ESPAÇO EM REVISTA
ISSN: 1519-7816

CARACTERIZAÇÃO GEOSSISTÊMICA DO DOMÍNIO DO CERRADO: subsídios a análise da paisagem

Kássio Samay Ribeiro Tavares
Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
E-mail: kassiosamayribeiro@gmail.com

Rafael Strozi Moura
Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
E-mail: rafaelstrozi@id.uff.br

Raul Reis Amorim
Professor Livre Docente do Departamento de Geografia, Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
E-mail: raulreis@unicamp.br

Resumo
O trabalho tem como objetivo delimitar, caracterizar, mapear e analisar os Geossistemas do domínio do Cerrado brasileiro. A metodologia que serviu para atingir o objetivo proposto foi estruturada em duas etapas: (i) pesquisa bibliográfica para embasamento teórico-metodológico; (ii) manipulação, tratamento e processamento de dados em ambiente SIG. Os parâmetros físico-naturais escolhidos para o estudo foram: os compartimentos do relevo, as fitofisionomias e elementos climáticos (classificação da distribuição anual da precipitação e médias anuais de temperatura). Os Geossistemas foram definidos a partir dos cinco compartimentos do relevo: Planícies, Chapadas e Tabuleiros, Depressões, Planaltos e Patamares e Serras e das três tipologias fitofisionômicas: Savana, Savana Estépica e de Contato (áreas de transição entre diferentes biomas). As distribuições anuais da precipitação foram agrupadas em Super-úmida (sem seca/subseca), Úmida (1 a 3 meses secos), Semi-úmida (4 a 5 meses secos), e Semiárido (6 a 8 meses secos). As médias anuais de temperaturas foram classificadas como Quente (>18ºC) e Subquente (entre 15ºC e 18ºC). A partir dos resultados e a integração dos fatores físico-naturais propostos, foram delimitados vinte e um (21) geossistemas, que foram nominados conforme o compartimento de relevo pertencente, inserindo na sequência as informações dos elementos climáticos, por fim, a fitofisionomia. O domínio do Cerrado é majoritariamente caracterizado pela fitofisionomia de Savana (60%), onde as Depressões, Chapadas e Tabuleiros somam 79% da área e as temperaturas médias variam de Subquente a Quente, se alterando em zonas em que a distribuição das médias anuais de precipitação variam a nordeste como semiáridas e nas porções sudeste, sul e sudoeste classificam como úmida e no contato com o domínio amazônico a norte e noroeste, defendidas como super-úmidas.
Palavras-chave: Geossistema. Sistemas naturais. Geotecnologias. Fitofisionomias.

GEOSYSTEMIC CHARACTERIZATION OF THE DOMAIN OF THE CERRADO: subsidies for landscape analysis

Abstract
The work aims to delimit, characterize, map and analyze the Geosystems in the Brazilian Cerrado domain. The methodology that served to achieve the proposed objective was structured in two stages: (i) bibliographical research for theoretical-methodological basis; (ii) manipulation, processing and processing of data in a GIS environment. The physical-natural parameters chosen for the study were: relief compartments, phytophysiognomies and climatic elements (classification of annual precipitation distribution and annual average temperature). The Geosystems were defined from the five relief compartments: Plains, Plateaus and Tablelands, Depressions, Plateaus and Patamares and Mountains and from the three phytophysiognomic typologies: Savannah, Steppic Savannah and Contact (transition areas between different biomes). The annual precipitation distributions were grouped into Super-wet (no drought/subdry), Wet (1 to 3 dry months), Semi-wet (4 to 5 dry months), and Semi-arid (6 to 8 dry months). The annual temperature averages were classified as Hot (>18ºC) and Subhot (between 15ºC and 18ºC). From the results and the integration of the proposed physical-natural factors, twenty-one (21) geosystems were delimited, which were named according to the relevant relief compartment, inserting in sequence the information of the climatic elements, finally, the phytophysiognomy. The Cerrado domain is mostly characterized by the phytophysiognomy of Savanna (60%), where the Depressions, Chapadas and Tablelands add up to 79% of the area and the average temperatures vary from Sub-Hot to Hot, changing in zones where the distribution of annual averages of precipitation varies in the northeast as semiarid and in the southeast, south and southwest portions they classify as humid and in contact with the Amazon domain to the north and northwest, defended as super-humid.
Keywords: Geosystem. Naturals systems. Geotechnologies. Phytophysiognomies.

Introdução

Um dos grandes objetivos da ciência geográfica é compreender as relações entre sociedade e natureza, a partir de suas materializações no espaço geográfico. Isso envolve analisar e interpretar não apenas a fisionomia, o aspecto visível das feições, suas formas e estruturas, mas também a sua dinâmica, ou seja, os processos que podem explicar o comportamento atual ou, ainda, sua gênese ou sua evolução espaço-temporal.

Os aspectos inerentes ao ambiente natural do território brasileiro têm se tornado o tema central de alguns trabalhos acadêmicos, como exemplo Bandeira e Oliveira (2016) e Guedes e Diniz (2016). Conceitualmente, esses processos desencadearam fenômenos socioambientais ao longo do tempo e do espaço, levando a abordagens cada vez mais concretas para essa interação entre os componentes da paisagem.

É nesse sentido que se inserem as relações das unidades da paisagem, contemplando os conceitos da Teoria Geral dos Sistemas, em que se inserem os estudos sobre as relações natureza e sociedade (AMORIM; OLIVEIRA, 2008). A partir dessa compreensão, nota-se que a abordagem sistêmica segundo pensamento de Mattos e Perez Filho (2004), é tida como um sistema que relaciona o todo, ou seja, a relação entre os elementos de forma integrada é o que denomina o termo sistema. Por outro lado, entende-se que não é possível compreender toda a relação sem entender as partes, bem como suas inter-relações.

Neste contexto, a visão geossistêmica abarca estudos em que se é considerado o sistema ambiental como uma organização espacial composta por elementos naturais que sofrem influência de elementos antrópicos. Cada uma das organizações possui estruturação, funcionamento e dinâmicas próprias, e são constituídas por elementos físicos, biogeográficos sociais e econômicos, que em constante interação interna e externa, resultam na complexidade da organização espacial (AMORIM, 2012).

Também sob olhar da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), encontra-se o conceito primordial da compreensão da dinâmica das unidades de paisagem, o Geossistema. O conceito foi primeiramente enunciado em 1963 por Sotchava (1977), sendo apresentado a reflexão de que os sistemas de base e as geosferas relacionavam-se. O autor define Geossistema enquanto "formações naturais" que obedecem à dinâmica dos fluxos de matéria e energia, porém, todos os fatores econômicos e sociais influenciam sua estrutura espacial. Enfatiza-se então que os geossistemas são formações naturais, experimentando, sob certa forma o impacto dos ambientes social, econômico e tecnogênico.

Segundo Dias e Perez Filho (2017), "a metodologia sistêmica proporciona uma visão global que permite aplicá-las em diversas escalas, buscando entender o funcionamento do ambiente e suas interrelações". Para Mattos e Perez Filho (2004), "a interrelação entre os novos elementos propicia o surgimento de novas características que inexistiriam caso estes elementos fossem considerados isoladamente".

Muitos artigos científicos e pesquisas versam sobre a importância das dinâmicas naturais e sistêmicas e do seu entendimento. Para isso é necessário um aprofundamento principalmente em estudos geossistêmicos. Na última década, vários autores buscaram esse entendimento através de seus trabalhos, estes, voltados majoritariamente para aspectos da análise ambiental integrada da paisagem, como é o caso de Marques Neto (2016), Melo e Guerra (2013), Cavalcanti *et al.* (2010), Ribeiro *et al*. (2010), Troppmair e Galina (2006), em que é tido a utilização das geotecnologias como agente auxiliador.

