

Alterações do uso e cobertura do solo em áreas de Campos de Altitude no perímetro urbano do município de Poços de Caldas/MG, 2007-2020

Land use and land cover changes in "Campos de Altitude" areas in the urban perimeter of the municipality of Poços de Caldas/MG, 2007-2020

Silva, Rafael de Souza Mendes da; Pinheiro, Angela Liberali; Pereira, Flávia Nogueira; Braga, João Paulo de Lima; Rabelo, Mariana Azevedo; Canedo-Júnior, Ernesto de Oliveira

 **Rafael de Souza Mendes da Silva**

rafaelsilva.unifal@gmail.com
UNIFAL, Brasil

 **Angela Liberali Pinheiro**

liberalipinheiro@gmail.com
Fundação Jardim Botânico de Poços de Caldas, Brasil
Flávia Nogueira Pereira flavianpcb@gmail.com
UNIFAL, Brasil

João Paulo de Lima Braga braga.joao@gmail.com
Prefeitura de Poços de Caldas, Brasil

 **Mariana Azevedo Rabelo** rabeloama@gmail.com
Fundação Jardim Botânico de Poços de Caldas, Brasil

 **Ernesto de Oliveira Canedo-Júnior**

ernesto.canedo@uemg.br
UEMG, Brasil

Revista Espinhaço

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil
ISSN-e: 2317-0611
Periodicidade: Semestral
vol. 13, núm. 1, 2024
revista.espinhaco@gmail.com

Recepção: 09 Maio 2023
Aprovação: 01 Agosto 2023

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/485/4854259002/>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10429138>

Resumo: Os Campos de Altitude, fitofisionomia da Mata Atlântica, são característicos de áreas com elevadas altitudes e possuem relevante biodiversidade e endemismo. No entanto, apesar da sua importância ecológica e social, a integridade dos Campos de Altitude é suscetível à expansão desordenada das atividades antrópicas. Com o intuito de avaliar possíveis alterações do uso e cobertura do solo de suas áreas remanescentes no município de Poços de Caldas - MG, o presente estudo analisou comparativamente imagens de satélite das áreas no perímetro urbano dos anos de 2007 e 2020, pelos softwares *Google Earth* e *ArcGis*. Com o mapeamento, observou-se a redução em 26,2% dos remanescentes dos Campos de Altitude e dentre os principais fatores que provocaram supressão, podemos citar a invasão por gramíneas exóticas, urbanização e silvicultura. Diante disso, o estudo demonstra a urgência de ações aliadas políticas públicas voltadas à conservação dessa fitofisionomia.

Palavras-chave: Fitofisionomia, Atividades antrópicas, Conservação.

Abstract: The Campos de Altitude, phytophysiognomy of the Atlantic Forest, are characteristic of areas with high altitudes and have relevant biodiversity and endemism. However, despite its ecological and social importance, the integrity of the Campos de Altitude is susceptible to the disorderly expansion of anthropic activities. In order to evaluate possible land use and cover changes of its remaining areas in the municipality of Poços de Caldas - MG, the present study comparatively analyzed satellite images of the areas in the urban perimeter of the year 2007 and 2020, by *Google Earth* and *Arcgis* software. With the mapping, there was a reduction of 26.2% in the remnants of the Campos de Altitude and among the main factors that caused suppression, we can mention invasion by exotic grasses, urbanization and forestry. In view of this, the study demonstrates the urgency of actions allied to public policies aimed at the conservation of this phytophysiognomy.

Keywords: Phytophysiognomy, Anthropic activities, Conservation.

1. Introdução

Campo de Altitude é uma fitofisionomia do bioma Mata Atlântica, encontrada em ambientes montanos e altomontanos, de suma importância biológica, com alto grau de endemismo, raridade e diversidade de espécies; ecológica, atuando como corredor ecológico e abrigo de espécies endêmicas da fauna e flora; e abiótica, na regulação hídrica e filtragem dos suprimentos de água para a recarga de aquíferos (Brasil, 2010; Caifaia e Silva, 2005; Vasconcelos, 2014). Essa formação campestre aparece nos pontos mais elevados das Serra da Mantiqueira e do Mar no Sudeste do país, desenvolvendo-se sob condições específicas, ambientais e físicas, decorrentes das elevadas altitudes e da formação do relevo (Mocochinski e Scheer, 2008). Fatores como a radiação solar mais incisiva, ventos mais intensos, baixas temperaturas, maiores precipitações e solos rasos com afloramentos rochosos, denotam uma vegetação morfofisiologicamente mais adaptada (Safford, 1999b). Os campos nativos do Planalto de Poços de Caldas são caracterizados por espécies herbáceas rasteiras a arbóreas isoladas, restrito às paisagens paleo aluviais e oriundos do processo de evolução natural (Moraes, 2007).

