

## CLASSIFICAÇÃO GEOAMBIENTAL E GEOSISTÊMICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS (SP)

**Matheus de Campos**

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).  
E-mail: m184215@dac.unicamp.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 território da Região Metropolitana de Campinas (RMC) insere-se na zona de contato entre o Planalto Atlântico e a Depressão Periférica Paulista, oferecendo condicionantes muito diversas para apropriação do relevo. O presente trabalho tem o objetivo de classificar em unidades geoambientais e geossistêmicas da paisagem na RMC e analisá-las a fim de se fazer uma caracterização. Utilizando os Sistemas de Informação Geográfica e a álgebra de mapas, produziram-se representações em formato digital para contemplar este objetivo, onde foram identificadas 9 unidades geossistêmicas da paisagem que estão sob influência de sistemas antrópicos urbanos e rurais com remanescente de vegetação nativa. Analisando a classificação, infere-se que a unidade geoambiental predominante na área de estudo são sistemas rurais sob o compartimento das depressões, em fitofisionomias de contato ecótono e enclave de clima úmido. Esta classificação tem a possibilidade de subsidiar pesquisas e ações relacionadas ao planejamento urbano e ambiental, assim como expandir o conhecimento geográfico da região de estudo.

**Palavras-chave:** Região Metropolitana de Campinas; Geomorfologia; Sistemas de Informação Geográfica; Geossistemas.

## GEOENVIRONMENTAL AND GEOSYSTEMIC CLASSIFICATION OF THE METROPOLITAN REGION OF CAMPINAS (SP)

### Abstract

The territory of the Metropolitan Region of Campinas (MRC) is part of the contact zone between the Atlantic Plateau and the Peripheral Depression in São Paulo, offering very different conditions for the appropriation of the soil relief. The present work aims to classify the landscape in the MRC into geoenvironmental and geosystemic units and analyze them to make a characterization. Using Geographic Information Systems and map algebra, representations were produced in digital form to address this objective, where 9 geosystemic landscape units were identified as under the influence of urban and rural anthropogenic systems with remnants of native vegetation. Analyzing the classifications, it is inferred that the predominant geoenvironmental units in the study area are rural systems in the depressions compartment, in phytophysiognomies of ecotone/enclave contact and wet climate. This classification has the possibility to contribute with researches and actions related to urban and environmental planning as well as to expand the geographic knowledge of the study region

**Keywords:** Metropolitan Region of Campinas; Geomorphology; Geographic Information Systems; Geosystems.

## **Introdução**

O conceito de Paisagem é amplamente utilizado na ciência geográfica como forma de analisar a relação Homem/Natureza e identificar fenômenos naturais e socioespaciais em múltiplas escalas. Partindo do que é proposto por Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2017, p. 7), Paisagem pode ser definida como “[...] um espaço físico e um sistema de recursos naturais aos quais integram-se as sociedades em um binômio inseparável Sociedade/Natureza”. A Paisagem na visão dos autores é um objeto de investigação geocológica, que se fundamenta na análise do potencial dos recursos naturais.

A dinâmica de formação e transformação dos recursos naturais pode ser estudada através dos Geossistemas, que são sistemas naturais organizados hierarquicamente e se relacionando um com o outro simultaneamente (SOTCHAVA, 1978), que tende a atingir um equilíbrio dinâmico ao longo do tempo da natureza sempre que há uma mudança nos fluxos de matéria (AMORIM, 2012). Dentro desta concepção, os Geossistemas se referem exclusivamente ao meio-físico natural, que se traduzem nas propriedades climáticas, topográficas, bióticas entre outras de uma determinada área, região ou do Planeta Terra em si.

No contexto da análise geossistêmica, Amorim (2012) propõe uma diferenciação entre sistemas naturais e antrópicos, haja visto que o Homem possui a capacidade de alterar os fluxos de matéria em uma velocidade e constância maior do que a Natureza necessita para manter a tendência ao equilíbrio dinâmico. O desequilíbrio produzido pelas ações antrópicas é multiescalar e se manifesta de diferentes formas a depender da localização e do grau de intervenção humana. Desta forma Amorim (2012) propõe o conceito de unidade geoambiental, que integra sistemas ambientais e antrópicos, permitindo uma classificação espacial de acordo com dinâmicas naturais e antrópicas que modificam a Paisagem. Este tipo de classificação ao permitir um diagnóstico operacional das unidades paisagísticas, tem grande importância para o planejamento territorial e ambiental, sendo um elemento básico e complementar da geocologia da paisagem (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2017).

Partindo da proposição de Corrêa (1992), entende-se o planejamento como uma ferramenta de ordenamento e controle do espaço executada por agentes públicos ou privados que detém poder sobre um determinado território. Corrêa (1992) propõe que o planejamento está vinculado à gestão do território, que por sua vez se trata da dimensão espacial do processo geral de gestão econômica, política e social, exercendo um papel de condicionante a estas outras faces como também sendo condicionada por elas. Neste contexto, Ferreira (2014)

destaca a importância dos Sistemas de Informações Geográficas para a produção de dados e informações que subsidiem o planejamento, uma vez que é possível representar e analisar fenômenos físico-sociais de maneira especializada.

Atento a estas questões, o presente trabalho tem o objetivo principal de propor uma classificação geoambiental e geossistêmica da paisagem para a Região Metropolitana de Campinas (AMORIM, 2012). Este tipo de análise, pelo fato de entender a relação sociedade-natureza de forma dialética, é a ideal para tratar de uma região que tem sua paisagem muito modificada por ações antrópicas. Com efeito, há a perspectiva de auxiliar e subsidiar ações relacionadas ao planejamento territorial e ambiental, além de ampliar o conhecimento geográfico na área de estudo.

### **Procedimentos metodológicos**

Para atingir o objetivo, realizou-se um levantamento e revisão de referências de dados estatísticos e geográficos, utilizando os Sistemas de Informação Geográfica para produzir representações cartográficas em formato digital que contemplem a análise geossistêmica. Para a definição das unidades, considerou-se como elementos (subsistemas) a geologia, contido nos dados de morfoestrutura; os compartimentos do relevo; o elemento climático precipitação; a cobertura vegetal e o uso e cobertura das terras. Os dados geográficos utilizados na produção das representações foram extraídos, em sua maioria, das bases do DAEE, IBGE e MapBiomas.

Produziu-se análises quantitativas e qualitativas a partir da interpretação das representações e da álgebra de mapas, bem como foram elencadas considerações a respeito dos resultados obtidos. As classificações produzidas pela pesquisa seguem o que foi proposto por Amorim (2012) e Amorim e Oliveira (2008), dividindo a abordagem geossistêmica em sistemas naturais e antrópicos. Esta divisão ocorre devido ao alto grau de urbanização na área de estudo, que impossibilita fazer apenas dos diferentes Geossistemas (sistemas naturais) uma vez que esta sofreu e ainda sofre muitas transformações ocasionadas por ações antrópicas.

A relação da paisagem com a análise geossistêmica, conforme descrito por Neves e Salinas (2017); Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), objetiva subsidiar a classificação do território produzida pela pesquisa pois a relação sociedade-natureza é entendida como um par dialético. Neste contexto, produziu-se uma classificação geossistêmica da paisagem e uma classificação geoambiental.

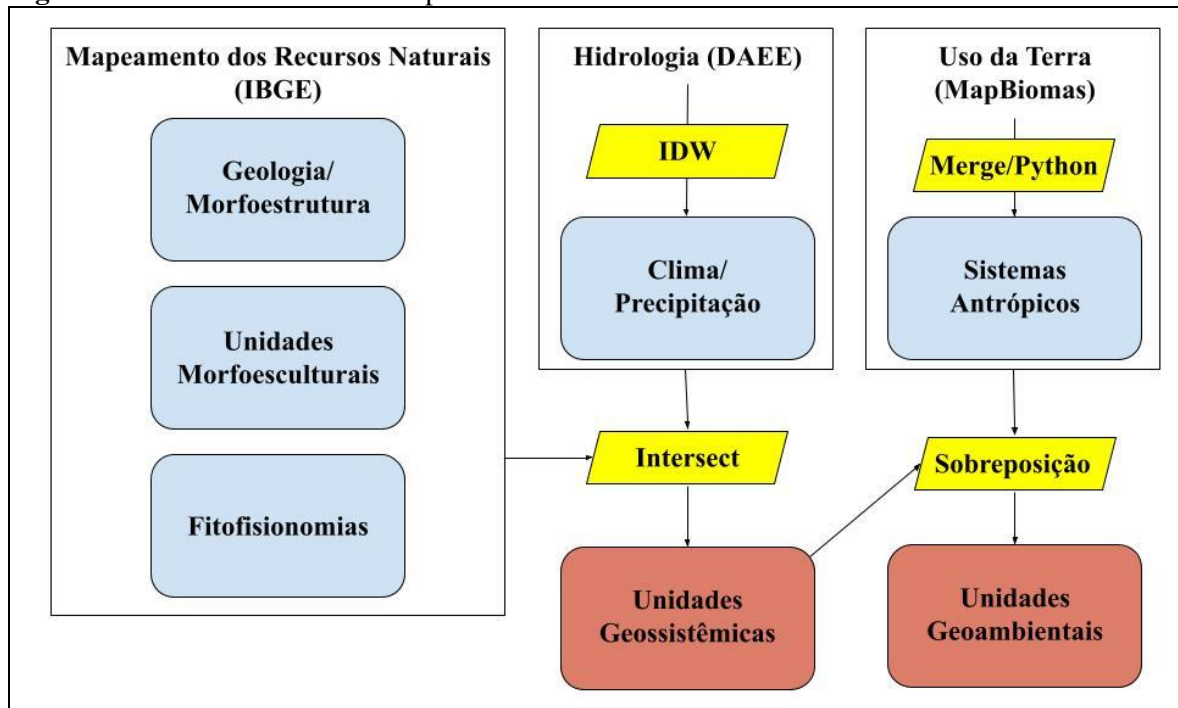
Foram pesquisados referenciais teóricos para embasar a dinâmica geomorfológica e a apropriação do espaço na área de estudo. Utilizou-se os trabalhos de Christofolletti e Federici (1972); Cunha e Guerra (2012); Morais (1999); Ross e Moroz (1996); e Ross (1998) e para caracterizar os aspectos físicos do território. Os autores dividem a área nas províncias cristalina e sedimentar, tratando de aspectos do relevo e da paisagem nas unidades morfoesculturais.

