

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

IMPORTÂNCIA DE RELEVOS RESIDUAIS PARA A CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE EM ÁREAS ANTROPIZADAS: O TRIÂNGULO
MINEIRO COMO ESTUDO DE CASO

Henrique Aguiar de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Ciências Biológicas da
Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Uberlândia – MG

Outubro - 2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

IMPORTÂNCIA DE RELEVOS RESIDUAIS PARA A CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE EM ÁREAS ANTROPIZADAS: O TRIÂNGULO
MINEIRO COMO ESTUDO DE CASO

Henrique Aguiar de Oliveira

Prof. Dr. Marcelo Henrique Ongaro Pinheiro

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Ciências Biológicas da
Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Uberlândia – MG

Outubro - 2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer imensamente aos meus pais, Nivalda e José Nilton, por terem me dado essa oportunidade e pela confiança em todos os momentos, bons e ruins.

Aos meus tios e tia, Giovânio, Gean e Rachel, que me trazem inspiração e exemplo de pessoas e profissionais. Agradeço por terem me estimulado, desde criança, ao exercício da leitura. Admiro muito vocês.

Agradeço a Universidade Federal de Uberlândia, sobretudo o *campus* Pontal, por ter sido uma espécie de moradia, construção de laços, conhecimentos, pesquisas e vivências, que vou carregar na minha vida, para sempre.

Aos meus companheiros, Naves e Frodo, que desde o 1º semestre da faculdade me abriram portas para que eu pudesse ver um universo muito maior do que eu enxergava da própria Biologia.

Ao meu grande amigo de sala e casa, irmão, Calebe, pelo carinho, vivência juntos dentro das pesquisas, dos campos, por tudo, e por me instigar ainda mais em amar esta savana brasileira.

Ao meu querido irmão Brunin, por todo carinho e vivências que estivemos compartilhando todos esses anos.

Aos meus amigos Wesley, Igor, Mateus, Leopoldo, Brito por todas as trocas, brincadeiras e conversas.

Aos meus amigos da república TALIBAM, Nárnia, JC, Kuririn, Juan, Anderson, Brunin, Brunão, Zé, Lost, Gil agradeço demais a oportunidade de ter conhecido vocês e pelo todo acolhimento. Me sentia em casa mesmo estando há 600 km de distância da minha cidade. Amizades que foram construídas em Ituiutaba, mas que já ultrapassam os limites dessa cidade tijucana.

Aos professores e professoras do ICENP com quem tenho maior apreço, por todos os conselhos, conversas e ensinamentos que compartilhamos.

Aos meus amigos e amigas do LABEC, Calebe, Felipe, Danila, Frodo, Bea, Ana Vi, pela parceria de trabalho e por tornarem o ambiente muito mais descontraído e animado ao lado de vocês.

Agradeço a todo aprendizado, material e espiritual, que tive no terreiro de Umbanda e Candomblé do Babá Anderson. Foi um espaço onde fortaleci laços e tive um respeito enorme junto com pessoas que carrego comigo hoje; Kenneri, Brunin, Letícia, TJ, muito obrigado.

Ao grande amigo artista Groover, com sua genialidade nas palavras e nos versos! Via de mão dupla de troca musical que carregou comigo.

Ao meu amigo Miqueas, por todas as trocas, rimas e pela abertura de conhecer o que é agroecologia e agrofloresta de verdade.

A Dona Hilda e Guina do assentamento Sepé Tiaraju, por todos ensinamentos grandiosos, de uma simplicidade e sabedoria que admiro profundamente. A Tai, Bolonha, Ariel, Thomas, Bill, Lud e todas e todos que pude conhecer nas vivências agroecológicas da EMBRAPA.

Aos meus amigos e amigas do Coletivo Goiabal Vivo, Calebe, Danila, Mateus, Jessica, Karen e Gustavo, por todas as vivências e experiências que construímos juntos. Que essa vontade e esperança que aprendi com vocês de querer mudar o micro para alcançar o macro, em todos os campos da vida, fortaleça ainda mais. Muito obrigado.

Aos meus amigos e amigas de Pará de Minas, que ainda permaneço e cultivo uma amizade de anos e que a distância não foi e não será o que fará esses laços se romperem. A rapaziada de Uberlândia que conheci através do meu amigo Marco Túlio, obrigado por todos os encontros que tivemos.

Agradeço também a MinasBio Consultoria Ambiental, por ter me dado uma visão muito maior do que já tive de trabalho em equipe, em especial nessa área muito importante da Biologia.

E que também foram minha família nesse tempo pandêmico, onde pude conhecer pessoas maravilhosas, que não podia deixar de agradecer por tanto.

Em especial a pessoa Bruna, que admiro e que tive o prazer enorme em conhecer nessa trajetória. MUITÍSSIMO obrigado pelas trocas, em jogar conversas dentro, todo carinho e apoio.

Agradeço especialmente ao Rogério pela ajuda na elaboração dos mapas e construção de ideias sobre o trabalho. Obrigado por ter acatado no início que era ainda uma ideia que perambulava a minha cabeça.

Por fim, ao meu querido orientador Marcelo, agradecer a toda oportunidade que me cedeu desde o meu 1º semestre de Universidade. Ainda é muito pouco do que escrevo aqui, do que realmente vivo e aprendo contigo. Por sempre ser um exemplo de profissional, que é admirável e inspirador. Acredito que se não fosse aquele encontro, mediado pelo próprio Naves, no início da faculdade, meus caminhos iriam ser totalmente diferentes. Obrigado por tudo.

RESUMO

Relevos residuais (RR) representam diferentes formações geológicas, como morros testemunhos (MT) e *inselbergs*, que se projetam acima da superfície circundante, por terem uma resistência maior à erosão. Podem manter mecanismos ecológicos essenciais para o funcionamento dos ecossistemas, fornecendo refúgios para muitas espécies, resguardando, portanto, a biota adaptada às condições desses ambientes, além de contribuírem para a regulação da hidrografia regional. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o estado da arte da cobertura vegetal no Triângulo Mineiro (TM), Brasil, região usada como estudo de caso, especificamente das coberturas savânicas localizadas em RR. E propor, ainda, incrementos para a conservação, através da proteção de RR. Sustenta essa proposta, o fato de muitos RR serem áreas com uma proteção insuficiente e com uma baixa ocupação por atividades agropecuárias devido a afloramentos rochosos que dificultam essas atividades. Para tanto, foi feita uma revisão bibliográfica e processamento de imagens de satélite, que resultou no mapeamento de 90 morros na região do TM. Foi possível observar maior ocupação de formações florestais nas encostas dos MT, seguida de fisionomias savânicas nas mesas. Foi possível também observar que, se essas elevações no TM forem protegidas efetivamente, aumentaria em 87% as áreas savânicas conservadas nessa região. Dessa forma, nosso trabalho indicou que o potencial de RR, para esforços conservacionistas regionais é elevado, devendo ser considerado nas tomadas de decisão para a proteção da biodiversidade do TM.

Palavras-chave: Áreas protegidas, Cerrado, *Small Natural Features*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
2.1. Área de estudo.....	10
2.2. Análise dos dados.....	13
2.2.1. Delimitação dos morros testemunhos.....	13
2.2.2. Integridade da cobertura vegetal.....	14
2.2.3. Áreas protegidas no TM e relevos residuais em outras regiões.....	15
3. RESULTADOS.....	15
3.1. Delimitação dos morros testemunhos.....	15
3.2. Integridade da cobertura vegetal dos morros testemunhos.....	15
3.3. Áreas protegidas no Triângulo Mineiro.....	16
4. DISCUSSÃO.....	18
4.1. Estado da arte da cobertura vegetal do Triângulo Mineiro.....	18
4.2. Integridade da cobertura vegetal.....	19
4.3. Refúgio da biodiversidade animal.....	19
4.4. Biodiversidade vegetal.....	20
4.5. Serviços ecossistêmicos.....	21
4.6. Áreas protegidas.....	22
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
6. REFERÊNCIAS.....	24
7. ANEXO 1. Normas da revista.....	34

1. INTRODUÇÃO

Afloramentos rochosos são definidos como feições geológicas que se projetam acima da superfície da terra que contorna (FITZSIMONS & MICHAEL, 2017). Se formam quando partes menos resistentes da paisagem se deterioram ao longo de milhões de anos, mantendo relevos residuais (RR) com maior resistência à erosão (TWIDALE, 2012). RR com afloramentos rochosos são encontrados em todos os continentes, na maioria das zonas climáticas, em diversos tipos de vegetação (FITZSIMONS & MICHAEL, 2017), podendo variar em tamanho, formato, geomorfologia e o tipo da rocha encontrada, *e.g.* graníticas, sedimentares, cársticas, basálticas e gnáissicas (LARSON *et al.* 2005; TWIDALE & ROMANI, 2005; TWIDALE, 2012). Morros testemunhos (MT), por exemplo, são RR de topo plano que precedem frentes de planaltos sedimentares ou sobre estes planaltos, chapadas e tabuleiros, resultantes do recuo pela erosão de frente de *cuesta* ou de outras escarpas de relevos tabuliformes (IBGE, 2009). Essas formações residuais podem ser consideradas *small natural features* (SNFs), conceito discutido por HUNTER JR (2017), significando que SNFs possuem papéis ecológicos chave, que seriam desproporcionais ao tamanho de suas próprias áreas. A razão para tanto, é que SNFs forneceriam abrigo e recursos essenciais, *e.g.*, proteção contra predadores, alimento, para a perpetuação de muitas espécies animais e vegetais, os quais podem ser limitantes em escala de paisagem (HUNTER JR, 2017; FITZSIMONS & MICHAEL, 2017; CARVALLO *et al.* 2019; AGUIAR-CAMPOS, 2020).

Mesmo pequenos RR, conseguem suportar uma diversidade biológica composta, muitas vezes, por espécies endêmicas, adaptadas a níveis elevados de estresses ambientais, *e.g.* escassez de água, altas temperatura, distribuição irregular de chuvas, solo rasos. (MICHAEL & LINDENMAYER, 2012; POREMBSKI & BARTHLOTT, 2000; MILCHUNAS & NOY-MEIR, 2002). Para muitos organismos, solos rasos em RR, normalmente, impõem condições adversas, especialmente, para o estabelecimento da biota vegetal característica dessas áreas (BARTHLOTT *et al.* 1993; PÉREZ-GARCÍA & MEAVE, 2005; ARAÚJO *et al.* 2006; FELFILI *et al.* 2007; POREMBSKI, 2007). Não obstante, RR fornecem habitats para uma elevada diversidade de fauna especializada, incluindo mamíferos de pequeno a médio porte (MARES, 1997; WITHERS & EDWARD, 1997; MORRIS, 2000), aves (CLEMENTS *et al.* 2006, WOINARSKI *et al.* 2009), répteis (MICHAEL *et al.* 2008, 2010), além de inúmeros invertebrados (COUPER

& HOSKIN, 2008; BRABY *et al.* 2011; AGUIAR & GAGLIANONE, 2011; MICHAEL, 2014; BUSCHKE *et al.* 2020).

