

CARACTERIZAÇÃO GEOESPACIAL DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO AQUÍFERO, MINAS GERAIS

Carlos Castilho Araújo Filho ¹
Gabriel Domiciano Costa Lara ²
Cecília Félix Andrade da Silva ³
Jairo Rodrigues Silva ⁴

INTRODUÇÃO

O Quadrilátero Ferrífero Aquífero - QFA, localizado no estado de Minas Gerais, Brasil, é uma região de extrema relevância geológica e econômica, não apenas pela riqueza mineral, mas também pela relevância socioambiental e dinâmicas ecossistêmicas. Tal região, com sua rica geodiversidade a qual propiciou o substrato que sustenta a biodiversidade e as relações socioespaciais, vem enfrentando desafios significativos devido à atividade mineradora em larga escala, bem como a expansão urbana.

A “estrutura geológica denominada Quadrilátero Ferrífero, morfoestrutura com área de aproximadamente sete mil quilômetros” (RUCHKYS, 2009), representa importante província mineral do país, “abrigando grandes depósitos de minério de ferro, bem como aquíferos e áreas de recarga hídricas essenciais ao abastecimento da população local” (Instituto Quadrilátero Ferrífero 2050, 2023).

Com ambientes de aproximadamente 3,2 bilhões de anos, formados a partir do período pré-cambriano, as relações do homem com tais paisagens naturais são longínquas. Registros apontam que “grupos humanos deixaram marcas de suas passagens pelas serras do QFA. Sítios com figurações rupestres indicam relações sócio primitivas em encostas de Serras que compõem a área de estudo” (BAETA; PILÓ, 2005), e tais aspectos assinalam manifestações humanísticas ancestrais, as quais seguiram se transformando, bem como as formas e proporção de suas marcas na paisagem. Ao decorrer do tempo, diferentes percepções e relações do homem para com a natureza se deram na região, e com a evolução da técnica, registros de cunho

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Geografia do IFMG, carloscastilhoaf@yahoo.com.br;

² Graduando do Curso de Licenciatura em Geografia do IFMG, gabriellara@gmail.com;

³ Professora do Curso de Licenciatura de Geografia do IFMG, cecilia.andrade@ifmg.edu.br;

⁴ Professor orientador: Doutor em Geografia, Instituto Federal - MG, jairo.rodrigues@ifmg.edu.br;

científico, filosófico e artístico passaram a denotar expressões humanas as quais propiciaram a atual configuração dos elementos culturais no arranjo das paisagens do Quadrilátero. Isso possibilita a existência de base documental profícua utilizada na realização de pesquisas científicas e acadêmicas acerca de fatores culturais fundamentais na transformação da paisagem natural da região. A saber, foi “com o achado do ouro no final do século XVII que a região se tornou abrigo da maior concentração urbana do Estado de Minas Gerais” (Instituto Quadrilátero Ferrífero 2050, 2023). Tal fato foi um agravante contribuinte para maiores modificações antrópicas no espaço.

No Arquivo Público Mineiro, “instituição cultural mais antiga do Estado” (SIAAPM, 2023), a presença dos nativos Aredes da cadeia do espinhaço foi registrada por meio da Resenha Ethnográfica Brasileira, publicada por Nelson Senna (1928). Em tal registro documental remanescente é possível identificar a presença desses povos originários com métodos nômades que antecederam as primeiras aglutinações urbanísticas de ocupação, obstante sem deixar grandes marcas na paisagem matriz. Como desenvolvimento da mineração colonial, efêmeras habitações indígenas do QFA deram lugar às novas formas de habitação humana. Com as primeiras construções de estruturas habitacionais e modificações amplas no tipo de uso e ocupação do solo, oriundas da mineração aurífera, “processos de degradação ambiental passaram também a compor a literatura, evidenciados por naturalistas estrangeiros que vivenciaram os dilemas do extrativismo mineral no período colonial” (MUCIDA *et al.*, 2019).