No que tange os estudos geossistêmicos, destaca-se o trabalho de Feitosa, Araújo-Filho e Iost (2021), que buscou o entendimento das relações das características do material de origem, solo, relevo, vegetação e solos; Souza *et al*. (2020), realizando uma avaliação geossistêmica, propondo uma abordagem sistêmica para o entendimento das relações físicas em regiões com predominância de Cerrado.

É notável que a partir da breve análise desses trabalhos, é possível compreender que diversas áreas são acometidas por fragilidades em seu equilíbrio devido à inferência de ações

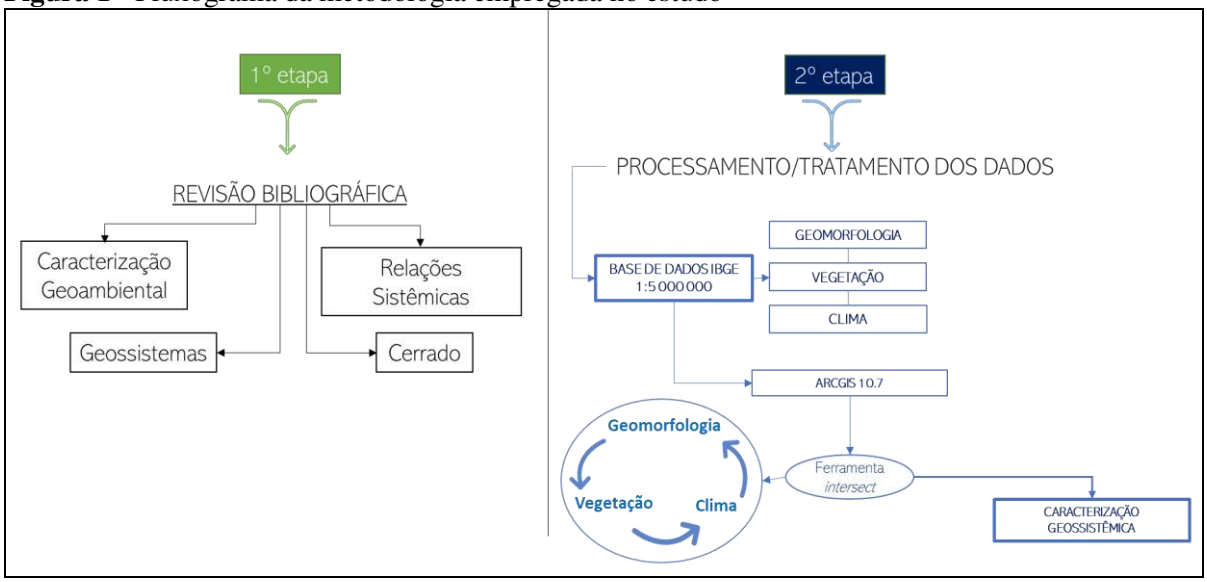
antrópicas, ressaltando a importância de pesquisas e estudos ecológicos no domínio do Cerrado, a fim de se ter maior conhecimento sobre a área para ações de planejamento, conservação e manejo.

Desta forma, este estudo tem como objetivo delimitar, caracterizar, mapear e analisar os sistemas físico-naturais do domínio do Cerrado com o propósito de estabelecer unidades geossistêmicas, considerando as principais relações entre o relevo, os elementos climáticos (precipitação e temperatura) e as fitofisionomias que predominam no domínio, no sentido de contribuir para um estudo ambiental mais aprofundado na área, além de construir banco de dados georreferenciados com informações sobre tais geossistemas.

Metodologia

A metodologia está estruturada em duas etapas: a primeira na forma de uma pesquisa bibliográfica exploratória sobre caracterizações geossistêmicas, amparada principalmente na revisão de publicações em formato de artigos digitais, trabalhos e livros, a fim de adquirir um embasamento teórico e metodológico conciso para a aplicabilidade no estudo. A segunda, refere-se à manipulação, tratamento e processamento de dados em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), para se obter a caracterização geossistêmica do Cerrado brasileiro (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma da metodologia empregada no estudo



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

As unidades geossistêmicas da paisagem são o resultado da delimitação e da inter-relação entre os elementos físicos da natureza, como será evidenciado neste trabalho pelos compartimentos de relevo e pelas fitofisionomias da região. Este tipo de estudo, bem como suas derivações, a exemplo as compartimentações dos elementos da paisagem, tem sido amplamente aplicado e desenvolvido por pesquisadores dos mais diversos ramos da ciência, como exemplo, Hermuche, Guimarães, Castro (2009); Santos, Bayer, Carvalho (2008); Cerminaro, Oliveira (2012); Dias, Martins (2012) e Faria *et al.* (2013).

A etapa inicial do trabalho consistiu na busca das referências e trabalhos que esclarecem sobre a aplicabilidade geossistêmica e conceitos de sistemas nas relações geomorfológicas, fitofisionômicas e climáticas, bem como levantamento geral sobre o Cerrado.

A segunda etapa refere-se o tratamento digital de dados que subsidiarão os resultados desse artigo. As informações iniciais são oriundas do banco de dados digital do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Toda a base de dados do trabalho está com escalas compatíveis, sendo majoritariamente na escala 1:5.000.000. Serão utilizados dados norteadores de análise dos parâmetros físicos referentes aos compartimentos do relevo, as fitofisionomias (vegetação) e elementos climáticos (distribuição das médias anuais de precipitação e temperatura) para os limites do domínio do Cerrado.

Sochava (1971) afirma que os geógrafos tradicionalmente têm estado interessados principalmente no estudo de grandes regiões, e a delimitação de geossistemas para a totalidade do domínio de Cerrado, é um exercício metodológico, na definição de unidades de paisagens para áreas de extensão continental.

Sochava (1971) ainda destaca que os vários elementos naturais que compõem os geossistemas operam em conjunto, dando origem a um efeito de agregação que é a força motriz do autodesenvolvimento do ambiente natural. Este efeito pode servir como a fundamentação para a construção da teoria da regulação dos processos naturais, que, então, serviria como base para um uso ideal dos recursos e transformação do ambiente. Desta forma, a construção da legenda dos mapas de Geossistemas são fundamentais, como orienta Amorim, Reis e Ferreira (2017) baseando-se em Vinogradov *et al* (1962), pois a maioria dos mapas de Geossistemas não são muito informativos e não tiram vantagem de todas as potencialidades gráficas, por isso, a adoção da matriz para a elaboração da legenda permitiu identificar os elementos que se interrelacionam na configuração de cada geossistema.

Para a criação do banco de dados de trabalho, manipulação e tratamento dos arquivos, foi utilizado o software de Geoprocessamento *ArcGIS 10.7/ESRI*. Em ambiente SIG, foi processada a sobreposição dos mapas de compartimentos geomorfológicos, fitofisionomias e clima, utilizando a ferramenta *intersect,* possibilitando assim as análises e identificação dos critérios mais adequados para a diferenciação das unidades geossistêmicas. A ferramenta *intersect* permite a sobreposição dos polígonos das variáveis em forma de camadas justapostas umas nas outras, ou seja, as feições ou partes das feições (classes de cada variável de análise) se unem, formando uma nova classe. As três variáveis (compartimentos geomorfológicos, fitofisionomias e clima) foram inseridas de uma única vez na janela da ferramenta utilizada (*intersect*), criando assim um novo arquivo de polígonos interseccionados. Outras variáveis como os aspectos litológicos e pedológicos foram consultadas a fim de subsidiar as discussões e caracterizar as diferentes unidades geossistêmicas.