De acordo com levantamentos florísticos realizados pela Fundação Jardim Botânico de Poços de Caldas (FJBPC), há registro de 832 espécies nos remanescentes de Campo de Altitude no Planalto de Poços de Caldas (FJBPC, 2022), sendo algumas espécies consideradas endêmicas e raras, segundo a lista de espécies da Resolução CONAMA nº 423/2010. Há também registros de ocorrência de espécies ameaçadas de extinção como *Anthaenantiopsis fiebrigii* Parodi, *Setaria parviflora* (Poir.) e *Cyrtopodium lamelaticullosum* J.A.N.Bat. & Bianch., consideradas criticamente em Perigo (CR); *Anemopaegma arvense* (Vell.) Stellfeld ex de Souza, *Dasyphyllum leptacanthum* e *Mimosa thomista* Barneby, consideradas Em Perigo (EN); *Zephyranthes irwiniana* (Ravenna) Nic.García, *Baccharis lychnophora* Gardner e *Mimosa paucifolia* Benth., consideradas Vulnerável (VU) (Brasil, 2022; JBRJ, 2022; CNCFlora, 2020).

No âmbito Federal, os Campos de Altitude estão protegidos pela Lei nº 11.428 de 2006 (Lei da Mata Atlântica), e seu Decreto regulamentador nº 6.660 de 2008, que trouxe uma ferramenta de proteção importante para as áreas do Bioma Mata Atlântica. O mapa da área de aplicação da Lei nº 11.428 (elaborado pelo IBGE) indica todas as formações vegetais que devem receber sua aplicação sob os aspectos de conservação, preservação e regeneração, e dentre todas formações vegetacionais citadas estão os Campos de Altitude (Brasil, 2006; Brasil, 2008). Os Campos de Altitude cumprem função social quando, por exemplo, atuam na manutenção da biodiversidade da fauna e flora local; e fornecem serviços ecossistêmicos à população, como estoque de carbono na biomassa, abrigo à espécies de animais polinizadores, locais de ocorrência de plantas com potencial medicinal, além de serem zonas de recarga de aquíferos, contribuindo assim para o abastecimento de água, dentre outras funções (Assis e Mattos, 2016; Ribeiro e Freitas, 2010). Contudo, mesmo diante de toda a proteção endossada e estabelecida na legislação brasileira, na prática, esses

frágeis ecossistemas encontram-se extremamente ameaçados por ações antrópicas (Vasconcelos, 2014).

A restrita distribuição altitudinal dos Campos de Altitude agrava sua susceptibilidade às mudanças climáticas, o que associado às atividades antrópicas frequentes contribuem para o aumento da vulnerabilidade e a perda da cobertura vegetal desta fitofisionomia. O avanço da expansão urbana, atividades silviculturais, fogo antrópico criminoso, a alta competitividade de espécies invasoras, o avanço da mineração, despejo de resíduos sólidos e a dificuldade de monitoramento e aplicação das políticas públicas de proteção legal, vêm gerando sérios danos a esta fitofisionomia (Pinheiro et al., 2020; Vasconcelos, 2014). A fragmentação e a perda de habitats estão entre as principais ameaças, que intensificam o grau de isolamento das espécies, facilitam a expansão das espécies invasoras e consequentemente a perda de espécies nativas, interações ecológicas e de diversidade genética (Farigh, 2003; Gonzáles et al., 2020). A fragmentação e a perda de habitats causam mudanças significativas nas paisagens, alteram o padrão de distribuição, de diversidade biológica e funcional das espécies, sendo crucial a manutenção dos ambientes naturais, pela contenção e minimização das perturbações antrópicas (Zambrano et al., 2019; Cordeiro e Neiri, 2018).

Dada a diversidade da composição florística e a susceptibilidade destes ambientes à interferência antrópica, são necessários levantamentos dos fatores que causam a redução e perda das áreas de Campos de Altitude. Alinhado à proposta suprarreferida, este estudo teve como objetivos analisar temporalmente as mudanças na extensão dos fragmentos de Campo de Altitude, presentes no perímetro urbano do município de Poços de Caldas/MG, além de identificar e classificar as alterações no uso e cobertura do solo destas áreas, através do mapeamento realizado a partir de duas imagens de satélite obtidas em datas distintas.

2. Metodologia

2.1 Área de Estudo

O município de Poços de Caldas localiza-se na região sul do Estado de Minas Gerais, próximo à divisa de Minas Gerais com o estado de São Paulo (Assis, 2019), em um planalto elíptico com uma altitude média de 1.300 metros (PMPC, 2017a) e uma população estimada para 2021 de 169.838 habitantes (IBGE, 2021). De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante no município é o do tipo Cwb, com temperatura média entre 10 e 15°C e um índice pluviométrico de 1.745 mm ao ano (IBGE, 2019; Moraes e Jiménez-Rueda, 2005; PMPC, 2017b). A mineração, o turismo e o setor secundário são suas principais atividades econômicas (Mataveli e Morato, 2011). No Planalto de Poços de Caldas, assim como em outras regiões de ocorrência, os Campos de Altitude se localizam nos topos de morros com embasamento geológico de origem ígnea ou metamórfica (Moraes e Jiménez-Rueda, 2008; Vasconcelos, 2011).

2.2 Coleta e Análise dos Dados

Para o mapeamento dos remanescentes dos Campos de Altitude do perímetro urbano de Poços de Caldas/MG, duas imagens de satélite oriundas da base de dados Google Earth (versão 7.3.3.7786) foram utilizadas. As imagens têm um intervalo de aproximadamente 13 anos, sendo a primeira imagem de 14 de agosto de 2007 e a segunda, de 21 de junho de 2020. Utilizando a imagem referente ao ano de 2007, foram criados polígonos vetorizados equivalentes às áreas de ocorrência dos Campos de Altitude. As áreas foram identificadas visualmente nas imagens e durante as atividades de levantamento de flora previamente realizadas pela Fundação Jardim Botânico de Poços de Caldas (FJBPC). Seguidamente, os polígonos produzidos foram sobrepostos à imagem relativa ao ano de 2020, sendo possível observar as áreas que apresentaram alterações no uso e cobertura do solo entre os dois períodos (2007-2020).