As populações que percorreram e habitaram a região no período denominado Ciclo do Ouro não só deixaram suas marcas que refletem técnicas e costumes, mas acabaram por propiciar os desdobramentos sociais, culturais e econômicos dos municípios da região. Nos últimos anos, relatos humanos evidenciam a atenção na necessidade da conservação de ambientes prístinos no Quadrilátero Ferrífero, o qual vem sendo citado por inúmeros autores que “destacam seus recursos hídricos associados às importantes bacias hidrográficas de Minas Gerais do Rio Doce e Rio São Francisco” (SOUZA, 2021), sendo também denominado como Quadrilátero Aquífero. A relação de pertencimento para com os geosítios segue se configurando em diferentes nichos sociais no tempo e espaço. Desde os registros pioneiros do Geógrafo Naturalista Alemão Ludwing Eschweege no século XVIII, que atribuiu o

nome da Cordilheira do Espinhaço, até as atuais reflexões do Ativista Ambiental e Filósofo Brasileiro Imortal da Academia Brasileira de Letras Ailton Krenak, coautor da proposta junto a UNESCO para a criação da Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço, possibilidades em viabilizar estratégias coletivas de gestão e proteção integral de testemunhos da geodiversidade têm sido pauta freqüente em estudos científicos e debates políticos. A partir do ano 2000, com a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, a gestão de territórios com objetivo de proteção e conservação de recursos naturais necessários para à subsistência das populações do QFA passou a criar novas perspectivas de desenvolvimento socioambiental, entretanto, devido as formações ferríferas serem naturalmente associadas aos aquíferos de abastecimento e testemunhos da geodiversidade, fatores culturais ligados à mineração e demandas urbanas fazem de tal região "um cenário desafiador no que se refere a gestão ambiental, sendo as Serras de Ferro consideradas áreas estratégicas para a conservação" (CARMO, *et al.* 2012).

Com o reconhecimento da Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço em junho de 2005, através do programa Homem e Biosfera – MaB, da UNESCO, "articulações cooperativas que permeiam expressões culturais, debates acadêmicos, e ações governamentais" (UNESCO, 2005) têm apresentado perspectivas de desenvolvimento da geoconservação em prol do equilíbrio socioambiental na região.

Institutos de pesquisa, universidades e órgãos públicos brasileiros tem utilizado tecnologia Webgis para disponibilizar informações geográficas como ferramenta de auxílio aos diagnósticos geoambientais no país. A infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, regulamentada pela Resolução Conjunta nº 3,147/2022, tem como objetivo “promover a adequada organização dos processos de geração, acesso, compartilhamento e disseminação de informações disponíveis em materiais e uso dos dados geoespaciais” (IDE-SISEMA, 2022), dando o aporte no tocante das definições públicas acerca da gestão dos territórios do Estado de Minas Gerais. Informações sobre o uso e ocupação do solo são de extrema relevância em diagnósticos geoespaciais, e no MapBiomas, “iniciativa desenvolvida por rede multi-institucional que envolve Ongs e empresas de tecnologia com o propósito de mapear o uso e cobertura das terras do Brasil, monitorando transformações de paisagem nos territórios” (MapBiomas, 2015), tais informações são disponibilizadas e atualizadas.

Desta forma, a consonância entre as diferentes ferramentas Webgis supracitadas possibilitou traçar caminhos metodológicos pautados em bases de informações geoespaciais e territoriais, se mostrando basilar na estruturação e investigação desenvolvidas no presente trabalho.

