

ESTRUTURA E DINÂMICA DE GEOSISTEMAS LOCAIS NUMA ÁREA DE EXCEÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**STRUCTURE AND DYNAMICS OF LOCAL GEOSYSTEMS IN AN EXCEPTION AREA OF THE BRAZILIAN SEMIARID****ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LOS GEOSISTEMAS LOCALES EN UNA ZONA DE EXCEPCIÓN DEL SEMIÁRIDO BRASILEÑO****André Felipe da Silva**Universidade Federal de Pernambuco
andregeoredes@gmail.com**Lucas Costa de Souza Cavalcanti**Universidade Federal de Pernambuco
lucas.cavalcanti@ufpe.br**Adalto Moreira Braz**Pesquisador Independente – Grupo de Pesquisa de Geografia de Paisagens Tropicais
adaltobraz.geografia@gmail.com**Riclaudio Silva Santos**Universidade Federal de Pernambuco
riclaudio.silva@gmail.com**RESUMO**

O presente trabalho tem como objetivo representar a dinâmica de geossistemas a partir da análise integrada de sítios (geoformas) e estados (uso e cobertura da terra), com base na aplicação dos princípios advindos da teoria dos geossistemas. Estudos como este permitem promover intervenções corretivas ou preventivas de conservação dos recursos naturais existentes, através do uso da geoinformação, como ferramentas de apoio em decisões na gestão ambiental. A área de estudo, consiste num trecho de 525ha no município de Triunfo (PE), área de excepcionalidade edafoclimática do semiárido pernambucano (Nordeste do Brasil). Para tanto, foi realizada uma interpretação integrada de imagens aéreas de alta resolução, de anos distintos, visando determinar mudanças no uso e cobertura da terra. Paralelamente, foram mapeados sítios paisagísticos, definidos pelas formas de relevo e materiais superficiais. Por fim, construiu-se um mapa de unidades de paisagem pela integração dos mapas de sítios e estados. Tais técnicas empregadas, revelaram-se procedimentos relativamente descomplicados e acessíveis para uma avaliação rápida das unidades de paisagens.

Palavras-chave: Teoria dos Geossistemas. Cartografia de Paisagens. Geoformas. Unidades de Paisagens. Geoinformação.



ABSTRACT

The present work aims to represent the dynamics of geosystems from the integrated analysis of sites (geoforms) and states (land use and land cover), based on the application of principles coming from the geosystems theory. Studies such as this one allow the promotion of corrective or preventive interventions for the conservation of existing natural resources, through the use of geotechnologies as decision support tools in environmental management. The study area consists of a 525ha tract in the municipality of Triunfo (PE), an area of exceptional soil and climate conditions in the semi-arid region of Pernambuco (Northeast Brazil). To this end, an integrated interpretation of high-resolution aerial images from different years was carried out to determine changes in land use and land cover. In parallel, landscape sites were mapped, defined by relief forms and surface materials. Finally, a landscape unit map was constructed by integrating the site and state maps. The techniques employed proved to be relatively uncomplicated and accessible procedures for rapid assessment of landscape units.

Keywords: Geosystems Theory. Landscape Cartography. Geoform. Landscape Units. Geoinformation.

RESUMEN

El presente trabajo pretende representar la dinámica de los geosistemas a partir del análisis integrado de sitios (geoformas) y estados (uso y cobertura del suelo), basándose en la aplicación de los principios provenientes de la teoría de los geosistemas. Estudios como éste permiten promover intervenciones correctivas o preventivas para la conservación de los recursos naturales existentes, mediante el uso de geotecnologías, como herramientas de apoyo a las decisiones en la gestión ambiental. El área de estudio consiste en una extensión de 525ha en el municipio de Triunfo (PE), un área de excepcionalidad edafoclimática en la región semiárida de Pernambuco (noreste de Brasil). Para ello, se llevó a cabo una interpretación integrada de imágenes aéreas de alta resolución de diferentes años para determinar los cambios en el uso y la cobertura del suelo. Paralelamente, se cartografiaron los lugares del paisaje, definidos por las formas del relieve y los materiales de la superficie. Por último, se construyó un mapa de unidades de paisaje integrando los mapas de lugares y estados. Las técnicas empleadas resultaron ser procedimientos relativamente poco complicados y accesibles para una evaluación rápida de las unidades de paisaje.

Palabras clave: Teoría de los Geosistemas. Cartografía del paisaje. Geoformas, Unidad de Paisajes. Geoinformación.

INTRODUÇÃO

A Geografia é uma disciplina interessada nas organizações espaciais, tendo o conceito de paisagem como indispensável para possibilitar a compreensão do espaço como um sistema físico e social. Assim, a estrutura, funcionamento e dinâmica das



paisagens são definidos pelas relações e interações dos elementos naturais e humanos (CHRISTOFOLETTI, 1999).

O conceito de paisagem é de amplo interesse da Geografia, tendo ao longo dos anos adquirido uma gama teórica e prática, expandindo possibilidades para soluções de problemas, favorecendo substancialmente o desenvolvimento de estudos centrados na integralidade entre sociedade e natureza (NEVES, 2016; BRAZ, 2020).

A paisagem, nesse sentido, representa a natureza de qualquer seção da esfera superficial da Terra, incluindo todas as mudanças produzidas pela sociedade humana. Por isso, a paisagem é um complexo historicamente moldado e desenvolvido de todos os componentes que interagem na esfera superficial da Terra (YEFREMOV, 1961).

Logo, a própria noção de paisagem na Geografia Física passa a ter como suporte o emprego dos princípios geossistêmicos, e dessa maneira, passa para além de um conceito, uma representação teórica, fomentando análises atribuídas a recursos de interesse espacial, além de possibilitar a classificação e caracterização de diferentes unidades do terreno segundo as necessidades de pesquisa (MENDONÇA e VENTURI, 1998).

Dessa maneira, a teoria dos geossistemas (SOCHAVA, 1978), proporcionou avanços relevantes em termos de aplicabilidades de técnicas, corroborando para as observações e compreensão da organização e características das paisagens, propondo até mesmo uma substituição do conceito de paisagem pelo termo geossistema. Assim sendo, o termo geossistema abrangeria um sentido mais restrito à geografia física integrada, além dos padrões espaciais que compõem toda a heterogeneidade da superfície terrestre (SEMENOV; SNYTKO, 2013).

Conforme Cavalcanti, Santos e Santos (2019), um geossistema é entendido na Geografia como sendo uma porção da superfície terrestre em que as relações entre os componentes da natureza de forma integrada produziram e produzem características funcionais e fisionômicas diferentes das que se encontram no seu entorno.

Recentemente, pressupostos geossistêmicos receberam uma nova motivação nas pesquisas interessadas na análise geoambiental. Isso se deu em concordância com as novas técnicas e ferramentas advindas dos aportes da geoinformação, cuja aplicabilidade

se faz de suma importância para a modelagem cartográfica e para operacionalização de complexos procedimentos para classificação e representação dos geossistemas.

Chávez *et al.*, (2019) reiteram que a obtenção do mapa da paisagem com o uso do Sistema de Informações Geográficas - SIG ampliou a oportunidade de gerar o inventário e a caracterização dos componentes da paisagem, otimizando os trabalhos que podem ser interpretados individualmente ou combinados. Fornecendo assim, uma visão bem fundamentada das sucessivas transformações que ocorrem no meio natural além das intervenções efetuadas pelo componente antrópico, que agindo sobre essas paisagens, alteram seu estado e funcionamento.

