graníticos e rochas metamórficas, incluindo xistos e quartzitos. Semelhantemente, os Dambos no município de Tete desenvolvem-se sobre o embasamento cristalino, sobretudo em rochas plutônicas, como o gabro anortositico da Suíte de Tete, mas ocorrem igualmente sobre rochas sedimentares, especialmente os arenitos da Formação Matinde, estando associados às superfícies de aplainamento (SAMTa e SAMTb) e à Zona de Erosão Recuante (ZER).

Os Dambos foram interpretados exclusivamente a partir de imagens de alta resolução do Google Earth e Sentinel-2 e não foram confirmados em campo, uma vez que as áreas onde ocorrem pertencem a uma empresa mineradora que detém grandes extensões de território na região e não autorizou o acesso. Além disso, devido à sua natureza efêmera, não foi possível identificá-los de forma diagnóstica em imagens de satélite por meio de índices espectrais, como o NDWI. A composição colorida obtida a partir das bandas do infravermelho de onda curta (SWIR – B12), do infravermelho próximo (NIR – B8A) e do vermelho (B4) do Sentinel-2, datada de 8 de junho de 2022, evidencia, de modo geral, a vegetação em tons de verde nessas áreas, indicando a prevalência de umidade durante o período seco (Figura 17d). Em contraste, nas áreas contíguas predomina o solo exposto, com tonalidades marrons. Assim, recomenda-se cautela na interpretação dessas depressões e a realização de estudos complementares para confirmar com maior precisão sua classificação.

4. Considerações finais

O mapeamento geomorfológico realizado no município de Tete, abrangendo uma área de ~293,52 km², representa o primeiro trabalho dessa natureza desenvolvido à escala municipal em Moçambique. Foram mapeados dois grandes grupos de unidades geomorfológicas: unidades agradacionais e denudacionais, cada grupo com características distintas que mostram os processos atuantes sobre eles e a evolução da paisagem de Tete.

Apesar da relevância regional dos resultados, o estudo apresenta algumas limitações, decorrentes de algumas unidades geomorfológicas que não puderam ser confirmadas em campo e outras que merecem estudos mais específicos para o seu entendimento. Estudos mais detalhados de cada unidade também permitirão maior entendimento da composição e evolução das paisagens de Moçambique ao longo do vale do Zambeze. Em relação aos Dambos, recomenda-se que investigações futuras incluam estudos mais detalhados, a fim de aprimorar a caracterização morfológica local.

Por outro lado, em países como o Brasil, o mapeamento geomorfológico é uma componente fundamental para análises ambientais integradas e uma ferramenta presente em projetos de gestão territorial, planejamento ambiental e estudos de impacto ambiental. No entanto, não existe em Moçambique regulamentação nem tradição no uso da geomorfologia nesse tipo de estudos. Assim, consideramos que estes resultados, poderiam ser motivadores para difundir e promover a relevância da Geomorfologia como disciplina e a necessidade de desenvolver e incorporar cartografias geomorfológicas no país.

Finalmente, consideramos que este produto, pioneiro para a região, poderá se transformar em fonte de consulta primária e subsidiar uma multiplicidade de estudos ambientais, de riscos hidrogeomorfológicos e de gestão do território, tanto por órgãos governamentais e acadêmicos como pelo setor privado.

Contribuições: W.M.W.: Concepção, Metodologia, Investigação, Redação da primeira versão do manuscrito, Revisão e Edição. E.M.L.: Supervisão, Metodologia, Redação, Revisão do manuscrito. R.B.V.: Trabalho de campo, Redação, Revisão do manuscrito.

Agradecimento: O primeiro autor agradece ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCIAMB) da Universidade Federal de Goiás; à CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior pela bolsa, processo número: 23070.045388/2022-63, assim como, ao Ivo Mambo pelo apoio prestado durante a realização do trabalho de campo.

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

Declaração de uso de Inteligência Artificial: Os autores declaram que nenhuma ferramenta de inteligência artificial generativa foi utilizada em nenhuma fase do desenvolvimento deste manuscrito (concepção, redação, análise de dados ou submissão).