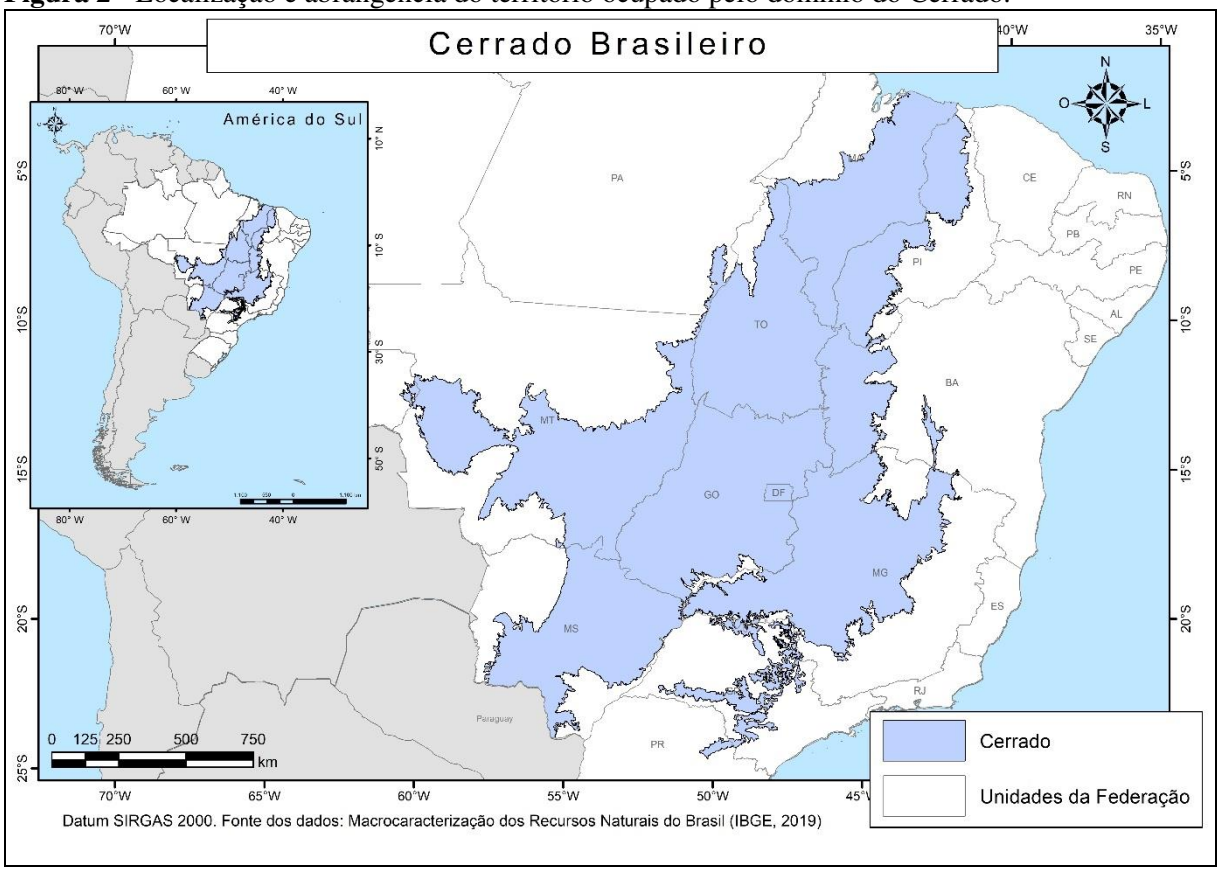
Área de estudo

O Cerrado é um dos cinco grandes biomas do Brasil, representando por cerca de 25% do território do país. Cobre uma área entre 1,8 e 2 milhões de quilômetros quadrados, distribuídos pelos estados de Goiás, Tocantins e Mato Grosso do Sul, oeste de Minas Gerais, Distrito Federal, oeste da Bahia, sul do Maranhão, oeste do Piauí e partes de São Paulo (Figura 2). Ainda existem partes do Cerrado em áreas disjuntas em outros estados federais (PR) ou em outros biomas, como exemplo, a Floresta Amazônica.

O domínio é tido como sendo o segundo maior grupo de vegetação do país, perdendo apenas para a floresta amazônica, e concentra-se principalmente no planalto central do Brasil como elucidado por Eiten (1994), Ribeiro e Walter (1998), Coutinho (2002, 2006) e Caxueira (2020).

Nesse espaço territorial estão localizadas as nascentes das três maiores bacias hidrológicas da América do Sul (Amazônia / Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em alto potencial para aquíferos e beneficia sua biodiversidade. O Cerrado é considerado um *hotspot* de biodiversidade global, com espécies endêmicas locais extremamente ricas e severa destruição de habitat (ALHO, 2005; PIVELLO, 2005; KLINK; MACHADO, 2005; SMITH *et al.*, 2008).

Figura 2 - Localização e abrangência do território ocupado pelo domínio do Cerrado.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Do ponto de vista da biodiversidade, o Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais abundante do mundo, com 11.627 espécies de plantas nativas listadas. A diversidade de habitats determina a alternância significativa de espécies entre diferentes formas de relevo e de plantas (MATOS; PESSÔA, 2011; MMA, 2014).

Além dos aspectos ambientais, o Cerrado também possui importante significado social. Muitas pessoas vivem de seus recursos naturais, incluindo grupos indígenas, geraizeiros, ribeirinhos, babaçueiras, vazanteiros e comunidades quilombolas, que juntas fazem parte do patrimônio histórico e cultural do Brasil e têm conhecimento tradicional de sua biodiversidade (MMA, 2014).