A vista disso, Cavalcanti (2014), discorre que a cartografia de paisagens, é uma ramificação da cartografia, que tem amadurecido e proposto técnicas específicas, de caráter físico-geográfico, preocupadas com o avanço para a representação dos geossistemas, sobretudo apoiado em procedimentos advindos da geoinformação.

Corrêa (1995), promove uma revisão sobre representação de paisagens em área de exceção no semiárido pernambucano, a partir de uma aproximação dos principais elementos naturais, usando definições geossistêmicas como uma unidade que associa diversos ecossistemas aos tipos de suportes naturais, visando compreender as nuances da paisagem físico-geográficas local.

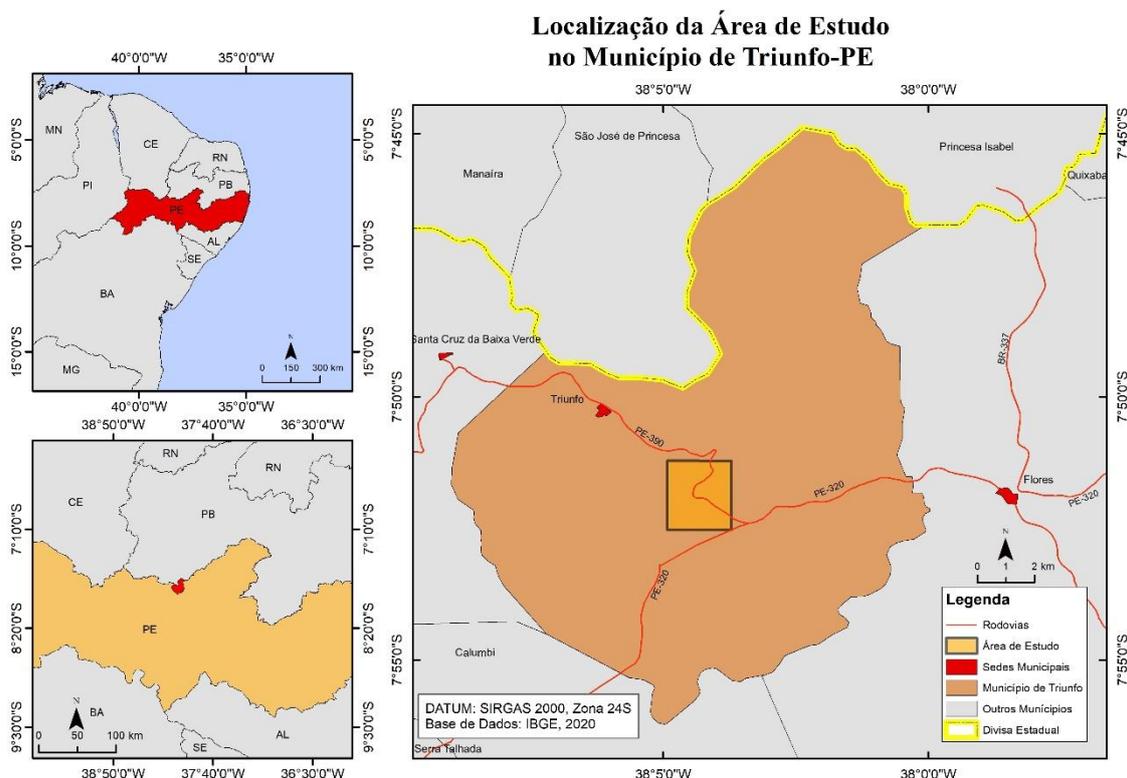
A partir disso, o presente trabalho se propõe a compreender nuances de uma área de exceção no semiárido pernambucano, no município de Triunfo (PE), com o intuito de representar a dinâmica de suas unidades de paisagens. Logo, o objetivo proposto parte de uma análise integrada dos sítios e estados das paisagens, em caráter preliminar, com base na aplicação dos princípios advindos da teoria dos geossistemas (SOCHAVA, 1978) e análise integrada da paisagem (ISACHENKO, 1973), promovendo adaptações e intervenções quando necessário à realidade da área de estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área mapeada neste trabalho equivale a 525ha dos 19.152ha da área total que compreende o município de Triunfo (Figura 1), localizado na zona do alto sertão, na mesorregião Sertão Pernambucano. A área demarcada encontra-se inserida em dois

contextos litológicos, o Complexo São Caetano e o Plúton Triunfo (ARAÚJO FILHO *et al.*, 2017; EMBRAPA, 2006). Representada pelo Maciço da Serra da Baixa Verde, correspondendo a um corpo intrusivo de natureza sienítica e idade Neoproterozóica (550-750 Ma), cuja origem remonta às intrusões de corpos ígneos que ocorreram na Província Borborema durante o Ciclo Brasileiro (CORRÊA, 2001; CORRÊA *et al.*, 2010; TAVARES, 2015; CORRÊA *et al.*, 2019).

Figura 1 – Localização da Área de Estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A área de estudo apresenta-se como um maciço residual bastante dissecado, onde é notável a remoção dos mantos de intemperismo e deposição de colúvios nas médias e baixas encostas. Na transição entre este e a Depressão Sertaneja é perceptível uma diferença altimétrica de cerca de 600m, a qual é distinguida pelo contato entre o sienito e as rochas metamórficas que estruturam as faixas de dobramento circundantes (CORRÊA, 1997; 2001; CORRÊA *et al.*, 2010; TAVARES, 2015; CORRÊA *et al.*, 2019). Esse desnível teria sido causado pelo soerguimento cenozoico ao longo da Zona

de Cisalhamento Patos, associado a possíveis reativações tectonomagmáticas pós-rifte (LUZ; JULIÁ; NASCIMENTO, 2015; SIMÕES NETO; JULIÁ; SCHIMMEL, 2019).

As encostas dissecadas apresentam-se como linhas de cristas e vales em “V” e de fundo chato, nessas superfícies de níveis elevados, o relevo vai de forte ondulado a montanhoso (CORRÊA *et al.*, 2019). Os solos de maior representatividade encontrados na área são os Argissolos, Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos e os Cambissolos (EMBRAPA, 2006; SOUZA, 2009; ARAUJO FILHO *et al.*, 2017).

À vista disso, um dos propósitos envolvidos no mapeamento foi diferenciar características paisagísticas locais, considerando tanto a origem humana quanto natural. A motivação inicial para a diferenciação foi a amplitude topográfica, em virtude de a área possuir altitudes que variam de 547m a 1.018m, além de sua particularidade climática em meio ao sertão pernambucano, representada pelo clima Aw’ modificado pela altitude (CORRÊA, 1997).

A etapa inicial, antecedendo as práticas de campo e mapeamento das unidades de paisagens, foi a aquisição de uma sequência temporal de imagens orbitais da área de estudo conforme disponibilidade do Google Earth Pro e do satélite Landsat-5, entre 2009 a 2011, e da aquisição de imagens (ópticas e laser) do Programa Pernambuco Tridimensional - PE3D referente ao ano de 2014 (PERNAMBUCO, 2014).

Foram levadas em consideração as diferenças de tonalidade, forma, declividade, textura e padrão das imagens para definir previamente as unidades de paisagens. Essa tarefa de examinar os objetos dentro dos elementos de reconhecimento, se deu como etapa do processo metodológico, seguindo a proposta de Anderson *et al.*, (1982). A vista disso, para reconhecer e diferenciar a estrutura das paisagens em Triunfo (PE), foi determinado que os limites paisagísticos seguissem a metodologia dos sítios e estados da paisagem, proposto por Isachenko (1998) e Cavalcanti (2013).

