

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIODIVERSIDADE, EVOLUÇÃO E MEIO AMBIENTE

Henrique Costa Sol da Fonseca Hime

**Angiospermas e Pteridófitas do Quadrilátero Ferrífero: riqueza e áreas prioritárias
para conservação.**

Ouro Preto
2023



Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas
Departamento de Biodiversidade, Evolução e
Meio Ambiente.



Angiospermas e Pteridófitas do Quadrilátero Ferrífero: riqueza e áreas prioritárias para conservação.

Monografia apresentada ao Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aluno: Henrique Costa Sol da Fonseca Hime

Orientador: Alexandre Silva de Paula

OURO PRETO

2023

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

H657a Hime, Henrique Costa Sol da Fonseca.

Angiospermas e Pteridófitas do Quadrilátero Ferrífero [manuscrito]:
riqueza e áreas prioritárias para conservação. / Henrique Costa Sol da
Fonseca Hime. - 2023.

44 f.: il.: tab., mapa.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Paula.

Produção Científica (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro
Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Graduação em Ciências
Biológicas .

1. Unidade de Conservação. 2. Mata Atlântica. 3. Cerrado. 4.
Diversidade. I. Paula, Alexandre. II. Universidade Federal de Ouro Preto.
III. Título.

CDU 574.1

Bibliotecário(a) Responsável: Luciana de Oliveira - CRB 2630



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIODIVERSIDADE, EVOLUÇÃO E
MEIO AMBIENTE



FOLHA DE APROVAÇÃO

Henrique Costa Sol da Fonseca Hime

Angiospermas e Pteridófitas do Quadrilátero Ferrífero: riqueza e áreas prioritárias para conservação

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas

Aprovada em 04 de abril de 2023

Membros da banca

Dr Alexandre Silva de Paula - Orientador(a) (Universidade Federal de Ouro Preto)
Dr. Carlos Rafael de Araujo Barreto - (The University of Western Ontario)
Dr. Marco Antonio Alves Carneiro - (Universidade Federal de Ouro Preto)

Alexandre Silva de Paula, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 27/06/2023



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Silva de Paula, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 27/06/2023, às 19:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0549028** e o código CRC **A5A83EF6**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por tudo. Foram momentos bons e outros desafiadores, mas sempre mantendo a fé para seguir em frente e superar todos os obstáculos que vinham. Aos meus familiares que nunca duvidaram de minhas escolhas, e sempre mantiveram seu apoio sobre meus ombros. Principalmente à minha mãe, Patricia, por me fornecer todo o amor e companheirismo possível nessa jornada que é a graduação na faculdade. Foram muitas situações complicadas, porém ela nunca desistiu, e me apoiou do início ao fim desse capítulo. Você é minha vida. Aos amigos que o curso de Ciências Biológicas me proporcionou, por me concederem carinho e abrigo em momentos de angústia, assim como risadas e sorrisos em momentos de felicidade. Foram muitas situações vividas durante o nosso curso, e sempre guardarei estas nas minhas memórias. Vocês se tornaram parte de um dos capítulos mais importantes da minha vida. Também aos amigos que trouxe de Petrópolis para Ouro Preto, onde moramos e vivemos juntos todos os dias da graduação. Agradeço por essa etapa ter sido com vocês. Foram muitas aventuras, gargalhadas e momentos únicos, que no fim trouxeram muitos aprendizados, tanto para ao longo da vida acadêmica como para a vida por si só. Meus agradecimentos também a Eremanthus Jr., Empresa Júnior do curso de Ciências Biológicas. Onde pude me encontrar e conectar com diferentes tipos de pessoas, me proporcionando um crescimento nas habilidades e experiências do mercado de trabalho. Aos professores do curso de Ciências Biológicas, por todas as conversas e apoio que repassaram a mim e ao restante dos alunos. Sendo, acima de tudo, fontes de inspiração como profissionais da área. Ao Laboratório de Zoologia dos Vertebrados, onde pude realizar a minha iniciação científica e aprender um pouco mais sobre essa área magnífica da Biologia. Um agradecimento especial à professora Maria Rita, por me dar o prazer de realizar um projeto nessa área, compartilhando comigo toda sua experiência e conhecimento. Meus sinceros agradecimentos ao meu professor e orientador, Alexandre de Silva Paula, pelo acompanhamento. Obrigado pela confiança no meu trabalho, pelo respeito dado a mim, assim como pelos conhecimentos e técnicas repassados, com muita paciência e louvor, nesta etapa final da minha graduação. À Instituição de ensino Universidade Federal de Ouro Preto,