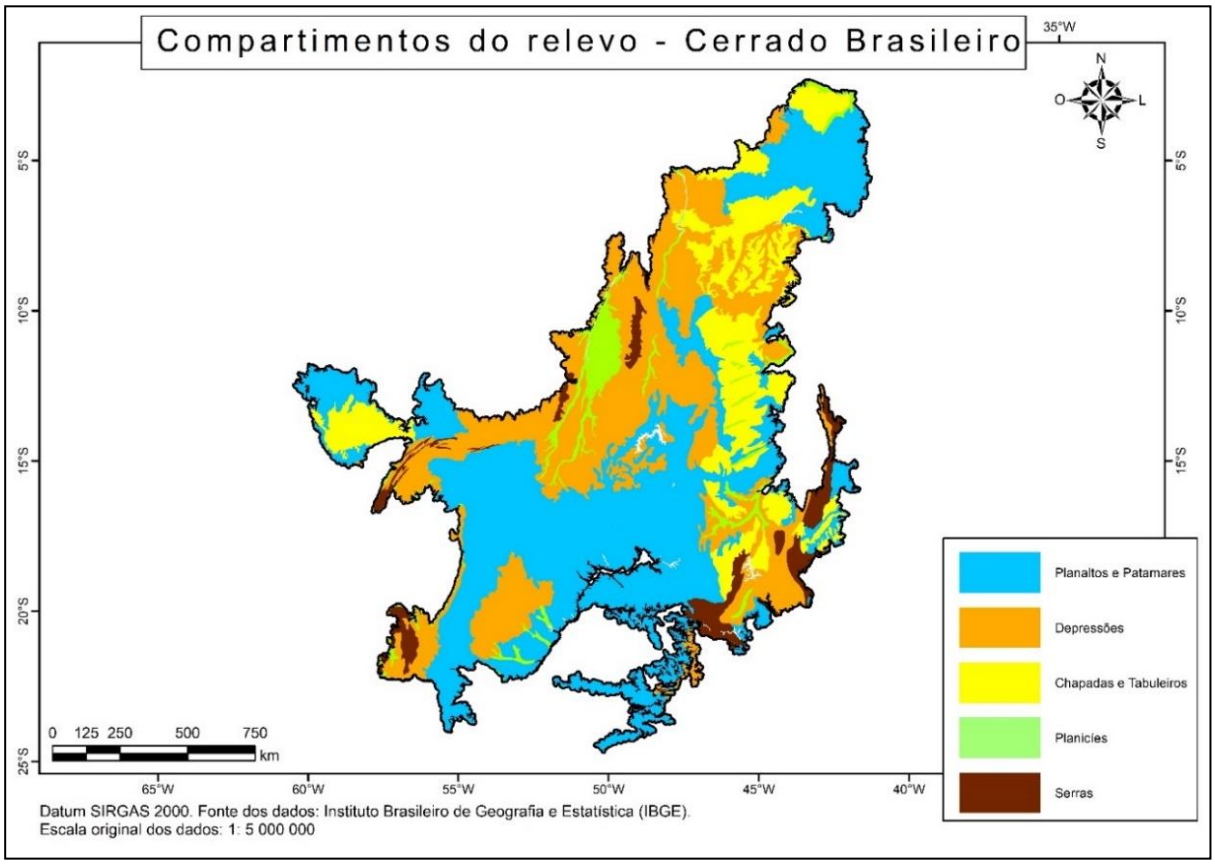
Apesar do reconhecimento de sua importância biológica, de todos os *hotspots* mundiais, o Cerrado é o que possui a menor porcentagem de áreas sobre proteção integral. De acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente (2014), esse território apresenta 8,21% de seu território legalmente protegido por unidades de conservação; desse total, 2,85% são unidades de conservação de proteção integral e 5,36% de unidades de conservação de uso sustentável, incluindo RPPNs (0,07%).

Resultados e discussões

A diversidade de geossistemas na área do domínio de Cerrado se dá por conta da sua distribuição no território brasileiro, no sentido latitudinal como longitudinal, bem como as relações com os aspectos topográficos e litológicos que permitiram a diferenciação da paisagem principalmente em diferentes compartimentos de relevo recobertos variadas fitofisionomias.

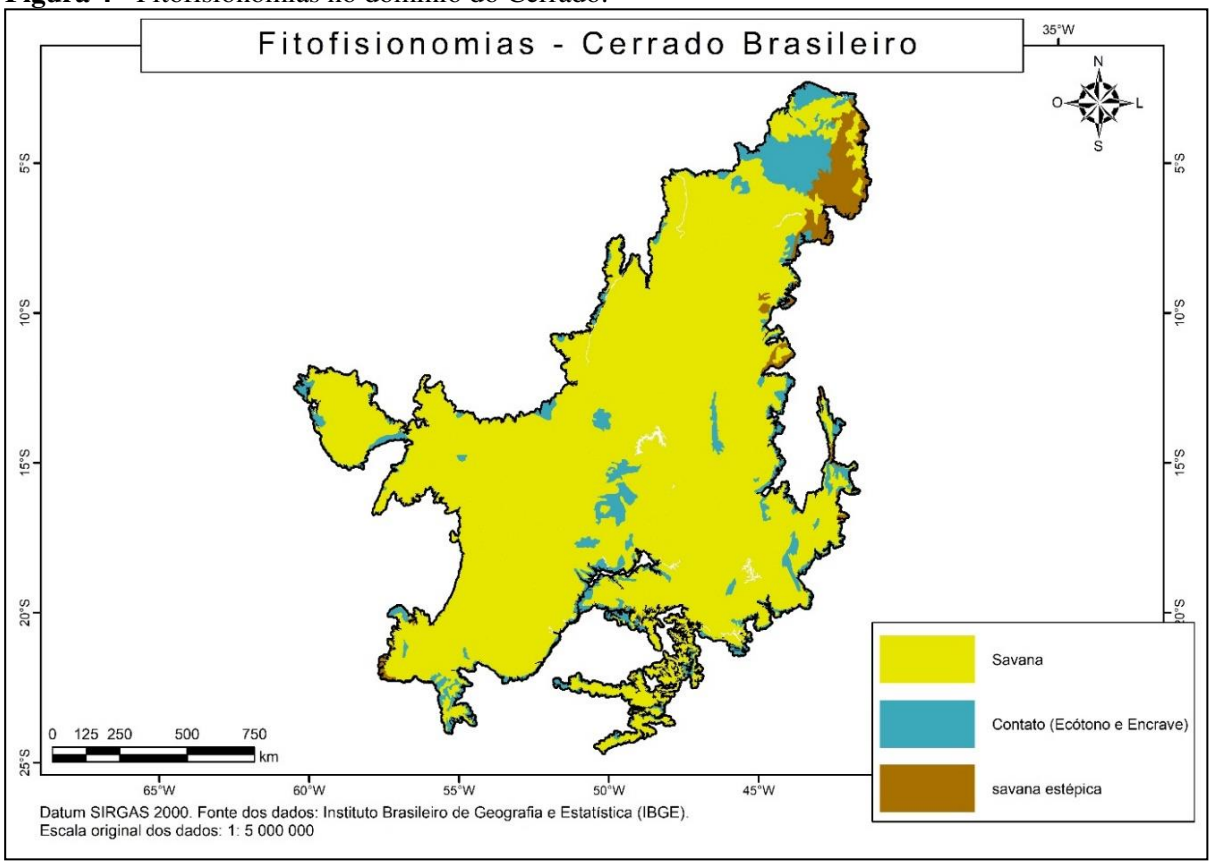
No que diz respeito aos compartimentos do relevo, foram mapeadas cinco classes, respectivamente representadas pelas Planícies; Chapadas e Tabuleiros; Depressões; Planaltos e Patamares e Serras (Figura 3). Para as fitofisionomias, três tipologias foram trabalhadas, Savana, Savana Estépica e Contato o qual engloba as áreas Ecótonas e de Encrave (Figura 4).

Figura 3 - Compartimentos do relevo no domínio do Cerrado.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Figura 4 - Fitofisionomias no domínio do Cerrado.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Como já evidenciado, o fator clima foi subdividido em dois. O primeiro representando uma classificação das médias anuais de precipitação em classes de umidade, agrupando-as em e suas classes, sendo elas super-úmida (sem seca/subseca) úmida (1 a 3 meses secos), Semi-úmida (4 a 5 meses secos), e semiárido (6 a 8 meses secos). O segundo, corresponde ao agrupamento das médias anuais de temperaturas, classificadas em duas classes: Quente – médias de temperatura maiores que 18ºC e Subquente – médias de temperatura entre 15ºC e 18ºC. Os valores e porcentagens em áreas dos fatores geomorfológicos e de fitofisionomias estão expressas na tabela abaixo (tabela 1).

Como observa-se na tabela 1, o compartimento dos Planaltos e Patamares possuem maior distribuição espacial, correspondendo a 45,2% do território. O segundo compartimento com maior área são as Depressões, com uma porcentagem de 28,5% da área. Já as Chapadas e Tabuleiros apresentam 20%, e por fim, Planícies e Serras aparecem com um total de 6,4% da área mapeada (Figura 3).

Tabela 1 - Valores em área e porcentagem para as variáveis de análise

	Variáveis de análise	Área	Porcentagem
Compartimentos do relevo	Planaltos e Patamares	353024,1	45,2%
	Depressões	262883,7	28,5%
	Chapadas e Tabuleiros	127419,3	20%
	Planícies	21355,39	4,3%
	Serras	14471,69	2,1%
Fitofisionomias	Savana	1750938,40	88%
	Contato (Ecótono e Encrave)	172550,83	9%
	Savana Estépica	59586,37	3%

Fonte: IBGE, organizado pelos autores, 2021.