A atual configuração do uso e cobertura das terras na área de estudo foi caracterizada a partir do trabalho de Bordignon e Matias (2021); Cano e Brandão (2002) e Nascimento (2013), como forma de abordar aspectos das condicionantes socioeconômicas para a apropriação do meio físico. Com este material revisado, teve início os procedimentos técnicos cartográficos.

Para a produção das classificações foram consultados os acervos do IBGE, INPE, MapBiomias e DAEE, de onde foram extraídos dados em formato *shapefile*, *GeoTIFF* e *csv* que possibilitaram a construção de uma base de dados georreferenciados para embasar o trabalho. Depois de levantados, os dados foram processados no software *ArcGIS* (versão 10.8), onde foram empregadas as linguagens de programação *SQL* e *Python* para se fazer generalizações, concatenação de dados e agregar novas informações, explorando as potencialidades e a versatilidade deste tipo de procedimento para o tratamento de dados geoespaciais conforme exposto por Tateosian (2015).

A sistematização dos dados a partir do uso dos Sistemas de Informação Geográfica para se fazer esta análise geográfica é fundamental, uma vez que é possível produzir dados quantitativos e qualitativos a respeito do tema e integrá-los para a produção de informações geográficas e espaciais (FERREIRA, 2014; TATEOSIAN, 2015). Os temas trabalhados nesta pesquisa foram geomorfologia, geologia e vegetação, na escala 1:250.000 (IBGE, 2018); uso da terra, compatível até a escala 1:100.000 (MAPBIOMAS, 2021); e dados de clima e precipitação (DAEE, 2021).

**Figura 1** - Procedimentos técnicos para o desenvolvimento do trabalho



Fonte: Elaboração própria.

Os dados foram processados no software para a geração dos mapas temáticos de acordo com cada variável, além das unidades geoambientais e geossistêmicas da paisagem. A pluviometria (DAEE, 2021) foi interpolada através da ferramenta *Inverse Distance Weighted - IDW* e depois processada utilizando a ferramenta *intersect*, junto com os temas relacionados ao meio físico (IBGE, 2018), que constituiu a representação das unidades geossistêmicas da paisagem. Nesta inferência espacial os temas são sobrepostos com pesos iguais, criando polígonos com informações contínuas onde haja interseções entre variáveis iguais.

O tema de uso e cobertura das terras (MAPBIOMAS, 2020) foi reclassificado utilizando *Python* e a ferramenta *merge*, para a definição dos sistemas antrópicos. A tabela 1 representa o que se considerou como sistemas antrópicos urbanos e rurais com remanescente de vegetação nativa, através do que foi identificado pelo MapBiomias (2020). Esta classificação foi sobreposta graficamente às unidades geossistêmicas para evidenciar a influência dos sistemas antrópicos, tendo como resultado o mapa de unidades geoambientais.

Os cálculos dos valores de área dos polígonos foram feitos a partir da tabela de atributos dos arquivos. Para as unidades geossistêmicas o procedimento se deu através da criação de um campo de área e a utilização da calculadora de geometria. A área das unidades geoambientais foram calculadas utilizando a ferramenta *spatial join*, que atribuiu um campo na tabela de atributos do arquivo de unidades geossistêmicas com a classificação dos sistemas

antrópicos. Utilizando *SQL* e a ferramenta *merge* os polígonos foram unidos para enfim ser utilizada a calculadora de geometria e obter o valor de área das unidades geoambientais.

**Tabela 1** - Reclassificação do uso da terra na RMC.

<b>Urbanos</b>	Infraestrutura urbana
	Outras áreas não vegetadas
	Cana
	Soja
	Pastagem
	Mosaico de Agricultura e pastagem
<b>Rurais com remanescente de vegetação nativa</b>	Lavoura perene
	Lavoura temporária
	Campestre
	Formação florestal
	Floresta plantada
	Outras lavouras temporárias
	Silvicultura
	Formação Savânica

**Fonte:** Elaboração própria.

Utilizou-se a legenda proposta pelos manuais técnicos do IBGE (1998, 2009, 2012) para os mapas relativos ao meio físico-natural. Não foi utilizada a legenda sugerida pelo MapBiomas (2021) para o uso da terra pois carecia de um nível de generalização demandado por uma área tão extensa. Neste caso, optou-se pela proposta por IBGE (2013), de forma a solucionar esta questão e garantir um padrão de representação cartográfica. As informações produzidas foram analisadas de modo quantitativo e qualitativo, além de serem integradas a referências. Por fim, foram feitas considerações finais a respeito da pesquisa e a importância deste tipo de análise para a Geografia e para o planejamento ambiental/territorial.

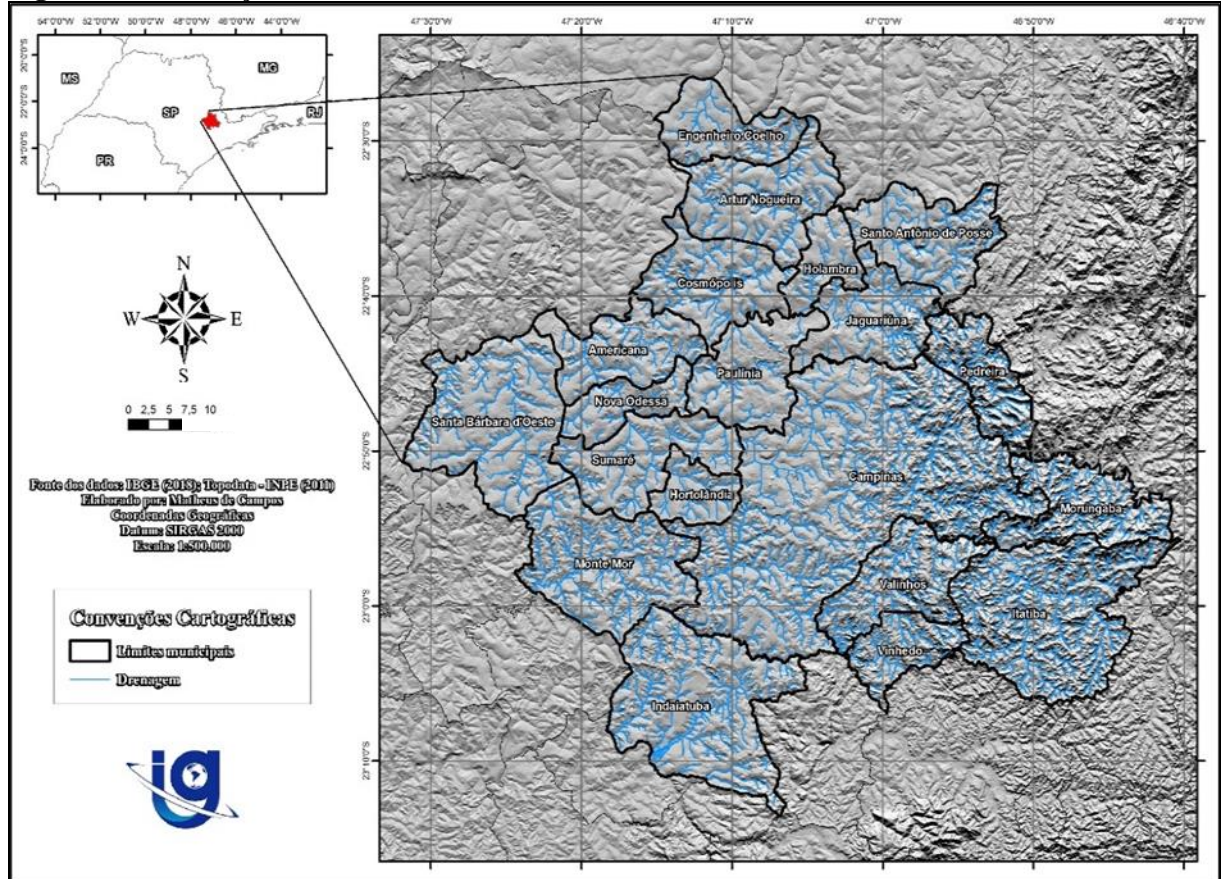
## **Resultados e discussões**

### **Aspectos geomorfológicos e apropriação do relevo**

A Região Metropolitana de Campinas (RMC-SP) localiza-se na porção sudeste do estado de São Paulo, apresenta alto grau de urbanização e está dentro da região de influência da capital paulista. A RMC é caracterizada pelo parque científico-tecnológico-industrial, sendo que a cidade de Campinas se configura como um dos principais polos de desenvolvimento tecnológico do país (CANO; BRANDÃO, 2002). Seu território encontra-se na zona de contato entre duas unidades do relevo brasileiro, notadamente o Cinturão Orogênico do Atlântico e a Depressão da borda leste da Bacia do Paraná (ROSS, 1998). A

complexidade gerada pelo contato entre estas unidades é expressa nas diferentes formas e dinâmicas do relevo, conforme observado na figura 1, gerando condicionantes também complexas para o desenvolvimento das atividades antrópicas e a apropriação do espaço.