essencial no meu processo de formação como Biólogo, pela estrutura a mim fornecida, e pelas diversas experiências que pude absorver ao longo dos anos do meu curso. Agradeço a todos que passaram por mim nessa etapa da minha vida. Aos que me desejaram mal, onde pude aprender a perdoar e evoluir como ser humano. E a todos que me desejaram bem, contribuindo assim para o meu sucesso de hoje. Apenas sou o fruto de toda confiança e fé de cada um de vocês.

RESUMO

A área do Quadrilátero Ferrífero (QF), que se localiza no centro-sudeste do estado de Minas Gerais (MG), possui cerca de 7.000 km² de território e compreende 35 municípios. Destaca-se como patrimônio geológico e como uma área de importância biológica, com alto índice de atividade minerária, o que resulta em diversos impactos ambientais na sua localização. No espaço territorial do QF encontram-se condições relevantes para uma alta riqueza de grupos da flora, ao longo dos *hotspots* de biodiversidade (Cerrado e Mata Atlântica), devido as propriedades hidrológicas, geológicas, geomorfológicas, pedológicas e topográficas presentes na região. No presente estudo foram utilizados pontos de ocorrência de espécies de Angiospermas e Pteridófitas do QF, a fim de analisar se estes encontram-se nas delimitações das Unidades de Conservação (UC) da área estudada. Também foi avaliado quais variáveis explicam a riqueza dos grupos na região com os softwares DIVA-GIS e QGIS. As análises de diversidade foram realizadas para avaliar a situação de conservação dos grupos em estudo no QF. Ao final do estudo pode-se perceber que a elevação foi a variável mais explicativa para a riqueza de espécies. A análise de seleção de reserva indicou áreas prioritárias para a conservação de Angiospermas e Pteridófitas no QF. Este projeto apresenta informações necessárias para o estudo de conservação da flora estudados, e indica a importância dos estudos de conservação da natureza do QF.

PALAVRAS-CHAVE

Florística, Cerrado, Diversidade, Mata Atlântica, Minas Gerais, Unidades de conservação.

INTRODUÇÃO

O Quadrilátero Ferrífero (QF) encontra-se na porção centro-sudeste do estado de Minas Gerais, onde abrange uma área de aproximadamente 7.000 km². Engloba os municípios de Bom Jesus do Amparo, São Gonçalo do Rio Abaixo, Barão de Cocais, Santa Bárbara, Catas Altas, Alvinópolis, Mariana, Ouro Preto, Ouro Branco, Congonhas, Jeceaba, Belo Vale, Moeda, Itabirito, Rio Acima, Brumadinho, Mário Campos, Sarzedo, Ibirité, Nova Lima, Raposos, Sabará, Caeté, Belo Horizonte e Santa Luzia (Ruchkys & Machado, 2013). O QF encontra-se em uma zona de transição de dois *hotspots* de biodiversidade: Cerrado e Mata Atlântica, sendo considerado uma área de extrema importância biológica (Drummond *et al.*, 2005).

Para Tonietto & Silva (2011), o estado de Minas Gerais possui um grande potencial de mineração. Por causa disso, os problemas ambientais resultantes são graves, principalmente no QF, local foco dessas atividades. Como exemplo, a remoção do solo superficial, que expõe os solos remanescentes a diversos processos de erosão, pode resultar em assoreamento de corpos d'água presentes (Mechi & Sanches, 2010). Segundo Curi (2002), os impactos advindos da mineração no território do QF vêm alertando e aumentando a preocupação da população sobre a preservação ambiental local.

O Quadrilátero está constituído por rochas associadas ao Arqueano e Paleoproterozóico, apresentando vestígios de mais de 300 anos de exploração mineral que integra uma vasta parte da história da atividade de mineração do Brasil. Com isso, o QF se destaca como patrimônio geológico, definido como o conjunto de recursos naturais não renováveis de valor científico, cultural e educativo (Gallego & García, 1996).