Dentre as fitofisionomias analisadas nesse estudo, a maior quantidade em área corresponde as Savanas, com um total de 88% elas são encontradas em toda a extensão do domínio Cerrado e com maior predomínio nas regiões Central e Sul. Os Contatos, representados por Ecótonos e Encraves representam cerca de 9% e Savana Estépica com 3%.

A partir desses resultados e juntamente com o acoplamento dos dados de clima, foram caracterizadas os geossistemas do domínio Cerrado, adotando a escala 1:5.000.000. Cabe ressaltar que esta classificação abarcou elementos que permitissem definir geossistemas na transição da ordem regional e planetária, definindo domínios, conforme aponta Amorim (2016), baseado em Sochava (1971).

Com a junção das quatro variáveis, foram estabelecidas vinte e um (21) Geossistemas, os quais foram classificados em ordem numeral crescente, conforme é possível a visualização na tabela 2. Os nomes atribuídos aos Geossistemas estão na Tabela 2. Para tal, foram nominados conforme o compartimento de relevo pertencente, inserindo na sequência as informações dos elementos climáticos, por fim, a fitofisionomia. Nas discussões, ao caracterizar os diferentes geossistemas, iremos adotar o número indicado na Tabela 2.

No que se refere aos Geossistemas 1, 2, 3 e 4, esses são caracterizadas pelas Chapadas e Tabuleiros, representando um total em conjunto de 20,1% da área de estudo (Figura 5). O que diferencia todas essas unidades são as características individuais derivadas das fitofisionomias, bem como do clima, que em pauta de análise objetiva a umidade e temperatura. Os tabuleiros são formados por pequenos platôs de baixas altitudes. Já as chapadas são formadas por extensas áreas com grandes superfícies planas e altitudes bem

mais elevadas, moldadas especialmente pelas erosões. Trata-se de áreas esculpidas com uma superfície plana e bordas abruptas (SILVA e ROSA, 2009).

O Geossistema 1, é observado que a fitofisionomia predominante é a Savana, típico de climas tropicais onde ocorre sazonalidade climática, caracterizando-se no que se refere as distribuições médias da precipitação como uma área semiúmida e com temperaturas que ultrapassam 18º C, enquanto no Geossistema 2, as chapadas e os tabuleiros o que diferencia do Geossistema 1 é apenas são as médias anuais de temperaturas, situadas entre 15º e 18º C. As menores temperaturas ocorrem, pois, esses Geossistemas estão entre as latitudes de 16º e 20º sul, além de maiores altitudes. Nesse geossistema também predomina a Savana, e sua extensão na totalidade do domínio de Cerrado corresponde a apenas 1,1% da área total.

O Geossistema 3 situa-se no clima semiárido, no qual as temperaturas apresentam-se acima de 18º C e desenvolve-se a fitofisionomia Savana Estépica. Esse Geossistema abrange cerca de 4,1% da área de estudo. No que diz respeito ao clima semiárido, corresponde a longos períodos de estiagem e altas temperaturas (>18º C), donde as chuvas são escassas e mal distribuídas, e as formações vegetais são adaptadas a este longo período de estiagem. No que se refere ao relevo, esse geossistema localiza-se no trecho de cerrado dos estados do Maranhão e Piauí onde o modelado é mais aplainado.

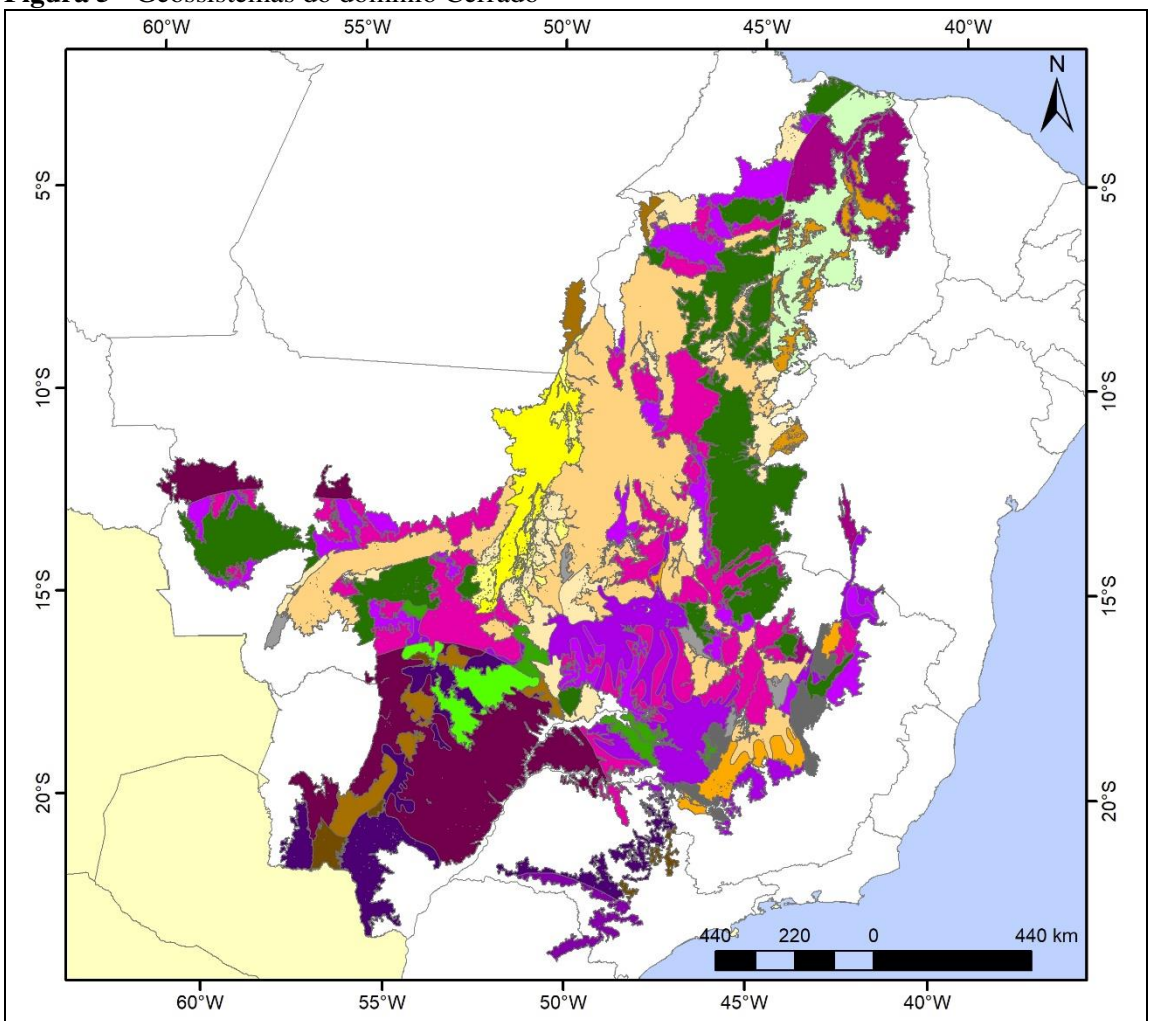
Tabela 2 - Geossistemas no domínio do Cerrado Brasileiro