As áreas alteradas foram representadas em polígonos vetorizados e classificadas de acordo com dados de estudos realizados anteriormente pela FJBPC e por análises visuais das imagens de satélite, sendo comparadas as seguintes métricas da paisagem: morfologia, tonalidade, tamanho, localização, textura e estrutura dessas áreas (De Castro-Panizza e Fonseca, 2011). Foram identificadas, classificadas, mensuradas (em hectares) e analisadas sete categorias de alterações: Espécies de gramíneas invasoras; Urbanização; Silvicultura; Solo Exposto; Expansão de formações arbustivo-florestais; Indeterminada (esta foi evidentemente atribuída quando não houve a possibilidade de identificar o tipo de alteração); e Mineração (Figura1).

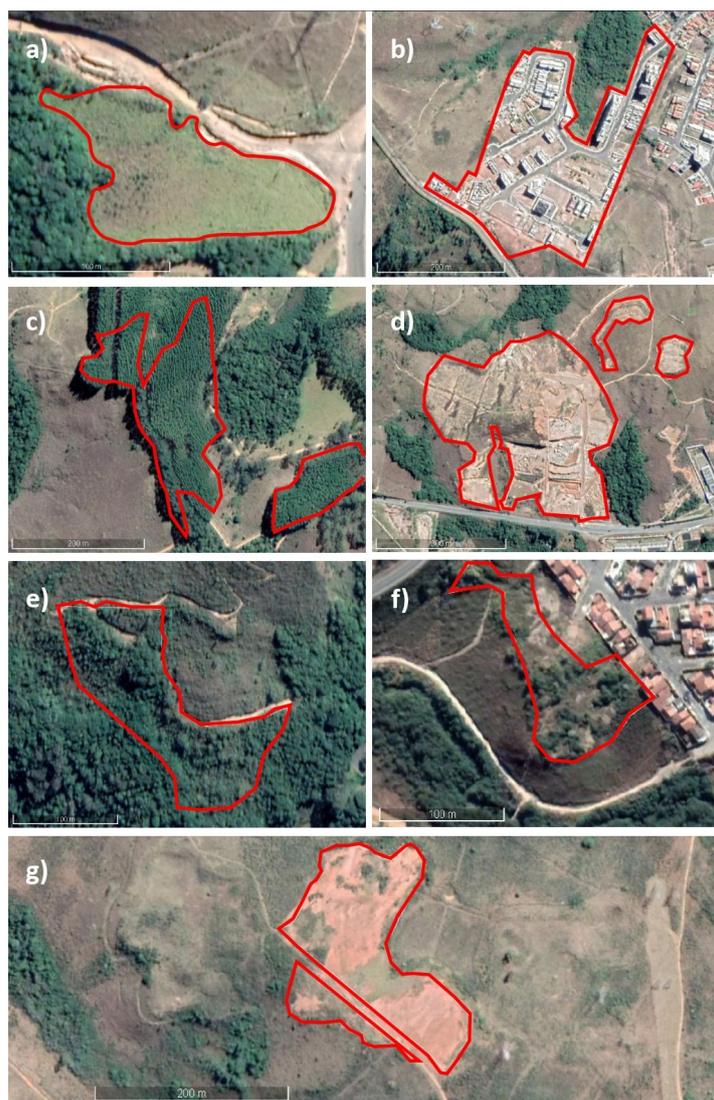


Figura 1. Mosaico de imagens de satélite que apresenta áreas de diferentes usos e coberturas do solo (demarcadas através de linhas vermelhas), onde anteriormente havia a presença de fragmentos de Campos de Altitude. As classificações destas áreas foram: a) expansão de gramíneas invasoras; b) urbanização; c) silvicultura; d) solo exposto; e) formações arbustivo-florestais; f) indeterminada e g) mineração.

Fonte: Elaboração própria com base em imagens do Google Earth.

Estes polígonos, gerados no software Google Earth, foram posteriormente transferidos para o software ArcGIS 10.5 Esri Inc., e convertidos para o formato shapefile. Também foram utilizados dados de feições que representassem as vias urbanas e o perímetro urbano de Poços de Caldas (em formato shapefile); disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pela Prefeitura Municipal de Poços de Caldas. O objetivo do uso desses dados foi facilitar a visualização das áreas estudadas quando definido seu layout de exibição. Todas as feições foram convertidas para o sistema de coordenadas projetadas Universe Transverse Mercator (UTM), no Datum WGS-84 e no Fuso 23S. Através da ferramenta “Merge” foi possível mesclar os diversos polígonos referentes a cada categoria analisada, para representar a área total correspondente às mesmas. Foi possível também, mesclar todos os polígonos de todas as categorias, no intuito de representar o total de alterações ocorridas.