Além do impacto para esses ambientes causado pelas mudanças climáticas em curso (GIBBONS *et al.* 2000), que ameaça espécies endêmicas, principalmente, pelo aumento da temperatura e pela redução da água disponível (BICKFORD *et al.* 2010), os RR sofrem ainda com a interferência humana direta. Degradações desses ambientes podem ser causadas por uma ampla variedade de fatores antrópicos, que dependerá do tamanho e localidade dessas formações (MICHAEL *et al.* 2010). Em várias regiões agrícolas no mundo, RR, na presença de afloramentos rochosos de pequenas dimensões, são frequentemente degradados por atividades humanas diversas (MICHAEL & LINDENMAYER, 2012; FITZSIMONS & MICHAEL, 2017). Na região de Seronera, noroeste da Tanzânia, por exemplo, afloramentos rochosos, próximos a construções humanas, como edifícios e trilhas, tendem a impactar o ambiente natural pelo alto tráfico de pessoas e veículos (TRAGER & MISTRY, 2003). Na Austrália, nas regiões utilizadas em práticas agropastoris, os níveis de cobertura vegetal removidas estão entre os mais altos do mundo (HOBBS & SAUNDERS, 2012), restando principalmente fragmentos de vegetação natural em áreas de relevos irregulares na presença de afloramentos rochosos. Ambientes Cársticos montanhosos em países como Belize, Guatemala, Honduras, El Salvador, Costa Rica, Nicarágua e Panamá, localizados na América Central, são ameaçados em virtude do desmatamento, introdução de espécies e mineração (KUENY & DAY, 2002). Na Bolívia, áreas montanhosas de savana, que possuem enorme valor para conservação de espécies endêmicas, não são legalmente reconhecidas e protegidas (MAMANI *et al.* 2010). No Paraguai, a rápida expansão agrícola ameaça todas as regiões savânicas desprotegidas do país, inclusive as localizadas em RR (ROBBINS *et al.* 1999).

No Brasil, uma combinação de intensa expansão da fronteira agrícola, escassez de incentivos para proteção da biodiversidade e falta de fiscalização ambiental efetiva, foram alguns dos principais fatores que contribuíram para a degradação de seus biomas, em especial o Cerrado (RATTER, 1997; STRASSBURG *et al.* 2017; OVERBECK *et al.* 2018), apesar de ser um dos *hotspots* de biodiversidade mundiais (MITTERMEIER *et al.* 2000; MYERS *et al.* 2000). A biota encontrada em RR no país, mesmo no bioma Cerrado, também sofre intensa pressão, principalmente por ações relacionadas à mineração, como a extração de calcário e ferro (SILVA & SCARIOT, 2004; JACOBI & DO CARMO, 2008; FERNANDES *et al.* 2014), por invasões biológicas (FERNANDES *et al.* 2015) e queimadas (FIGUEIRA *et al.* 2016). Em RR, em muitas partes do Brasil, é significativa

a ocorrência de Cerrado, especialmente ocupando Neossolos Litólicos, geralmente de origem quartzítica ou arenítica (EITEN, 1972; MOURA *et al.* 2011). Estima-se que 7,5% do bioma ocorra nesses ambientes, com variada presença de lenhosas (REATTO *et al.* 2008), nas quais podem ser observadas características vegetacionais peculiares a essas áreas rupestres (EITEN, 1972; FURLEY, 1999; RIBEIRO & WALTER, 2008, MOURA *et al.* 2011).

O Cerrado é um exemplo de bioma savânico brasileiro, o qual possui, atualmente, áreas protegidas insuficientes e desconexas em uma paisagem definida pela influência antrópica (GRANDE *et al.* 2020; SAURA *et al.* 2017). Infelizmente, a maioria das práticas e políticas de conservação usadas ainda hoje são planejadas para a conservação de áreas amplas, sendo mal adequadas para a escala de SNF (BAUER *et al.* 2017; HERRERA *et al.* 2017). E, muitas vezes, são desenvolvidos projetos de restauração com o foco em ecossistemas florestais, mantendo vulneráveis outros tipos de vegetação, como as formações savânicas (FERNANDES *et al.* 2018). Para se ter ideia da vulnerabilidade do Cerrado, atualmente apenas 7,5% do bioma savânico estão em áreas públicas protegidas, e a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) (nº 12.651/2012) garante que somente 20% da vegetação natural de terras privadas sejam conservadas (STRASSBURG *et al.* 2017), e as regiões que são menos protegidas localizam-se na porção Sul e Sudoeste do bioma (COLLI *et al.* 2020). No estado de Minas Gerais, por exemplo, menos de 2% dos remanescentes de Cerrado encontram-se dentro de Unidades de Conservação (UCs) de proteção integral (IEF, 2012). Situação similar pode ser encontrada na região do Triângulo Mineiro (TM), uma das regiões prioritárias para conservação desse bioma (CAVALCANTI & JOLY, 2002). Nessa região, reservas naturais abrangem menos que 0.01% das áreas protegidas (SALVIO *et al.* 2018), sendo raros os fragmentos savânicos remanescentes maiores que 100 ha na região (CAVALCANTI & JOLY, 2002). Não é surpreendente que os habitats mais íntegros de vegetação savânica, na região do TM, estejam localizados em RR, onde muitas dessas áreas possuem afloramentos rochosos (MACHADO *et al.* 2004; BENITES *et al.* 2007; PINTO *et al.* 2009).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar o estado da arte da conservação das coberturas vegetais, especialmente das savânicas, encontradas em RR, na região do TM, em uma avaliação sobre o potencial dessas áreas para a conservação da biota regional. Para tanto, foram analisadas, através de

processamento de imagens de satélite, a extensão das formações vegetais nativas e de ambientes modificados nesses ambientes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A região de abrangência, utilizada no presente estudo, foi o TM, que se localiza no estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil, abrangendo um total de 90.545 km² (Fig.1) (IBGE, 2010). Está situado entre os rios Grande e Paranaíba, formadores do rio Paraná. A região faz parte da Bacia Sedimentar do Paraná (RADAM BRASIL, 1983), na qual os relevos são caracterizados como mediantemente dissecados, com a presença de vales encaixados e vertentes com declives acentuados. A geomorfologia é caracterizada pela ocorrência de planaltos, planos ou dissecados, e planícies (RADAM BRASIL, 1983).

Em nosso estudo foram consideradas áreas sobre relevos RR, especialmente MT areníticos e calcários originários do grupo Bauru, da Formação Marília. MT podem ser definidos como RR de topo plano, que precedem frentes de planaltos sedimentares ou sobre estes planaltos, chapadas e tabuleiros (IBGE, 2009). Esses arenitos são agregados por cimento de carbonato de cálcio e argilas, de espessura variada, o que lhes confere maior resistência em relação ao intemperismo e à erosão (BACCARO *et al.* 2001). Em algumas regiões, os solos são originados a partir do retrabalhamento do arenito Bauru com o cimento calcífero, resultando em uma fina camada de solo eutrófico com afloramentos calcários (EMBRAPA, 1982).

O solo predominante na região do TM é Latossolo Vermelho distrófico (IBGE, 2001), sendo as áreas de afloramento descritas como Neossolos (IBGE, 2007), que correspondem a *entisol*, de acordo com a classificação Norte-americana (USDA, 1999), e *leptosol*, de acordo com a classificação internacional (IUSS, 2006). O clima foi definido, segundo classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2013), como típico das savanas tropicais, com invernos secos e um período chuvoso (Aw).

A vegetação lenhosa predominante nas encostas rochosas dos MT pôde ser definida como pertencente a formações florestais. As rochas são de origem arenito-calcária, contribuindo para que as encostas sejam muito acidentadas e com alto declive. No topo dos morros, com frequência podem ser encontradas vegetações herbáceo-arbustiva, correspondendo a características de cerrados *sensu stricto* rupestres, em

afloramentos arenítico (Fig. 2) e calcário (Fig. 3), definindo ambientes típicos de áreas com afloramentos rochosos (RIBEIRO & WALTER, 2008).

Atualmente, o TM possui cerca de 62,7 mil hectares de vegetação nativa de Cerrado protegidas, preservados em Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral e de Uso Sustentável, através de Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPNs), além de Áreas de Preservação Ambiental (APA), *e.g.* Refúgio de Vida Silvestre Estadual dos Rios Tijuco e da Prata, RPPN Cachoeira da Sucupira e Parque Estadual do Pau Furado (IEF, 2018a).

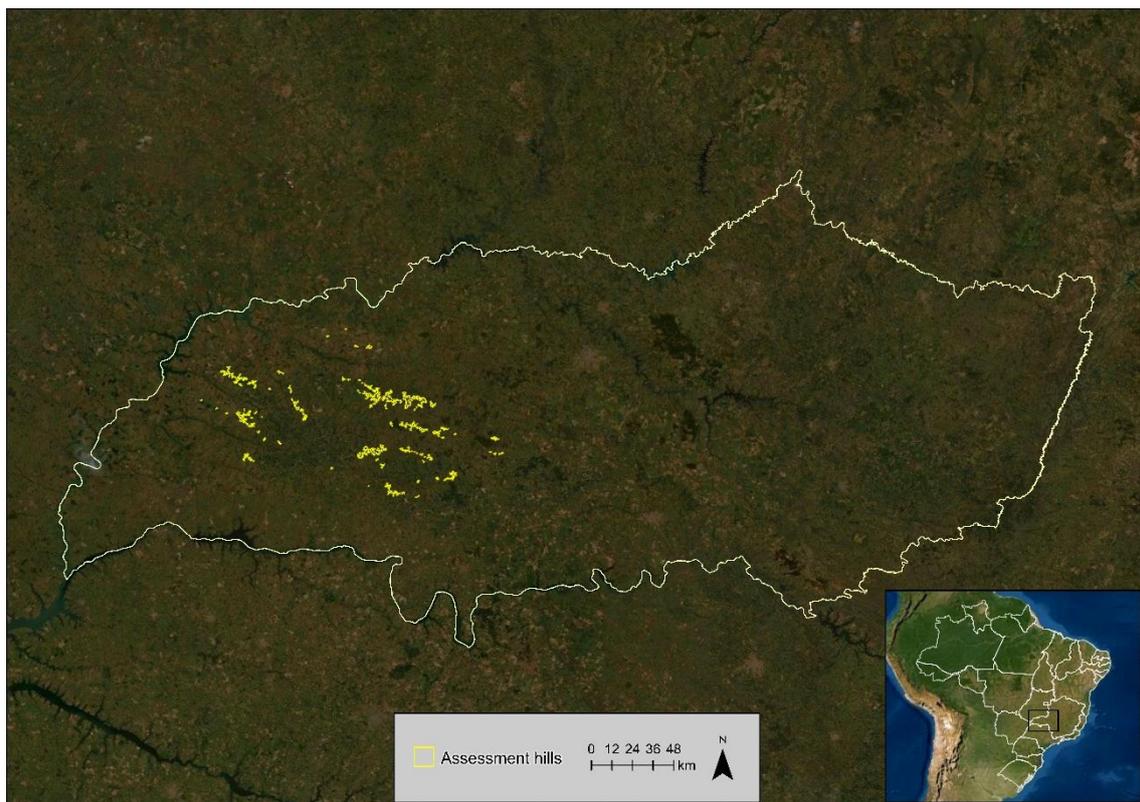


Figura 1. Região do Triângulo Mineiro localizada no Sudeste brasileiro, e morros testemunhos representados em amarelo.



Figura 2: Cerrado *sensu stricto* em afloramento arenítico situado no topo de morro em um relevo residual no Triângulo Mineiro.



Figura 3: Cerrado *sensu stricto* em afloramento calcário situado no topo de morro em um relevo residual no Triângulo Mineiro.

2.2. Análise dos dados

2.2.1. Delimitação dos morros testemunhos

O mapeamento dos MT na área de estudo foi realizado utilizando dados do Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução espacial de 30 m disponíveis na plataforma *EarthExplorer* (<https://earthexplorer.usgs.gov>) gerido pela NASA. Após a obtenção dos dados para a região, foi possível obter a declividade das áreas consideradas, utilizando a ferramenta *Slope* do pacote *Spatial Analyst Tools* no programa ArcGIS 10.5.