5. Referências

1. ARNAUD-FASSETTA, G.; ASTRADE, L.; BARDOU, É.; CORBONNOIS, J.; DELAHAYE, D.; FORT, M.; GAUTIE, E.; JACOB, N.; PEIRY, J. L.; PIÉGAY, H.; PENVEN, M. J. Fluvial geomorphology and flood-risk management. *Geomorphologie: Relief, Processus, Environnement*, v. 15, n. 2, p. 109-128, 2009. DOI: /10.4000/geomorphologie.7554
2. BISHOP, M. P.; JAMES, L. A.; SHRODER, J. F.; WALSH, S. J. Geospatial technologies and digital geomorphological mapping: concepts, issues, and research. *Geomorphology*, v. 137, n. 1, p. 5-26, 2012. DOI: 10.1016/j.geomorph.2011.06.027
3. BOAST, R. Dambos: a review. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, v. 14, n. 2, p. 153-177, 1990. DOI: 10.1177/0309133390014002
4. BOTELHO, R. G. M.; PELECH, A. S. Do mapeamento geomorfológico do IBGE a um sistema brasileiro de classificação do relevo. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 64, n. 1, p. 183-201, 2019. DOI:10.21579/issn.2526-0375_2019_n1_183-201
5. BULLOCK, A. Dambo hydrology in southern Africa: a reassessment. *Journal of Hydrology*, v. 134, p. 373-396, 1992. DOI: 10.1016/0022-1694(92)90043-U
6. COELHO, A. L. N.; GOULART, A. C. O.; BERGAMASCHI, R. B.; TEUBNER JR., F. J. Mapeamento geomorfológico do estado do Espírito Santo. *Vitória: IJSN*, 2012. 21p. Publicação IJSN n. 28.
7. COOKE, R. U.; DOORNKAMP, J. C. *Geomorphology in Environmental Management: A New Introduction*. 2ª Ed. Oxford: Clarendon Press, 1990. 436p.
8. COLTRINARI, L. Cartografia geomorfológica detalhada: a representação gráfica do relevo entre 1950-1970. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.12, n.3, p.121-130, 2012. DOI: 10.20502/rbg.v12i0.265
9. CUNHA, C. M. L.; PINTON, L. G. A cartografia do relevo como subsídio para a análise morfoгенética de setor cuneiforme. *Mercator*, v. 12, n. 27, p. 149-158, 2013. DOI: 10.4215/RM2013.1227.0011
10. CHELLI, A.; BORDONI, M.; CAPPADONIA, C.; PEPE, G.; ROTIGLIANO, E.; SMITH, M. Geomorphological tools for mapping natural hazards. *Journal of Maps*, v. 17, n. 3, p. 1-4, 2021. DOI: 10.1080/17445647.2021.1920794
11. CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial. São José dos Campos: INPE, 2001. 103p. Publicação INPE n. 722.
12. DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P.; MAIA, R. P.; FERREIRA, B. Mapeamento geomorfológico do Estado do Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.18, n.4, p. 689-701, 2017. DOI: 10.20502/rbg.v18i4.1255
13. DA SILVA, T. M. Raízes dos mapeamentos geomorfológicos e perspectivas atuais. *Humboldt*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, e57380, 2021.
14. DA SILVA, T. C. Indicadores Geomorfológicos de Sustentabilidade Ambiental: aplicabilidade no Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 1, n. 1, p. 73-79, 2000. DOI: 10.20502/rbg.v1i1.71
15. DRAMIS, F.; GUIDA, D.; CESTARI, A. Nature and aims of geomorphological mapping. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. S. (Ed.). *Geomorphological Mapping: Methods and Applications*. 1ª Ed. London: Elsevier, 2011. p. 39-74. DOI: 10.1016/B978-0-444-53446-0.00003-3