Com a ferramenta Calculate Geometry presente no ArcGIS 10.5 as áreas dos polígonos gerados foram mensuradas em hectares (ha). Estas medições foram utilizadas para comparar as áreas de Campos de Altitude e observar, entre as datas analisadas, as possíveis alterações de cobertura e uso do solo. Por fim, foram calculados, o percentual de variação da extensão dos Campos de Altitude entre as datas analisadas e também os percentuais correspondentes à área de cada possível tipo de alteração de uso e cobertura do solo em relação ao total modificado (Figura 2).

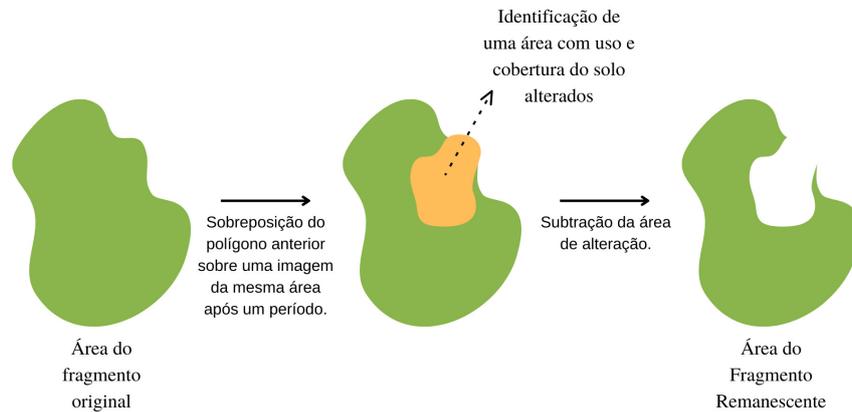


Figura 2. Esquema simplificado da identificação das áreas de alteração de uso e cobertura do solo nos Campos de Altitude e da obtenção das áreas remanescentes em uma escala temporal.

Fonte: Elaboração própria.

3. Resultados e discussão

No ano 2007, a área total de Campos de Altitude no perímetro urbano de Poços de Caldas era de 1604,9 ha, representando um percentual de 18,31% deste limite. Após um período de 13 anos (2020), esta área foi reduzida a 1184,7 ha (percentual de 13,52% do perímetro urbano). Deste modo, entre o período de 2007 a 2020, houve uma perda de 26,18% da fitofisionomia no perímetro urbano do município. A partir desta análise foi possível identificar os tipos de alterações que causaram a perda de hábitat, agrupando-os nas categorias previamente estabelecidas (Figura 3). O histórico de domínio exploratório demonstra a fragmentação e supressão deste ecossistema, decorrente do aumento dos processos de antropização e do crescimento urbano sem o devido planejamento (Rezende et al., 2013). As alterações de uso e cobertura do solo nas áreas de Campos de Altitude se concentram principalmente nas adjacências das regiões urbanas.

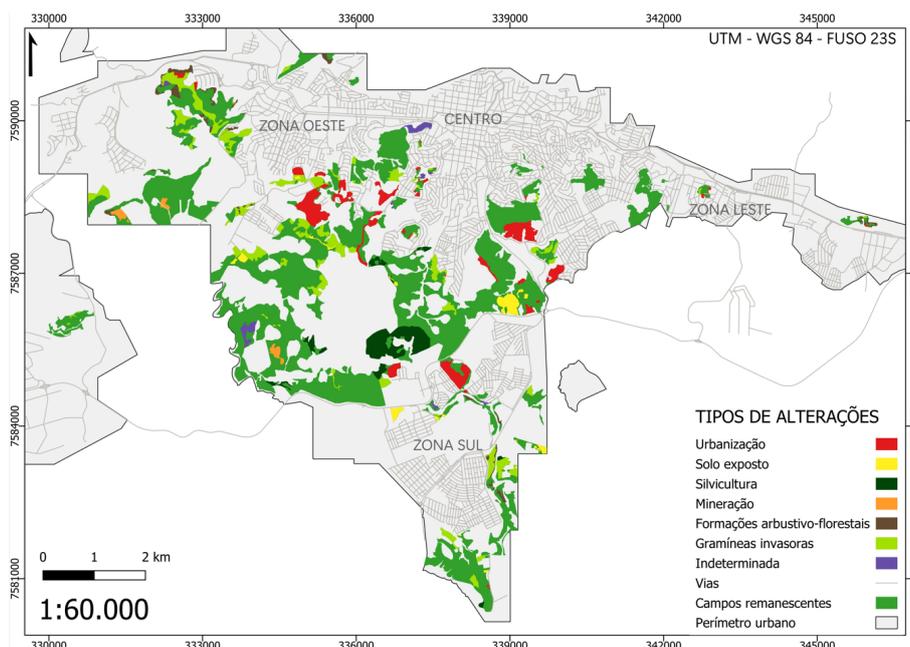


Figura 3. Principais tipos de alterações de uso e cobertura do solo em áreas de Campo de Altitude no perímetro urbano de Poços de Caldas entre os anos de 2007 a 2020.

Fonte: Elaboração própria com base em dados do IBGE.

A alteração mais expressiva foi o avanço de espécies de gramíneas invasoras (38,45%); seguida de alterações decorrentes do processo de urbanização (25,74%) e alterações relacionadas à silvicultura (16,32%). Outras alterações como: expansão do solo exposto (6,54%), áreas de formações arbustivos-florestais (6,18%), mineração (2,70%) e fatores indeterminados também foram evidenciados, em menor porcentagem, no mesmo período (Figura 4).