É perceptível um aumento de áreas requeridas para a mineração no estado de Minas Gerais. Entre 2000–2009 foi requisitada uma área de 84.992,81 km², onde 22.815,05 km² foram acordados. Entre 2010–2014 foram solicitadas 149.947,9 km², onde 32.411,32 km² foram autorizados (Rezende, 2016).

Segundo Wilson (2010), a biodiversidade pode ser compreendida como a "Variabilidade entre os organismos vivos de todas as origens, incluindo, entre

outras coisas, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos quais fazem parte; compreende a diversidade dentro de espécies, entre espécies e ecossistemas".

No QF, por causa da alta diversidade de propriedades hidrológicas, geológicas, geomorfológicas, pedológicas e topográficas, ocorre condições significativas para a alta riqueza de flora na região, sendo esta compartilhada entre Cerrado e Mata Atlântica (Ruchyky *et al.*, 2012). O domínio do Cerrado compreende um vasto mosaico de fitofisionomias, onde é possível perceber composições florestais (como matas ciliares e de galerias), áreas mais abertas (como campo limpo, campo sujo e campo cerrado) e zonas intermediárias (como o cerradão e cerrado *stricto sensu*). Vale ressaltar que o domínio da Mata Atlântica se encontra bem degradado, com sua representatividade constituída apenas por fragmentos de vegetação. Além disso, vale citar também o campo rupestre (fitofisionomia característica do Cerrado) encontrado em elevadas altitudes, com relevo ondulado e afloramentos rochosos. (Ruchyky *et al.*, 2012).

Estudos confirmam que este território se tornou uma área de grande importância ecológica devido aos diversos confrontos ambientais e econômicos. Um exemplo que pode ser abordado é o conflito ocorrido no Monumento Natural da Serra da Piedade na qual, por muito tempo, se tornou alvo de embates entre proteção ambiental e mineração, pois seus limites estipulados por lei não estavam sendo respeitados (Oliveira, 2008).

Além dos aspectos físicos aqui mencionados anteriormente, a região do QF possui uma variedade de espécies endêmicas, como por exemplo *C. caracensis*, *X. villosicarinata* e *C. itabiritoana* (entre muitas outras), além de espécies não endêmicas, identificadas em uma quantidade escassa de estudos, e que estão em algum grau de ameaça de extinção. Por este motivo, essa localidade é delineada como prioritária na questão de conservação (Borsali, 2012, Drummond *et al.*, 2005).

Com base no Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil (2010), é possível afirmar que as angiospermas são o maior grupo de plantas do mundo. Os registros são em torno de 31 mil espécies, sendo 27% monocotiledôneas (possuem apenas um cotilédone na sua semente). No domínio da Mata Atlântica se encontra a maior riqueza deste grupo, além de possuir também a maior quantidade de

espécies e gêneros endêmicos. No domínio do Cerrado, os números são similares quanto a diversidade de espécies.

Em concordância com o Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil (2010), no tópico riqueza, sobressaem-se os estados de Minas Gerais, Bahia, Amazonas, São Paulo, Rio de Janeiro, Pará e Paraná. Todos com mais de cinco mil espécies. Em Minas Gerais, essa riqueza se deve ao fato da alta diversidade de ambientes e fitofisionomias em três domínios fitogeográficos. Se utilizarmos critérios geomorfológicos, o relevo do estado é altamente.

As Pteridófitas são definidas como um grupo de plantas com sistema vascular responsáveis pela condução de água, sais minerais e substâncias orgânicas. Elas não apresentam sementes. Atualmente as Pteridófitas são divididas entre Lycophytas e Pterophytas (Alves & Lemos, 2021). Estas encontram-se em variados ecossistemas, com seus representantes em áreas subdesérticas, ártico-alpinas, interior de florestas tropicais úmidas, mangues e regiões mais rochosas (Page, 1979). Ao falarmos sobre a estimativa de diversidade desse grupo, segundo Moran (1995), na América do Sul são encontradas 3.000 espécies; destas aproximadamente 1.200 a 1.300 estão no Brasil, onde 400 a 600 delas são encontradas no estado de São Paulo (Labiak, 1998).