Consideramos a declividade como parâmetro significativo para determinar quais morros estão assegurados pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) nº 12.651/12. De acordo com a lei, áreas situadas no topo de morros, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25° são consideradas Áreas de Proteção Permanente (APP) (BRASIL, 2012). A partir do mapa de declividade, foi elaborado um arquivo contendo a delimitação dos MT e a topografia desses RR. Essa delimitação foi realizada no MDE com o auxílio da ferramenta *Contour*, do pacote *Spatial Analyst Tools*.

Através desse procedimento foi feito o contorno da imagem e a delimitação das áreas de mesma altitude, gerando, assim, curvas de nível do terreno. Dessa forma, foi possível a sobreposição da camada gerada pelo *Contour* e a imagem obtida pelo *Slope*. Esse procedimento possibilitou delimitar as áreas de interesse para nosso estudo. Todo o processamento de imagens foi realizado através do software ArcGIS 10.3 (ESRI, 2019).

2.2.2 *Integridade da cobertura vegetal*

Para análise da integridade da cobertura vegetal nos MT, foram utilizados os dados de cobertura e uso do solo do projeto *MapBiomass*, produzidos a partir de algoritmos de *machine learning* com o uso de imagens de satélites *Landsat*, na plataforma *Google Earth Engine*. Os dados da coleção 4.1 do *MapBiomass* contém o mapeamento de todo o território brasileiro desde 1985 até 2018. Dessa forma, para a análise temporal de uso do solo, optou-se por utilizar intervalos de 10 anos, entre 1988 e 2018, considerando que a dinâmica vegetacional ocorre de maneira gradual e contínua ao longo do tempo. Deste modo, foram extraídas informações referentes à integridade da cobertura vegetal natural nos MT para o período mencionado, diferenciando das áreas antropizadas. A partir desse procedimento foi possível observar alterações na paisagem, especialmente por influência antrópica. Além de classificar, de modo geral, as áreas para o ano de 2018, dentro de duas categorias quanto ao uso do solo, definidas como *áreas antropizadas* e *áreas naturais*.

Para a análise temporal foi ajustado um modelo linear generalizado com distribuição beta, utilizando os dados de porcentagem de cada categoria de uso do solo obtido, sem considerar diferenças entre os tipos de uso do solo dentro do mesmo ano. Essa análise teve por intenção observar variações temporais quanto à ocupação espacial das áreas estudadas e, dessa forma, ser possível identificar se houve alterações na integridade da vegetação nos MT. Posteriormente, para caracterizar o uso do solo atual, foi realizado um Teste T não pareado, considerando áreas antropizadas e com vegetação natural, e seus respectivos valores de ocupação, para cada morro amostrado. E, por fim, foi realizada uma análise do uso do solo em cada uma das subcategorias encontradas, *i.e.*, antropizadas: agricultura, pastagem e áreas não vegetadas; e áreas naturais: remanescentes florestais e savânicos. Todas as análises estatísticas foram executadas no software R v. 4.1.0.

2.2.3 *Áreas protegidas no TM e relevos residuais em outras regiões*

Para o levantamento de informações das áreas protegidas no TM, foi utilizado o banco de dados do Instituto Estadual de Florestas (IEF) de Minas Gerais no ano de 2018. A partir desses dados, foram definidas as áreas em hectares (ha) das diferentes categorias de Unidades de Conservação, e quais as fisionomias do Cerrado pertencem essas áreas, *i.e.*, florestais ou savânicas. Foi realizado também uma revisão bibliográfica de trabalhos sobre o estado de conservação de RR na presença de afloramentos rochosos, situadas no Brasil e em outros países.

3. RESULTADOS

3.1. *Delimitação dos morros testemunhos*

Foram mapeados 90 MT na região do TM com altitude média de 667,49 m (d.p. $\pm 91,39$ m), abrangendo 26.884,4 ha. A declividade média mínima para delimitação e inclusão como Áreas de Preservação Permanente (APP) em RR, deve ser maior que 25° (BRASIL, 2012). No presente estudo, a declividade média encontrada foi de 9,54° ($\pm 7,68^\circ$), com mínima de 0° e máxima de 49,8° (Fig. 4), indicando que a maioria dos MT não é protegida de acordo com a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), com uma alta irregularidade nas encostas dos RR.

3.2. *Integridade da cobertura vegetal dos morros testemunhos*

A avaliação da integridade ambiental dos MT indicou que, ao longo dos anos, a ocupação antrópica diminuiu nas áreas amostradas ($df = 6$, $p < 0,01$), em 1988 com 60% para 2018 com 56%, enquanto a porcentagem de vegetação nativa aumentou, de 40%, em 1988, para 44% em 2018 (Fig. 5).

Atualmente, a maior parte da região dos MT é ocupada por atividades agropastoris (55%, Fig. 6), das quais a maior parte corresponde a pastagens, compreendendo um total de 14.737 ha. Já a área de vegetação natural, exibe um total de 44% com formações florestais nas encostas dos MT, apresentando 21% de área ocupada, totalizando 5.656 ha (Fig. 5). A área antrópica em 2018 diferiu da área de vegetação natural ($df = 84$, $p < 0,01$, Fig. 5), onde pastagens e florestas nas encostas tiveram os maiores valores, seguidos por áreas de savana (*c.a.* 18,9%, 5.098 ha), campos (*c.a.* 3,9 %, 1.044 ha), áreas de plantio

(c.a. 0,6% 169 ha), florestas plantadas (c.a. 0,4%, 108 ha) e, por fim, áreas não vegetadas (c.a. 0,2%, 69 ha).

3.3. Áreas protegidas no Triângulo Mineiro

Com base no levantamento bibliográfico realizado de áreas protegidas no TM, atualmente existem 18 Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPNs), protegendo 3.672,7 ha (IEF,2018d), uma APA, com 46.300 ha (IEF, 2018c), e três Unidades de Conservação (UCs) estaduais de Proteção Integral, somando 12.733,07 ha (IEF,2004; IEF, 2007; IEF, 2018b). Essas áreas protegidas, que abrigam remanescentes de Cerrado e Mata Atlântica, totalizam 62.705,77 ha, sendo que o Cerrado é mantido em cerca de 5.858,8 ha.

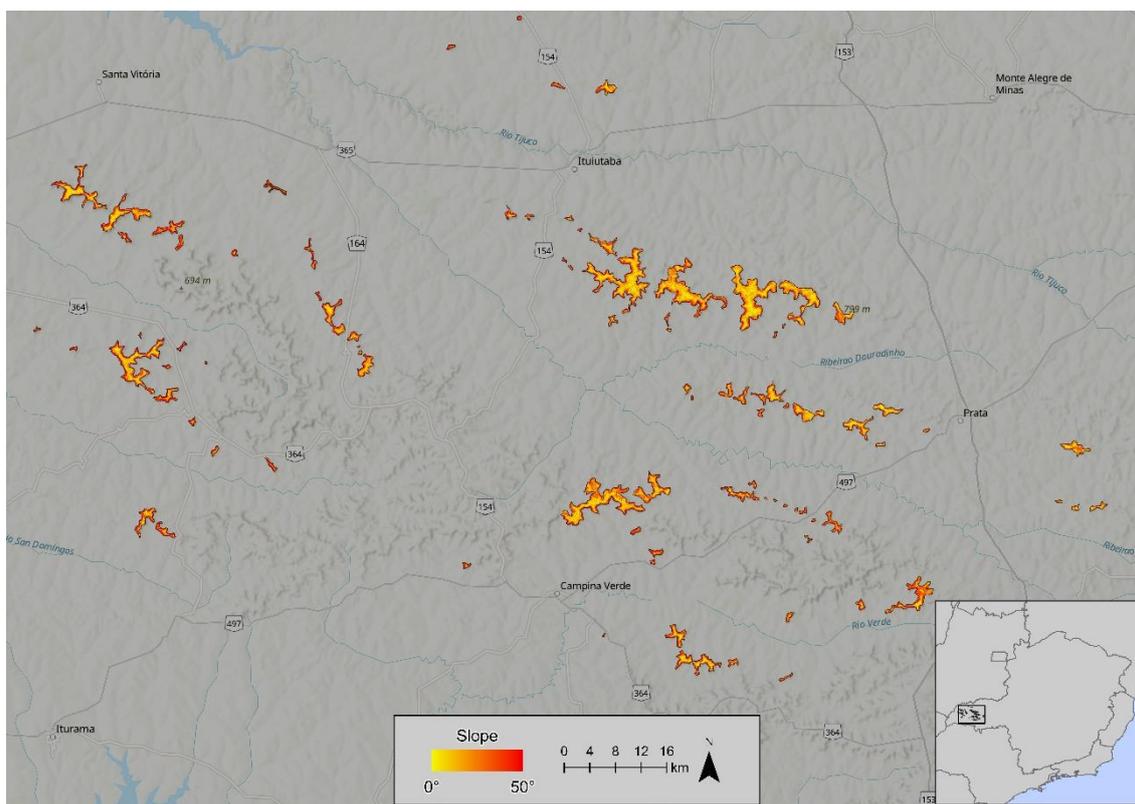


Figura 4. Mapa de declividade e delimitação dos morros testemunhos na região do TM.

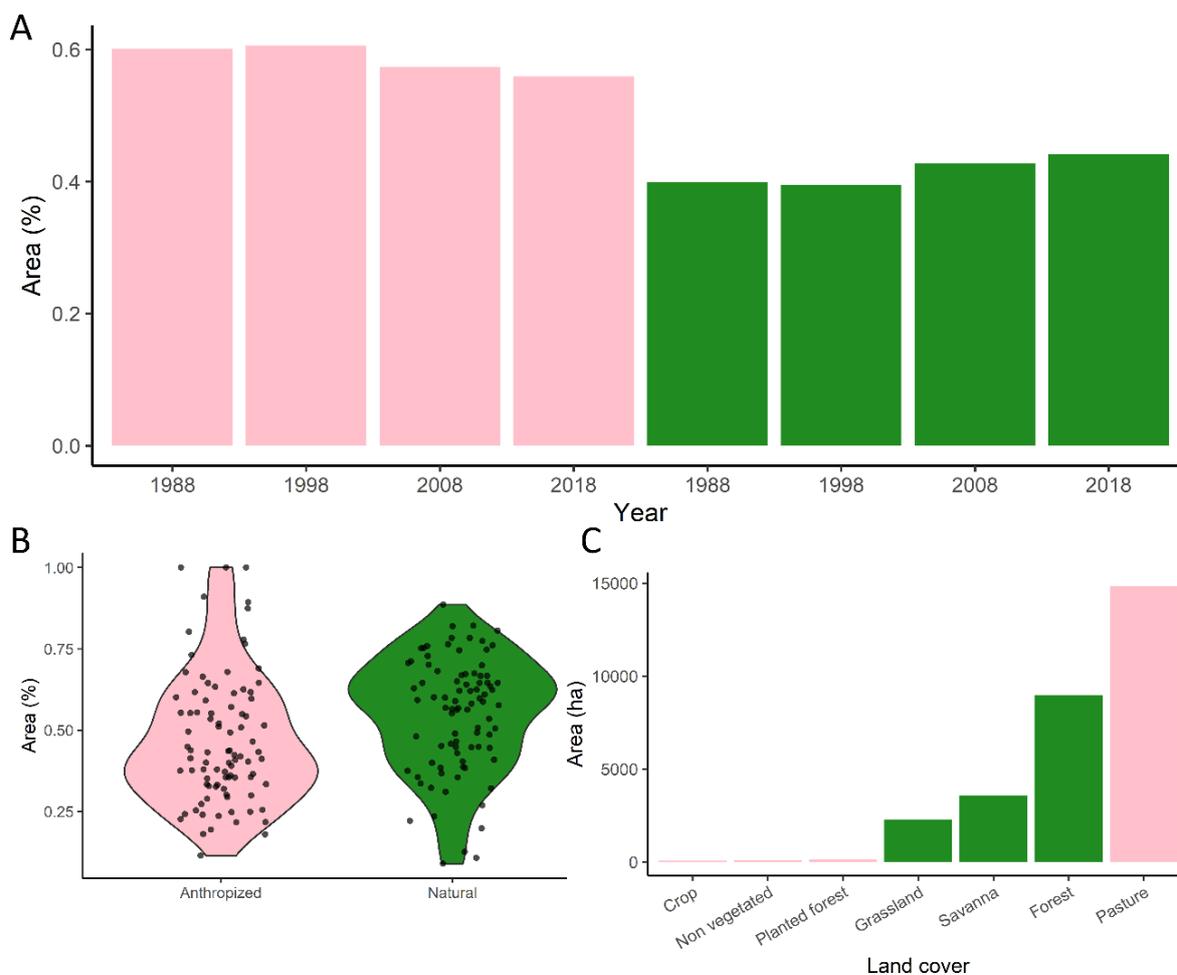


Figura 5. (A) Porcentagem de ocupação antrópica (rosa) e natural (verde) nas áreas dos morros testemunhos ao longo de 30 anos; (B) Discriminação de áreas antrópicas e vegetação nativa nas áreas amostradas no ano de 2018 em cada morro testemunho; (C) Caracterização do uso do solo de acordo com o *MapBiomias* no ano de 2018 nas áreas amostradas.