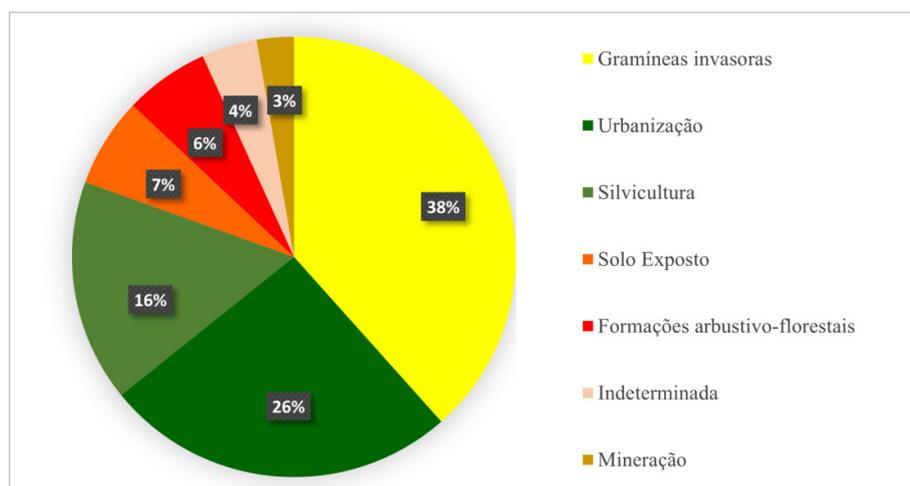


Figura 4. Percentual das categorias de alteração do uso e cobertura do solo dos Campos de Atitude no perímetro urbano de Poços de Caldas - MG entre os anos de 2007 e 2020

Fonte: Elaboração própria.

O avanço de espécies invasoras sobre as áreas de Campo de Altitude, representa 38,45% das alterações observadas, sendo a mais expressiva, com predominância de espécies gramíneas como *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster (capim Braquiária) e *Melinis minutiflora* P.Beauv. (capim gordura). Conforme Oliveira

(2020) e Moraes (2018), este processo de invasão ocorre pois a introdução de espécies exóticas de crescimento agressivo compromete a persistência, distribuição e estabelecimento das espécies nativas, além de contribuir para o aumento do grau de isolamento e intensidade de competição entre as espécies.

O crescimento urbano sobre as áreas dos Campos de Altitude é a segunda alteração mais expressiva (25,74%). Os Campos vêm sofrendo constantes pressões e fragmentações de solo, frutos do avanço de empreendimentos imobiliários e da ocupação humana desordenada (Ribeiro e Freitas, 2010). Tais fatores geram perturbações que intensificam a degradação dessas áreas, levando ao isolamento dos fragmentos de Campos remanescentes e, concomitantemente a perda de populações, fluxo gênico e extinção de espécies (Botezelli et al., 2020).

As alterações ligadas à silvicultura (16,32%) remontam a áreas modificadas anteriormente, sendo que no processo de recuperação das mesmas houve o plantio de espécies exóticas como *Corymbia calophylla* (Lindl.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson (Eucalipto) e *Pinus* sp. (Pinheiro). A utilização dessas espécies gera sérios efeitos sobre as áreas campestres, intensificando a supressão dos fragmentos de vegetação nativa remanescente (Ribeiro e Freitas, 2010). Ambas espécies são fortes competidoras de recursos, como água e nutrientes presentes no solo. As espécies do gênero *Pinus* alteram a disponibilidade de água nos lençóis freáticos, já que suas raízes são mais longas e profundas do que os arbustos, ervas e gramíneas presentes nos campos nativos (Abreu, 2013). Andrade e Fernandes (2021) mostraram que as plantações de eucalipto nos Campos de Altitude de Poços de Caldas colocam as espécies nativas sob maior pressão e risco de serem extintas, devido à competição por polinizadores, micorrizas e água.

Durante expedições dos pesquisadores da FJBPC aos Campos de Altitude do perímetro urbano de Poços de Caldas, foram observadas trilhas características da prática do esporte Motocross. Este esporte de aventura está inserido na série de atividades associadas às alterações de solo exposto, representando 6,56% das alterações observadas. Os esportes de aventura, como o motocross, são comumente promovidos como ecológicos, muitas vezes por falta de conhecimento técnico e conscientização ambiental (Binkowski e Souza, 2016). A prática desordenada deste esporte, sem considerar as questões ambientais, causa diversos impactos - modificação da paisagem com a criação de trilhas; exposição, compactação e erosão do solo; assoreamento de nascentes, além da poluição sonora, do ar e interferência cultural nas comunidades locais (Bahia, 2010).