Como afirmado por Moran (1995), as áreas montanhosas influenciam diretamente a diversidade e distribuição de Pteridófitas, o que proporciona um alto endemismo nessa região. Segundo Carvalho (2018), poucos são os trabalhos sobre levantamento de pteridófitas para o estado de Minas Gerais (MG), onde alguns desses retratam apenas listas de espécies do grupo, como descrito por Souza *et al.* (2012) ao realizar o inventário de Pteridófitas da Serra Negra (MG). Ou então, estudos taxômicos, como visto em Arantes *et al.* (2010) ao preparar o levantamento florístico de Polypodiaceae e Pteridaceae.

O objetivo do presente trabalho foi buscar a riqueza de angiospermas e pteridófitas que ocorrem no QF (MG) e, a partir dos softwares DIVA-GIS e QGIS, realizar as análises de regressão múltipla com o intuito de examinar as variáveis que podem explicar a diversidade. Foi realizada uma análise de seleção de reservas para examinar se as áreas prioritárias estão nas delimitações das Unidades de Conservação (UC) do QF.

MATERIAS E MÉTODOS

A análise de riqueza de angiospermas e pteridófitas do Quadrilátero Ferrífero foi realizada com dados de distribuição de espécies obtidos de Antonelli *et al.* (2018). Os dados georreferenciados foram verificados quanto a inconsistências utilizando o software DIVA-GIS 7.5 (Hijmans *et al.*, 2012) e os dados duplicados ou duvidosos foram removidos. As observações georreferenciadas compreenderam 4.822 registros de angiospermas (2.138 espécies) e 2.351 registros de pteridófitas (369 espécies). A diversidade de espécies foi analisada no programa DIVA-GIS 7.5 (*Analysis/Point to Grid*, Hijmans *et al.*, 2012) e compreendeu a riqueza de espécies (*Richness/ Number of different classes*). As análises foram realizadas para rasters de resolução de 2.5 minutos (5 km na linha do Equador).

Superfícies interpoladas, e particularmente *splines*, provaram ser uma ferramenta útil no desenvolvimento de modelos preditivos com uma ampla gama de aplicações. Elas geram superfícies utilizando uma função subjacente que explica as relações entre os dados (Clarkson & Bellas, 2014; Eilers *et al.*, 2006; Li & Heap, 2014). O *System for Automated Geoscientific Analysis* (SAGA) é um sistema de informações geográficas (SIG) que foi projetado para a implementação de algoritmos espaciais para modelos geocientíficos (Conrad *et al.*, 2015). O Módulo de Análise de Regressão Múltipla (*Grid and Predictor Grids*) do SAGA 7.3.0 (Conrad *et al.*, 2015), em combinação com método *stepwise* e interpolação *spline*, foi utilizado para estimar as variáveis explicativas para a diversidade de Angiospermas e Pteridófitas no Quadrilátero Ferrífero. A análise de regressão múltipla compreendeu um procedimento de seleção direta, nível de significância 5.000 como limite para seleção de preditor automatizado, 10 subamostras de validação cruzada e interpolação residual (ponderação inversa da distância). As variáveis ambientais utilizadas compreenderam camadas climáticas obtidas do WorldClim 2 (Fick & Hijmans, 2017 – temperatura mínima, temperatura máxima, temperatura média, precipitação, radiação solar, velocidade do vento, pressão do vapor de água e elevação – <https://www.worldclim.org>).

O procedimento *Reserve Selection* do DIVA-GIS 7.5 (Hijmans *et al.*, 2012) visa identificar conjuntos de células do grid que sejam complementares entre si, i.e., que capturem o máximo de diversidade no menor número possível de células. O procedimento é baseado no algoritmo descrito por Rebelo (1994) e tem sido utilizado para determinar áreas prioritárias para a conservação de espécies *in situ*. Ao executar a análise, são gerados 3 grids: o grid de Sequência (*Sequence*) que indica em que ordem as células foram selecionadas de acordo com sua prioridade; o grid Classes (*Classes*) que indica quantas classes diferentes existem em cada célula selecionada; o grid *Additional Classes* (Classes adicionais) indica quantas classes novas (espécies) estão naquela célula (essas espécies não estavam presentes em nenhuma das células selecionadas anteriormente) (Scheldeman & Zonneveld, 2010; Hijmans *et al.*, 2012).