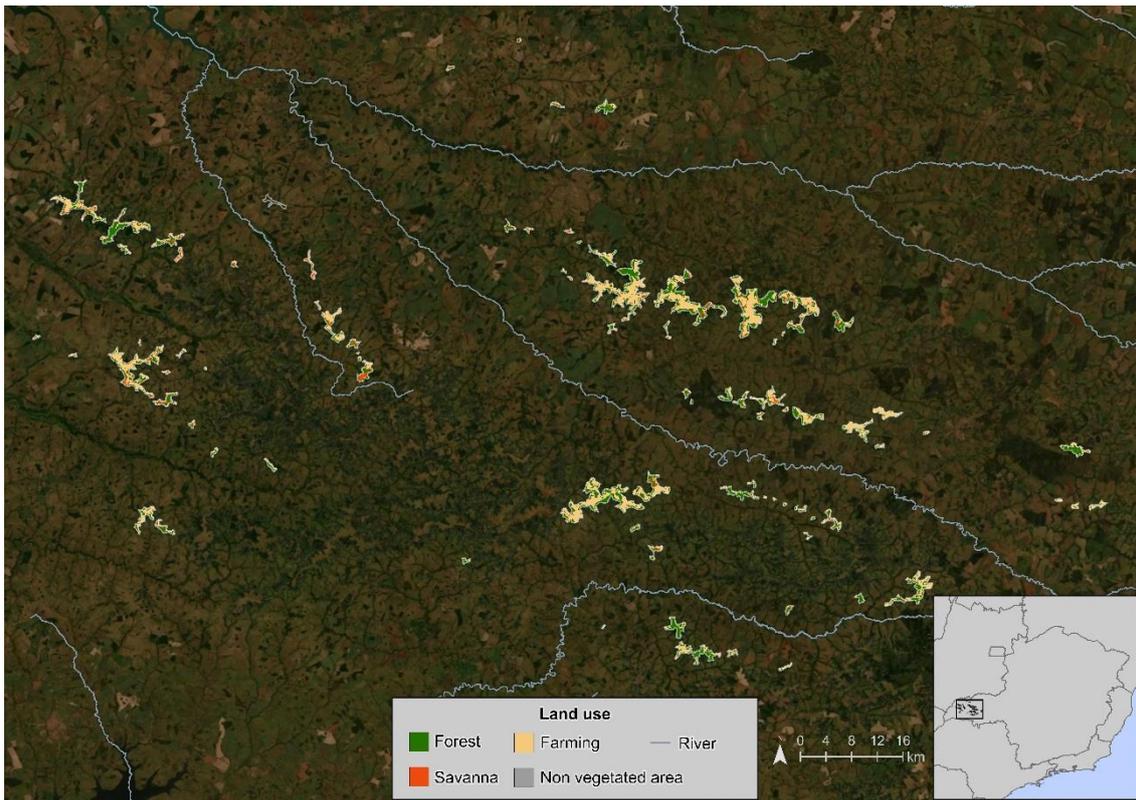


Figura 6. Mapeamento do uso de solo na região do TM e nos morros testemunhos segundo o *MapBiomias*. *Notações: formações florestais (verde), fitofisionomias de Cerrado (laranja), pastagens, áreas de plantio e áreas plantadas (amarelo), áreas não vegetadas (cinza).

4. DISCUSSÃO

4.1. Estado da arte da cobertura vegetal do TM

Apesar da porcentagem maior de área ocupada nos MT ter sido por ambientes antrópicos, *e.g.* pastagens, a ocorrência de considerável cobertura de vegetação nativa savânica no topo e de florestal nas encostas sustentam a importância desses remanescentes como refúgios da biota regional. E a informação de que a ocupação antrópica diminuiu 4% nessas áreas no período estudado (1988 a 2018) é um indicativo da possibilidade da destinação de RR como áreas protegidas especiais no TM. Região essa intensamente ocupada por atividades agropecuárias, ameaçando intensamente formações vegetais savânicas (CAVALCANTI & JOLY, 2002). Essa providência contribuiria, além disso, para o esforço conservacionista de ecossistemas há muito negligenciados em nosso país, como os rupestres (FERNANDES, 2016), apesar de sua biodiversidade e endemismos, influenciados pela variação de relevos, tipos edáficos e ambientes associados (FERNANDES *et al.*, 2016; SCHAEFER *et al.*, 2016).

4.2. Integridade da cobertura vegetal

Quanto ao aumento da cobertura vegetal (4%) nos RR estudados, dois fatos históricos concomitantes, possivelmente, contribuíram: a mudança do uso e ocupação do solo no TM, influenciado pela alteração da matriz econômica; e a evolução da Legislação Ambiental Brasileira. O processo de ocupação do território na região do TM foi marcado nos séculos XVIII e XIX, pela produção de arroz, feijão, milho, carne e, especialmente, laticínios (INÁCIO & SANTOS, 2011). Essa produção agroindustrial permaneceu como principais atividades econômicas no TM até meados de 1980-1990, com o advento das grandes monoculturas, como soja e cana-de-açúcar (MARTINS, 1998). O avanço exponencial da monocultura, a partir do final da década de 90, gerou uma tendência à homogeneização da paisagem agrícola do TM (INÁCIO & SANTOS, 2011; VIEIRA & ROSENDO, 2015), através da ocupação de áreas de maior aptidão agrícola (GOMES *et al.*, 1982). Portanto, a presença e frequência da utilização dos morros, como áreas destinadas para pastagem, sofreu sensível redução, principalmente pelo aumento da prática de arrendamento de terras para as empresas sucroalcooleiras (INÁCIO & SANTOS, 2011; VIEIRA & ROSENDO, 2015), que não cultivam cana-de-açúcar em áreas de RR.

4.3. Refúgio da biodiversidade animal

A vegetação savânica, presente em morros com afloramentos rochosos, pode servir como um espaço de refúgio local para a biota, atuando como ilhas de vegetação em meio a paisagens antropizadas (MEWS *et al.* 2014). Há registro no TM, por exemplo, de mamíferos em estado de conservação vulnerável, que se beneficiam dessas áreas, mesmo não estando protegidas efetivamente, *e.g.* onça-parda (*Puma concolor*), gato-mourisco (*P. yagouaroundi*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), raposa-do-campo (*Lycalopex vetulus*) e tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) (ALVES *et al.* 2014; LVFBAE, 2018a). Tendo em vista a expansão agrícola e da malha de transporte (DE MARCO *et al.* 2020), esses animais, podem utilizar os morros como refúgios, ou mesmo abrigos temporários, sendo, portanto, espaços efetivamente importantes para a

conservação da biota regional, cuja vulnerabilidade aumentou significativamente (HIDASI-NETO *et al.* 2019; BUSCHKE *et al.* 2020).

A avifauna regional, como as espécies *Alectrurus tricolor*, *Sporophila hypoxantha*, *S. palustres* e *S. melanogaster*, sendo a última, endêmica do Brasil (LVFBAE, 2018b), por possuir maior capacidade de deslocamento, pode utilizar os MT como *stepping stones*, *i.e.*, deslocando-se entre fragmentos, mantendo metapopulações viáveis (BENNETT, 1999; FISCHER & LINDENMAYER, 2002a; FISCHER & LINDENMAYER, 2002b) e proporcionando o fluxo e trocas gênicas (FISCHER & LINDENMAYER, 2002a; SAURA *et al.* 2014; HERRERA *et al.* 2017).

Alguns exemplos em condições ambientais similares como estudos utilizando borboletas como indicadores na África do Sul (BUSCHKE *et al.* 2020), mamíferos (MORRIS, 2000) e répteis (MICHAEL *et al.* 2008) no Oeste australiano e aves no Sudeste Asiático (CLEMENTS *et al.* 2006), corroboraram para que MT, sejam considerados refúgios ecológicos para a biodiversidade animal, agregando um valor desproporcional ao tamanho da área (BUSCHKE *et al.* 2020).

4.4. Biodiversidade vegetal

Sobre a biodiversidade vegetal dos MT, o relevo e os solos pouco profundos nos ambientes de afloramentos rochosos contribuem para que ocorram espécies endêmicas (MACHADO *et al.* 2004; RIBEIRO & WALTER, 2008; PINTO *et al.* 2009; LENZA *et al.* 2011; DOS SANTOS *et al.* 2012). Afloramentos rochosos quartzíticos-areníticos nos topos aplainados de RR no Brasil, por exemplo, sob condições similares à área de estudo, na Chapada Diamantina e na região de São Paulo, podem existir um elevado endemismo à biota vegetal (OLIVEIRA & GODOY, 2007; CONCEIÇÃO & GIULIETTI, 2002; CONCEIÇÃO & PIRANI, 2007). Em países da região do Caribe, área também considerada *hostpost* de biodiversidade (MYERS *et al.* 2000), pôde-se obter um registro expressivo de espécies vegetais endêmicas nos RR cársticos (DAY & CHENOWETH, 2004).

Foi observado no TM, a presença de cerrados *sensu strictu* localizados em áreas de afloramentos rochosos calcários. Esta peculiar ocorrência, pouco descrita na literatura (DE SOUZA *et al.* 2020) tem sido estudada com o objetivo de compreender o comportamento dessa vegetação. Há poucos trabalhos publicados relacionados ao entendimento do comportamento ecofisiológico de algumas espécies, *e.g.* *Callisthene*

fasciculata, *Qualea grandiflora*, *Q. parviflora*, *Vochysia tucanorum* (DE SOUZA *et al.* 2017; NOGUEIRA *et al.* 2019; DE SOUZA *et al.* 2020) e sobre a dinâmica da ciclagem de nutrientes nessas áreas (ALVES *et al.* 2018). Considerando que a deposição sedimentar ocorreu de forma semelhante em todos os RR no TM, a faixa estratigráfica de rochas calcárias, portanto, terá um padrão altimétrico de afloramento observado nos morros. Provavelmente, esta singularidade pode abarcar boa parte dos morros do presente estudo. A importância científica dos cerrados em afloramentos calcários refere-se ao fato de que estudos em ecossistemas similares ainda são pouco frequentes, o que aumenta a relevância científica desses ambientes.

Além disso, embora a vegetação mantida nos MT possa manter alguma semelhança com outros ecossistemas savânicos, cerrados em afloramentos rochosos devem ser avaliados através do conceito de ilhas de habitats (MEWS *et al.*, 2014). Desse modo, cerrados rupestres, além de representarem refúgio inestimável para a biota do Cerrado, possuem características ecossistêmicas peculiares. Essas informações, portanto, deverão ser consideradas nas tomadas de decisão para a conservação do Cerrado (HERRERA *et al.* 2017; COLI *et al.* 2020; GRANDE *et al.* 2020).