Nome das unidades geossistêmicas	
1.Chapadas e Tabuleiros em clima semi-úmido com temperaturas médias > 18° C com fitofisionomia de Savana	3,3%
2.Chapadas e Tabuleiros em clima semi-úmido com temperaturas médias entre 15 e 18 ° com fitofisionomia de Savana	,1%
3.Chapadas e Tabuleiros em clima semiárido com temperaturas médias > 18° C com fitofisionomia de Savana Estépica	,1%
4.Chapadas e Tabuleiros em clima úmidos com temperaturas médias entre 15 e 18 ° com fitofisionomia de Savana	,6%
5.Depressões em clima semi-úmido com temperaturas médias > 18° C em área Contato (Ecótono e Encrave)	,9%
6.Depressões em clima semi-úmido com temperaturas médias entre 15 e 18 ° com fitofisionomia de Savana	,4%
7.Depressões em clima semiárido com temperaturas médias > 18° C com fitofisionomia de Savana Estépica	,6%
8.Depressões em clima úmido com temperaturas médias > 18° C com fitofisionomia de Savana	,1%

9.Depressões em clima úmido com temperaturas médias entre 15 e 18 ° com fitofisionomia de Savana	,8%
10.Depressões em clima semi-úmido com temperaturas médias > 18° C com fitofisionomia de Savana	7,8%
11.Planaltos e Patamares em clima semi-úmido com temperaturas médias > 18° C com fitofisionomia de Savana	2,7%
12.Planaltos e Patamares em clima semi-úmido com temperaturas médias entre 15 e 18 ° com fitofisionomia de Savana	,5%
13.Planaltos e Patamares em clima semiáridos com temperaturas médias > 18° C com fitofisionomia de Savana Estépica	,8%
14.Planaltos e Patamares em clima semi-úmido com temperaturas médias > 18° C em área de Contato (Ecótono e Encrave)	,4%
15.Planaltos e Patamares em clima úmidos com temperaturas médias > 18° C com fitofisionomia de Savana	0,5%
16.Planaltos e Patamares em clima úmidos com temperaturas médias entre 15 e 18 ° com fitofisionomia de Savana	,5%
17.Planaltos e Patamares em clima super-úmido com temperaturas médias entre 15 e 18 ° com fitofisionomia de Savana	,8%
18.Serras em clima semi-úmido com temperaturas médias entre 15 e 18 ° com fitofisionomia de Savana	,3%
19.Serras em clima semi-úmido com temperaturas médias > 18° C com fitofisionomia de Savana	,7%
20.Planícies em clima semi-úmido com temperaturas médias > 18° C com fitofisionomia de Savana	,2%
21.Planícies em clima semi-úmido com temperaturas médias > 18° C em área de Contato (Ecótono e Encrave)	,1%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Figura 5 - Geossistemas do domínio Cerrado



LEGENDA	Temperaturas							
	Quente - médias de temperatura maiores que 18ºC				Subquente - médias de temperatura entre 15 e 18ºC			
	Fitofisionomias							
	Savana		Contato (Ecótono e Encrave)	Savana Estépica	Savana			Savana Estépica
Umidade / Compartimentos	Úmido	Semiúmido		Semiárido	Super-úmido	Úmido	Semiúmido	Semiárido
Planícies								
Chapadas e Tabuleiros								
Depressões								
Planaltos e Patamares								
Serras								

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

No Geossistema 4, o clima é úmido e as temperaturas médias variam de 15º a 18º C. Como no Geossistema 1, a vegetação é caracterizada pela fitofisionomia Savânica, todo esse

conjunto representa 1,6% de área. As menores temperaturas também apresentam relação com sua posição latitudinal e hipsométrica. Entre 16º e 20º de latitude sul, principalmente no inverno, as massas de ar polares ao entrarem no território brasileiro, formam frentes frias, diminuindo as temperaturas, e a depender da intensidade das frentes frias, podem ocorrer geadas com maior frequência nas áreas dos Geossistemas 2 e 4.

Os Geossistemas de 5 a 10, correspondem ao compartimento das Depressões, que no domínio de Cerrado correspondem a 28,6% da sua área total. As depressões são áreas de baixa altitude que apresentam uma forma plana e convexa devido ao processo de erosão de longo prazo. Nas depressões intraplanálticas, a topografia é bastante inclinada, sendo a vegetação natural a principal cobertura de uma parte da área (ASSIS, JUNIOR e MARTINS, 2016). De um modo geral, os cerrados que ocupam depressões interplanálticas, desenvolvem-se nas áreas muito mais quentes do que as cimeiras dos platôs - ainda que sujeitos à mesma sazonalidade.

Caracterizado pela vegetação de fitofisionomia chamada de Contato, representada pelos Ecotonos e Encraves. As áreas de contato formam um novo ecossistema, pois essas áreas caracterizam-se pelo contato de dois biomas, melhor definidas como áreas de transição ambiental. Na formação dos Contatos surgem características singulares, principalmente por conta do mosaico de espécies dos dois biomas na área, e no caso do Geossistema 5, a coexistência de espécies estão relacionadas as características amazônicas e do cerrado. Esse geossistema está no clima tropical, e seu regime pluviométrico é definido pelo IBGE como semiúmido, e apresenta temperaturas médias anuais superiores a 18º C.

O Geossistema 6, possui cerca de 1,4% da área de estudo e situa-se sujeita a de 4 a 5 meses secos (semiúmido), com médias entre 15º e 18º C. Situa-se na porção à sudeste do domínio de Cerrado, esse Geossistema é caracterizado pela presença da vegetação representativa da fitofisionomia Savânica. Conceitualmente a região da Savana foi generalizada pelo RADAMBRASIL como denominação para as várias formações herbáceas nas áreas em que se têm de 1 a 3 meses secos (regime de precipitação úmido) e 4 a 5 meses secos (regime de precipitação semi-úmido) situados nos domínios de clima tropical e subtropical da Zona Neotropical), intercaladas por pequenas plantas lenhosas até arbóreas, em geral serpenteadas de florestas de galeria (VELOSO e GÓES-FILHO, 1982).

Seguindo este fator anteriormente citado, ressalta-se os Geossistemas 8, 9 e 10, as quais correspondem a depressões que situam-se em áreas de distribuição anual de precipitação classificadas como úmido e semiúmido, e variações das médias anuais de temperatura que são

maiores que 18º C. Outro ponto importante que corrobora para a conceituação das savanas, é a presença dela nesses dois geossistemas mapeados, em que correspondem juntas, 20,7 % da área de estudo.

As Depressões situadas em áreas com 6 a 8 meses secos (áreas semiáridas), representam o Geossistema 7, que possui 1,6% de área. É visto novamente que a Savana Estépica se apresenta majoritariamente em climas em que ocorrem os maiores períodos de estiagem (semiáridos), nota-se que esse Geossistema está localizado geograficamente em regiões que se aproximam do contato com a Caatinga, sendo possível evidenciar que a proximidade do domínio Caatinga interfere na distribuição e ocorrência da Savana Estépica no Cerrado.

Partindo para os Planaltos e Patamares, eles englobam os Geossistemas de 11 a 17, e são respectivamente o conjunto de unidades com maior extensão em área do domínio Cerrado, ocupando um total de 45,2%, quase metade de toda a área de estudo. Nesse compartimento é encontrado quase todas as variáveis de análise, com exceção da Savana estépica que ocorre a nordeste da área em estudo, onde as características do clima conotam uma transição para o clima semiárido, que por estarem em porções mais altas, apresentam temperaturas médias anuais situadas entre 15º e 18º C.