Dessa forma, o termo sítio corresponde a uma unidade geomorfológica, isto é, uma forma de relevo com características similares, mesma composição do substrato (litotipo) até 1 metro de profundidade, o qual garante um mesmo regime de migração de substâncias no perfil do solo, um mesmo regime hídrico subsuperficial, num mesmo contexto climático e nas características similares com relação ao impacto humano (ISACHENKO, 1998; 2007; CAVALCANTI, 2013; 2014).

Já em relação a noção de variáveis de estados, compreende-se um estado de mudança da paisagem, podendo identificar estados de curto prazo (intra-anuais), médio (interanuais), e longo prazo (os interanuais superiores a uma década) (ISACHENKO e REZNIKOV, 1996; ISACHENKO, 1998; CAVALCANTI, 2013; 2014). Sendo assim, para entender as variações que um geossistema apresenta em seu funcionamento (dinâmico) usa-se os estados da paisagem, que para fins de cartografia de geossistemas, é interessante representar os estados de longo prazo, pelos tipos de cobertura pedológica e comunidades vegetais, afetadas ou não pelo uso da terra (CAVALCANTI, 2013).

O estado do uso e cobertura da terra não é descrito apenas pela vegetação, mas pela situação na qual a vegetação se encontra no âmbito de cada sítio (síntese da geoforma). Sendo assim, as comunidades vegetais são selecionadas para representar o estado da cobertura e uso da terra, bem como as intervenções antrópicas também são incluídas para legenda no mapa de estados e sítios (ISACHENKO, 1998; CAVALCANTI, 2013; 2014).

Já em relação aos critérios usados para a descrição da vegetação e uso da terra nas paisagens analisadas se deu em relação a cobertura biofísica do terreno e as observações do uso da terra, se fazendo de suma importância registrar os aspectos observados em relação a utilização do terreno, como cultivo temporário, queimadas, trilhas, estradas, desmatamento, etc. (CAVALCANTI, 2014; SILVA, 2017). Os procedimentos que foram adotados em campo, estão associados as técnicas utilizadas por Isachenko (1996) e Cavalcanti (2013; 2014), no que tange as descrições físico-geográficas.

Quanto a nomenclatura, adaptou-se as tipologias do Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013), em concordância com sistema de nomenclatura desenvolvido por Isachenko e Reznikov (1996) e das técnicas e critérios de representação e observação da paisagem proposto por Cavalcanti (2014). Pois como ainda não existe uma nomenclatura para os estados de longo prazo para o nordeste brasileiro, se fazendo necessário essas adaptações para se entender a dinâmica da paisagem a luz dos limites paisagísticos, dos sítios e estados da paisagem, proposto por Isachenko (1998) e Cavalcanti (2013).

Como já bem discutido na literatura, o termo uso e cobertura do solo, está associado a modificação da utilização da superfície terrestre através de ações antrópicas, transformando a paisagem e como os seres humanos lidam com ela (MCCONNEL e MORAN, 2000). Dessa maneira, optou-se por dividir a questão da vulnerabilidade ambiental da área estudada a partir do aspecto dinâmico das paisagens, em função da intensidade dos processos atuais, embasando-se em classificações como as de Tricart (1977), Bertrand (1978) e Sochava (1978).

Dessa maneira, a legenda dos estados de longo prazo da paisagem passou a incluir a vegetação e seu estado dinâmico. Foram considerados dois estados possíveis: estável e em regeneração. O primeiro corresponde àquele que não sofreu mudança no intervalo observado. O segundo compreende aquele que apresentou mudanças como por exemplo, de área agrícola em 2009 para vegetação em 2015. Além disso, indicou-se o intervalo de regeneração observado.

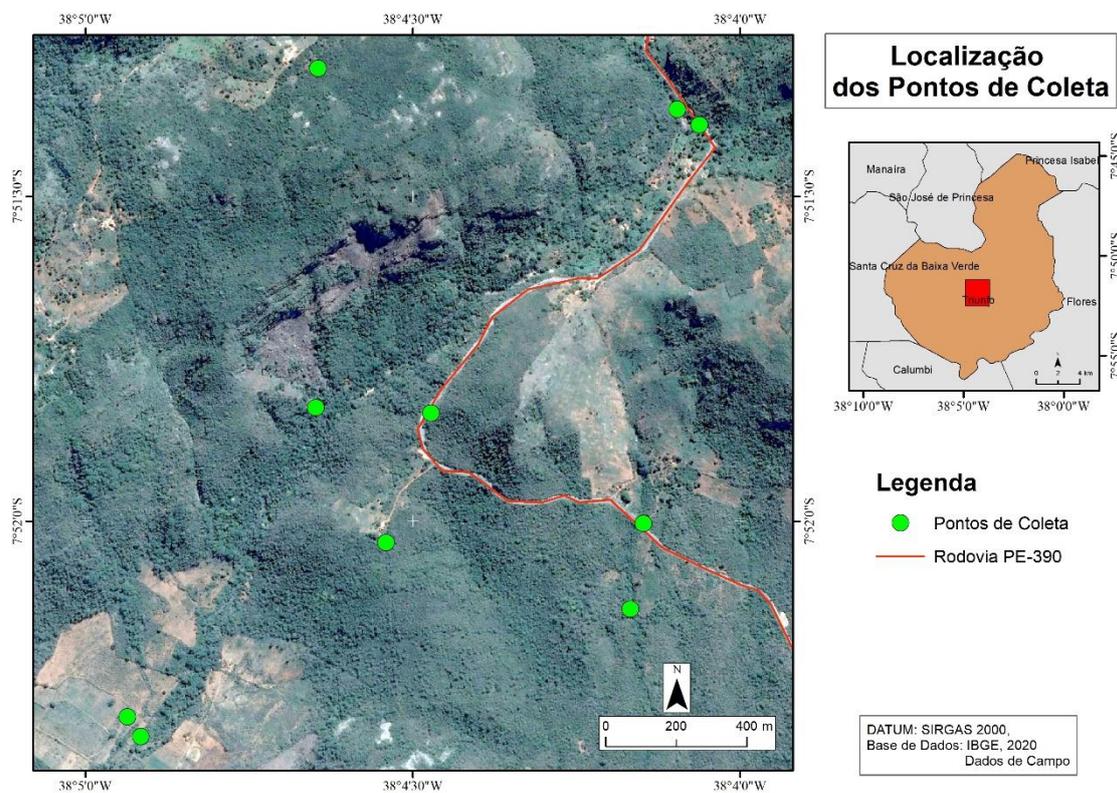
Essa nomenclatura indica, de modo mais direto, categorias dinâmicas da paisagem ao mesmo tempo em que as associa com a forma de uso e cobertura dominante. Isso evita termos abstratos como “geossistemas em biostasia com dinâmica regressiva”, “meios *intergrades*”, “fácies nativas” ou “fácies serial”.

Na sequência, a próxima atividade consistiu nas observações *in situ*, seguindo a recomendação de amostragem por caminhamento livre e nas descrições físico-geográficas respectivamente baseadas nos atributos propostos por Isachenko (1998), com o objetivo de adequar as descrições ao contexto das classificações utilizadas em território brasileiro e incrementar alguns tópicos retirados de outros manuais como alguns elementos de procedimentos descritivos apresentados em (IBGE, 2007; 2009; 2012; 2013); (EMBRAPA, 2006); (SANTOS *et al.*, 2015); (CAVALCANTI; LIRA; CORRÊA, 2016).