4.5. Serviços ecossistêmicos

Áreas protegidas em MT podem manter *feedbacks* positivos, ao nível de paisagem, e promover os chamados co-benefícios associados a diversos serviços ecossistêmicos, como polinização (KULDNA *et al.* 2009; OLIVEIRA *et al.* 2019; SHUKLA *et al.* 2019) e dispersão de sementes (VERDÚ e GARCÍA-FAYOS, 1996; MUNGUÍA-ROSAS e SOSA, 2008; PETERS *et al.* 2008; LOAYZA *et al.* 2017; OLIVEIRA *et al.* 2019), o que favorece a conservação da diversidade genética da região (CARVALLO *et al.* 2019),

Além disso, a vegetação dos morros residuais tem importância significativa para a proteção de recursos hídricos regionais, uma vez que seus remanescentes vegetacionais contribuem para a manutenção de nascentes de córregos e riachos (BARRETO *et al.* 2010). Nossas análises confirmaram a existência de formações florestais nas encostas, o que pode favorecer a manutenção de nascentes próximas aos morros (BARRETO *et al.* 2010). Além disso, nota-se que veredas, *i.e.*, vegetação localizada em áreas alagadiças com afloramento do lençol freático (RIBEIRO & WALTER, 2008), podem ocorrer nas depressões próximas às encostas, sendo essenciais para o abastecimento de água às

populações urbanas (VIEIRA *et al.* 2018) e, por conseguinte, para o equilíbrio da rede hidrográfica regional (IEF,2012). Desse modo, a proteção da cobertura vegetal remanescente em MT, seria capaz de reduzir a magnitude dos processos erosivos e preservar os recursos hídricos regionais valiosos, especialmente diante do atual cenário de alterações climáticas.

4.6. Áreas protegidas

De acordo com a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), os topos de morros com a declividade média superior à 25° são considerados Áreas de Preservação Permanente (APP) (BRASIL, 2012). Entretanto, essa lei não assegura proteção efetiva da vegetação presente em RR, sobretudo os RR do TM. A ineficácia na proteção, corrobora para o agravamento das ameaças a esses ambientes, como a alta exposição às mudanças climáticas (CHRISTENSEN *et al.* 2004). Nas regiões da Serra do Espinhaço, sudeste do Brasil, por exemplo, estima-se que até o final do século, haverá uma perda de mais de 50% da diversidade vegetal devido às alterações das mudanças climáticas (BITTENCOURT *et al.* 2016). Na região sul africana, menos de 8% de ambientes com afloramento rochosos estão protegidos (SKOWNO *et al.* 2019) e estão altamente expostos às mudanças climáticas (CONWAY *et al.* 2015; ZIERVOGEL *et al.* 2014). Na Austrália, diversas espécies endêmicas de anfíbios (COUPER & HOSKIN, 2008) e mamíferos (BROOME *et al.* 2012) com dispersão limitadas, provavelmente perderão habitat adequado em cenários de alteração climática (ARAÚJO *et al.* 2006).

Diante o exposto, podemos dizer que os afloramentos rochosos tropicais continuam sendo negligenciados (POREMBSKI, 2005), contribuindo para que a situação da conservação dos remanescentes de Cerrado, nessas formações de relevo, permanecesse em situação precária (MARTINELLI, 2007; ALVES *et al.* 2014). Com base no levantamento de áreas protegidas e análise da cobertura vegetal remanescente nos MT na área de estudo, o potencial para inclusão dos morros como áreas protegidas aumenta significativamente. Nosso trabalho permitiu inferir, em quantidade, a possibilidade de inclusão dessas regiões amostradas como áreas protegidas específicas e consolidadas. Considerando que se a vegetação situada nos MT, cerca de 11.829 ha, fosse protegida, haveria um aumento de 19% para as áreas protegidas existentes atualmente. Especificamente para as áreas de fitofisionomias savânicas, com um possível acréscimo

de 5.098 ha, o aumento seria em torno de 87% das áreas savânicas já protegidas. É importante salientar que o projeto *MapBiomass* utilizado neste trabalho ainda possui limitações na distinção de tipos fitofisionômicos semelhantes.

Diante da possibilidade de haver uma maior proteção dos MT, propomos que essas áreas sejam protegidas por uma legislação específica, que assegure que essas sejam convertidas em uma rede especial de Unidades de Conservação (UCs) estaduais. Os RR poderiam servir como núcleos protegidos interligados por corredores ecológicos associados a rede hidrográfica do TM. Esse sistema de vegetação protegido formado pelos RR (savanas e florestas) somado a corredores ecológicos restaurados com sua respectiva fitofisionomia, poderia ser uma meta a ser atingida pelo esforço de proteção da biota regional. Compreendemos que, ao serem acrescentados RR ao rol das unidades de conservação, como os observados no TM, possa ocorrer contribuição efetiva para a proteção da biota presente nessas áreas.

Atualmente, a maioria dos MT apresenta alto grau de isolamento e áreas relativamente pequenas, originando ilhas de habitats (MEWS *et al.* 2014). Contudo, ao serem conectados, através de corredores ecológicos, a partir da restauração de fundos de vale (BARRETO *et al.* 2010; SEFIS, 2017), o potencial dessas áreas para a conservação da biota e recursos naturais regional eleva-se sobremaneira (CAVALCANTI & JOLY, 2002. GRANDE *et al.* 2020).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Relevos residuais (RR), como os existentes no Triângulo Mineiro (TM), possuem elevado potencial para a conservação das biotas regionais, contribuindo para a manutenção da heterogeneidade ecológica ao nível de paisagem como *small natural features* (SNFs) (HUNTER JR, 2017). Cerrados rupestres, por possuírem alta diversidade biológica e de formas de vida (GENTRY, 1995; MEDINA, 1995), e por apresentarem características ecossistêmicas distintas das de outros ecossistemas pertencentes ao bioma Cerrado (EITEN, 1972; FURLEY, 1999), devem ser considerados como áreas prioritárias para conservação desse bioma. Considerando que o TM tem poucas áreas naturais protegidas (SALVIO *et. al.*, 2018), a importância e a singularidade ecológica, somando-se aos serviços ambientais prestados (BAUER *et al.* 2017), os morros testemunhos (MT)

suscitam esforços preservacionistas imediatos, através da efetiva conservação dessas áreas.

Nesse sentido, essas áreas, embora isoladas, podem contribuir significativamente para o deslocamento e o refúgio da biota regional. E, diante da possibilidade do aumento da preservação da biodiversidade do TM, a partir da proteção de remanescentes em MT, frequentemente impróprios para atividades agropecuárias, propomos que essas áreas passem a ser protegidas por uma rede de Unidades de Conservação (UCs) especialmente criadas com essa finalidade. As Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIEs), Refúgio da Vida Silvestre (REFIS) e Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPNs), por exemplo, são categorias de UCs que poderiam contemplar esses RR (BRASIL, 2000). A rede proposta, atuaria com um conjunto de medidas que estimulem a manutenção e conservação dos ecossistemas naturais, bem como os proprietários, através de dispositivos e incentivos fiscais.

A região do TM ainda possui poucos estudos sobre a conservação do Bioma Cerrado (DRUMMOND *et al.* 2009), sendo de extrema urgência incentivos a pesquisas básicas de conhecimento biológico, com a finalidade de se identificar fragmentos vegetacionais importantes e sua compreensão, determinando quais regiões necessitam de esforços maiores para a conservação. Nós esperamos que o trabalho contribua em tomadas de decisões relacionadas à conservação do Domínio Cerrado no TM, e na indicação de incrementos para a conservação da biota das savanas brasileiras. Igualmente esperamos que, o caso estudado por nós, possa servir como sugestão para práticas de conservação e manejo em outras partes do mundo, que possuam características ambientais e urgências conservacionistas similares às do TM.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR WM & GAGLIANONE MC. 2011. Euglossine bees (Hymenoptera Apidae Euglossina) on an inselberg in the Atlantic Forest domain of southeastern Brazil. **Trop Zool**, v. 24, n. 2, p. 107.
- AGUIAR-CAMPOS N & MAIA VA. 2020. Can fine-scale habitats of limestone outcrops be considered litho-refugia for dry forest tree lineages? **Biodivers Conserv**, v. 29, n. 3, p. 1009-1026.
- ALVARES C A; STAPE JL; SENTELHAS PC; GONÇALVES JLM & SPAROVEK G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol Z**, v. 22, n. 6, p. 711-728.

- ALVES GB, JUNIOR OM & DE CAMPOS BRITES VL. 2014. Medium and large-sized mammals of a fragment of Cerrado in the Triângulo Mineiro region, Southeastern Brazil. **Biosci J**, v. 30, n. 3.
- ALVES RJV, SILVA NG, OLIVEIRA JA & MEDEIROS D. 2014. Circumscribing campo rupestre – megadiverse Brazilian rocky montane savanas. **Braz J Bio**, São Carlos, v. 74, n. 2, p. 355-362, May 2014.
- ALVES VN; TORRES JLR; LANA RMQ & PINHEIRO MHO.. 2018. Nutrient cycling between soil and leaf litter in the Cerrado (Brazilian savanna) on eutrophic and dystrophic Neosols. **Acta Bot Bras**, n. AHEAD, p. 0-0.
- ARAÚJO APA, DE PAULA JDA, CARNEIRO MAA & SCHOEREDER JH. 2006. Effects of host plant architecture on colonization by galling insects. **Austral Eco**, v. 31, n. 3, p. 343-348.
- ARAÚJO MB; THUILLER W & PEARSON RG. 2006. Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. **J Biogeogr**, v. 33, n. 10, p. 1712-1728.
- BACCARO CAV, FERREIRA IL, ROCHA MR & RODRIGUES SC. 2001. Mapa geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutural-escultural. **Sociedade & Natureza**, v. 13, n. 25.
- BARRETO SR, RIBEIRO AS & BORBA MP. 2010. Nascentes do Brasil: estratégias para a proteção de cabeceiras em bacias hidrográficas. **Imprensa Oficial**. p. 35-45.
- BARTHLOTT W, GRÖGER A & POREMBSKI S. 1993. Some remarks on the vegetation of tropical Inselbergs: diversity and ecological differentiation. **Biogéogr**, Paris, v. 69, p. 105-124.
- BAUER DM, BELL KP, NELSON EJ & CALHOUN AJK. 2017. Managing small natural features: A synthesis of economic issues and emergent opportunities. **Biol Conserv**, v. 211, p. 80-87.
- BENNETT AF. 1999. Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. **Iucn**.
- BENITES VM, SCHAEFER CEGR, SIMAS FNB & SANTOS HG. 2007. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. **Braz J Bot**, v. 30, n. 4, p. 569-577.
- BICKFORD D; HOWARD SD; NJ DJJ & SHERIDAN JÁ. 2010. Impacts of climate change on the amphibians and reptiles of Southeast Asia. **Biodivers Conserv**, v. 19, n. 4, p. 1043-1062.
- BRABY MF, WILLAN RC, WOINARSKI JCZ & KESSNER V. 2011. Land snails associated with limestone outcrops in northern Australia-a potential bioindicator group. **North Territ Nat**. v. 23, p. 2.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro

- de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**.
- BROOME L. et al. 2012. A brief review of the life history of, and threats to, *Burrhamys parvus* with a prehistory-based proposal for ensuring that it has a future. *Wildlife and Climate Change: Towards Robust Conservation Strategies for Australian Fauna*. (Eds **D Lunney, P Hutchings**) pp, p. 114-126, 2012.
- BUSCHKE FT; COETZER C; PINCEEL T; MEHLOMAKHULU Z; MOREELS N; RANDT LD & VANSCHOENWINKEL B. 2020. Mountains and rocky outcrops as ecological refuges in a high biodiversity working landscape. **Biol Conserv**, v. 250, p. 108759.
- CARVALLO GO, VERGARA-MERIÑO B, DIAZ A, VILLAGRA CA & GUERREIRO PC. 2019. Rocky outcrops conserve genetic diversity and promote regeneration of a threatened relict tree in a critically endangered ecosystem. **Biodivers Conserv**, v. 28, n. 11, p. 2805-2824.
- CAVALCANTI RB & JOLY CA. 2002. Biodiversity and Conservation Priorities in the Cerrado Region. In: Oliveira, P.S.; Marquis, R.J. (Eds.) *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. **New York: Columbia University Press**. p. 352-359.
- CHRISTENSEN L; COUGHENOUR MB; ELLIS JE & CHEN ZZ. 2004. Vulnerability of the Asian typical steppe to grazing and climate change. **Climatic Change**, v. 63, n. 3, p. 351-368.
- CLEMENTS R, SODHI NS, SCHILTHUIZEN M & NG PKL. 2006. Limestone karsts of Southeast Asia: imperiled arks of biodiversity. **Bioscience**, v. 56, n. 9, p. 733-742.
- COLLI GR, VIEIRA CR, DIANESE JC. 2020. Biodiversity and conservation of the Cerrado: recent advances and old challenges. **Biodivers Conserv** 29, 1465–1475.
- CONCEIÇÃO AA & GIULIETTI AM. 2002. Composição florística e aspectos estruturais de campo rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Hoehnea**, v. 29, n. 1, p. 37-48.
- CONCEIÇÃO AA & PIRANI JR. 2007. Diversidade em quatro áreas de campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: espécies distintas, mas riquezas similares. **Rodriguésia**, p. 193-206.
- CONWAY D. et al. 2015. Climate and southern Africa's water–energy–food nexus **Nat Clim Change** 5: 837–846.
- COUPER P & HOSKIN C. 2008. Litho-refugia: the importance of rock landscapes for the long-term persistence of Australian rainforest fauna. **Australian Zoologist**, v. 34, n. 4, p. 554-560.
- DE MARCO P, VILLÉN S, MENDES P, NÓBREGA C, CORTES L, CASTRO T & SOUZA R. 2020. Vulnerability of Cerrado threatened mammals: An integrative landscape and climate modeling approach. **Biodivers Conserv**. v. 29, n. 5, p. 1637-1658.
- DE SOUZA MC; HABERMANN G; DO AMARAL CL; ROSA AL; PINHEIRO MHO & DA COSTA FB. 2017. *Vochysia tucanorum* Mart.: an aluminum-accumulating species evidencing calcifuge behavior. **Plant Soil**, v. 419, n. 1, p. 377-389.

- DE SOUZA MC; WILLIAMS TCR; POSCHENRIEDER C; JANSEN S & PINHEIRO MHO. 2020. Calcicole behaviour of *Callisthene fasciculata* Mart., an Al-accumulating species from the Brazilian Cerrado. **Plant Biol**, v. 22, n. 1, p. 30-37.
- DOS SANTOS TRR, PINTO JRR & LENZA E. 2012. Floristic relationships of the woody component in rocky outcrops savanna areas in Central Brazil. **Flora Morphol Distrib Funct Ecol Plants**, v. 207, n. 7, p. 541-550.
- DRUMMOND GM, MARTINS CS, GRECO MB & VIEIRA F. 2009. Diagnóstico do conhecimento sobre a biodiversidade no estado de Minas Gerais: subsídio ao Programa BIOTA MINAS. Belo Horizonte: **Fundação Biodiversitas**, 622p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1982. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. **Boletim de Pesquisa 1: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**.
- EITEN G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. **Bot Rev**. 38: 201-341.
- ESRI ArcGIS. 2019. 10.5. Redlands, California: ESRI.
- FERNANDES GW, BARBOSA NPU, NEGREIROS D & PAGLIA AP. 2014. Challenges for the conservation of vanishing megadiverse rupestrian grasslands. **Nat Conservação**. v. 2, n. 12, p. 162-165.
- FERNANDES GW, SANTOS R, BARBOSA NPU, ALMEIDA HA, CARVALHO V & ANGRISANO P. 2015. Ocorrência de plantas não nativas e exóticas em áreas restauradas de campos rupestres. **Planta Daninha**. v. 33, p. 463-482.
- FERNANDES GW. 2016. The megadiverse rupestrian grassland. In: FERNANDES, G. W. (Ed.). Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil. **Springer, Cham**. p. 3-14.
- FERNANDES GW. et al. 2016. Cerrado to rupestrian grasslands: patterns of species distribution and the forces shaping them along an altitudinal gradient. In: **Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil**. Springer, Cham. p. 345-377.
- FERNANDES GW, BARBOSA NPU, ALBERTON B, BARBIERI A, DIRZO R, GOULART F, GUERRA TJ, MORELLATO LPC, SOLAR RRC. 2018. The deadly route to collapse and the uncertain fate of Brazilian rupestrian grasslands. **Biodivers Conserv**. v. 27, n. 10, p. 2587-2603.
- FELFILI JM, NASCIMENTO ART, FAGG CW & MEIRELLES EM. 2007. Floristic composition and community structure of a seasonally deciduous forest on limestone outcrops in Central Brazil. **Braz J Bot**, v. 30, n. 4, p. 611-621.
- FIGUEIRA JEC, RIBEIRO KT, RIBEIRO MC, JACOBI CM, FRANÇA H, NEVES ACO, CONCEIÇÃO AA, MOURÃO FA, SOUZA JM & MIRANDA CAK. 2016. Fire in rupestrian grasslands: plant response and management. In: Fernandes GW (ed) Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil. **Springer, Switzerland**, p. 415-448.
- FISCHER J & LINDENMAYER DB. 2002a. Small patches can be valuable for biodiversity conservation: two case studies on birds in southeastern Australia. **Biol Conserv**, v. 106, n. 1, p. 129-136.

- FISCHER J & LINDENMAYER DB. 2002b. The conservation value of paddock trees for birds in a variegated landscape in southern New South Wales. 2. Paddock trees as stepping stones. **Biodivers Conserv**, v. 11, n. 5, p. 833-849.
- FITZSIMONS JA & MICHAEL DR. 2017. Rocky outcrops: a hard road in the conservation of critical habitats. **Biol Conserv**, v. 211, p. 36-44.
- FURLEY PA. 1999. The nature and diversity of Neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian cerrados. **Global Ecol Biogeogr**. v. 8, n. 3-4, p. 223-241, 1999.
- GENTRY AH. 1995. Diversity and floristic composition of Neotropical dry forests. *In*: Bullock, S. H., Mooney, H. A., Medina, E., (eds.). Seasonally dry tropical forests. **Camb, Cambridge University Press**, p. 146-194.
- GIBBONS J; SCOTT DE; RYAN TJ; BUHLMAN KA; TUBERVILLE TD; METTS BS; GREENE JL; MILLS T; LEIDEN Y; POPPY S & WINNE CT. 2000. The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians: Reptile species are declining on a global scale. Six significant threats to reptile populations are habitat loss and degradation, introduced invasive species, environmental pollution, disease, unsustainable use, and global climate change. **BioScience**, v. 50, n. 8, p. 653-666.
- GOMES IA, PALMIERI F, BARUQUI AM, MOTTA PEF & NAIME UJ. 1982. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro. **Embrapa Solos-Séries anteriores (INFOTECA-E)**, p. 483-519.
- GRANDE TO, AGUIAR LMS & MACHADO RB. 2020. Heating a biodiversity hotspot: connectivity is more important than remaining habitat. **Landscape Ecol**, p. 1-19.
- HERRERA LP, SABATINO MC, JAIMES FR & SAURA S. 2017. Landscape connectivity and the role of small habitat patches as stepping stones: an assessment of the grassland biome in South America. **Biodivers Conserv**, v. 26, n. 14, p. 3465-3479.
- HIDASI-NETO J, JONER DC, RESENDE F, MONTEIRO LM, FALEIRO FV, LOYOLA RD & CIANCIARUSO MV. 2019. Climate change will drive mammal species loss and biotic homogenization in the Cerrado Biodiversity Hotspot. **Perspect Ecol Conserv**, v. 17, n. 2, p. 57-63.
- HOBBS RJ & SAUNDERS D. 2012. Reintegrating Fragmented Landscapes: Towards Sustainable Production and Nature Conservation. **Springer-Verlag**, New York.
- HUNTER JR ML. et al. 2017. Conserving small natural features with large ecological roles: a synthetic overview. **Biol Conserv**, v. 211, p. 88-95.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2001. Mapa de solos do Brasil. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro, Fundação IBGE.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2007. Manual técnico de pedologia. Rio de Janeiro, Fundação IBGE.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Manual técnico de geomorfologia, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE. 182 p. – (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 5).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico, 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): Rio de Janeiro.

- IEF – Instituto Estadual de Florestas. 2004. Parque Estadual dos Campos Altos. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/component/content/201?task=view>. Acessado: 25/03/2019.
- IEF – Instituto Estadual de Florestas. 2007. Parque Estadual do Pau Furado. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/areas-protetidas/205?task=view>. Acessado: 25/03/2019.
- IEF – Instituto Estadual de Florestal. 2012. Plano estadual de proteção à biodiversidade – **Panorama da biodiversidade em minas gerais**. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/biodiversidade/plano-estadual-de-protecao-a-biodiversidade>. Acessado em: 23/06/2018.
- IEF – Instituto Estadual de Florestas. 2018a. Áreas protegidas. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/areas-protetidas>
- IEF – Instituto Estadual de Florestas. 2018b. Refúgio de Vida Silvestre Estadual – RVS. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/areas-protetidas/areas-protetidas-estaduais/116>. Acessado em 25/03/2019.
- IEF – Instituto Estadual de Florestas. 2018c. Áreas de Proteção Ambiental Estadual – APAs. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/areas-protetidas/areas-protetidas-estaduais/117>. Acessado em 25/03/2019.
- IEF – Instituto Estadual de Florestas. 2018d. Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/component/content/120?task=view>. Acessado em 25/03/2019.
- INÁCIO JB & SANTOS RJ. 2011. A expansão da cana-de-açúcar nos territórios de produtores tradicionais do Triângulo Mineiro-MG. **Revista Percursos**, v. 3, n. 2, p. 167-195.
- IUSS - International Union of Soil Sciences - Working Group Wrb. 2006. World reference base for soil resources 2006. World soil resources reports, v. 103, p. 128.
- JACOBI CM & DO CARMO FF. 2008. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 24-32.
- KLINK CA & MOREIRA AG. 2002. Past and current human occupation, and land use. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). *The Cerrados of Brazil*. New York: Columbia University Press. Chap. 5, p. 68-88.
- KUENY JA & DAY MJ. 2002. Designation of protected karstlands in Central America: a regional assessment. **J Cave Karst Studies**, v. 64, n. 3, p. 165-174.
- KULDNA P, PETERSON K, POLTIMÃE H & LUIG J. 2009. An application of DPSIR framework to identify issues of pollinator loss. **Ecol Econ**, v. 69, n. 1, p. 32-42.
- LARSON DW, MATTHES U & KELLY PE. 2005. *Cliff ecology: pattern and process in cliff ecosystems*. **Camb**. Cambridge University Press.
- LENZA E, PINTO JRR, PINTO AS, MARACAHIPES L & BRUZIGUESSI EP. 2011. Comparação da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de cerrado rupestre na Chapada dos Veadeiros, Goiás, e áreas de cerrado sentido restrito do Bioma Cerrado. **Ver Bras Bot**, v. 34, n. 3, p. 247-259.
- LVFBAE - Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. 2018ª. Volume II – Mamíferos -- 1. ed. -- Brasília, DF : ICMBio/MMA. 7 v. : il.