Foi adicionado um *shape* das UCs do QF para verificar se as áreas prioritárias estariam localizadas em áreas de proteção ambiental, considerando as seguintes categorias de UCs: Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Proteção Especial (APE), Estação Ecológica (ESEC), Floresta Estadual (FLOE), Monumento Natural (MONA), Parque Estadual (PAR), Parque Nacional (PARNA), Reserva Biológica (REBIO) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

RESULTADOS

A partir do mapa de riqueza de angiospermas, elaborado no software DIVA-GIS (figura 1), é possível perceber que em determinados trechos há uma alta riqueza de espécies em locais desprotegidos, onde, futuramente, possam correr riscos caso essas áreas se tornem áreas de atividade mineradora, por exemplo.

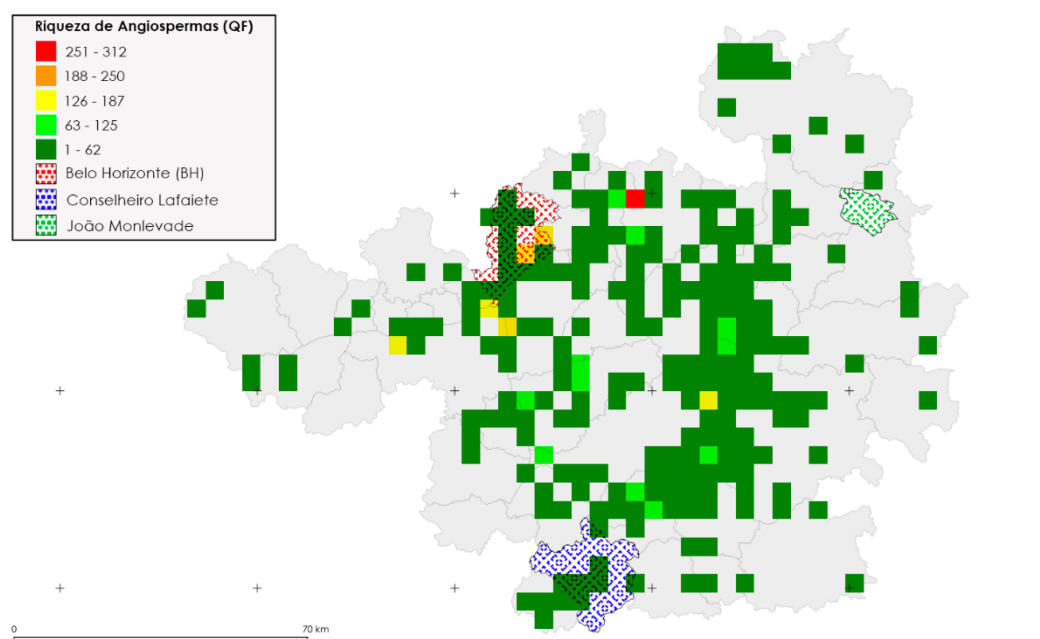


Figura 1 Mapa de riqueza de Angiospermas do Quadrilátero Ferrífero (QF). Onde é possível perceber pontos com diferentes cores, simbolizando os locais com maior e menores riquezas. Assim como Belo Horizonte (BH), como um ponto de referência.

As análises de regressão múltipla *stepwise* (interpolação *B-spline*, *Grid* and *Predictor Grids*) para Angiosperma é apresentada na tabela 1. A riqueza de Angiosperma pode ser explicada pela elevação ($R^2=0.04$), temperatura mínima ($R^2=0.03$), radiação solar ($R^2=0.02$) e velocidade do vento ($R^2=0.01$).

Tabela 1 Regressão múltipla entre a riqueza de Angiosperma, elevação e variáveis climáticas do WorldClim (*stepwise*, interpolação *B-spline*, *Grid* and *Predictor Grids*) realizada com o SAGA 7.3.0.