Ainda em relação as atividades de campo, delimitou-se 10 pontos chaves (Figura 2), para analisar as características locais das paisagens, utilizando-se dados de litologia, formas de relevo, declividade, solos e cobertura da terra. Estes elementos foram empregues nas descrições físico-geográficas analisadas *in situ*. Para a caracterização geomorfológica se baseou na compreensão da estrutura dos elementos que compõem a paisagem, fundamentando-se no estudo das tipologias de unidades geomorfológicas

usadas para as Depressões Interplanálticas do Semiárido Brasileiro (CAVALCANTI; LIRA; CORRÊA, 2016), corroborando assim, para determinar a delimitação dos sítios.

Figura 2 – Localização dos Pontos de Coleta.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

As unidades de paisagens foram delimitadas com base na ortoimagem SB–24–Z–C–V–4–N–E–E–IV com resolução espacial de 50cm, obtidas a partir de levantamento aerofotogramétrico realizado em setembro de 2014. Em seguida o Modelo Digital do Terreno SB–24–Z–C–V–4–N–E–B–II, com resolução espacial de 1m, obtido por meio de perfilamento laser através de tecnologia LiDAR realizado em abril de 2015. Tais dados apresentados estão georreferenciados no Sistema de Coordenadas Projetadas UTM, *datum* SIRGAS 2000, fuso 24 Sul, respectivamente disponibilizados pelo projeto Pernambuco Tridimensional - PE3D (PERNAMBUCO, 2014).

O mapa de uso e cobertura da terra foi elaborado a partir da vetorização da ortoimagem do PE3D (2014), cuja resolução e características estão aludidas no parágrafo anterior. A chave de interpretação para a determinação das classes seguiu o estabelecido

pelos princípios metodológicos e critérios para observação da paisagem proposto por Cavalcanti (2014) e os critérios de identificação de geossistemas em campo baseando-se na proposta de Isachenko (1998). Posteriormente, foi submetido às análises de consulta às demais imagens, do *basemap* Imagery (2009) e Google Earth Pro (2011), para estabelecer as classes do mapa de estados do uso e cobertura da terra.

Ao final, realizou-se a sobreposição entre o mapa dinâmico de uso e cobertura da terra ao mapa de geoformas para composição do mapa de unidades de paisagem. Todo o processamento e layout dos mapas, foram realizados no QGIS versão 2.14. Sendo assim, e em concordância com os registros obtidos no trabalho de campo que se tornou possível perceber e tipificar as informações que se encontram nos mapas e nas argumentações tratadas nos resultados e discussões dessa pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos critérios propostos, no Quadro 1 são apresentadas as principais informações reunidas nas atividades de campo, a partir dos pontos selecionados em observância, inicialmente, com o gradiente altitudinal. Para a síntese das geoformas, também foram agregadas características de outros elementos das paisagens (forma do relevo, posição, declividade, intensidade de pedregosidade e rochosidade, tipo de modelado, gênese, entre outras variáveis que se faça necessário), a fim de caracterizar e representar os sítios de paisagens.

Quadro 1 – Informações reunidas em campo.

Geoformas	Altitude (média)
Encosta superior, com uma declividade de 2-10°, de intensa pedregosidade (15-50%), forma de depósito de tálus, gênese coluvial e com tipo de modelado de dissecação.	1.018m
Meia encosta, com declive de 30-45, de intensa pedregosidade (15-50%) e de rochividade (15-50%), forma depósito de tálus, de gênese coluvial, modelado de dissecação com moderada erosão.	812m
Canal, com declividade de 10-30°, com pouca pedregosidade (<3%), sendo a geoforma um leito rochoso de gênese fluvial e de queda blocos, com modelado de dissecação.	801m
Meia encosta, com uma declividade de 10-30° de moderada pedregosidade e rochividade (3-15%), com forma deposicional, com gênese colúvio eluvial e modelado de dissecação.	746m
Meia encosta, declividade de 47-70° de moderada pedregosidade (3-15%) e intensa rochividade (15-50%), forma depósito de tálus, de gênese coluvial e modelado de dissecação.	734m
Encosta, com declividade 10-30° de intensa pedregosidade e rochividade (15-50%), forma de depósito de tálus, gênese coluvial e modelado de dissecação.	689m
Encosta, com declividade de 2-10°, com um pedregosidade moderada 3-15% e com extrema rochividade >50%. Sua forma é a de depósito de tálus, gênese colúvio eluvial e o modelado de dissecação.	649m
Meia encosta, com um declive de 2-10°, de intensa pedregosidade 15-50% e com pouca rochividade <3%, sua forma é a de depósito de tálus, gênese coluvial e o modelado continua sendo o de dissecação.	625m
Sopé, declividade de 0-2°, com pouca pedregosidade e rochividade ausente, sua forma é a de sopé coluvial com modelado de acumulação.	555m
Canal, apresenta um declive de 2-10° de pouca pedregosidade <3% com intensa rochividade 15-50%, a forma é de um leito rochoso de gênese fluvial e modelado de dissecação.	547m

Fonte: Autores, (2018).

Com base na delimitação prévia das unidades e das observações de campo, foram descritas 13 (treze) classes do relevo, sendo representadas pelo mapa dos sítios (Figura 3). Já em relação as variáveis aplicadas para determinar os sítios, foram definidas, principalmente, a partir das classes de declividade.

a) relevo plano a suave correspondente a declividade entre 0-2° a 2°-10° (graus), possui uma morfodinâmica considerada de estabilidade intermediária, considera-se que nessas áreas há uma perda de material, tendo ou não o predomínio da pedogênese sobre a morfogênese, não chegando a ser uma área de meio estável;