**Figura 2** - Localização da área de estudo.



Fonte: Elaboração própria.

Partindo da classificação do relevo brasileiro proposto Ross (1998) e mais especificamente do relevo paulista trabalhado por Ross e Moroz (1996) infere-se que o território da RMC se insere na zona de contato entre duas morfoestruturas: os Cinturões Móveis Neoproterozóicos, província cristalina que se encontra na Região Geomorfológica do Planalto Atlântico, fazendo parte da faixa de dobramentos do ciclo brasileiro; e Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, província sedimentar representada pela Região Geomorfológica da Depressão Periférica Paulista. As morfoestruturas são diferenciadas nas unidades geomorfológicas de Planaltos e Depressões. Ross (1998) propõe que as unidades possuem estruturas antigas com formas de relevo recentes.

Cunha e Guerra (2012) nos dão elementos para entender as dinâmicas de formação destes compartimentos, caracterizando-as como superfícies de erosão do Terciário Superior

que sofreram processos alterados de pedimentação e pediplanação. O Planalto Atlântico tem sua gênese em processos orogenéticos da plataforma sul-americana, caracterizada como uma bacia geossinclinal pré-cambriana estreita que margeava a borda de plataformas (ROSS, 1998; ROSS e MOROZ, 1996 e CUNHA e GUERRA, 2012).

Sua compartimentação atual está relacionada aos ressaltos da epirogênese pós-cretácea, onde ocorreu o soerguimento do escudo cristalino. As fases de dobramentos que foram sucedidas por intrusões, metamorfismos, seguidas e alternadas por fases erosivas, explicam a elevada altitude do terreno cristalino e os tipos de rocha predominantes na área, que confere grande complexidade litológica. Nesta unidade predominam escarpas altas e abruptas, que foram originadas de linhas de falha extensas e recentes (ROSS, 1998; ROSS; MOROZ, 1996; CUNHA; GUERRA, 2012).

A Depressão da borda leste da bacia do Paraná é uma cobertura fanerozóica, com sedimentos continentais e marinhos das eras paleozoica à mesozoica, formados antes do soerguimento do continente sul-americano. Os sedimentos encontrados neste compartimento apresentam planos horizontais e estratificados, com a última fase de deposição extensiva ocorrida no jurássico e cretáceo por derrames de lava vulcânica. Sua origem se dá a partir da epirogênese terciária que foi seguida por intensos processos erosivos derivados de climas alternados entre quente/úmido e árido/semiárido nas bordas de bacias sedimentares. As marcas destes paleoclimas são evidentes na depressão periférica, onde atuaram por 70 MA (ROSS, 1998; ROSS; MOROZ, 1996; CUNHA; GUERRA, 2012).

Segundo a classificação do IBGE (2018), a área do cristalino é subdividida em três unidades morfoesculturais, sendo duas unidades de Planaltos, Serra Negra-Lindóia e São Roque-Jundiá, e o Patamar de Itapira. Por sua vez, a área sedimentar é subdividida em duas Depressões, do Médio Tietê e Mogi-Guaçu, ocorrendo também a presença de planícies e terraços fluviais em ambas as províncias conforme é observado na figura 3. Cerca de dois terços do território da RMC encontram-se na província sedimentar, com o restante ocupando a área do cristalino.

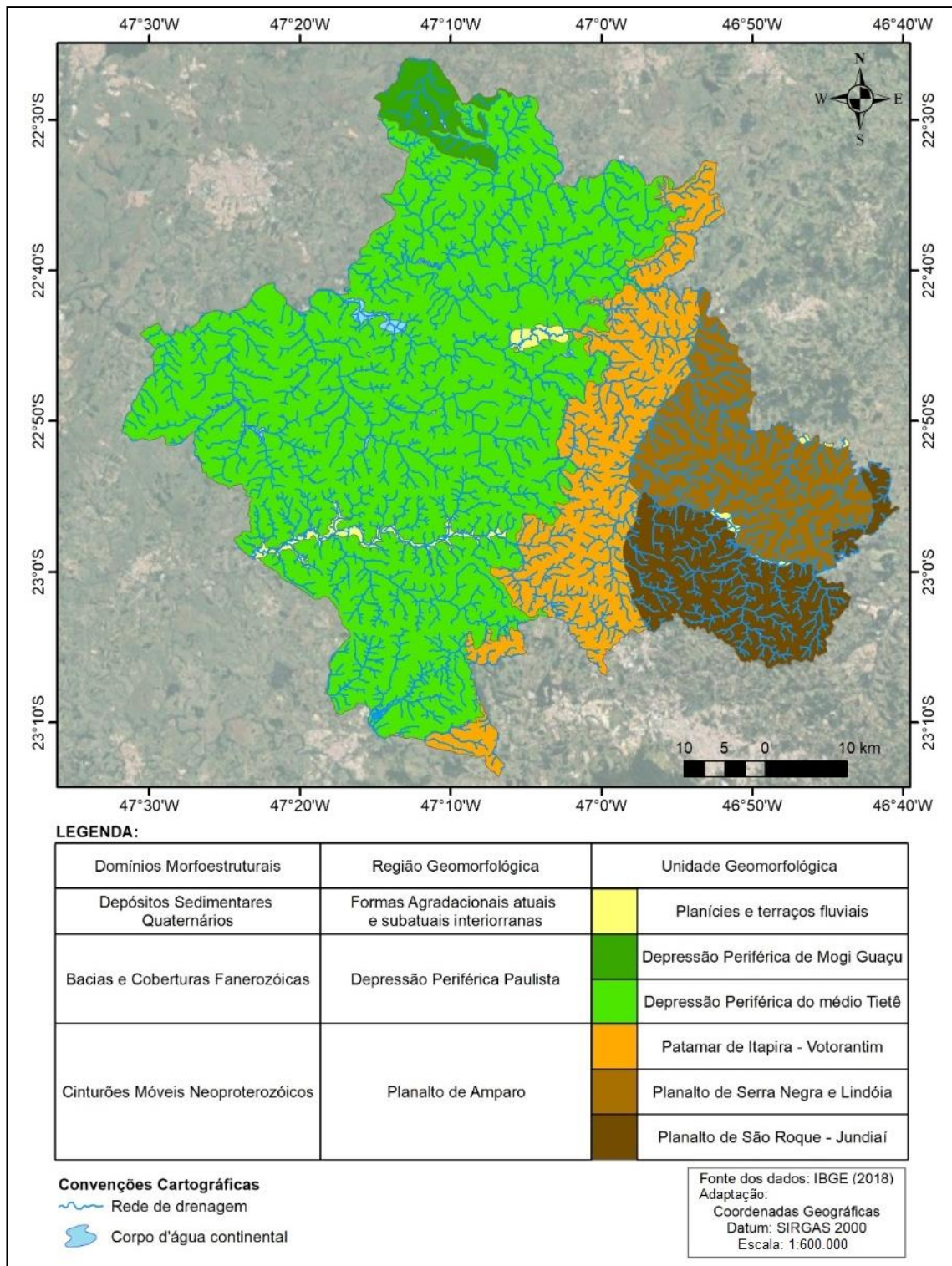
As diferentes litologias dão origem a formas de relevo e padrões de drenagem diferentes, conforme propõe o trabalho de Christofolletti e Federici (1972). O Planalto Atlântico possui um relevo mais acidentado, relacionado à litologia e aos processos erosivos que deram origem a formas amorreçadas. Há uma transição gradual entre este compartimento e a depressão, representado na figura 3 pelo Patamar de Itapira (CHRISTOFOLLETTI; FEDERICI, 1972; IBGE, 2018). Analisando o mapa pode-se dizer que predomina na área a

dissecação homogênea ou diferencial, com morros de topos convexos, e drenagem de densidades médias à muito altas de aprofundamento fraco ou muito fraco (menos de 100 metros).