- LVFBAE - Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. 2018b. Volume III – Aves -- 1. ed. -- Brasília, DF : ICMBio/MMA. 7 v. : il.
- LOAYZA AP, HERRERA-MADARIAGA MA, CARVAJAL DE, GARCÍA-GUZMÁN P & SQUEO FA. 2017. Conspecific plants are better ‘nurses’ than rocks: consistent results revealing intraspecific facilitation as a process that promotes establishment in a hyper-arid environment. **AoB Plants**, v. 9, n. 6, p. plx056.
- MACHADO RB, RAMOS-NETO MB, PEREIRA PGP, CALDAS EF, GONÇALVES DA, SANTOS NS, TABOR K & STEININGER M. 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. 1–23.
- MAMANI F, POZO P, SOTO D, VILLARROEL D & WOOD JRI. 2010. Libro rojo de las plantas de los cerrados del Oriente Boliviano. Libro rojo de las plantas de los cerrados del oriente boliviano. **Darwin Initiative, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado**, Santa Cruz.
- MARTINELLI G. 2007. Mountain biodiversity in Brazil. **Braz J Bot**, v. 30, n. 4, p. 587-597.
- MARTINS H. 1998. Formação e desenvolvimento socioeconômico do Triângulo Mineiro. **Varia História**. Belo Horizonte, n. 19, p. 164-182.
- MARES MA. 1997. The geobiological interface: granitic outcrops as a selective force in mammalian evolution. **J R Soc West Aust**, v. 80, p. 131.
- MEDINA E. 1995. Diversity of life forms of higher plants in Neotropical dry forests. *In*: Bullock, S. H., Mooney, H. A., Medina, E., (eds.). Seasonally dry tropical forests. **Camb**, Cambridge University Press, p. 221-242.
- MEWS HA, PINTO JRR, EISENLOHR, PV & LENZA E. 2014. Does size matter? Conservation implications of differing woody population sizes with equivalent occurrence and diversity of species for threatened savanna habitats. **Biodivers Conserv**, v. 23, n. 5, p. 1119-1131.
- MICHAEL, D. 2014. Islands in grassy seas. **Wildlife Aust**, v. 51, n. 3, p. 20.
- MICHAEL DR, CUNNINGHAM RB & LINDENMAYER DB. 2008. A forgotten habitat? Granite inselbergs conserve reptile diversity in fragmented agricultural landscapes. **J Appl Ecology**, v. 45, n. 6, p. 1742-1752.
- MICHAEL DR, CUNNINGHAM RB & LINDENMAYER DB. 2010. The social elite: habitat heterogeneity, complexity and quality in granite inselbergs influence patterns of aggregation in *Egernia striolata* (Lygosominae: Scincidae). **Austral Ecol**, v. 35, n. 8, p. 862-870.
- MICHAEL, DR & LINDENMAYER D. 2012. Vegetation structure and floristics of granite landforms in the south-west slopes of New South Wales. **Cunninghamia**. v. 12, p. 309–323.
- MILCHUNAS DG & NOY-MEIR I. 2002. Grazing refuges, external avoidance of herbivory and plant diversity. **Oikos**, v. 99, n. 1, p. 113-130.
- MITTERMEIER RA, MYERS N, GILL PC, MITTERMEIER CG. 2000. Hotspots: Earth’s Richest and most endangered terrestrial ecoregions. **CEMEX**, Mexico City.

- MYERS N, MITTERMEIER RA, MITTERMEIER CG, DA FONSECA GAB & KENT J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. v. 403, n. 6772, p. 853-858.
- MOURA IO, RIBEIRO KT & TAKAHASI A. 2011. Amostragem da Vegetação em Ambientes Rochosos: Cerrado sensu stricto sobre afloramentos rochosos (cerrado rupestre), componente arbóreo-arbustivo. In: FELFILI, Jeanine Maria et al. Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de casos. **Viçosa: Editora Ufv**, 2011. Cap. 9. p. 255-294.
- MORRIS KD. 2000. The value of granite outcrops for mammal conservation in Western Australia. **J R Soc West Aust**, v. 83, p. 169.
- MUNGUÍA-ROSAS MA & SOSA VJ. 2008. Nurse plants vs. nurse objects: effects of woody plants and rocky cavities on the recruitment of the *Pilosocereus leucocephalus* columnar cactus. **Ann Bot**, v. 101, n. 1, p. 175-185.
- NOGUEIRA MA; BRESSAN ACG; PINHEIRO MHO & HABERMANN G. 2019. Aluminum-accumulating Vochysiaceae species growing on a calcareous soil in Brazil. **Plant Soil**, v. 437, n. 1, p. 313-326.
- OLIVEIRA HFM, CAMARGO NF, GAGER Y, MUYLAERT RL, RAMON E & MARTINS RCC. 2019. Protecting the Cerrado: where should we direct efforts for the conservation of bat-plant interactions? **Biodivers Conserv**, v. 28, n. 11, p. 2765-2779.
- OLIVEIRA B & GODOY S. 2007. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, Altinópolis, São Paulo. **Biota Neotrop**, v. 7, n. 2, p. 37-47.
- OVERBECK GE, BERGALLO HG, GRELE CEV, AKAMA A, BRAVO F, COLLI GR, MAGNUSSON WE, TOMAS WM & FERNANDES GW. 2018. Global biodiversity threatened by science budget cuts in Brazil. **Bioscience**. v. 68, n. 1, p. 11-12.
- PÉREZ-GARCÍA EA & MEAVE JA. 2009. Heterogeneity of xerophytic vegetation of limestone outcrops in a tropical deciduous forest region in southern México. **Plant Ecol**, v. 175, n. 2, p. 147-163.
- PETERS EM, MARTORELL C & EZCURRA E. 2008. Nurse rocks are more important than nurse plants in determining the distribution and establishment of globose cacti (*Mammillaria*) in the Tehuacán Valley, Mexico. **J Arid Environ**, v. 72, n. 5, p. 593-601.
- PINTO JRR, LENZA E & PINTO AS de. 2009. Composição florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em um cerrado rupestre, Cocalzinho de Goiás, Goiás. **Braz J Bot**, v. 32, n. 1, p. 1-10.
- POREMBSKI S & BARTHLOTT W. 2000. Granitic and gneissic outcrops (inselbergs) as centers of diversity for desiccation-tolerant vascular plants. **Plant Ecol**, v. 151, n. 1, p. 19-28.
- POREMBSKI S. 2007 Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. **Braz J Bot**, v. 30, n. 4, p. 579-586.
- RADAM BRASIL, Ministério de minas e energia, secretaria geral. 1983. Levantamento de recursos naturais, Rio de Janeiro, p. Folha SE-22 Goiânia.
- RATTER JA, RIBEIRO JF & BRIDGEWATER S. 1997. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Ann Bot**. v. 80, n. 3, p. 223-230.

- REATTO A, CORREIA JR & SPERA ST. 2008. Solos do bioma Cerrado: Aspectos pedológicos, p 107-149. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Eds.). Cerrado: ecologia e flora. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- RIBEIRO JF & WALTER BMT. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. **Cerrado: ecologia e flora**, v. 1, p. 151-212.
- ROBBINS MB, ROB C F & RICE NH. 1999. Avifauna of a paraguayan cerrado locality: Parque nacional serrania San Luis, depto. concepción. **Wilson Bull**, p. 216-228.
- SALVIO GMM, LUCIANO J & LUCIANO RC. 2018. Distribuição das áreas naturais protegidas municipais em Minas Gerais/Distribution of municipal protected natural areas in Minas Gerais. **Braz Appl Science Rev**, v. 2, n. 3, p. 1092-1103.
- SAURA, S. et al. 2014. EDITOR'S CHOICE: Steppingstones are crucial for species' long-distance dispersal and range expansion through habitat networks. **J Appl Ecology**, v. 51, n. 1, p. 171-182.
- SAURA S, BODIN O & FORTIN MJ. 2017. Protected areas in the world's ecoregions: How well connected are they?. **Ecol Indic**, v. 76, p. 144-158.
- SCHAEFER CEGR. et al. 2016. The physical environment of rupestrian grasslands (Campos Rupestres) in Brazil: geological, geomorphological and pedological characteristics, and interplays. In: Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil. **Springer**, Cham. p. 15-53.
- SEFIS - Superintendência de Estratégia e Fiscalização Ambiental. 2017. Diagnóstico Ambiental de Minas Gerais: Suporte para o Planejamento Anual das Fiscalizações Ambientais. **Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**, Belo Horizonte, p. 37-40, 0 jul. Disponível em:http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2017/ASCOM_DIVERSOS/DiagnosticoAmbientaEstado_2016a.pdf. Acesso em: 29 ago. 2019.
- SILVA LA & SCARIOT A. 2003. Comunidade arbórea de uma floresta estacional decídua sobre afloramento calcário na bacia do rio Paraná. **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 61-67.
- STRASSBURG BBN. et al. 2017. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nat Ecol Evol**, v. 1, n. 4, p. 0099.
- TRAGER M & MISTRY S. 2003 Avian community composition of kopjes in a heterogeneous landscape. **Oecologia**, v. 135, n. 3, p. 458-468.
- TWIDALE CR & ROMANÍ JRV. 2005. Landforms and geology of granite terrains. **CRC Press**.
- TWIDALE CR. 2012. Granite landforms. **Elsevier**.
- USDA – U.S. Department of Agriculture. 1999. Soil taxonomy - a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd. edn. Washington, Soil Survey Staff.
- SHUKLA PR. et al. 2019. Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC, 2019: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.
- SKOWNO AL. et al. 2019. National biodiversity assessment 2018: the status of South Africa's ecosystems and biodiversity. Synthesis Report. **South African National**

Biodiversity Institute, an entity of the Department of Environment, Forestry and Fisheries, Pretoria.

VERDÚ M & GARCÍA-FAYOS P. 1996. Nucleation processes in a Mediterranean bird-dispersed plant. **Funct Ecol** v. 10, p. 275–280.

VIEIRA RRS; RIBEIRO BR; RESENDE FM; BRUM FT; MACHADO N; SALES LP; MACEDO L; SOARES-FILHO B & LOYOLA R. 2018. Compliance to Brazil's Forest Code will not protect biodiversity and ecosystem services. **Divers Distrib**, v. 24, n. 4, p. 434-438.

VIEIRA MG & ROSENDO JS. 2015. Mapeamento das mudanças de uso da terra para cana-de-açúcar no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba-MG (2011) Mapping of land use change to sugar cane in Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba-MG (2011) Mariana. **AMBIÊNCIA**, v. 11, n. 3, p. 563-585.

WITHERS PC & EDWARD DH. 1997. Terrestrial fauna of granite outcrops in Western Australia. **J R Soc West Aust**, v. 80, p. 159.

WOINARSKI JCZ. et al. 2009. Fire management and biodiversity of the western Arnhem Land Plateau. Culture, Ecology and Economy of Fire Management in North Australian Savannas: Rekindling the Wurrk Tradition' (Eds **J Russell-Smith, PJ Whitehead, PM Cooke**) pp, p. 201-228.

ZIERVOGEL G; NEW M; GARDEREN EAV; MIDGLEY G; TAYLOR A; HAMANN R; STUART-HILL S; MYERS J & Warburton M. 2014. Climate change impacts and adaptation in South Africa. **Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Change**, v. 5, n. 5, p. 605-620, 2014.