A expansão de formações arbustivo-florestais representa 6,18% das alterações observadas nos Campos de Altitude. Essa transformação de fisionomia vegetacional pode estar associada às dinâmicas ecológicas presentes nos ambientes campestres nativos. A primeira delas seria a dinâmica de borda de florestas-campo - regiões de borda da floresta tendem a apresentar cobertura de gramíneas menos densas devido a menor luminosidade condicionada pelas árvores. Assim, plântulas jovens de matrizes arbóreas podem encontrar condições favoráveis de solo (rasos) e luminosidade para se estabelecerem, desde que não haja eventos de fogo e pastagem (Pillar, 2003). A segunda hipótese evidencia o impacto das mudanças climáticas nos ambientes sensíveis e a vulnerabilidade das espécies endêmicas e com alto nível de especialização, que não são capazes de responder a elevação da temperatura. Assim, ao deixar o clima mais quente, a expansão de formações arbustivo-florestais é mais estimulada do que o crescimento de espécies

campestres que preferem ambientes mais frios e secos (Assis e De Mattos, 2016). Já a terceira hipótese se refere a falta de manejo ou ao manejo incorreto dos Campos de Altitude, em que, segundo estudos sobre a Ecologia de Paisagens, esses ecossistemas devem ter sua proteção legal associada à prática sustentável, de forma que os campos que ocorrem em mosaicos com bordas de florestas recebam o manejo antrópico planejado e adequado para que às formações arbustivo-florestais não avancem sobre os mesmos (Gomes, 2012).

Outra questão associada ao manejo é a dicotomia do fogo. Em eventos naturais e planejados (em épocas corretas), o fogo auxilia na manutenção das espécies e na qualidade dos campos, impedindo o avanço das florestas. Por outro lado, os eventos antrópicos criminosos recorrentes e intensos, causam a perda de espécies, alteram o ciclo fenológico e facilitam a entrada de planta invasoras (Gomes, 2012).

Já as alterações ligadas à mineração estão presentes em pontos mais restritos da cidade, sendo alguns deles ativos. Para Martinelli (2007) e Barros (2014), a mineração é uma das maiores ameaças aos campos, visto que essa atividade envolve incertezas quanto à eficiência dos planos de recuperação ambiental (Lima et al., 2006; Sánchez, 2011). A recuperação de áreas mineradas é um desafio que requer a integração de técnicas inovadoras e estratégias adequadas às condições específicas do local (Parrotta e Knowles, 2001).

Quando foi possível identificar uma alteração da cobertura do solo que originalmente apresentava Campos de Altitude e não houve uma compreensão clara sobre qual atividade ou fenômeno foi responsável pela mudança, denominou-se a categoria como indeterminada (4,04%). Destarte, sugere-se que sejam realizados estudos mais específicos sobre essas áreas, na tentativa de elucidar os fenômenos que levam à alteração observada. Isto pois, a compreensão minuciosa do que leva à redução dos Campos de Altitude, contribui para o desenvolvimento de políticas e práticas relacionadas à sua conservação.

Mediante a esse cenário, as atividades de uso e exploração dos Campos de Altitude devem ser executadas mediante a prévia autorização pelas autoridades competentes com critério técnico (Brasil, 2006), buscando a evolução dos aspectos urbanísticos da cidade em conjunto com ações que protejam os valores ecológicos, socioeconômicos e culturais do município (Vasconcelos, 2011). O desenvolvimento sustentável deve funcionar como premissa básica para o uso do bioma da Mata Atlântica, todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo. Sua proteção e defesa para presentes e futuras gerações devem ser asseguradas por meio do Poder Público (Brasil, 1998).

Deste modo, o avanço sobre este patrimônio biológico preconiza um investimento público e privado na difusão de informações técnicas corretas sobre estes ambientes, visto que a sociedade, órgãos competentes e empresas de consultoria ambiental atuantes, muitas vezes têm desconhecimento e imperícia sobre os Campos de Altitude. A conscientização socioambiental deve envolver a comunidade científica, civil e órgãos municipais. Assim, uma ferramenta importante para conscientização da população em relação aos Campos de Altitude é a educação ambiental crítica, através dela há uma aproximação entre as pessoas e a natureza, capaz de desenvolver empatia, transmutar atitudes acerca dos problemas ambientais, sociais e políticos (Martins et al., 2015). Outra ferramenta importante para a manutenção desta fitofisionomia é a criação de

áreas de proteção legal, como as Unidades de Conservação (Botezelli et al., 2020). As áreas de distribuição desses habitats são naturalmente pequenas e com baixa competitividade florística em relação aos invasores, a instalação de um condomínio, de uma silvicultura ou de um pasto de capim exótico, por exemplo, em uma vertente montanhosa pode deixar espécies de Campos de Altitude vulneráveis ou mesmo levá-las à extinção local (Mendonça, 2017).

Verificou-se, neste trabalho, a existência de diversos impactos antrópicos que ocasionaram a redução das áreas de Campos de Altitude. Tais impactos devem ser estudados de forma mais específica, a fim de se investigar quais são seus efeitos particulares na fragmentação e perda de habitat, na persistência, distribuição e estabelecimento das espécies relacionadas aos Campos de Altitude.

4. Considerações finais

Os dados obtidos com este mapeamento apontam os principais fatores relacionados às atividades antrópicas de uso e cobertura do solo responsáveis pela redução dos remanescentes de Campos de Altitude, em Poços de Caldas - MG. A conservação dos Campos de Altitude deve ser encarada como prioritária para o município frente a sua relevância na composição da diversidade, dissimilaridade florística, serviços ecossistêmicos e as recorrentes ações antrópicas que colocam esses ambientes sob pressão.