A Depressão Periférica possui um relevo colinoso, de baixa altimetria e morros em formas de meias-laranjas (CHRISTOFOLETTI; FEDERICI, 1972). O mapa na figura 3 sugere que esta área apresenta predominantemente dissecação homogênea ou diferencial, morros de topos convexos e tabulares, com drenagem de densidades que vão de baixa à muito alta e aprofundamento de fraco a médio (entre 50 e 150 metros).

Há claro contraste no padrão de drenagem quando se compara com o planalto. Os rios formados no cristalino possuem velocidade alta, corredeiras e cachoeiras devido à litologia e ao relevo abrupto. Na transição para o terreno sedimentar eles perdem velocidade e força muito rapidamente devido à litologia diversa, até estarem em pleno domínio da depressão onde são menos velozes e mais caudalosos, inclusive com depósitos aluvionares recentes. (CHRISTOFOLETTI; FEDERICI, 1972)

**Figura 3** – Mapa Geomorfológico da RMC

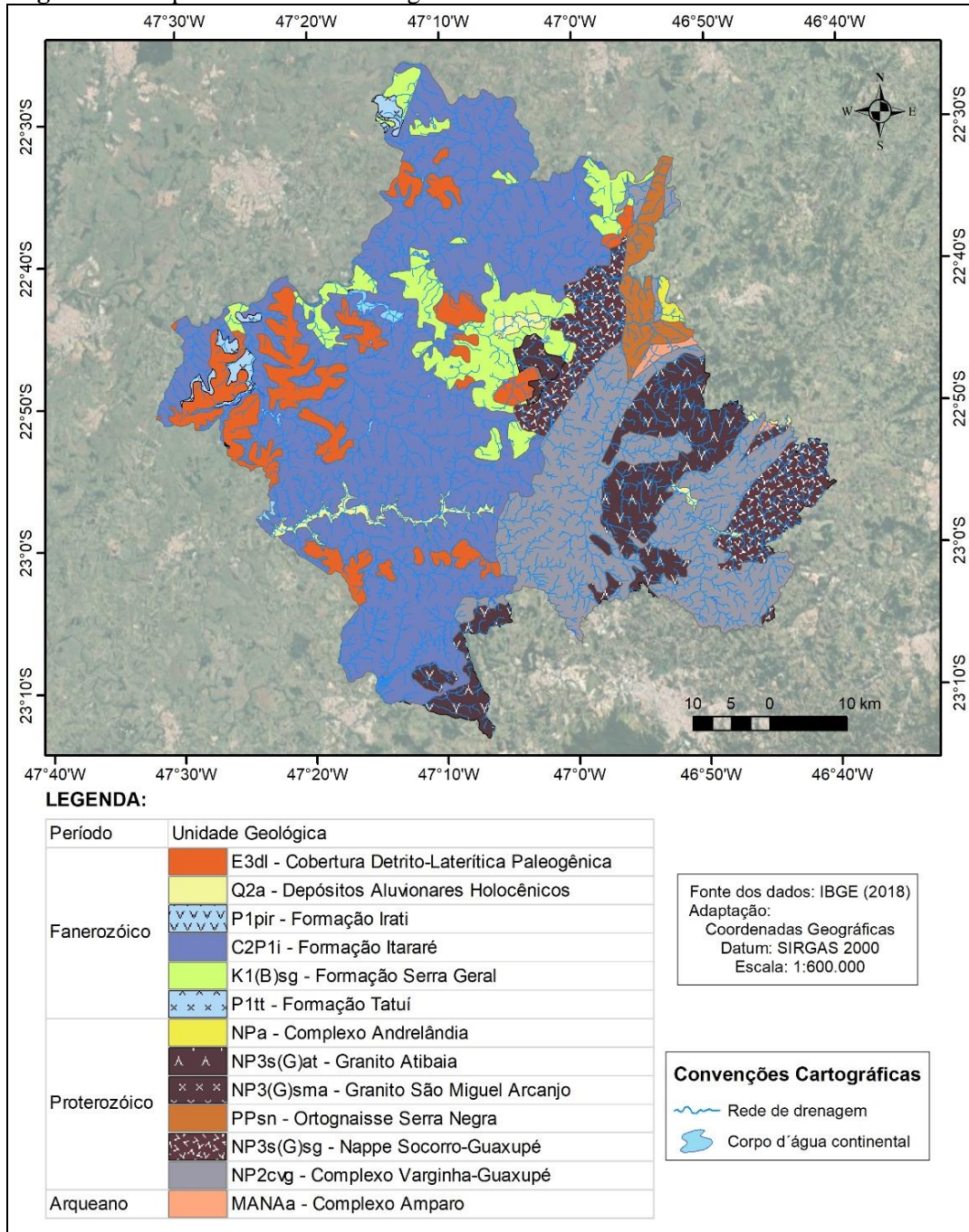


Fonte: Elaboração própria.

As litologias presentes nos compartimentos podem ser classificadas em quatro sub-províncias segundo o IBGE (2018), representada na figura 4: Socorro-Guaxupé; Paraná; Serra

Geral e Coberturas Cenozoicas indiscriminadas, com idades entre o Arqueano e o Fanerozóica.

**Figura 4** – Mapa de Unidades Geológicas da RMC



**Fonte:** Elaboração própria, adaptado de IBGE (2018).

As rochas do Cinturão Orogênico têm origem no que Cunha e Guerra (2012) chamam de Arqui-África, quando o continente sul-americano ainda estava anexado ao africano. Esta unidade é um fragmento que permaneceu em território brasileiro quando da

separação dos dois continentes e abertura do Oceano Atlântico, e é uma das provas do drift continental.

A sub-província Socorro-Guaxupé faz parte da província do Tocantins pertencente à faixa Paraguai-Araguaia, escudo cristalino que atravessa a Plataforma Sul-americana. Suas rochas foram formadas em ambientes tectônicos diversos, são constituídas de filitos e quartzitos com corpos básicos e ultrabásicos que sofreram metamorfismo fácies anfíbolito a cerca de 1050-500 MA. (CHRISTOFOLETTI; FEDERICI, 1972; CUNHA; GUERRA, 2012; MORAIS, 1999). Morais (1999, p. 11) o caracteriza como “[...] terrenos infracrustais alóctones, associados a granitóides Neoproterozóicos”. As rochas mais antigas se encontram nesta área, datando do Arqueano, representada pelo Grupo Amparo, com rochas constituídas por granitos, gnaisses e granada. Há núcleos máficos e ultramáficos metamorfizados e metamorfizados, e ortognaisses cálcio-alcálicas subordinadas a estas rochas (MORAIS, 1999).

Na área sedimentar é onde estão as outras três sub-províncias, associadas à Bacia Sedimentar do Paraná com origem na estabilização da plataforma sul-americana na era fanerozóica, com rochas formadas por fases talassocrática e geocrática. A espessura dos sedimentos é pequena, menor que 5.500 metros, e é composta por arenitos e arcósios do siluro-devoniano, representado pela unidade Irati; folhelhos e siltitos do permo-carbonífero; folhelhos pirotubeminosos oleígenos da glaciação gondwânica, onde se marca o início da deposição continental, representada pela unidade Itararé que pertence ao grupo Passa Dois; e a formação Serra Geral, que são derrames basálticos do triássico que cobrem arenitos vermelhos eóleos do grupo Botucatu. Ocorrem ainda depósitos aluvionares e coberturas detrito-laterítica de origem recente (CHRISTOFOLETTI; FEDERICI, 1972; CUNHA; GUERRA, 2012; MORAIS, 1999).

Atualmente, os processos de intemperismo e erosão das rochas está condicionado a climas tropicais e equatoriais, em períodos alternados secos e úmidos (CHRISTOFOLETTI; FEDERICI, 1972; PEREIRA; PEREIRA; KIMMELMANN, 2007). Segundo dados do DAEE (2021), as faixas de temperatura nos municípios registram médias de 15 a 18°C em pelo menos um mês do ano, que configura um clima subquente. Ao se analisar a hipsometria da área de estudo, infere-se que as áreas mais altas possuem médias anuais de temperatura menores do que nas áreas mais rebaixadas, sendo que esta diferenciação tem como fator principal a altitude.

O trabalho de Pereira, Pereira e Kimmelman (2007) identifica que o período de maior pluviosidade ocorre entre o final da primavera e o verão, enquanto o período de seca é predominante no outono. Há um comportamento distinto do regime pluviométrico na região, onde os maiores valores de pluviosidade média anual se encontram na porção leste do território da RMC, ocorrendo inclusive áreas de regime superúmido de acordo com os dados do DAEE (2021). Na porção oeste, o regime pluviométrico é menos intenso, e predomina o clima úmido.