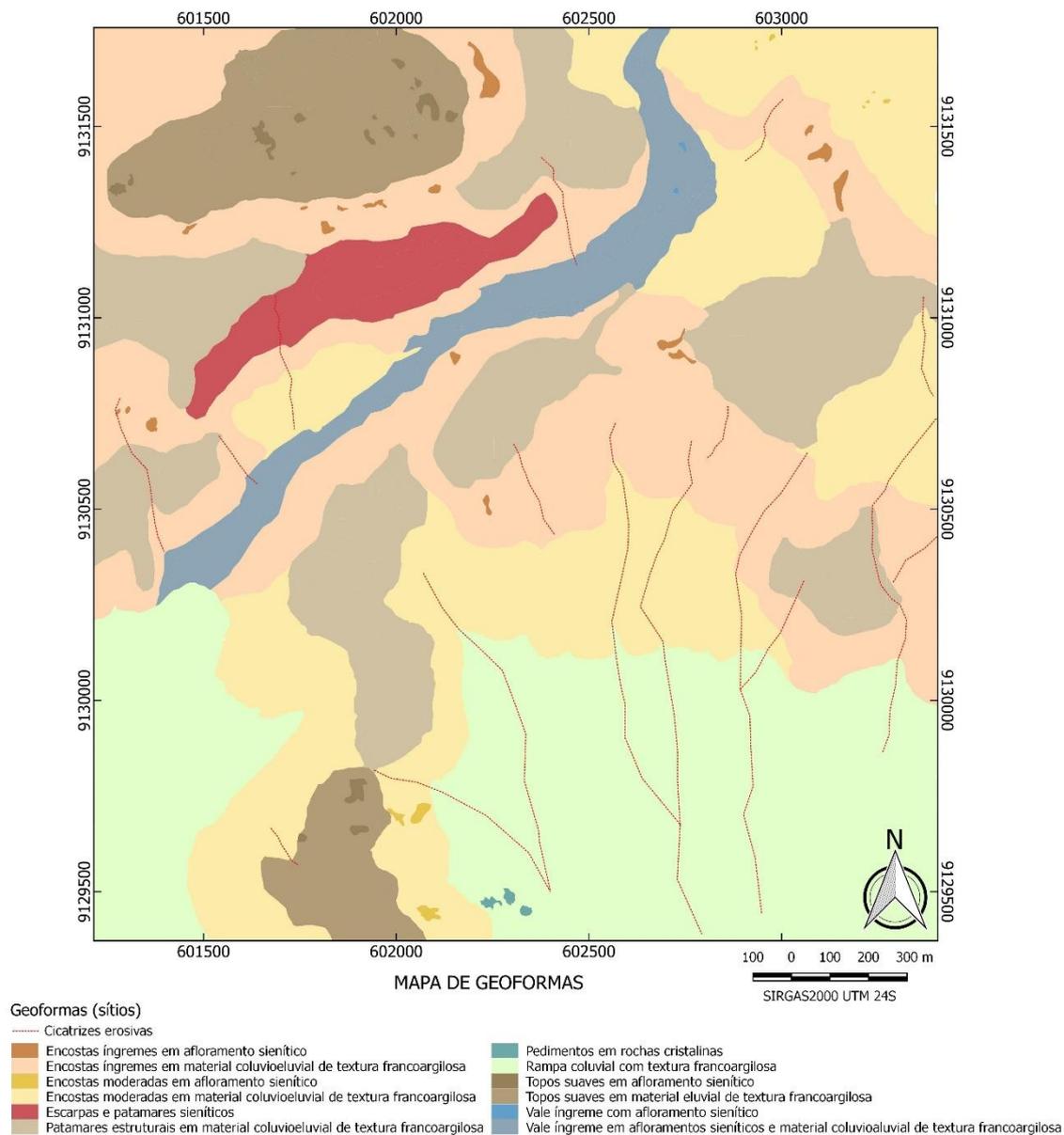
b) relevo moderado, com densidade de drenagem grosseira e fraco

aprofundamento, com declives entre 10°-30°, dada a ação “equilibrada” da pedogênese sobre a morfogênese;

c) superfícies de transição, com declive de 30°-45° (graus);

d) áreas de instabilidade, com declives superiores a 45°, onde as formações superficiais são pouco espessas ou inexistentes, podendo apresentar pedregosidade e afloramentos rochosos, há o predomínio da morfogênese sobre a pedogênese.

Figura 3 – Representação cartográfica dos Sítios (Síntese das Geoformas).



Fonte: Autores, (2018).

Para compreender a dinâmica das paisagens, foi elaborado e interpretado o mapa de uso e cobertura da terra (Figura 4), indicando o seguinte cenário para a área de estudo em Triunfo (PE):

a) 22,15% da área (116,3ha) estava em regeneração desde 2009, pois apareceu como área desmatada nas imagens do ano de 2009 e nas imagens dos anos de 2011 e 2015 não havendo a constatação de desmatamento recente, assim configurou-se um estado de “caatinga em regeneração desde 2009”;

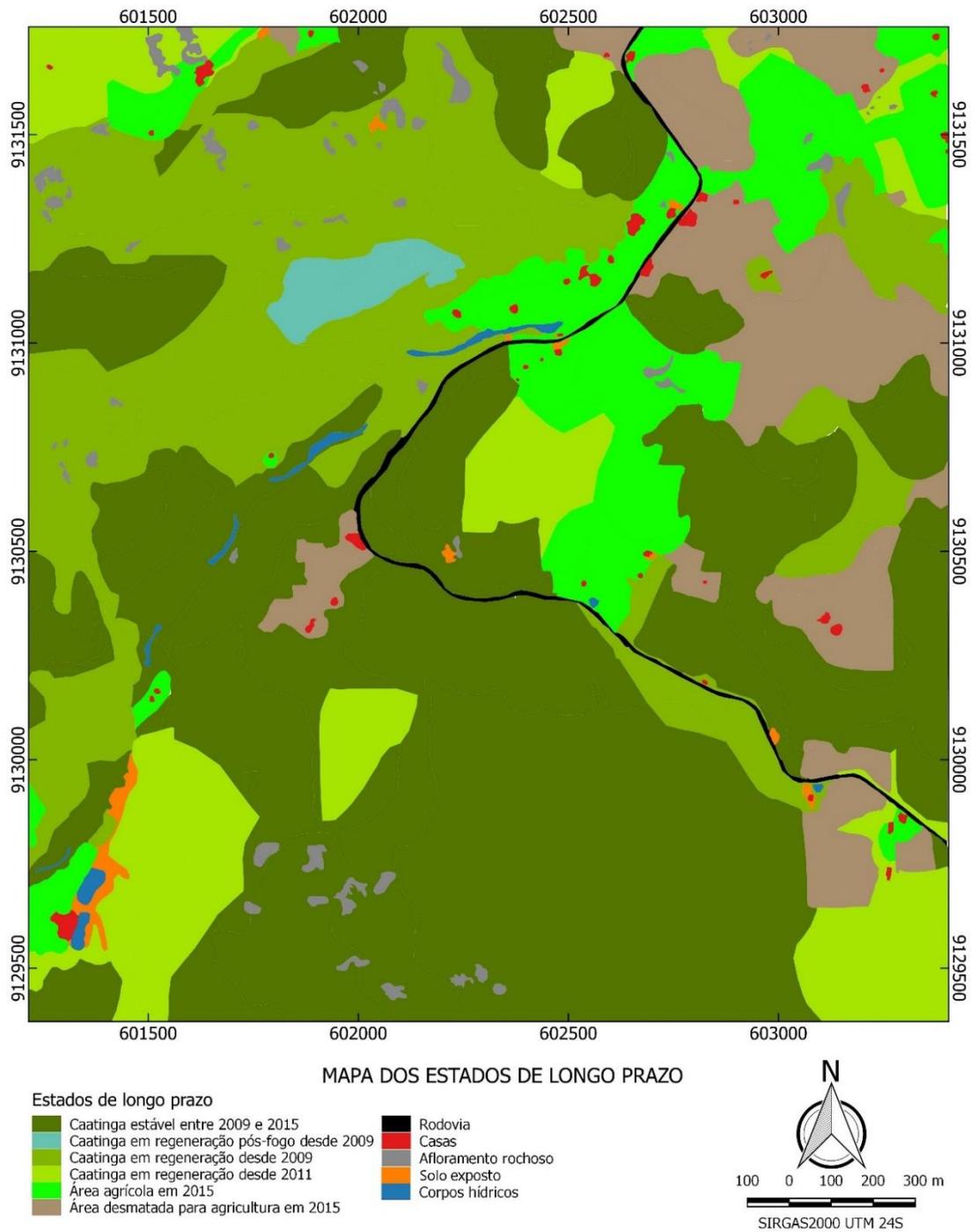
b) em relação aos 10,89% (57,2 ha) da área apresentou cobertura vegetal nas imagens do ano de 2009, porém nas imagens de 2011 as áreas já se encontravam desmatadas. Todavia no ano de 2015 é notório a presença da vegetação se regenerando, apresentando novamente cobertura vegetal, assim caracterizando-se um estado de “caatinga em regeneração desde do ano de 2011”;

c) cerca de 46% (241,5ha) da área não apresentou sinais de desmatamento no intervalo entre 2009 a 2015, caracterizando- se como “caatinga estável entre 2009 a 2015”;

d) em 2015, foram observadas novas áreas desmatadas, representando em torno de 9,6% (50,3ha) da área de estudo, sem nenhum uso aparente. Estima-se que as essas áreas desmatadas possam ter sido utilizadas também para construção de rodovias, açudes, residências e para o uso agrícola (em sua maioria). Ainda houve uma parcela menor, caracterizada como solo exposto, associado à retirada de sedimentos nas margens de rodovias ou até mesmo por “rápidos” processos erosivos.