As áreas de Planaltos são relativamente planas, de altitudes variadas, delimitadas por escarpas que constituem declives e, onde os processos de erosão, ou seja, os agentes de desgaste, se sobrepõem ao processo de deposição de materiais pelos agentes de sedimentação. Segundo o IBGE (2013), os Patamares constituem-se de relevo plano ou ondulado, elaborado em diferentes tipos de rochas, constituindo superfície intermediária ou degrau entre áreas de relevos mais elevados e áreas mais baixas, nesse contexto, a Savana do Cerrado, por sua vez, é muito bem-caracterizada sobre esse compartimento.

Diante disso, é visto que apenas nos Geossistemas 13 e 14 não são encontrados Savanas, sendo o Geossistema 13 caracterizado por Savana Estépica e consequentemente clima semiárido com temperaturas superiores a 18º C, e o Geossistema 14 por Contatos, localizados em áreas com 4 a 5 meses secos (semiúmido) e médias anuais de temperaturas > 18º C. A ocorrência dos contatos está nas regiões centro do domínio Cerrado, e em maior quantidade nos limites Norte, Leste e Oeste, devido à sua posição central, este domínio tem quase toda a sua área nuclear circundada por faixas de contato onde os seus tipos de vegetação característicos se interpenetram e se misturam com aqueles que compõem os domínios circundantes, constituindo muitas vezes as áreas de contato.

Os Geossistemas 11 e 12, juntos correspondem a 19,2%, e estão na área de característica climática típica do domínio do cerrado: clima caracterizado por períodos de 4 a 5 meses secos (semiúmido) e médias de temperaturas anuais variando entre 15º C e 18º C, por conta das elevações. Cabe ressaltar que no verão as temperaturas são mais elevadas, e no inverno, por conta da chegada das massas de ar polares as médias de temperatura caem. Esses Geossistemas encontram-se localizados em todo o domínio, possuindo fragmentos de área pelas regiões Central, Norte e Oeste, prevalecendo a fitofisionomia Savânica. Os principais fatores que condicionam savanas nos Planaltos e Patamares são principalmente o clima, a biota e o solo, que contribuem para o aspecto geral da sua vegetação (RIBEIRO e WALTER, 1998).

Os Geossistemas 15 e 16 apresentam clima úmido (1 a 3 meses secos) e fitofisionomias Savânicas. No Geossistema 15 a temperatura média anual é superior a 18º C, enquanto e no Geossistema 16 há predomínio de temperaturas médias anuais situadas entre 15º e 18º C. Esses dois Geossistemas compreendem 15% da área de estudo. Essa grande quantidade em área relaciona-se as duas variáveis de maior ocorrência no cerrado, Planaltos e Patamares, bem como Savanas. Por fim, o Geossistema 17, é o que apresenta menor extensão territorial (0,8%), e o que o diferencia dos demais é o seu regime de precipitação: situa-se no limite com o domínio amazônico, e por isso apresenta-se na área classificada como super-úmido (sem seca/subseca), ou seja, ao contrário do semiárido, este caracteriza-se pela excessividade de água e consequentemente, umidade.

O compartimento das Serras na área de domínio de Cerrado correspondem a apenas um 2% da área em estudo. A região de Serras é definida por áreas formadas por agrupamento de montanhas, ou seja, formações geográficas formadas por tectonismo ou quando o soerguimento do relevo é mais forte que a erosão, apresentam cotas altimétricas superiores a 1100m e grandes amplitudes altimétricas (IBGE, 2013).

Nesse compartimento localizam-se dois Geossistemas, o 18 e 19. A diferença entre os dois está nas médias anuais de temperatura, em que no Geossistema 20 a média anual está de 15º a 18º C, por conta das maiores altitudes, enquanto no Geossistema 19 essas médias anuais de temperatura são superiores a 18º C. Ambas possuem a mesma fitofisionomia (Savana) e a mesma característica de umidade (semiúmido, áreas com 4 a 5 meses secos).

O último compartimento a ser analisado para a delimitação de Geossistemas é a Planície, compartimento do relevo relativamente recente, formado por Depósitos Sedimentares Quaternários que se localizam em regiões de baixas altitudes. Suas superfícies

são pouco acidentadas e normalmente planas. Forma-se pelo acúmulo de sedimentos provenientes de áreas mais altas que a rodeiam. Diferentemente dos Planaltos, esse compartimento é considerado um relevo em construção, isso decorrente de suas baixas altitudes que propiciam o acúmulo de sedimentos.

As planícies estabelecem um outro compartimento de análise, representando 4,3% de área do domínio Cerrado. Constituindo essa classe, estão presentes os Geossistemas 20 e 21, sendo elas diferenciadas entre si, pela divergência de tipo de fitofisionomia. Ambas apresentam de 4 a 5 meses secos e médias anuais de temperatura acima de 18º C, no entanto o Geossistema 20 corresponde a 3,2% da área, e, é caracterizado pelo tipo de fitofisionomia Savânica e o Geossistema 21 abarca cerca de 1,1% da área total do domínio de Cerrado, e é recoberto por fitofisionomias características de contato entre dois biomas. Os dois Geossistemas estão em intenso contato, sendo localizadas em polígonos próximos uns dos outros, referente a região Noroeste da área de estudo.

Considerações finais

Este trabalho buscou compreender a dinâmica espacial físico-natural e suas interrelações através de dados e ferramentas SIG que poderá servir para o planejamento e adoção de medidas na área, considerando as variáveis abordadas no trabalho. O estudo não considerou na análise o fator antrópico. Com o procedimento foi possível mapear e analisar cada um dos elementos de forma separada e posteriormente unidas no domínio do Cerrado. Os sistemas foram divididos em compartimentos do relevo, fitofisionomias e o aspectos climáticos.

Foi possível dividir o domínio do Cerrado em 21 Geossistemas, e como resultado, nota-se que o domínio do Cerrado é majoritariamente caracterizado pela fitofisionomia de Savana (60 %), onde as Depressões, Chapadas e Tabuleiros somam 79% da área. Entender a distribuição das médias de temperaturas e a distribuição da precipitação anual ao longo dos anos, permite compreender como os processos desencadeados por processos climáticos são responsáveis pela dinâmica e manutenção dos diferentes Geossistemas no domínio de Cerrado. A alternância entre períodos úmidos e secos é fundamental para as espécies adaptadas a sazonalidade da umidade. A variação de temperatura é fundamental para compreender os processos responsáveis pelo desencadeamento de processos intempéricos,

responsáveis pela diversidade florística nas zonas de topos das elevações de planaltos, serras e chapadas.

A metodologia aplicada no estudo mostrou ser de grande utilidade já que torna possível o estudo integrado dos sistemas naturais, o todo e suas partes, através de dados brutos disponibilizados por órgãos públicos na internet e tratados em ambiente SIG, contribuindo desta forma para o alcance do objetivo proposto neste estudo. O objetivo deste trabalho foi cumprido: propor a delimitação de Geossistemas para grandes áreas, assim como era realizado na URSS por Sochava (1971). Esse trabalho apresenta uma cartografia de síntese para escala pequena, Cada um dos Geossistemas podem ser decompostos em subsistemas, gerando assim, mapas de Geossistemas de escala média ou grande. Para tal, será necessário que os pesquisadores responsáveis incorporem elementos no nível taxionômico desejado. Para a escala grande, sugere-se a incorporação dos aspectos pedológicos, a diferenciação das formas de relevo, maior caracterização dos elementos do clima e a diferenciação das fitofisionomias em relação a altitude.

O trabalho servirá como contribuição com informações sobre o relevo, vegetação, temperatura e umidade da área do domínio de Cerrado distribuídos Geossistemas, podendo facilitar o planejamento e a tomada de decisões em áreas de interesses sociais e/ou econômicos.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 (Bolsa de mestrado e Bolsa de Doutorado).