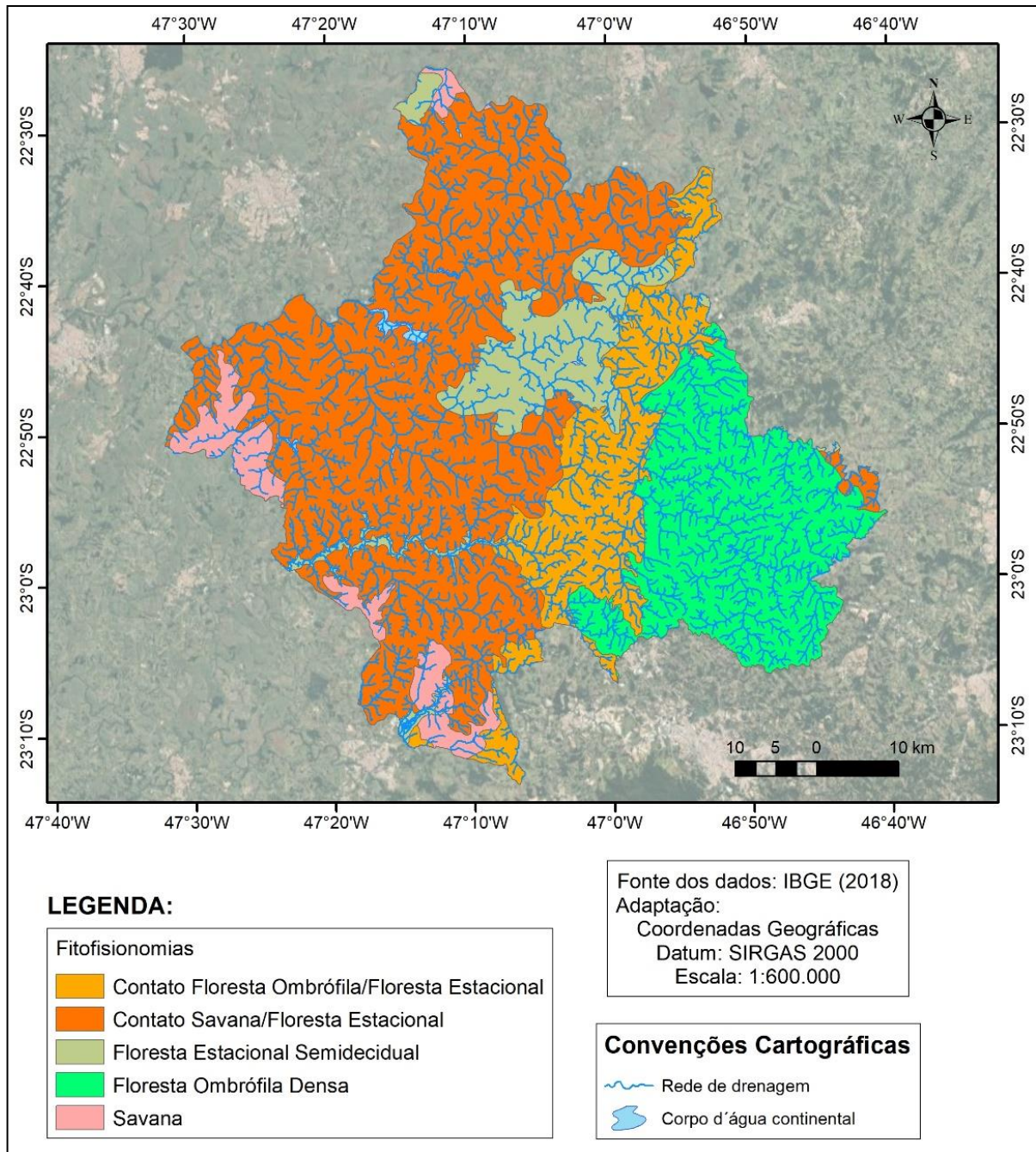
**Tabela 2** - Dados pluviométricos para a caracterização das médias pluviométricas da RMC

<b>Estação Pluviométrica</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Média da Precipitação Anual (mm)</b>
Americana	549	1388,40
Artur Nogueira	667	1308,40
Campinas	710	1420,33
Cosmópolis	544	1428,85
Holambra	600	1378,89
Indaiatuba	700	1382,21
Itatiba	740	1350,05
Jaguariúna	570	1404,39
Monte Mor	563	1255,73
Morungaba	750	1538,41
Pedreira	575	1418,61
Sumaré	563	1356,21
Jarinu	735	1446,40
Salto	500	1214,99
Limeira	640	1334,61
Piracicaba	491	1318,21
Capivari	508	1273,43
Amparo	660	1447,68
Mogi Mirim	640	1464,25
Araras	677	1481,41
Jundiaí	740	1434,48
Mairinque	870	1614,41

**Fonte:** Elaboração própria.

Analisando as médias anuais, pode-se afirmar que há pleno domínio do regime úmido na região, inferior a 1.500 mm anuais, com exceção à área de Morungaba que apresenta médias superiores a este valor e é classificado como superúmido. Os aspectos climáticos e geomorfológicos são determinantes para as diferentes fitofisionomias encontradas na área de estudo, representadas pela Figura 5.

**Figura 5** – Mapa de Fitofisionomias da RMC



**Fonte:** Elaboração própria.

Analisando o mapa podemos dizer que a fitofisionomia savana e floresta estacional semidecidual encontram-se subordinadas à província sedimentar, enquanto a floresta ombrófila densa ocorre apenas em áreas do cristalino. A classificação do IBGE (2018) identificou formações do tipo montana em áreas de semidecídua e ombrófila, condicionadas à altimetria do relevo. Na maior parte do território verifica-se áreas de contato entre as três

fitofisionomias. Todos os municípios fazem parte do bioma da Mata Atlântica, com exceção da porção norte de Engenheiro Coelho, onde há contato com o Cerrado.

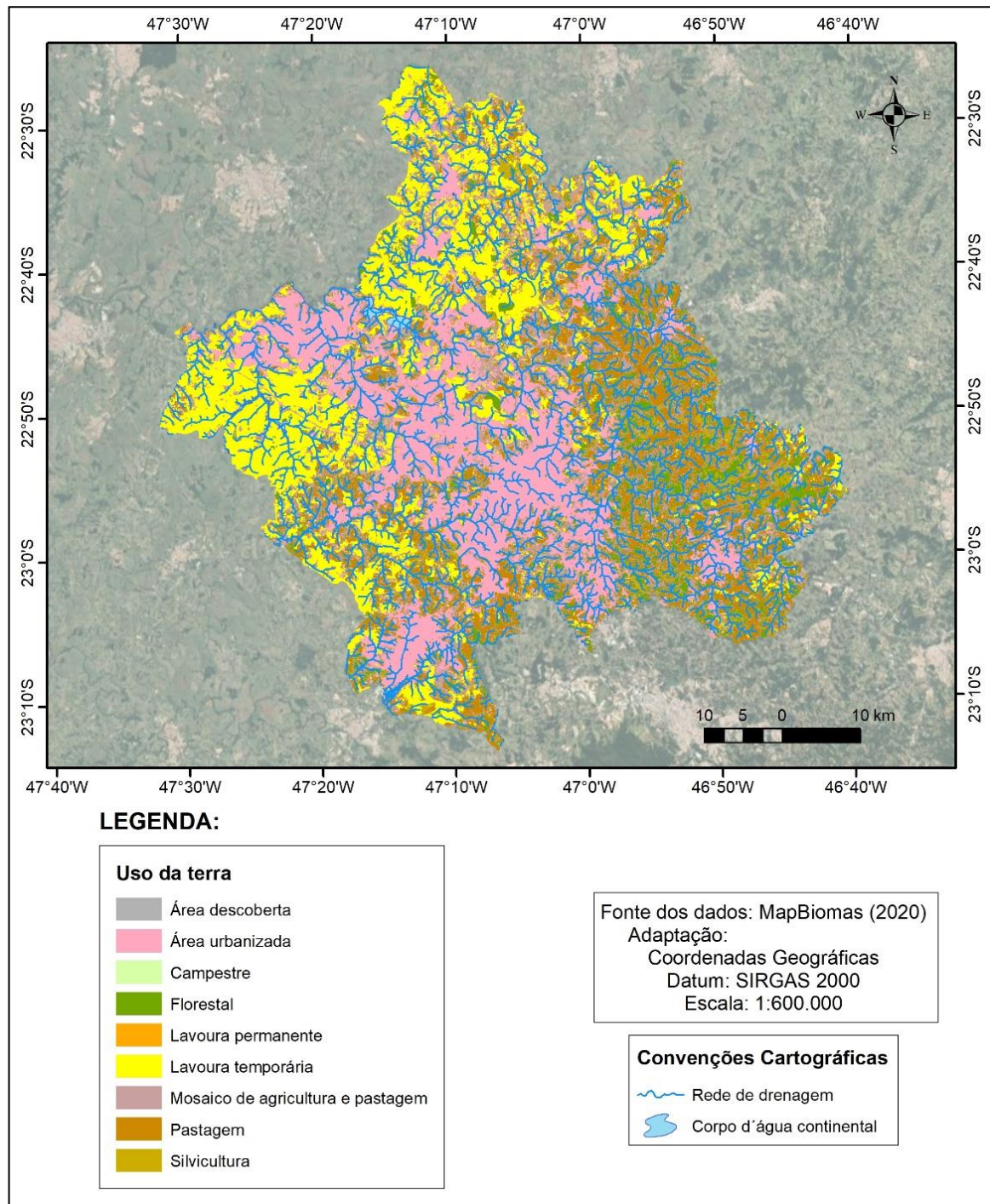
Os aspectos do meio físico-natural oferecem condicionantes complexas à apropriação do relevo na RMC. Para analisar-se a atual configuração do uso e cobertura das terras, deve-se compreender como se deu o processo de formação territorial. Bordignon e Matias (2021) fornece elementos para entender este processo, que foi condicionado a ciclos econômicos nacionais ou regionais e dinâmicas socioespaciais recentes. A região tem alta identificação com o ciclo do café na primeira metade do Século XX, sendo que esta foi a base para a acumulação de capital que mais tarde daria origem ao processo de industrialização.