Em face aos pontos apresentados, o presente trabalho busca utilizar ferramentas de informações geográficas para elucidar através de mapa temático, como se apresenta o arranjo geoespacial de elementos culturais na paisagem natural da região supracitada, identificando ambientes antrópicos de maior escala frente as áreas destinadas a proteção de seus recursos naturais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Partindo da proposta de análise geoespacial de elementos culturais e áreas protegidas na paisagem matriz do QFA, foi definidas unidades paisagísticas distintas as quais caracterizam o mosaico de ambientes que formam o arranjo da região. Para isso, foi necessário categorizar ambientes antrópicos da paisagem, bem como áreas em territórios que preservem elementos naturais e testemunhos da história da Terra. Utilizou-se de compilação de base cartográfica, e investigação Webgis e documental para possibilitar a análise dos ambientes avaliados. Considerando as diversas formas de uso e ocupação da terra que constituem a paisagem matriz da região, foram analisados ambientes que degradam ou modificam a estrutura geológica da terra, além dos ambientes com testemunhos da geodiversidade inseridos em territórios de Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais.

Assim, as unidades paisagísticas diagnosticadas foram classificadas em três categorias: Ambientes de ocupação mineraria, Ambientes urbanizados e Ambientes destinados a proteção ambiental. Partindo das informações geográficas correlatas ao perímetro do QFA disponíveis pelo Instituto Prístino, foram delimitados os ambientes correspondentes as categorias paisagísticas definidas.

Ambientes de ocupações minerarias

Buscando definir a delimitação das áreas correlatas à exploração, depósito e beneficiamento mineral, foram utilizadas informações geoespaciais da rede colaborativa Mapbiomas, onde existe arcabouço de dados anualmente atualizados sobre o uso e cobertura da terra. Assim, utilizando de tal ferramenta Webgis foi

possível identificar os diferentes usos antrópicos no solo do QFA, norteando onde se encontram os ambientes de ocupação mineraria. Em consonância com a base cartográfica disponibilizada pelo IDE-SISEMA, utilizando de investigação geoespacial, foram delimitadas todas as áreas as quais possuem estruturas de minas a céu aberto, depósito e beneficiamento mineral, ativos ou não.

Ambientes urbanizados

Para definição das áreas urbanizadas utilizou-se as informações geoespaciais correlatas ao uso e ocupação urbana do solo disponíveis no IDE-SISEMA, com base em dados georeferenciados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Desta forma, realizou-se a investigação e coleta dos dados geoespaciais das áreas ocupadas por infraestruturas urbanas, podendo estes ambientes ser densamente ocupados ou terrenos preparados para ocupação urbanística, bem como a malha urbana de distritos rurais.

Ambientes de proteção ambiental

A definição das áreas destinadas a proteção ambiental, partiu da compilação de dados geoespaciais correlatos as áreas de Unidades de Conservação, sendo que, conforme estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, tais territórios são “espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes com limites definidos” (SNUC, 2000), servindo assim como mecanismo de proteção e conservação de testemunhos da paisagem natural. Neste sentido, considerando que as Unidades de Conservação podem ser criadas por diferentes esferas governamentais e categorias de proteção, utilizando a plataforma IDE-SISEMA, foi possível coletar os perímetros das unidades de uso sustentável e proteção integral, localizadas na área de estudo.

Compilação dos dados geoespaciais

Após tratamento dos dados geoespaciais necessários para a confecção do mapa, foi utilizado a ferramenta QGis para elaboração do mapeamento em questão. Realizou-se a análise de cada um dos ambientes categorizados elucidando como ocupam no QFA e seu entorno. O mapa elaborado apresenta o perímetro do Quadrilátero Ferrífero Aquífero, as manchas urbanas e áreas ocupadas para

extrativismo minerário frente as áreas de territórios de unidades de conservação, numa escala de 1:500.000 (Figura 1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Análise Geoespacial da área de estudo aponta que o mosaico de paisagens do Quadrilátero Ferrífero Aquífero é composto por uma interação multifacetada de ambientes, onde a expansão urbana, a atividade mineraria, e as áreas protegidas exercem papéis fundamentais nos desdobramentos socioambientais dos 33 municípios da região. Nota-se que as áreas urbanas tendem a se expandir nas bordas do entorno do QFA, enquanto as áreas de utilização para mineração, ocupam seu interior, seguindo formações ferruginosas. Destaca-se que, diferente do que ocorrera no passado, onde as cidades cresciam em volta de áreas de atividade mineraria, os mapas elucidam manchas urbanas ocupando menos espaço do que as áreas utilizadas pela mineração, como é o caso dos municípios de Itabirito e Barão de Cocais, e diferente de Belo Horizonte que é a maior paisagem transformada na área de estudo.