Portanto, entre os anos de 2009 e 2015, foi desmatado um total de 283,5ha de área de caatinga, perfazendo-se cerca de 64% de toda a área mapeada no estudo (total de 525ha). Desta forma é notório que a ação antrópica deve ser incluída como um dos fatores influenciadores da dinâmica natural das paisagens, apropriando-se e transformando as relações que ali existem, sobretudo porque a variação da cobertura vegetal desempenha um papel preponderante na estrutura das paisagens, quando comparado a outros fatores (Tabela 1 e Figura 4).

Figura 4 – Estados do uso e cobertura da terra (2009 – 2015)



Fonte: Autores, (2018).

Tabela 1 – Classes de uso e cobertura da terra (2009 – 2015).

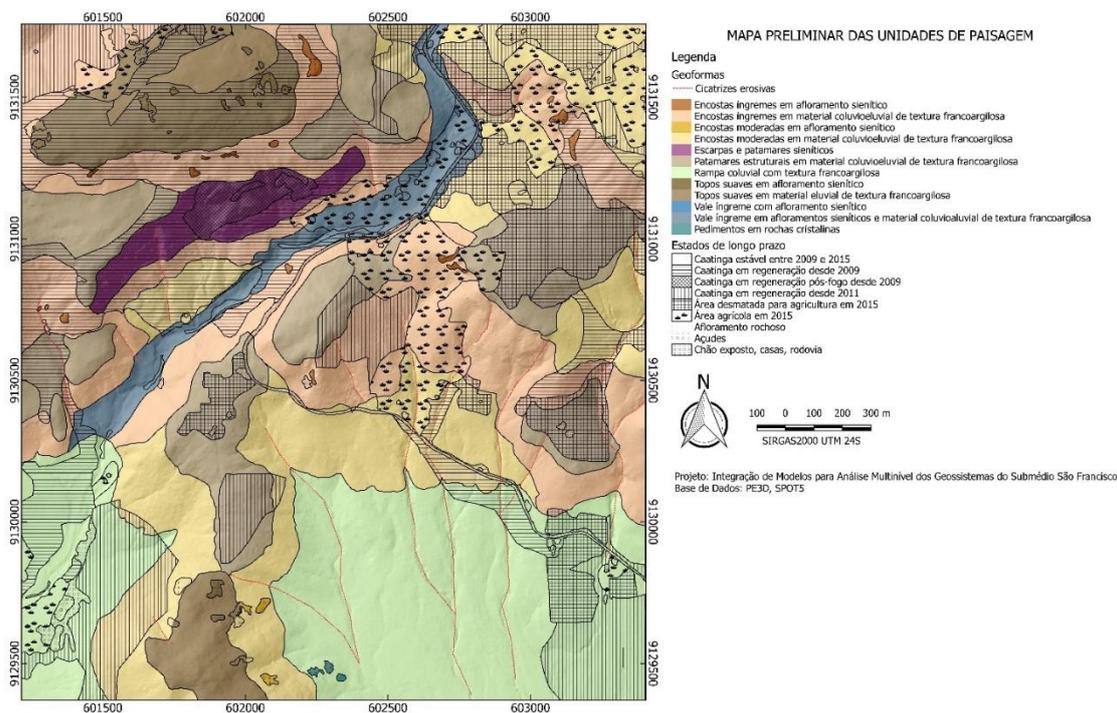
Uso/Cobertura	Área (ha)	Área (%)
Residencial	2,0	0,38
Rodovia	3,1	0,59
Açudagem	0,7	0,13
Chão exposto	1,9	0,36
Riacho	1,2	0,23
Agricultura	50,8	9,67
Caatinga estável entre 2009 e 2015	241,5	46
Caatinga em regeneração desde 2009	116,3	22,15
Caatinga em regeneração desde 2011	57,2	10,89
Desmatamento em 2015	50,3	9,60
Total	525	100

Fonte: Autores, (2018).

A vegetação natural da área de estudo, encontra-se argumentada no trabalho de Souza (2009), enquadrando-se numa vegetação primária de floresta subcaducifólia, mas atualmente a classe de uso e cobertura da terra preponderante é a da agricultura, seguida pela “regeneração temporária” (as pessoas daquela área deixam a vegetação se recompor, para depois, suprimirem novamente).

Assim, a escala temporal da paisagem reflete sua dinâmica, sendo uma variável útil para elucidar questões sobre a história, ocupações, impactos e conservação das paisagens atuais (DINIZ *et al.*, 2015). A síntese, em escala de detalhe, entre os sítios (geoformas) e estados (dinâmica e distribuição do uso e cobertura da terra), resultou no mapa das unidades de paisagens. Esta é uma representação preliminar na escala 1:10.000, que inclui as descrições do relevo, gênese do substrato, drenagem, solos e comunidade vegetal, possibilita a pormenorização das descrições e avaliações dos geossistemas da área de estudo (Figura 5).

Figura 5 – Representação cartográfica de unidades de paisagens.



Fonte: Autores, 2018.

O contexto geral é de um geossistema de transição entre um clima semiárido (terras baixas) para um clima sub-úmido (terras altas) associado, sobretudo, à projeção vertical do sienito. Sua característica principal são as caatingas arbóreas de encostas íngremes a moderadas sobre solos rasos, geralmente com cobertura colúvio delgada e cores que indicam oxidação (laranja a marrom avermelhado). Os sedimentos concentram-se na baixa encosta, recobrando o gnaisse subjacente. Em relação a vegetação, Fabaceae é a família de maior expressão, com espécies comuns as canafístulas (*Senna spectabile*) e as juremas (*Mimosa tenuiflora*, *Mimosa arenosa*).

Esse contexto é marcado por uma diversificação associada à posição no relevo e declividade, mas, principalmente, à história do uso da terra. Essas subunidades (geofácies, para Bertrand e microgeócoros, para Sochava) relacionam-se.

Verificou-se que, nas áreas onde se tem uma caatinga em regeneração desde 2009 a intervenção humana parece limitada. Já a caatinga estável, corresponde às áreas onde a intervenção humana, no período 2009 a 2015, não comprometeram significativamente o equilíbrio ecológico. As dinâmicas dos estados mais estreitamente

ligados aos fragmentos remanescentes estáveis, em sua maior ocorrência, aparecem em áreas de difícil acesso. Por isso, há estados de vegetação conservada, onde classificou-se como caatinga estável desde 2009.

As ações impactantes verificadas na área de estudo, em sua maioria de caráter antrópico, favoreceram um geossistema “singular”, onde há predominância dos estados de caatingas em regeneração, resultante do abandono de terras previamente utilizadas para o cultivo de banana e milho e para pastagem. Nessas áreas é comum a sucessão por espécies do gênero *Senegalia spp.* (Fabaceae).