Ao longo da segunda metade do Século XX houve grandes investimentos estatais para transformar a região no polo científico-tecnológico-industrial que se constitui atualmente. Estes investimentos se relacionam com o processo de desconcentração industrial na Região Metropolitana de São Paulo (BORDIGNON; MATIAS, 2021; CANO; BRANDÃO, 2002; NASCIMENTO, 2016). A urbanização na área é expressiva, mas as áreas rurais se fazem presente e as atividades agropecuárias aparecem em complementaridade às urbanas na economia da RMC (CANO; BRANDÃO, 2002).

Atualmente, a RMC é considerada um espaço urbano disperso, fragmentado, segregado socialmente. que se formou sob um processo de urbanização rápido e intenso, na qual o fenômeno da conurbação entre as cidades é evidente e responsável pelo processo de metropolização segundo Nascimento (2016). O autor propõe que o eixo rodoviário, representado pela Anhanguera e Bandeirantes, aparece como uma das condicionantes e atenuantes para o processo de conurbação e industrialização da metrópole campineira.

A Figura 6 representa a atual configuração do uso e cobertura da terra na área de estudo. Após a atividade de agrupamento dos tipos de uso para a definição dos sistemas antrópicos, satisfazendo o que propõe Amorim (2012), calculou-se que a área dos sistemas urbanos é de 911,5335 km<sup>2</sup>, ao passo que os sistemas rurais com remanescente de vegetação nativa equivalem a 2.881,6065 km<sup>2</sup>.

**Figura 6** – Mapa de Uso e Cobertura da Terra da RMC



**Fonte:** Elaboração própria.

Infere-se, portanto, o predomínio de usos rurais em detrimento do urbano na RMC, os quais ocupam cerca de três quartos do território. Ressalta-se que a classificação do MapBiomas (2021) se refere ao uso da terra, e, portanto, é possível ocorrer variações nestes valores quando se utiliza, por exemplo, o conceito de mancha urbana. Na área do cristalino, predomina pastagem e silvicultura além de remanescente de vegetação nativa, contando com

áreas de proteção ambiental protegidas pela legislação vigente, e tendo as áreas urbanas concentradas principalmente no município de Campinas, Valinhos e Vinhedo.

Observando o mapa é implícito que as áreas urbanas se concentram mais na província sedimentar. Nesta zona é onde está a maior parte das indústrias da RMC, em especial nos municípios de Americana, Campinas, Hortolândia, Nova Odessa e Paulínia, que possuem significativo grau de industrialização (CANO; BRANDÃO, 2002). A proporção das áreas urbanas em relação às rurais é mais equitativa nesta zona. Dos usos rurais, predominam lavouras temporárias e perenes, principalmente ligadas ao cultivo de cana de açúcar, soja e citrus.

### **Unidades Geoambientais e Geossistêmicas**

A partir dos dados temáticos apresentados e fazendo uso dos Sistemas de Informação Geográfica, elaborou-se uma classificação geossistêmica dividida em sistemas naturais e antrópicos. Utilizando o trabalho de Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2007) e a paisagem como categoria de análise conforme propõe Neves e Salinas (2017), classificou-se o território na categoria taxonômica de unidades regionais, nas quais foram distinguidos e analisados os indivíduos geocológicos. Esta divisão objetivou o estabelecimento de um diagnóstico operacional das unidades paisagísticas através de suas características homogêneas.

Segundo Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2007), esta classificação é fundamental para a análise paisagística regional, uma vez que permite identificar os processos que reproduzem as propriedades espaço-temporais por fatores naturais ou ações antrópicas, representando o atual estado de cada unidade e o grau de diferenciação espacial entre elas. O estabelecimento das unidades paisagísticas foi embasado por fatores geocológicos climáticos, geomorfológicos, geológicos e bióticos, resultando em uma representação do estado contemporâneo da paisagem. (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2007).

O trabalho de Sotchava (1978) propõe que os sistemas naturais se organizam em hierarquias funcionais que estabelecem relações simultâneas, sendo que cada unidade tem seu espaço paramétrico. O conceito de classes geômeras e geócronas é importante para analisarmos os resultados do trabalho. Conforme expõe Sotchava (1978), as unidades geômeras são classes com estrutura homogênea, enquanto as geócronas têm estrutura diferenciada. Na divisão proposta pelo autor, a categoria do geoma permite a subdivisão dos geômeros regionalmente em dimensões topológicas. As transformações dinâmicas que

ocorrem em cada geoma é o que permite não apenas a subdivisão como também a comparação entre seus geômeros. Optou-se por criar uma classificação geossistêmica da paisagem (figura 7) e depois integrá-lo aos sistemas antrópicos, atento ao que é proposto pelo trabalho de Amorim (2012).

Infere-se do mapa que há 4 geômeros na RMC, que correspondem às áreas de florestas ombrófilas densas em terrenos cristalinos, sob regimes pluviais úmidos e superúmido; savanas de regimes úmidos em terrenos sedimentares e cristalinos; florestas estacionais semidecíduas de clima úmido em áreas sedimentares e cristalinas; e contato ecótono e encrave em áreas de depressões de regime úmido, que não possui geomas. Este último geômero representa a maior unidade geossistêmica da RMC, conforme é possível observar na tabela 3, ocupando mais da metade da área total do território.

**Tabela 3** – Área em km<sup>2</sup> para cada Unidade Geossistêmica da RMC

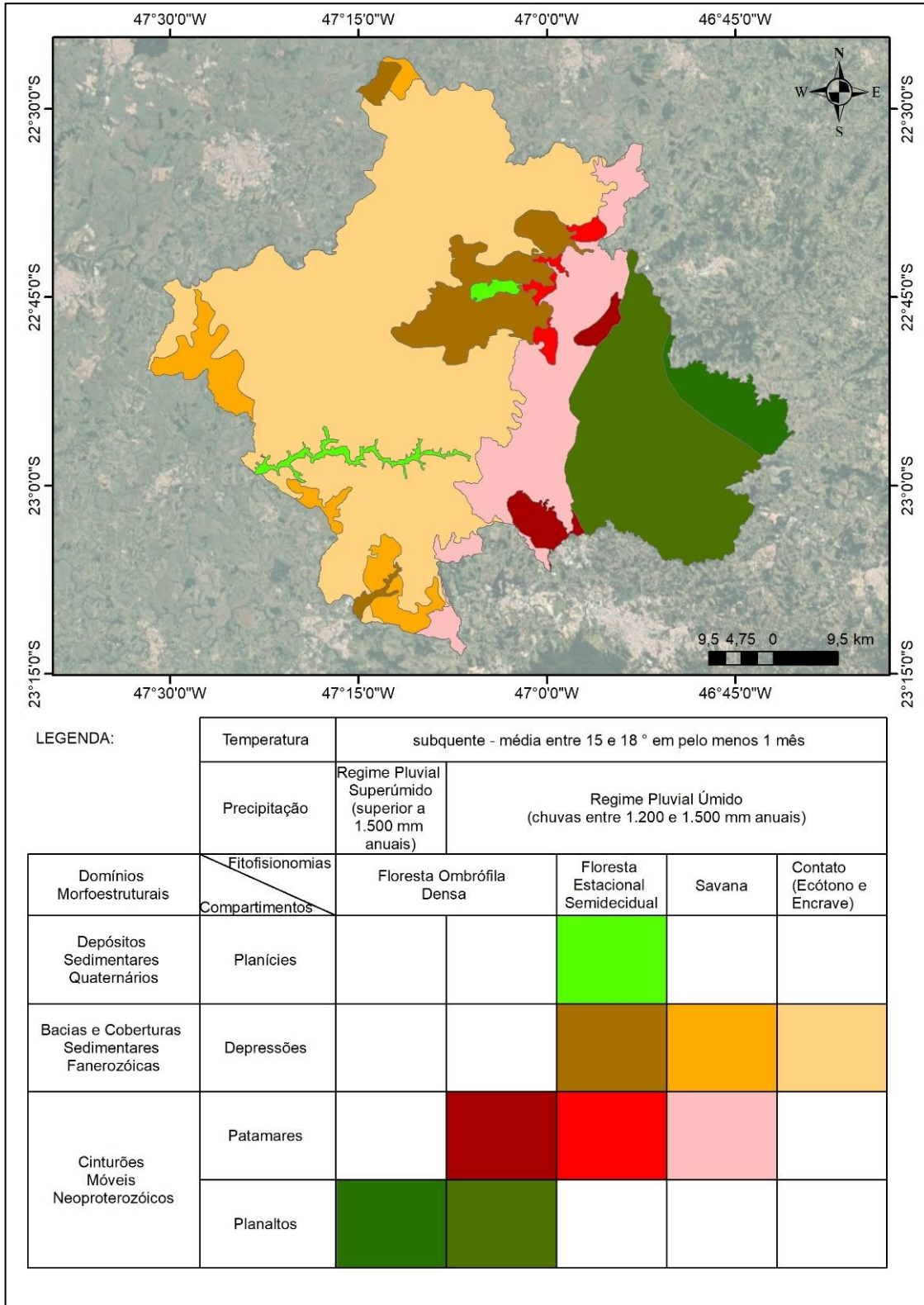
Unidade Geossistêmica	Área (km <sup>2</sup> )
Planícies recobertas pela Floresta Estacional Semidecidual com regime de pluviosidade úmido	47.290
Depressões recobertas pela Floresta Estacional Semidecidual com regime de pluviosidade úmido	266,551
Depressões com cobertura de Savanas e regime de pluviosidade úmido	189,851
Depressões situadas em zonas de contato (Écotoño/Encrave) com regime de pluviosidade úmido	1;960,290
Patamares recobertas pela Floresta Ombrófila Densa com regime de pluviosidade úmido	66,267
Patamares recobertas pela Floresta Estacional Semidecidual com regime de pluviosidade úmido	40,079
Patamares com cobertura de Savanas e regime de pluviosidade úmido	462,014
Planaltos recobertos pela Floresta Ombrófila Densa com regime de pluviosidade superúmido	124,370
Planaltos recobertos pela Floresta Ombrófila Densa com regime de pluviosidade úmido	636,409
Total	3.793,140