No que se refere as Áreas Protegidas, é evidente a quantidade significativa de Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais, as quais abrangem áreas que vão de encontro com as propostas de conservação da Reserva da Biosfera do Espinhaço. Entretanto, destaca-se que a maior parte das UC's que abrangem a área de estudo, pertencem a categoria de uso sustentável, que permitem a transformação do ambiente natural, diferente das unidades de proteção integral, que tem por objetivo a proteção e conservação integral de recursos bióticos e abióticos da natureza, sendo que não existem áreas urbanizadas nem minerárias nas UC's desta categoria.

A produção do espaço geográfico no QFA acontece de acordo com aspectos culturais específicos que se modificam ao decorrer das condições históricas, e tais transformações condicionam a forma que determinadas áreas poderão ser humanamente habitadas, sendo que, de acordo com o Geógrafo brasileiro Milton Santos:

A criação do território pelo povo marca determinado espaço geográfico, o qual é cultivado por um conjunto de sistemas de objetos e sistemas de ações de forma indissociável, que vai apresentando mudanças ao decorrer da história independentemente de seus imutáveis limites (SANTOS, 1978, p.80).

Assim, criar formas estratégicas de conservação das serras que mantêm

dinâmicas ambientais e sociais desta região se faz necessário frente a proporção em que vem ocorrendo a produção capitalista do espaço.

Percebe-se que, foi a partir do período colonial que as "formas tecnogênicas" (PELOGGIA *et al.*, 2014) começaram a se destacar na paisagem, sendo que até então a utilização dos recursos naturais pelos povos iniciais ocorrera de acordo com suas técnicas e entendimentos arcaicos, os quais se adequavam as geo-formas, utilizando afloramentos e cavidades naturais como abrigos, fornos e demais usos efêmeros, sem realizar grandes modificações espaciais. Tais aspectos se confirmam, por exemplo, no "sítio arqueológico denominado Abrigo do Pico, localizado abstruso entre afloramentos quartizíticos á um quilômetro e meio do monólito de hematita Pico de Itabirito" (IPHAN, 2010), marco paisagístico reconhecido pela União Internacional dos Sítios Geológicos - IUGS, o qual se encontra envolto por 3.521 hectares de áreas modificadas pela ação mineraria.

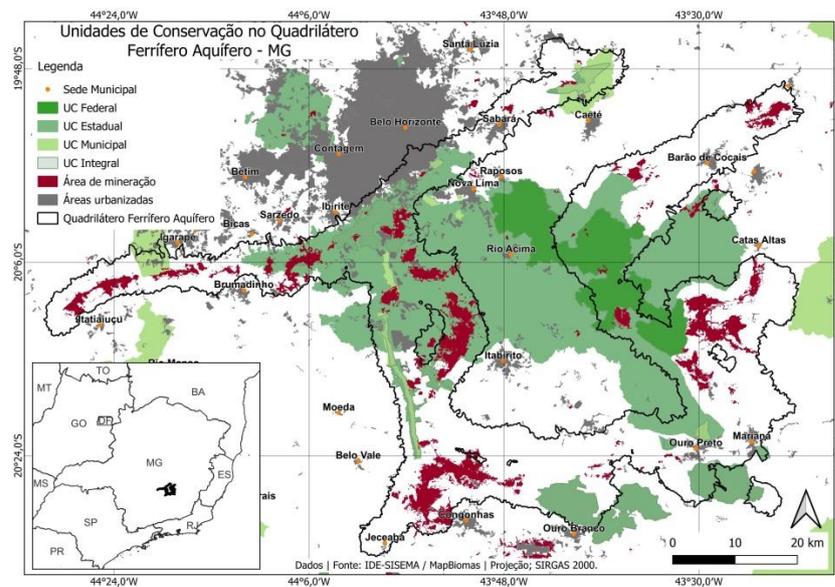


Figura 1. Caracterização geoespacial das unidades paisagísticas e territórios diagnosticados no QFA.