7. ANEXO 1. Normas da revista



ISSN 0001-3765 printed version
ISSN 1678-2690 online version

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

- [Aim and editorial policy](#)
- [Preparation of manuscripts](#)

The journal Anais da Academia Brasileira de Ciências from 2012 onwards only considers online submissions. Once you have prepared your manuscript according to the instructions below, please visit the new, improved online submission website at <https://mc04.manuscriptcentral.com/aabc-sciefo>. Please read these instructions carefully and follow them strictly. In this way you will help ensure that the review and publication of your paper are as efficient and quick as possible. The editors reserve the right to return manuscripts that are not in accordance with these instructions. Papers must be clearly and concisely written in English.

Aim and editorial policy

All submitted manuscripts should contain original research not previously published and not under consideration for publication elsewhere. The primary criterion for acceptance is scientific quality. Papers should avoid excessive use of abbreviations or jargon, and should be intelligible to as wide an audience as possible. Particular attention should be paid to the Abstract, Introduction, and Discussion sections, which should clearly draw attention to the novelty and significance of the data reported. Failure to do this may result in delays in publication or rejection of the paper. Articles accepted for publication become property of the journal.

Texts can be published as a review, a full paper (article) or as a short communication. Issues appear in March, June, September and December.

Types of Papers

Reviews

Reviews are published by **invitation only** and still have to undergo our peer review process. However, a proposal for a Review may be submitted via e-mail to our editorial staff (aabc@abc.org.br). The e-mail should state the topics and authors of the proposed review, as well as the abstract, academy section and the justification why the topic is of particular interest to the field.

The AABC allows authors to deposit preprints of their submission in community preprint servers such as ArXiv.org and bioRxiv.org. However, the authors must update their entries expressly acknowledging that the article has been accepted/published by AABC.

Letters to the Editor

Letters to the Editor will be subjected to editing and revision and should not contain material that has been submitted or published elsewhere.

Letters in reference to an article published by the AABC should not exceed 250 words (excluding references), and must be received within four weeks after online publication of the article. Letters not related to an article published by the AABC should not exceed 500 words (excluding references). A letter can have no more than ten references and one figure or table.

Articles

Whenever possible the articles should be subdivided into the following parts: **1.** Front Page; **2.** Abstract (written on a separate page, 200 words or less, no abbreviations); **3.** Introduction; **4.** Materials and Methods; **5.** Results; **6.** Discussion; **7.** Acknowledgments, if applicable; **8.** Author Contributions (when the paper has more than one author); **9.** References. **10.** Figure legends, if applicable. Articles from some areas such as Mathematical Sciences should follow their usual format. In some cases, it may be advisable to omit part (4) and to merge parts (5) and (6). Whenever applicable, the Materials and Methods section should indicate the Ethics Committee that evaluated the procedures for human studies or the norms followed for the maintenance and experimental treatments of animals.

Short communications

Short communications aim to report a **concise, but important contribution on research**, which has progressed to the stage when it is considered that results should be publicized to other workers in the field. A short communication should also have an Abstract (100 words or less), a short introduction (up to 200 words) and should not exceed 1,500 words. Tables and Figures may be included but the text length should be proportionally reduced. This section of the AABC should contain extremely relevant contributions and competition is very high.

After the first screening, the articles will be evaluated by at least two reviewers, them being from educational and/or national and international research institutions, with proven scientific production. After due corrections and possible suggestions, the paper may be accepted or rejected, considering the reviews received.

We use the integrated Crossref Similarity Check program to detect plagiarism.

There are no APC and submission charges in the AABC.

Preparation of manuscripts

All parts of the manuscript should be double-spaced throughout. After acceptance, no changes will be made in the manuscript so that proofs require only corrections of typographical errors. The authors should send their manuscript in electronic version only.

Length of manuscript

While papers may be of any length required for the concise presentation and discussion of the data, succinct and carefully prepared papers are favored both in terms of impact as well as in readability. They must not, however, exceed 50 pages, including all items (figures, tables, references, etc...), unless previously agreed with the Editor-in-Chief.

Title page

The title page of the manuscript should present the following items: **1.** Title of the article (the title should be up to 150 characters including spaces, and informative to a broad scientific community); do not include abbreviations in the title; **2.** Full name(s) of all author(s); use superscript numbers right after each author name to indicate the affiliation; **3.** Professional address and ORCID of all authors, including Department and Institution name, street name and number, ZIP/Postal code, City, State and Country; **4.** Key words (four to six in alphabetical order separated by commas); **5.** Running title (a short version of the title, up to 50 characters including spaces); **6.** Academy Section to which the content of the work belongs; **7.** Name, address, phone number, e-mail of the correspondent author, including to whom all correspondence and proofs should be sent to (please indicate the corresponding author with an * after the name). Should any of these requirements not be met, we may unsubmit your paper and ask for corrections.

Abstract

The abstract must contain no more than 200 words and present the main findings of the article, including a brief introduction, the objectives of the work and a conclusion based on the presented findings. If the authors are submitting an invited/authorized review, the abstract must introduce the main theme of the review and explicit the contribution of the revision to the field. References should not be included in the abstract.

Manuscript text

All text should be written in double-space using 12-point Times New Roman or equivalent typeface. Please organize, whenever possible, the text into the following parts: **1.** Title Page; **2.** Abstract (written on a separate page, 200 words or less, no abbreviations); **3.** Introduction; **4.** Materials and Methods; **5.** Results; **6.** Discussion; **7.** Acknowledgments, if applicable; **8.** Author contributions, when there is more than one author, explaining briefly how each author has contributed for the paper **9.** References. **10.** Figure and table legends, if applicable.

Articles from some areas such as Mathematical Sciences should follow their usual format. In some cases it may be advisable to omit part (4) and to merge parts (5) and (6). Whenever applicable, the Materials and Methods section should indicate the Ethics Committee that evaluated the procedures for human studies or the norms followed for the maintenance and experimental treatments of animals. All procedures must be described in detail. Use American English style to write the text. Chemical names should be provided according to IUPAC, and strains of organisms should be specified. Provide names of reagents and/or equipment suppliers. Use units and symbols according to Bureau International des Poids et Mesures (SI) symbols whenever possible.

Acknowledgments

These should be included at the end of the text. Personal acknowledgments should precede those of institutions or agencies. Footnotes should be avoided; when necessary they must be numbered. Acknowledgments to grants and scholarships, and of indebtedness to colleagues as well as mention to the origin of an article (e.g. thesis)

should be added to the Acknowledgments section. Include the full name of the funding agency, country, and funded project number (if applicable).

Abbreviations

These should be defined at their first occurrence in the text, except for official, standard abbreviations. Units and their symbols should conform to those approved by the Bureau International des Poids et Mesures (SI).

Figure Legends

This information must be provided at the end of the manuscript, after the abbreviations. All figures must contain a descriptive legend. The legend must contain an introductory sentence that describes the main findings. All panels (if applicable) must be identified in the figure legend by lower case letters (1a, 2a, 2b, 3c, 3d, etc.). When presenting error bars, please inform if a number that follows the \pm sign is a standard error of mean (SEM) or a standard deviation of mean (SD). Or include in the legend if the presented result is representative of N individual experiments.

Tables

Each table should have a brief title above it. Table footnotes should be placed below the table. Tables have to be cited in the paper in Roman numerals (Table I, Table II, Tables IV and V, etc.). Tables must be submitted as separate files in editable format, preferably as *.doc or *.docx file.

Figures

Only high-quality figures will be accepted (minimum of 300 dpi). All illustrations will be considered figures including drawings, graphs, maps, photographs, etc. Their tentative placement in the text should be indicated and all figures must be cited with their respective number along the text. Figures should be sent according to the following specifications: 1. Drawings and illustrations should be in format .PS/.EPS or .CDR (PostScript or Corel Draw) and never be inserted in text; 2. Images or figures in grayscale should be in format .TIF and never be inserted in text; 3. Each figure should be saved and sent in a separate file; 4. Figures should, in principle, be submitted at the size they are to appear in the journal, i.e., 8 cm (one column) or 16.2 cm (two columns) wide, with maximal height for each figure and respective legend smaller than or equal to 22 cm.

The legends to the figures should be sent double-spaced on a separate page. Each linear dimension of the smallest characters and symbols should not be less than 2 mm after reduction. Colored figures are accepted just as much as b/w ones, but up to 5 black and white figures are free of charge, while every colored figure will be charged, due communication will be made in the production phase (after the evaluation process), should the author want them colored as well in the printed version. For the purpose of counting black and white figures, tables occupying two thirds of the page or having more than 12 columns or 24 rows will be considered b/w figures; 5. Manuscripts on Mathematics, Physics or Chemistry may be typesetted in TEX, AMS-TEX or LaTeX; 6. Manuscripts without mathematical formulae may be sent in .RTF or doc/docx for Windows.

References

Authors are responsible for the accuracy of the References. Published articles and those in press may be included. Personal communications (Smith, personal communication) must be authorized in writing by those involved. References to thesis, meeting abstracts (not published in indexed journals) and manuscripts in preparation or submitted, but not yet accepted, should be cited in the text as (Smith et al., unpublished data) and should NOT be included in the list of references.

The references should be cited in the text as, for example, 'Smith 2004', 'Smith & Wesson 2005' or, for three or more authors, 'Smith et al. 2006'. Two or more papers by the same author(s) in the same year should be distinguished by letters, e.g. 'Smith 2004a', 'Smith 2004b' etc. Letters should also distinguish papers by three or more authors with identical first author and year of publication. References should be listed according to the alphabetical order of the first author, always in the order SURNAME XY in which X and Y are initials. If there are more than ten authors, use et al. after the first author. References must contain the title of the article. Names of the journals should be abbreviated without dots or commas. For the correct abbreviations, refer to lists of the major databases in which the journal is indexed or consult the World List of Scientific Periodicals. The abbreviation to be used for the Anais da Academia Brasileira de Ciências is An Acad Bras Cienc. The following examples are to be considered as guidelines for the References.

REFERENCES

ALBE-FESSARD D, CONDES-LARA M, SANDERSON P & LEVANTE A. 1984a. Tentative explanation of the special role played by the areas of paleospinothalamic projection in patients with deafferentation pain syndromes. *Adv Pain Res Ther* 6: 167-182.

ALBE-FESSARD D, SANDERSON P, CONDES-LARA M, DELAND-SHEER E, GIUFFRIDA R & CESARO P. 1984b. Utilisation de la depression envahissante de Leão pour l'étude de relations entre structures centrales. *An Acad Bras Cienc* 56: 371-383.

KNOWLES RG & MONCADA S. 1994. Nitric oxide synthases in mammals. *Biochem J* 298: 249-258.

PINTO ID & SANGUINETTI YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus *Theriosynoecum* Branson, 1936 and validity of related Genera. *An Acad Bras Cienc* 56: 207-215.

Books and book chapters

DAVIES M. 1947. An outline of the development of Science. Thinker's Library, n. 120. London: Watts, 214 p.

PREHN RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: NATIONAL CANCER CONFERENCE, 5., Philadelphia. Proceedings ... , Philadelphia: J. B. Lippincott, p. 97-104.

UYTENBOGAARDT W & BURKE EAJ. 1971. Tables for microscopic identification of minerals, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.

WOODY RW. 1974. Studies of theoretical circular dichroism of polypeptides: contributions of B-turns. In: BLOUTS ER ET AL. (Eds),

Peptides, polypeptides and proteins, New York: J Wiley & Sons, New York, USA, p. 338-350.

[\[Home\]](#) [\[About this journal\]](#) [\[Editorial board\]](#) [\[Subscription\]](#)



All the content of the journal, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons License](#).

Rua Anflônio de Carvalho, 29, 3º andar
20030-060 Rio de Janeiro RJ Brasil
Tel: +55 21 2533-6274
+55 21 2532-0562



aabc@abc.org.br