**Fonte:** Elaboração própria.

O geômero das florestas ombrófilas densas em terrenos cristalinos, que se pode considerar um geócoro em relação aos outros geômeros, se divide em três geomas de acordo com o compartimento do relevo e o regime pluvial. Formam-se então as unidades de floresta ombrófila densa em planaltos, que ocorrem em clima úmido, que ocupa uma área expressiva do território, e superúmido no município de Morungaba. Esta fitofisionomia também ocupa os patamares com regime úmido. O compartimento dos patamares faz parte de dois outros geômeros, de mesmo regime pluvial, mas que se diferenciam na biota, tendo as

fitofisionomias floresta estacional semidecidual e savana. A unidade de savana de clima úmido em áreas de patamares é a terceira maior unidade identificada pela classificação.

**Figura 5** – Mapa de Unidades Geossistêmicas da RMC



Fonte: Elaboração própria.

Saindo do terreno cristalino, o geômero da floresta estacional semidecidual em áreas sedimentares se divide em dois geomorfos diferenciados pelo compartimento do relevo, estando um nas depressões, representando a quarta maior unidade da classificação, e outro nas planícies. Por fim, o geômero das savanas de clima úmido em áreas de depressão, que ocupa uma área extensa do território.

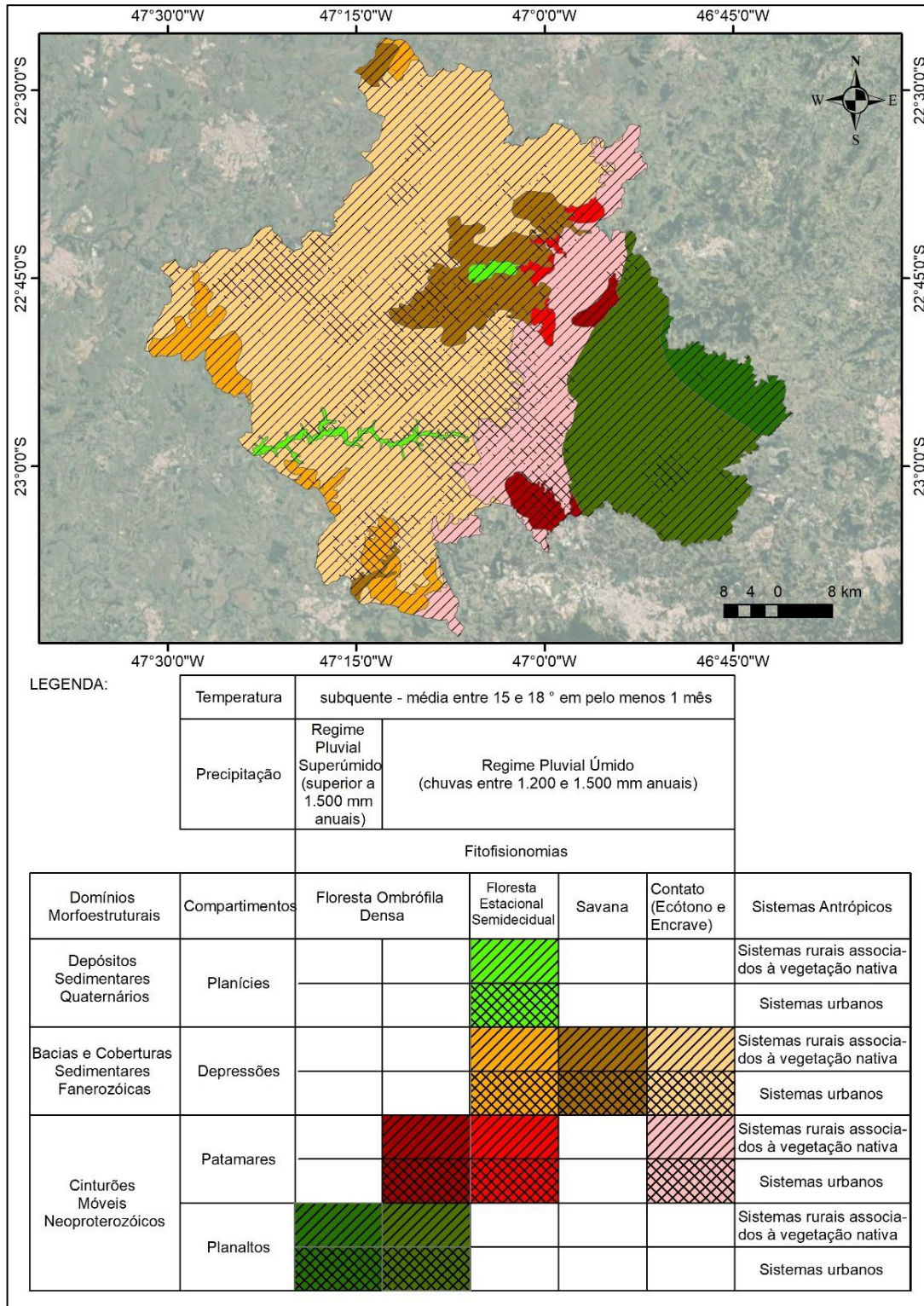
A paisagem nestes geômeros é muito diferenciada, uma vez que na área sedimentar de formas de relevo mais suavizado predomina uma fitofisionomia de contato entre três fitofisionomias; na faixa de transição entre a área sedimentar e cristalina, representada pelo compartimento dos patamares, predomina a savana; e na área de pleno domínio cristalino onde predomina formas de relevo mais movimentadas há exclusivamente floresta ombrófila densa.

Quando se integra os sistemas antrópicos, percebe-se uma mudança significativa na paisagem também pois na área sedimentar de relevo mais aplainado é onde os sistemas antrópicos urbano se fazem mais presentes, ao passo que nas áreas cristalinas de escarpas abruptas o que predomina é o uso rural.

O trabalho de Amorim (2012) propõe que os sistemas antrópicos, outro componente da análise geossistêmica, têm a capacidade de alterar os fluxos de matéria e tendência ao equilíbrio dinâmico que os sistemas naturais possuem. Desta forma, são propostas unidades geoambientais que integram a classificação geossistêmica da paisagem, que é produzida a partir dos sistemas naturais, aos sistemas antrópicos.

Amorim (2012) conceitua os sistemas antrópicos condicionantes socialmente construídas que agem sob um determinado momento histórico a partir da disponibilidade de riquezas e ocupados de maneira diferenciada, sendo que o tipo de relação econômica-social condiciona o tipo de apropriação dos sistemas naturais. Na área de estudo, estes sistemas foram classificados em sistemas urbanos e rurais com remanescente de vegetação nativa. Esta classificação resulta no que Amorim (2012) conceitua como sistemas ambientais, onde a classificação de unidades naturais é sobreposta aos sistemas antrópicos, representada na figura 8. Pode-se afirmar que há uma clara diferenciação na paisagem com base na classificação, onde à oeste tem-se uma dinâmica mais urbana-industrial alternada com áreas de lavoura, e à leste uma dinâmica mais rural, agropastoril, com áreas de vegetação nativa protegidas pela legislação ambiental.