Observou-se que o padrão de supressão vegetal seguiu um modelo perpendicular à estrada, concentrando-se principalmente nas encostas moderadas e topos suaves e num trecho do vale que corre paralelo à encosta. Na porção rebaixada do relevo, destaca-se a ocupação preferencial sobre os depósitos coluviais que recobrem os pedimentos. Isto sugere uma adaptação do uso da terra a questões como: escoamento da produção, disponibilidade hídrica e declividade.

De um modo geral, a declividade é inferior a 10° (relevo suave) nas terras baixas, abaixo de 500m. Nas cimeiras (acima de 1000m), o declive predominante está na faixa de 10° a 20° (relevo moderado) com presença comum de relevo suave (<10°). A transição entre esses dois espaços concentra os maiores valores de declividade, muitas vezes superando os 45°.

As informações usadas para gerar o mapa preliminar de unidades de paisagens foram a partir das geoformas e dos estados de longo prazo, como já descrito essas informações foram adquiridas nas análises de imagens de satélite e depois com a validação em campo. Desse modo foram classificadas três Unidades de Paisagem julgadas como de maior relevância para o entendimento da área aqui estudada. São estas: Encostas Íngremes e Encostas Moderadas; Patamares e Topos Suaves.

As encostas íngremes e encostas moderadas foram classificadas como sendo as áreas de transição. Onde seus valores altimétricos (validados em campo) se alternam entre 625m a 812m. Nessas áreas o relevo tende a apresentar afloramentos rochosos em material colúvio-eluvial de textura francoargilosa. A dinâmica vegetacional dessa unidade é de uma caatinga de regeneração, devido a perceptível presença de vegetação na cobertura do solo, este que tem evidências de queimadas e de desmatamento, também

visto nas imagens de 2009 a 2011. Nela está presente uma vegetação mais arbustiva por isso tende a apresentar uma dinâmica mais instável.

Os patamares e os topos suaves são caracterizados por apresentarem altitude elevada e declividade baixa (relevo suave a moderado) em material colúvio-eluvial de textura franco argilosa. A vegetação é de área de caatinga em regeneração referente ao abandono agrícola e também de preparação para novos plantios.

Sendo assim, as unidades de paisagens em qualquer período são caracterizadas por vários estágios e modificações de trajetórias dinâmicas. Por isso, os geossistemas, nesse contexto, revelam o papel da dinâmica da vegetação na delimitação de acontecimentos em uma determinada escala de tempo (para o contexto da ação antrópica) e conseqüentemente, tende a evoluir ou cessar, de acordo com sua base geomorfológica.

A perspectiva geossistêmica para análise da dinâmica da paisagem permite uma visão abrangente das interações da natureza com a sociedade. Assim sendo, essa dinâmica ocorre através de uma incessante interação entre todos os seus elementos (DINIZ *et al.*, 2015). Avaliar a síntese das unidades a partir dos sítios e estados, pôde revelar a predominância de determinados elementos, que de maneira integrada mútua, compõem as paisagens da área de estudo.

Por isso, considerou-se a representação cartográfica das unidades de paisagem como uma etapa intermediária para o auxílio dos estudos da paisagem no semiárido do nordeste brasileiro, em especial a área de Triunfo (PE).

O mapeamento proposto, permitiu, particularmente, compreender as características das paisagens, delineadas sob um contexto integrador, revelando-se como paisagens com causalidades distintas, de caráter espontâneo (natural), provenientes da ação antrópica, ou mesmo, em recuperação de antigas intervenções.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos relacionados às variáveis (abordagens conceituais e técnicas), utilizadas no presente estudo, possuem potencial de auxiliar na forma de como se integrar informações, contribuindo com as discussões desenvolvidas no âmbito do estudo das paisagens, sob uma perspectiva integrada, ancorando-se na teoria dos geossistemas e

representada pela cartografia de paisagens. Isso posto, são possibilidades para subsidiar suporte ao planejamento e ordenamento ambiental e territorial das paisagens do semiárido brasileiro.

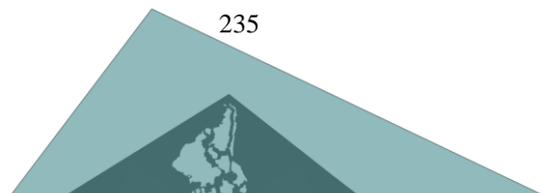
Destaca-se que, as técnicas empregadas para avaliação das paisagens, considerando sítios e estados, revelaram procedimentos relativamente descomplicados e acessíveis, para uma avaliação prévia das unidades de paisagens. Embora feito um esforço para avaliação da dinâmica das paisagens (estado do uso e cobertura da terra), é preciso ressaltar que as classes propostas não rígidas, tampouco esgotam a classificação do estado das paisagens e seus aspectos dinâmicos e evolutivos na área de estudo. Existe ainda um longínquo percurso, em relação ao volume de observações (imagens orbitais, aéreas e observações em campo), para consolidação dos estados dinâmicos das paisagens em escala de detalhe no semiárido brasileiro.

A representação das unidades de paisagens resultantes deste trabalho, não é o produto final, mas um subsídio para elucidar provocações iniciais a respeito da dinâmica dos geossistemas ali delineados. Sobretudo, com a intenção de reforçar a relevância da cartografia de paisagens no semiárido brasileiro, visto que as representações em escala de detalhe ainda não são abundantes, mas certamente, possuem potencial para proporcionar novos conhecimentos a respeito das relações dos fatores naturais e antrópicos na evolução da paisagem, relacionados diretamente à sua configuração regional das paisagens do semiárido.

REFERÊNCIAS

ANDERSON P. S.; RIBEIRO, A. J.; VINK, A. P. A.; VERSTAPPEN, H. Th.; BOON, D. A.; SALIBA, Alcyone V. R. **Fundamentos para Fotointerpretação**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 1982.

ARAUJO FILHO, J. C.; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B.; MEDEIROS, L. A. R.; MELO FILHO, H. F. R.; PARAHYBA, R. B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, F. B. R.; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P.; SOUSA NETO, N. C.; SILVA, A. B.; LUZ, L. R. Q. P.; LIMA, P. C.; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. C. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 378 p. il. color. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa, 11).



BERTRAND, G.. Paisagem e geografia física global: Esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, São Paulo - SP, v. 13, p.1-27, 1971.

BERTRAND, C.; BERTRAND, G.; REYNAUD, J. Le Sidobre (Tarn). Esquisse d'une monographie. **Révue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**, Toulouse, v. 49, n. 2, p. 259-314, avr. 1978.

BRAZ, A. M. **Zoneamento turístico das paisagens para o município de Mineiros (GO), Brasil**. 2020. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2020.

CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia de paisagens: fundamentos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. p. 96.

CAVALCANTI, L. C. S. **Da descrição de áreas à Teoria dos Geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas**. 2013. 218 f. Tese (Doutorado em Geografia) do Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Recife, 2013.

CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R.; CORRÊA, A. C. B. Tipologia de Geoformas para a Cartografia de Detalhe no Semiárido Brasileiro. In: XI Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2016, Maringá - PR. **Anais...** Maringá: UGB, 2016. p. 1 – 8. Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/5/5-5-124.html>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

CAVALCANTI, L. C. S.; SANTOS, K. P.; SANTOS, D. S. S. estrutura, funcionamento e uso de geossistemas locais no semiárido Brasileiro. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 37, n. 2, p. 218-234, 17 abr. 2020. <http://dx.doi.org/10.4025/bolgeogr.v37i2.38222>.