REFERÊNCIAS

ALHO, C. J. R. e E.S. MARTINS (eds). De grão em grão o Cerrado perde espaço. Impactos do Processo de Ocupação. **WWF**, Documento para discussão. Brasília, 1995.

ASSIS, T. JÚNIOR, A. F. C; MARTINS S. E. Relações entre o relevo e os agroecossistemas na ecorregião Paraná-Guimarães. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 02, p. 498-510, 2016.

AMORIM, R. R. A representação de mapas de paisagens na escala regional: o exemplo da Região Costa do Descobrimento (Bahia). **Revista da ANPEGE**. 2016.

AMORIM, R. R., REIS, C. H., FERREIRA, C. Mapeamento dos geossistemas e dos sistemas antrópicos como subsídio ao estudo de áreas com riscos a inundações no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé (Rio de Janeiro–Brasil). **Territorium**, (24), 89-114. 2017.

AMORIM, R. R., OLIVEIRA, R. C. D. As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP. **Sociedade & natureza**, 20, 177-198. 2008.

AMORIM, R. R. Um novo olhar na geografia para os conceitos e aplicações de geossistemas, sistemas antrópicos e sistemas ambientais. **Caminhos de Geografia**, 13(41). 2012.

BANDEIRA, T.V. OLIVEIRA, I.P. The transformation in the landscape caused by mining activity in Sierra Monguba/CE. **REGNE.** Vol. 2, Nº Especial. 2016

CAVALCANTI, L. C. S.; CORREA, A. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. C. Fundamentos para o mapeamento de geossistemas: uma atualização conceitual. **Geografia**, Rio Claro, v. 35, n. 3, p. 539-551, set./dez. 2010.

CAXUEIRA, M., MATTOS, L., & PALUDO, F. Bioma ou Biorregião: uma análise dos conceitos de natureza e biomas brasileiros tematizados no livro didático de geografia. PESQUISAR–**Revista de Estudos e Pesquisas em Ensino de Geografia**, 7(13), 114-124.2020.

CERMINARO, A. C.; OLIVEIRA, D.; Compartimentação Morfopedológica na área da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Feijão no município de São Carlos-SP. In: IX **SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA -SINAGEO**. Rio de Janeiro, 2012.

COUTINHO, L. M. O bioma cerrado. In: KLEIN, A. L. (ed.) **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. Editora UNESP, São Paulo, p. 77-90, 2002.

COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta botanica brasílica**, 20, 13-23. 2006.

DIAS, M.B.G.; MARTINS, R.N.S. Aspectos Morfopedológicos e Uso e Ocupação do Solo Na Região Nordeste de Goiânia (GO). In: **IX SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA -SINAGEO**. Rio de Janeiro, 2012.

DIAS, R. L.; PEREZ FILHO, A. Novas considerações sobre geossistemas e organizações espaciais em geografia. **Sociedade & Natureza**, vol. 29, núm. 3, pp. 413-425, 2017.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brasil. **The Botanical Review**, v. 38, n. 2, p. 201- 341, 1972.

FARIA, T. D. O., VECCHIATO, A. B., SALOMÃO, F. X. D. T., & SANTOS JR, W. A. D. Abordagem morfopedológica para diagnóstico e controle de processos erosivos. **Revista Ambiente & Água**, 8, 215-232. 2013.

FEITOSA, T. B., DE ARAUJO FILHO, R. N., & IOST, C. Diagnóstico geoambiental como ferramenta no planejamento e gestão dos recursos hídricos da sub-bacia do rio lontra–to. Revista Geonorte, 12(39), 185-201. 2021.

GUEDES, D. R C. DINIZ, M.T. M. Geoenvironmental Zoning and Units of L andsc ape: the cases of the states of Ceará and Rio Grande do Norte. **REGNE**. Vol 2, Nº Especial. 2016

HERMUCHE, P. M., GUIMARÃES, G. M. A., & DE CASTRO, S. S. Análise dos compartimentos morfopedológicos como subsídio ao planejamento do uso do solo em Jataí–GO. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online),** 13(2), 113-132. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Banco de Metadados**. 2013.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro, **Megadiversidade,** v. 1, n. 1, julho, 2005.

MATOS, P. F.; PESSÔA, V. L. S. A modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território**. Geo UERJ**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 22, p. 290-322, 2011.

MATTOS, S. H. V. L.; PEREZ FILHO, A. Complexidade e estabilidade em sistemas geomorfológicos: uma introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Uberlândia (MG). n. 1. 2004. 11-18p

MARQUES NETO, R. Geomorfologia e geossistemas: influências do relevo na definição de unidades de paisagem no maciço alcalino do Itatiaia (MG/RJ). **Revista Brasileira de Geomorfologia (Online)**, São Paulo, v.17, n.4, (Out-Dez) p.729-742. 2016.

MELO, A. C.; GUERRA, H. O. C. Descrição do Sistema Geofísico do Assentamento Patativa do Assaré - Patos/PB. **Revista de Geografia (UFPE)** v. 30, n. 1, 2013.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Org.). **PPCerrado –Plano de Ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado**: 2ª fase (2014-2015). Brasília: MMA, 2014.

PIVELLO, V. R. Manejo de fragmentos de Cerrado: princípios para a conservação da biodiversidade. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Orgs) **CERRADO: Ecologia, Biodiversidade e Conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente**, 2005.

RIBEIRO, S. C.; LIMA, F. J.; MARÇAL, M. S. O enquadramento paisagístico como contribuição aos estudos da sub-bacia do Rio Salgado/CE: do domínio morfoestrutural aos geossistemas. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, especial VIII SINAGEO, n. 2, p. 121-135, Set. 2010.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: **EMBRAPA/CPC**, p. 29-47. 1998.

SANTOS, F.P.; BAYER, M.; CARVALHO, T. Compartimentação Pedológica da Bacia do Rio dos Bois, Municípios de Cezarina, Varjão, Guapó e Palmeiras de Goiás (Go), e Sua Relação com a Suscetibilidade e Risco à Erosão Laminar. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 28, n. 2, julio-diciembre, pp. 103-123. 2008.

SILVA, M. K. A; ROSA, R. Unidades Geoambientais do Cerrado mineiro. **Caminhos de Geografia**, v. 10, n. 31, 2009.

SMITH, P. et al. Greenhouse gas mitigation in agriculture. Philos. **Trans. Royal Soc**., v. 363, p. 789-813, 2008.

SOCHAVA, V. B. Geography and ecology. **Soviet Geography**, 12(5), 277-293. 1971.

SOTCHAVA, V. B. O Estudo de Geossistemas. **Métodos em questão**, 16. IG-USP. São Paulo.1977

SOUZA, C. B. G., CAMPOS, A. S., de SOUSA, F. B. B., DOS SANTOS, A. M. A., & de Carvalho, G. P. O uso de indicadores ambientais na avaliação de unidades de conservação: o caso do Parque Estadual do Utinga em Belém/PA (PEUT). **Nature and Conservation,** 13(1), 86-94. 2020.

VELOSO, H. P.; GÓES-FILHO, L. Fitogeografia brasileira: classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical.Salvador. **IBGE**. 1982.

VINOGRADOV, B. V., GERENCHUK, K. I., ISACHENKO, A. G., RAMAN, K. G., TSESEL'CHUK, Y. N. Basic principles of landscape mapping. **Soviet Geography**, 3(6), 15-20. 1962.

TROPPMAIR, H.; GALINA. M. H. Geossistemas. **Mercator,** v. 05, n 10, p. 80-89. 2006.