**Figura 6** – Mapa de Unidades Geoambientais da RMC



**Fonte:** Elaboração própria.

Infer-se do mapa que a maior parte dos sistemas urbanos ocupam as unidades geossistêmicas da área sedimentar, onde a proporção de sistemas urbanos e rurais é mais

equitativo, conforme demonstrado pelos dados de área na tabela 4. Nas unidades geossistêmicas da área cristalina a maior parte do território é ocupado por sistemas antrópicos rurais com remanescente de vegetação nativa, onde predomina usos como pastagens, silvicultura, lavouras permanentes e florestas naturais.

**Tabela 4** – Área em km<sup>2</sup> para cada Unidade Geoambiental da RMC

Unidade Geossistêmica	Sistemas Antrópicos	Área (km <sup>2</sup> )
Planícies recobertas pela Floresta Estacional Semidecidual com regime de pluviosidade úmido	Sistemas urbanos	3,875
	Sistemas rurais associados a vegetação nativa	43,451
Depressões recobertas pela Floresta Estacional Semidecidual com regime de pluviosidade úmido	Sistemas urbanos	53,060
	Sistemas rurais associados a vegetação nativa	213,490
Depressões com cobertura de Savanas e regime de pluviosidade úmido	Sistemas urbanos	162,295
	Sistemas rurais associados a vegetação nativa	27,556
Depressões situadas em zonas de contato (Écotoño/Encrave) com regime de pluviosidade úmido	Sistemas urbanos	513,560
	Sistemas rurais associados a vegetação nativa	1.446,730
Patamares recobertas pela Floresta Ombrófila Densa com regime de pluviosidade úmido	Sistemas urbanos	14,687
	Sistemas rurais associados a vegetação nativa	51,579
Patamares recobertas pela Floresta Estacional Semidecidual com regime de pluviosidade úmido	Sistemas urbanos	5,042
	Sistemas rurais associados a vegetação nativa	35,037
Patamares com cobertura de Savanas e regime de pluviosidade úmido	Sistemas urbanos	117,352
	Sistemas rurais associados a vegetação nativa	344,689
Planaltos recobertos pela Floresta Ombrófila Densa com regime de pluviosidade superúmido	Sistemas urbanos	2,118
	Sistemas rurais associados a vegetação nativa	122,153
Planaltos recobertos pela Floresta Ombrófila Densa com regime de pluviosidade úmido	Sistemas urbanos	39,543
	Sistemas rurais associados a vegetação nativa	596,860
Total		3793,144

Fonte: Elaboração própria.

Em suma, podemos afirmar que a paisagem da área sedimentar é de um relevo suave, usos alternados urbanos e rurais, cobertura vegetal de contato entre diferentes fitofisionomias e de clima exclusivamente úmido. As áreas cristalinas apresentam relevo abrupto, clima predominantemente úmido, mas com a ocorrência também de superúmido, sob fitofisionomia de floresta ombrófila densa e uso predominantemente rural. Existe uma faixa de transição complexa entre estas duas macrozonas, representada pelo compartimento dos patamares que tem clima úmido e fitofisionomia de savana predominantemente, com usos alternados entre urbano e rural.

Amorim e Oliveira (2008) atentam para o fato de que as mudanças causadas pelo homem alteram o equilíbrio dinâmicos dos sistemas naturais em uma velocidade e intensidade maior que o do processo de reorganização em busca do reestabelecimento do equilíbrio. As discontinuidades causadas por este fenômeno resultam no cenário de desequilíbrio ambiental que se manifesta de diversas formas e em diversas escalas, como por exemplo as mudanças climáticas que ocorrem na escala planetária, mudanças nos regimes pluviométricos em escala regional, e movimentos de massa em escala local.

Na área de estudo o desequilíbrio ambiental destacado por Amorim e Oliveira (2008) se manifesta principalmente na poluição fluvial e atmosférica, além de inundações e enchentes que ocorrem em diversos municípios. A classificação do território em unidades geoambientais produzida por esta pesquisa tem a possibilidade de subsidiar ações relacionadas ao planejamento territorial e ambiental de forma a prevenir este desequilíbrio.

### **Considerações finais**

A importância da análise geossistêmica que incorpora sistemas antrópicos e naturais para a Geografia reside no fato de entender de maneira dialética e holística a relação sociedade natureza, integrando a paisagem como uma categoria que permite subsidiar a análise na escala regional (AMORIM, 2012; NEVES; SALINAS, 2017; RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2017). Utilizando estes conceitos foi possível propor uma classificação que identificou aspectos gerais da relação homem-natureza na área de estudo, satisfazendo o objetivo da pesquisa.

Pode-se afirmar que a área de maior porte no território da RMC encontra-se sob o domínio de sistemas rurais na zona das depressões, em fitofisionomias de contato ecótono e enclave de clima úmido. Nas áreas de planaltos predomina o domínio da floresta ombrófila densa de clima úmido, com presença do tipo montana em algumas áreas, e sistemas antrópicos majoritariamente rurais com remanescente de vegetação nativa. Nos patamares a fitofisionomia predominante é savana de clima úmido, atrelada em sua maioria à sistemas rurais, mas com presença marcante também de áreas urbanas.

Nas áreas de depressões é onde está majoritariamente os sistemas urbanos da área de estudo, condicionados, entre outras variáveis, pelo relevo menos movimentado e de formas mais suaves, mais favorável à ocupação antrópica. Os sistemas rurais, que ocupam cerca de

dois terços do território, são maioria em ambos os sistemas, mas se localizam com maior frequência em áreas de planaltos e patamares.

A classificação em unidades geoambientais e geossistêmicas da paisagem produzida por este trabalho tem o potencial de subsidiar ações relacionadas ao planejamento territorial e ambiental na área de estudo, uma vez que faz uma integração de temas que são elencados nas leis de uso e ocupação da terra. O trabalho ainda tem o potencial de ampliar o conhecimento geográfico na área de estudo à luz de novas tecnologias e dados mais atualizados relativos ao meio físico-social.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, R. R. Um novo olhar na Geografia para os conceitos e aplicações de Geossistemas, Sistemas Antrópicos e Sistemas Ambientais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 41, p. 80-101, 2012.
- AMORIM, R. R.; OLIVEIRA, R. C. As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 177-198, dez. 2008.
- BORDIGNON, I. M.; MATIAS, L. F. Cartografia histórica de delimitação e constituição dos territórios municipais na Região Metropolitana de Campinas (SP). IN: 9º CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL – Pequenas cidades, grandes desafios, múltiplas oportunidades. 2021, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, n. p., 2021.
- CANO, W.; BRANDÃO, C. A. **A Região Metropolitana de Campinas: urbanização, economia, finanças e meio ambiente**. Campinas: Editora Unicamp, 2002.
- CHRISTOFOLETTI, A.; FEDERICI, H. **A Terra Campineira: Análise do Quadro Natural**. Campinas: Mousinho, 1972.
- CORRÊA, R. L. Corporação, Práticas Espaciais e Gestão do Território. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 54, n. 3, p. 115-122, jul./set. 1992. Disponível em: <[https://servicodados.ibge.gov.br/Download/Download.ashx?http=1&u=biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg\\_1992\\_v54\\_n3.pdf](https://servicodados.ibge.gov.br/Download/Download.ashx?http=1&u=biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1992_v54_n3.pdf)>. Acesso em: 28 de julho de 2021.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. DAEE. **Hidrologia**, 2021. Disponível em: <<http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/>>. Acesso em: 22 de julho de 2021.
- FERREIRA, M. C. **Iniciação à análise geoespacial: teoria, técnicas e exemplos para geoprocessamento**. São Paulo: Editora Unesp, 2014.
- IBGE. **Manual Técnico de Geologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1998.
- IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.
- IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE. **Mapeamento dos Recursos Naturais do Brasil Escala 1:250.000 - Documentação Técnica Geral**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

MAPBIOMAS. **Produtos**, 2021. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/produtos>>. Acesso em: 01 de julho de 2021.

MORAIS, S. M. **Integração geológica da folha Campinas SF.23-Y-A: escala 1:250.000: estados de São Paulo e Minas Gerais: nota explicativa**. São Paulo: CPRM, 1999.

NASCIMENTO, E. Região Metropolitana de Campinas: cinco décadas de expansão urbana. **Boletim Campineiro de Geografia**, Campinas, v. 6, n. 1, p. 67-91, 2016.

NEVES, C. E.; SALINAS, E. A Paisagem na Geografia Física Integrada: Impressões Iniciais Sobre sua Pesquisa no Brasil entre 2006 e 2016. **Revista do Departamento de Geografia USP**. São Paulo, v. esp., eixo 6, p. 124-137, 2017.

PEREIRA, S. Y.; PEREIRA, P. R. B.; KIMMELMANN, A. A. Caracterização Climática e a Definição de Unidades Climáticas na Região Metropolitana de Campinas - SP. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, São Paulo, v. III, p. 1-10, 2007.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens: Uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 2017.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Edusp, 1998.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo. **Revista Do Departamento De Geografia USP**, v. 10, p. 41-58, 1996.

SOTCHAVA, V. B. Por uma teoria de classificação de Geossistemas de vida terrestre. **Biogeografia**, São Paulo, v.14, p. 1-21, 1978.

TATEOSIAN, L. **Python for ArcGIS**. New York: Springer, 2015.