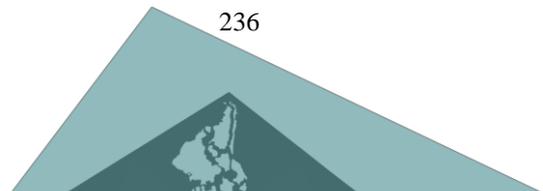
CAVALCANTI, L. C. S.; SANTOS, L. S.; CORRÊA, A. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. C. TÉCNICAS DE CAMPO PARA DESCRIÇÃO DE GEOSSISTEMAS: reconhecimento expedito na borda oeste do maciço residual de poço das trincheiras, alagoas. **Geoambiente On-Line**, [S.L.], n. 15, p. 01, 16 ago. 2013. Universidade Federal de Goiás. <http://dx.doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i15.26011>. DOI: 10.5216/revgeoamb.v0i15.26011. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/26011>>. Acesso em: 4 jun. 2022.

CHÁVEZ, E. S.; RODRÍGUEZ, J. M. M.; CAVALCANTI, L. C. S.; BRAZ, A. M. Cartografía de los paisajes: teoría y aplicación. **Physis Terrae - Revista Ibero-Americana de Geografia Física e Ambiente**, Braga, v. 1, n. 1, p. 7-29, 22 out. 2019. <http://dx.doi.org/10.21814/physisterrae.402>.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo - SP: Edgard Blücher LTDA, 1999.

CORRÊA, A. C. B. **Dinâmica geomorfológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil**. 2001. 386 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2001.

CORRÊA, A. C. B. **Aspectos Fisiográficos do Maciço da Serra da Baixa Verde, Triunfo-PE**. 1995. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia Bacharelado,



Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1995.

CORRÊA, A. C. B. **Mapeamento Geomorfológico de Detalhe do Maciço da Serra da Baixa Verde**: estudo da relação entre a distribuição dos sistemas geoambientais e a compartimentação geomorfológica. 1997. 182 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1997.

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; LIRA, D. R.; MUTZENBERG, D. S.; CAVALCANTI, L. C. S. The Semi-arid Domain of the Northeast of Brazil. **The Physical Geography of Brazil**, [S.L.], p. 119-150, 2019. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-04333-9_7.

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R. Megageomorfologia e Morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, [S.L.], v. 31, n. 1-2, p. 35-52, 2010. Instituto Geológico. <http://dx.doi.org/10.5935/0100-929x.20100003>.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P.; MEDEIROS, D. B. S. Proposta de classificação das paisagens integradas. **Revista de Geociências do Nordeste**, Seridó - RN, v. 1, n. 1, p.50-65, 30 jun. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/8417>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 2006.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2º. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. 2º. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. 3º. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

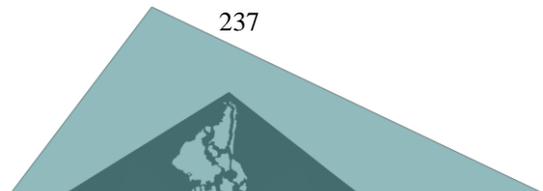
IBGE. **Manual técnico de pedologia**. 2º. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

ISACHENKO, G. A. long-term conditions of taiga landscapes of European Russia. In: DYAKONOV, Kirill N. et al. **Landscape analysis for sustainable development: Theory and applications of landscape science in Russia**. Moscow: Alex Publishers, 2007. p. 144-155.

ISACHENKO, G. A. **Métodos de investigação da paisagem em campo e cartografia geocológica**. São Petersburgo: Universidade Estatal de São Petersburgo. 1998. 112p. em russo.

ISACHENKO, G. A. **Principles of landscape science and physical geographic regionalization**. Melbourne: Melbourne University Press, 1973.

ISACHENKO, G.A.; REZNIKOV, A.I. **Landscape dynamics of northwest Taiga of European Russia**. São Petersburgo: Universidade Estatal de São Petersburgo. 1996. em russo.



LUZ, R. M. N.; JULIÀ, J.; NASCIMENTO, A. F. Crustal structure of the eastern Borborema Province, NE Brazil, from the joint inversion of receiver functions and surface wave dispersion: Implications for plateau uplift. **Journal of Geophysical Research: Solid Earth**. 120. 2015. p.3848–3869.

MCCONNELL, W. & MORAN, E. Meeting in the middle: the challenge of mesolevel integration. **LUCC Report Series**, n. 4. 2000.

MENDONÇA, F.; VENTURI, L. A. B. Geografia e Metodologia Científica: da problemática geral às especificidades da geografia física. **Geosul: Edição Especial**, Florianópolis, v. 13, n. 25, p. 63-70, 1998. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

NEVES, C. E. Geossistema e Geografia Soviética: os legados teórico-metodológicos e a importância dos institutos e estações experimentais de pesquisa. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 15., 2016, Florianópolis. **Anais....** Florianópolis: UFSC, 2016. p. 1-18.

PERNAMBUCO. Governo do Estado de Pernambuco. Secretária de Desenvolvimento Econômico (Org.). **Programa Pernambuco Tridimensional: PE3D**. 2014. TI da ESTEIO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S/A. Disponível em: <<http://www.pe3d.pe.gov.br/>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

QGIS (software GIS). Versão 3.14. QGIS Geographic Information System. **Open Source Geospatial Foundation Project**. QGIS Association Disponível em: <https://qgis.org/pt_BR/site/>.

SANTOS, R. D.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7^o. ed.. Viçosa: SBCS, 2015.

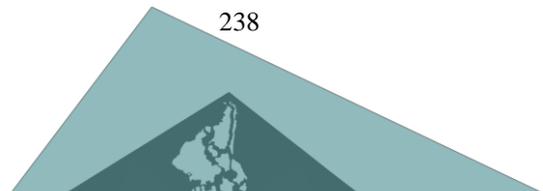
SEMENOV, Yu. M.; SNYTKO, Valerian. A. The 50th anniversary of the appearance of V. B. Sochava's first article on the geosystem. **Geography And Natural Resources**, Irkutsk, v. 34, n. 3, p. 197-200, jul. 2013. <http://dx.doi.org/10.1134/s1875372813030013>.

SILVA, A. F. **Estrutura e dinâmica de geossistemas locais no município de Triunfo-PE**. Trabalho de conclusão de curso (Geografia). Recife: UFPE, 2018. 55p.

SIMÕES NETO, F.L.; JULIÀ, J.; SCHIMMEL, M. Upper-mantle structure of the Borborema Province, NE Brazil, from P-wave tomography: implications for rheology and volcanism. **Geophysical Journal International**. 216. 2019. p.231-250.

SOCHAVA, V. B. **Introdução à teoria dos geossistemas**. Novosibirsk: Nauka, 1978. (Em russo).

SOUZA, R. V. C. C. **Caracterização de solos em uma topoclimosequência no maciço de Triunfo - Sertão de Pernambuco**. 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.



TAVARES, B. A. C. **Evolução Morfotectônica dos Pedimentos Embutidos no Planalto da Borborema**. 2015. 252 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977. 97 p.

YEFREMOV, Yu. K. The concept of landscape and landscapes of different orders, **Soviet Geography**, Manchester, vol. 2, n. 10, p. 32-43, 1961.

Recebido em abril de 2022.

Revisão realizada em maio de 2022.

Aceito para publicação em junho de 2022.