16. FLORENZANO, T. G. Cartografia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 105-120.
17. LEE, E. M. Geomorphological Mapping. In: GRIFFITHS, J. S. (Ed.). Land Surface Evaluation for Engineering Practice. London: Geological Society of London, 2001. p. 53-56. DOI: 10.1144/GSL.ENG.2001.018.01.08
18. GTK CONSORTIUM. Map Explanation: Sheets 1430-1432 and 1530-1534. Geology of Degree Sheets, Inhamambo, Maluwera, Chifunde, Zumbo, Fíngoè-Mágoè, Songo, Cazula and Zóbuè. Maputo: Ministério dos Recursos Minerais, Direcção Nacional de Geologia, 2006. 457p.
19. GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. *Dicionário geológico-geomorfológico*. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 652p.
20. GRIFFITHS, J. S.; SMITH, M. J.; PARON, P. Introduction to Applied Geomorphological Mapping. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. S. (Ed.). Geomorphological Mapping: Methods and Applications. 1ª Ed. London: Elsevier, 2011. p. 3-11. DOI: 10.1016/B978-0-444-53446-0.00001-X
21. IBGE. Manual Técnico de Geomorfologia. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182p. Publicação IBGE n. 5.
22. KLIMASZEWSKI, M. The principles of the geomorphological survey of Poland. *Przegląd Geograficzny* (Polish Geographical Review), v. 28, Suppl., p. 32-40, 1956
23. INE – INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA. IV Recenseamento Geral da População e Habitação. Maputo: INE, 2017.
24. LATRUBESSE, E. M. Mapa Geomorfológico: Zoneamento Ecológico-Econômico Brasil-Bolívia, Eixo Rio Abunã-Vale do Guaporé, informe final, volume II (Mapas). Brasília: CPRM/OEA/SUDAM, 2000.
25. LATRUBESSE, E. M.; CARVALHO, T. M. Geomorfologia de Goiás e Distrito Federal. 2ª Ed. Goiânia: Secretaria de Indústria e Comércio do Estado de Goiás, 2006. 127p.
26. MANDISHONA, E.; KNIGHT, J. Inland wetlands in Africa: a review of their typologies and ecosystem services. *Progress in Physical Geography*, v. 46, n. 3, p. 1-19, 2022. DOI: 10.1177/03091333221075328
27. OTTO, J. C.; SMITH, M. J. Geomorphological Mapping. In: CLARKE, L.; NIELD, J. (Ed.). Geomorphological Techniques. London: British Society for Geomorphology, 2013. 10p.
28. PARON, P.; CLAESSENS, L. Makers and users of geomorphological maps. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. S. (Ed.). Geomorphological Mapping: Methods and Applications. London: Elsevier, 2011. p.75-106. DOI: 10.1016/B978-0-444-53446-0.00004-5
29. PAVLOPOULOS, K.; EVELPIDOU, N.; VASSILOPOULOS, A. Mapping Geomorphological Environments. 1ª Ed. Berlin: Springer, 2009. 246p.
30. PELECH, A. S.; NUNES, B. T. A.; GATTO, L. C. S.; BOTELHO, R. G. M. Considerações sobre o mapeamento geomorfológico do território brasileiro: algumas abordagens na representação regional. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 20, n. 3, p. 682-690, 2019. DOI: 10.20502/rbg.v20i3.1565
31. THOMAS, M. F. Geomorphology in the Tropics: A Study of Weathering and Denudation in Low Latitudes. Chichester: John Wiley & Sons, 1994. 460p.
32. QUESADA-ROMÁN, A.; PERALTA-REYES, M. Geomorphological Mapping: Global Trends and Applications. *Geographies*, v. 3, n. 3, 2023. DOI: 10.3390/geographies3030032
33. RODRIGUES, S. C.; AUGUSTIN, H. R. R.; NAZAR, T. I. S. M. Mapeamento Geomorfológico do Estado de Minas Gerais: uma proposta com base na morfologia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 24, n. 1, p. 1-31, 2023. DOI: 10.20502/rbg.v24i1.2233
34. ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 10, p. 41-58, 1996. DOI: 10.7154/RDG.1996.0010.0004

35. SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F.; ROSS, J. L. S. Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 7, n. 2, p. 3-12, 2006. DOI: 10.20502/rbg.v7i2.74
36. SANCHEZ, G. S. The Zambezi River Basin: water resources management: Energy-Food-Water nexus approach. Dissertação (Mestrado em Physical Geography and Quaternary Geology)—Department of Physical Geography, Stockholm University, Stockholm, 2018. 61p.
37. STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. Geomorfologia fluvial. São Paulo: Oficina de Textos, 2017. 336p.
38. TRICART, J. Principes et méthodes de la géomorphologie. Paris: Masson et Cie, 1965. 253p.
39. VALENTE, C. R.; LATRUBESSE, E. M. Regional geomorphologic mapping of the Araguaia River Basin, Central Brazil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 14., 2009, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, 2009. p. 4921-4928.
40. VERSTAPPEN, H. T. Old and New Trends in Geomorphological and Landform Mapping. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. S. (Ed.). *Geomorphological Mapping: Methods and Applications*. London: Elsevier, 2011. p. 13-38. DOI: 10.1016/B978-0-444-53446-0.00002-1
41. VON DER HEYDEN, C. J. The hydrology and hydrogeology of dambos: a review. *Progress in Physical Geography*, v. 28, n. 4, p. 544-564, 2004. DOI: 10.1191/0309133304pp424oa
42. WOHL, E.; BIERMAN, P. R.; MONTGOMERY, D. R. Earth's dynamic surface: a perspective on the past 50 years in geomorphology. In: BICKFORD, M. E. (Ed.). *The Web of Geological Sciences: Advances, Impacts, and Interactions II*. Boulder: Geological Society of America, 2016. p. 1-29. DOI: 10.1130/2016.2523(01)



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.