São cruciais o desenvolvimento e incentivo a pesquisas de identificação, monitoramento contínuo dos vetores de pressão, das alterações e impactos (naturais e antrópicos) nos remanescentes dos Campos de Altitude no perímetro urbano de Poços de Caldas, para o planejamento e execução de planos de ações de recuperação e conservação fundamentais para a contenção da fragmentação, perda de espécies e funcionamento dos ecossistemas. Além disso, se faz necessário avaliar como e se a devida compensação ambiental desta fitofisionomia no município tem sido aplicada e quais ajustes são necessários para garantir a conservação desses remanescentes. Deste modo, são necessários estudos que verifiquem o cumprimento da legislação vigente relacionada a esta questão, com o envolvimento e participação dos setores públicos e privados da sociedade.

Dessa forma, o estudo ressalta a necessidade de reparar a perda de 26,18% dos Campos de Altitude e a contenção dos avanços das práticas desordenadas do uso e cobertura do solo e que estudos, somados ao desenvolvimento urgente de ações sociopolíticas aliadas a legislação protetiva da Mata Atlântica que mitiguem e reduzam os impactos a integridade e manutenção dos Campos de Altitude sejam realizados, a fim de diminuir o avanço das alterações e salvaguardar esta fitofisionomia. Isso pode ser feito por meio de ações socioeducativas e da criação de áreas de proteção integral, como Unidades de Conservação em remanescentes de Campos de Altitude no município de Poços de Caldas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, R. C. R. D. (2013). *Ecologia e controle da invasão de Pinus elliottii no campo cerrado*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, USP, p. 93. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-23092013-085713/publico/TeseRodolfoCesarRealDeAbreu.pdf>

- Andrade, M. Q.; Fernandes, G. W. A. (2021). expansão das florestas de eucalipto nos campos de altitude no município de Poços de Caldas. **Anais do 18º Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas**, ISSN on-line nº 2317-9686, 13(1), p.11.
- Assis, L. B. M.; Garcia, P. B. M.; Soncim, S. P.; Jesus, M. C. R. (2019). Análise da oferta do serviço de transporte público no município de Poços de Caldas/MG. *In*: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 33, 2019, Balneário Camboriú-SC. **Anais eletrônicos [...]** Balneário Camboriú, p. 265-272.
- Assis, M. V.; De Mattos, E. A. (2016). Vulnerabilidade da vegetação de campos de altitude às mudanças climáticas. **Oecologia Aust**, 20, p. 24-36.
- Bahia, M. (2010). Uma análise crítica das atividades de aventura: possibilidades de uma prática consciente e sustentável. **Dia a Dia Educação**, p. 13. http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/EDUCACAO_FISICA/artigos/Bahia2.pdf
- Barros, D. A. (2014). **Campos de altitude sob interferência da mineração de bauxita no planalto de Poços de Caldas, MG**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 192 p. <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/2949>
- Botezelli, L.; Willians, E.A.; Braga, J. P. L.; Bucci, M. E. D. A. (2020). Contribuição de Anders Fredrik Regnell ao Conhecimento da Flora do Sul de Minas Gerais. **Ciências ambientais : diagnósticos ambientais** [livro eletrônico]; 1. ed - Ribeirão Preto, SP, 2020.
- Brasil. (2010). CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 423, de 12 de abril de 2010. Dispõe sobre parâmetros básicos para identificação e análise da vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária nos Campos de Altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 abr., 2010.
- Brasil. (2008). Decreto regulamentar nº 6.660, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta os dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e a proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 21 de nov. 2008. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2
- Brasil. (1998). Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 fev. 1998. Retificado em 17 fev. 1998. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm
- Brasil. (2006). Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e a proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 dez. 2006. Retificado em 9 jan. 2007. www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm
- Brasil. (2022). Portaria MMA nº 148, de 7 de Junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. **Diário Oficial da União**, Edição: 108; Seção: 1; Ministério do Meio Ambiente/Gabinete do Ministro; 08 de jun. 2022.
- Binkowski, P. De Souza, R. A. (2016). Impactos socioambientais causados pela prática de motocross no município de São Francisco de Paula/RS. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, 2(3), p.207-216.