Ao avaliar o panorama das unidades paisagísticas da área de estudo, é possível observar como tal macrosistema espacial se desenvolve de forma fluida e harmônica no espaço geográfico, propiciando diferentes interações socioespaciais diligentes que revelam suas funções essenciais. Contata-se que parte significativa do Quadrilátero Ferrífero Aquífero e seu entorno possuem áreas de Unidades de Conservação. É importante enfatizar a presença de municípios cujas manchas urbanas de seus distritos sede encontram-se (totalmente ou parcialmente) inseridas na área do quadrilátero, outros possuem distritos e outros encontram-se nas proximidades, sendo assim uma

área com grande concentração populacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As marcas na paisagem do Quadrilátero Ferrífero Aquífero revelam diferentes formas de transformação do espaço geográfico. As relações entre os atores que participam de cada uma das unidades paisagísticas analisadas delineiam sua matriz, participando diretamente de projetos culturais que relacionam espaço e natureza.

O arranjo geoespacial da área de estudo segue se transformando por diferentes influências antrópicas pragmáticas ou materiais, sendo de suma importância que seus atores sociais atuem de forma dialética, tendo o embasamento científico como aporte nas tomadas de decisões essenciais para a construção de uma equidade socioambiental nesta região onde predominam mares de morros brasileiros.

REFERÊNCIAS

BAETA, A. M. & PILÓ, H. Arqueologia do Quadrilátero Ferrífero - Aspectos preliminares sobre sua ocupação. **O Carste, Belo Horizonte**, v.17, p. 116-131, 2005.

CARMO, F.F.; CAMPOS, J.C.; JACOBI, C.M. Cangas: ilhas de ferro estratégicas para conservação. **Ciência Hoje**, v.295, p. 48-53, 2012.

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos. Abrigo do Pico**. CNSA MG01224.

MUCIDA, P. D; GONTIJO, M. B; MORAIS, M. S; FAGUNDES, M. A degradação ambiental em narrativas de naturalistas do século XIX para a Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço. **Caderno de Geografia**, v.29, n. 57, 2019.

PELOGGIA, A. U. G.; SILVA, E. C. N.; NUNES, J. O. R. Formas de relevo tecnogênicas: quadro conceitual e aplicação ao mapeamento geomorfológico de terrenos artificiais e da paisagem transformada pela ação geológica humana. **Quaternary and Environmental Geosciences**, Curitiba, v.5, n.1, p. 68-81. 2014.

RUCHKYS, U. A. Geoparques e a Musealização do Território: um estudo sobre o Quadrilátero Ferrífero. PUC-MG. **Revista do Instituto de Geociências - USP**, São Paulo, v.5, p. 35-46, 2009.

SANTOS, M. **Por uma Geografia Nova**: Da crítica da Geografia a uma Geografia crítica. 6 ed. Editora da Universidade de São Paulo. 2004. p. 165-176.

SOUZA, L. A. Do Quadrilátero Ferrífero ao Quadrilátero Aquífero: territorialidades conflitantes na produção de um espaço social extensivo à Região Metropolitana de Belo Horizonte-MG. IFMG Campus Santa Luzia. **Geosp espaço e tempo**. v. 25, n. 3, 2021.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Rede de Reservas da Biosfera - Reserva da Biosfera do Espinhaço**.

UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto. **QFE 2050, Centro de Estudos Avançados**. 2018.