- Caiafa, A. N., & Silva, A. F. D. (2005). Composição florística e espectro biológico de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais-Brasil. *Rodriguésia*, 56, 163-173.
- CNCFlora. **Lista Vermelha da Flora brasileira**: versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/listavermelha>
- Cordeiro, A. A. C., Neri, A. V. (2018). Spatial patterns along an elevation gradient in high altitude grasslands, Brazil. *Nordic Journal of Botany*, 37(2), e02065.
- De Castro Panizza, A.; Fonseca, F. P. (2011). Técnicas de interpretação visual de imagens. *GEOUSP Espaço e Tempo (online)*, 15(3), p. 30-43.
- Farhig, L. (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Reviews in Ecology, Evolution and Systematics*, v. 34, p. 487–515.
- FJBPC. Fundação Jardim Botânico de Poços de Caldas. **Lista da Flora do Planalto de Poços de Caldas e Serra de Caldas**. Poços de Caldas, EM CONSTRUÇÃO. <http://jardimbotanico.pocosdecaldas.mg.gov.br/node/1294>
- Gonzalez, A. V.; Gómez-Silva, V.; Ramírez, M. J.; Fontúrbel, F. E. (2020). Meta-analysis of the differential effects of habitat fragmentation and degradation on plant genetic diversity. *Conservation Biology*, 34(3), p. 711-720.
- Gomes, M. A. D. M. (2012). **Caracterização da vegetação de campos de altitude em unidades de paisagem na região do Campo dos Padres, Bom Retiro/Urubici, SC**. 2012. Tese de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/92932>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades: Poços de Caldas. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/pocos-de-caldas/panorama>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). Monografias Municipais: Poços de Caldas. Rio de Janeiro: IBGE. <https://cidades.ibge.gov.br/monografias/3151800.pdf>
- JBRJ - Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Jabot - Banco de Dados da Flora Brasileira**. <http://jabot.jbrj.gov.br/>
- Martinelli, G. (2007). Mountain biodiversity in Brazil. *Rev. Bras. Bot.*, São Paulo, 30(4), p. 587-597.
- Lima, H. M. D.; Flores, J. C. D. C.; Costa, F. L. (2006). Plano de recuperação de áreas degradadas versus plano de fechamento de mina: um estudo comparativo. *Rem: Revista Escola de Minas*, 59, p. 397-402.
- Martins, C.; De Oliveira, H. T. (2015). Biodiversidade no contexto escolar: concepções e práticas em uma perspectiva de Educação Ambiental crítica. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, 10(1), p. 127-145.
- Mataveli, G. A. V. ; Morato, R. G. (2011). Estudo da expansão urbana do município de Poços de Caldas-MG e suas implicações ambientais por meio de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. *In: XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2011 , Dourados. Anais eletrônicos... XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2011.*
- Mendonça, J. G. F. (2017). **Campos de altitude do Parque Estadual da Serra do Papagaio, Minas Gerais, Brasil: composição florística, fitogeografia e estrutura da vegetação**. Tese de Mestrado, Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF. <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/5708>
- Mocochinski, A. Y.; Scheer, M. B. (2008) Campos de altitude na Serra do Mar paranaense: aspectos florísticos. *Floresta*, Curitiba, 38(4), p. 625-640.

- Moraes, F. T.; Jiménez-Rueda, J. R. (2008). Fisiografia da região do planalto de Poços de Caldas, MG/SP. **Brazilian Journal of Geology**, 38(1), p. 196-208.
- Moraes, F. T.; Jiménez-Rueda, J. R. (2005). Importância de estudos fisiográficos no planejamento municipal: exemplo do Jardim Botânico de Poços de Caldas. **Geosciences= Geociências**, 24(3), p. 255-266.
- Moraes, F. T. (2007) **Zoneamento do Planalto de Poços de Caldas, MG/SP a partir de análise fisiográfica e pedoestratigráfica**. 2007. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo. https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102877/moraes_ft_dr_rcla.pdf?s
- Oliveira, R. C.; Reis, P. A. D. 2020. *Melinis in Flora do Brasil 2020*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB25995>
- Parrotta, J. A.; Knowles, O. H. (2001). Restoring tropical forests on lands mined for bauxite: examples from the Brazilian Amazon. **Ecological Engineering**, 17(2-3), p. 219-239.
- Pillar, V. D. (2003). Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de florestal e campos no sul do Brasil. **Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação**, p. 209-216.
- Pinheiro, L. A.; Pereira, N. F.; Braga, D. L. J. P. (2020). Espécies indicadoras dos campos de altitude do planalto de Poços de Caldas e Serra de Caldas, em Minas Gerais. **Regnella Scientia**, 6(3), p. 17-29.
- PMPC - Prefeitura Municipal de Poços de Caldas (2017). A Cidade: Relevo. **Prefeitura de Poços de Caldas**. <https://pocosdecaldas.mg.gov.br/perfil/relevo/>
- PMPC - Prefeitura Municipal de Poços de Caldas (2017). A Cidade: Clima. **Prefeitura de Poços de Caldas**. <https://pocosdecaldas.mg.gov.br/perfil/clima/>
- Rezende, M. G. D.; Elias, R. C. L.; Salimena, F. R. G.; Menini, N. L. (2013). Flora vascular da Serra da Pedra Branca, Caldas, Minas Gerais e relações florísticas com áreas de altitudes da Região Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, 13(4), p.201-224.
- Ribeiro, K. T.; Freitas, L. (2010). Impactos potenciais das alterações no Código Florestal sobre a vegetação de campos rupestres e campos de altitude. **Biota Neotropica**, 10, p. 239-246.
- Safford, H. D. (1999) Brazilian Paramos II. Macro-and mesoclimate of the campos de altitude and affinities with high mountain climates of the tropical Andes and Costa Rica. **Journal of Biogeography**, 26(4), p. 713–737.
- Sánchez, L. E. (2011). Planejamento para o fechamento prematuro de Minas. **Revista Escola de Minas**, 64, p. 117-124.
- Vasconcelos, M. F. (2011). O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do Leste do Brasil?. **Brazilian Journal of Botany**, 34, p. 241-246.
- Vasconcelos, V. V. (2014). Campos de Altitude, Campos Rupestres e a aplicação da lei da Mata Atlântica: estudo prospectivo para o estado de Minas Gerais. **Boletim de Geografia**, v. 32(2), p. 110-133.
- Zambrano, J., et al. (2019). The effects of habitat loss and fragmentation on plant functional traits and functional diversity: what do we know so far? **Oecologia**, 191, 505-518.