Variável	REGCOEFF	R	R ²	R ² adj	StdErr	t	Sig.	P
Angiosperma	-237.814	-1.00	1.00	1.00	56.63	-4.20	0.000	0.000
Elevação	0.112	0.20	0.04	0.03	0.02	5.54	0.000	0.000
Temperatura Mínima	21.902	0.16	0.03	0.02	4.93	4.45	0.000	0.000
Radiação Solar	-0.013	-0.13	0.02	0.01	0.00	-3.57	0.000	0.000
Velocidade do vento	23.687	0.09	0.01	0.00	9.72	2.44	0.015	0.000

Residual standard error: 22.12 (DF: 752)

Multiple R-squared: 0.08 (adjusted: 0.08)

F-statistic: 16.41 (4/752 DF), p-value: 0.000

A análise de seleção de reserva para Angiosperma é apresentada nas Figura 2-4. As células de mais importância em cada um dos grupos estudados. Nos mapas também estão destacadas as UCs do QF para que possa ser feita uma análise entre as células prioritárias e as áreas de proteção, com o intuito de verificar se as espécies se encontram em algum nível de ameaça.

O primeiro mapa (figura 2) nos mostra o *Raster Sequence*, onde são listadas, em uma ordem crescente (1 – 10), as áreas prioritárias para a conservação de Angiospermas no QF. O resultado corresponde a 10 interações e 1228 observações únicas. Neste mapa é possível perceber que algumas células se encontram desprotegidas, em partes ou em sua totalidade, como por exemplo a célula 2 que está fora das delimitações das UCs, a célula 4 que se encontra quase totalmente desprotegida e a célula de número 1 que possui uma parcela de sua área exposta.

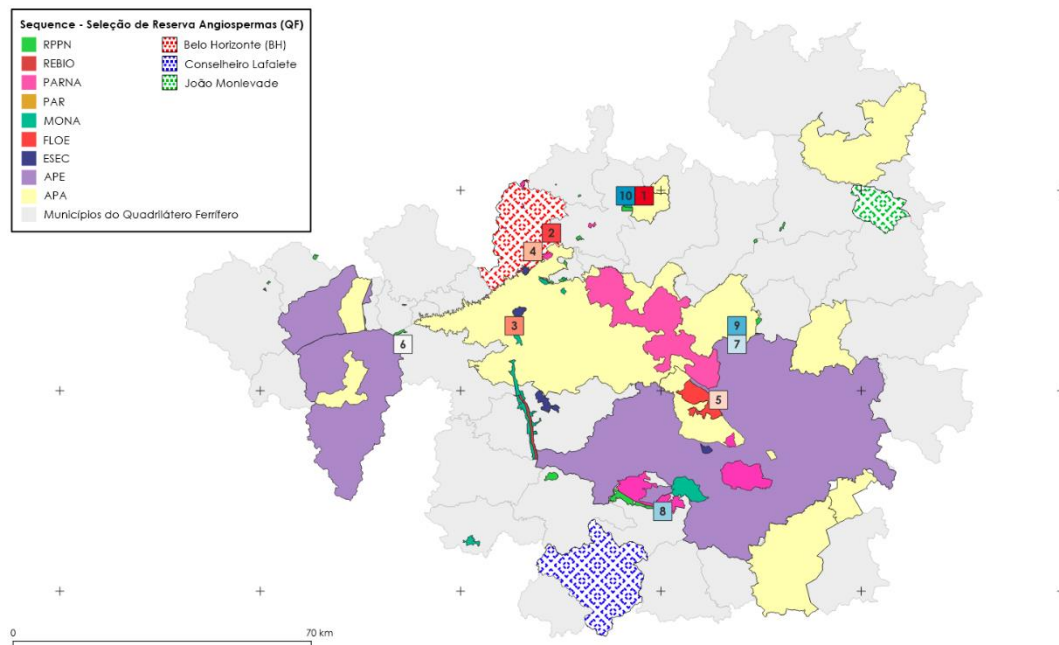


Figura 2 Raster Sequence da análise de seleção de reserva de Angiospermas do Quadrilátero Ferrífero. Estão ilustradas no mapa, as células prioritárias para a conservação das espécies do grupo. Estas estão enumeradas de acordo com sua importância (de forma decrescente). A coloração das UCs foi randomizada pelo software QGIS, sendo utilizadas apenas para sua diferenciação.

No mapa a seguir (figura 3), podemos observar o *Raster Classes*, onde se destacam as células prioritárias observadas no *Raster Sequence*, porém agora com uma análise de riqueza entre elas. A área de cor vermelha é o local onde ocorre a maior diversidade de Angiospermas no QF, com 312 espécies.

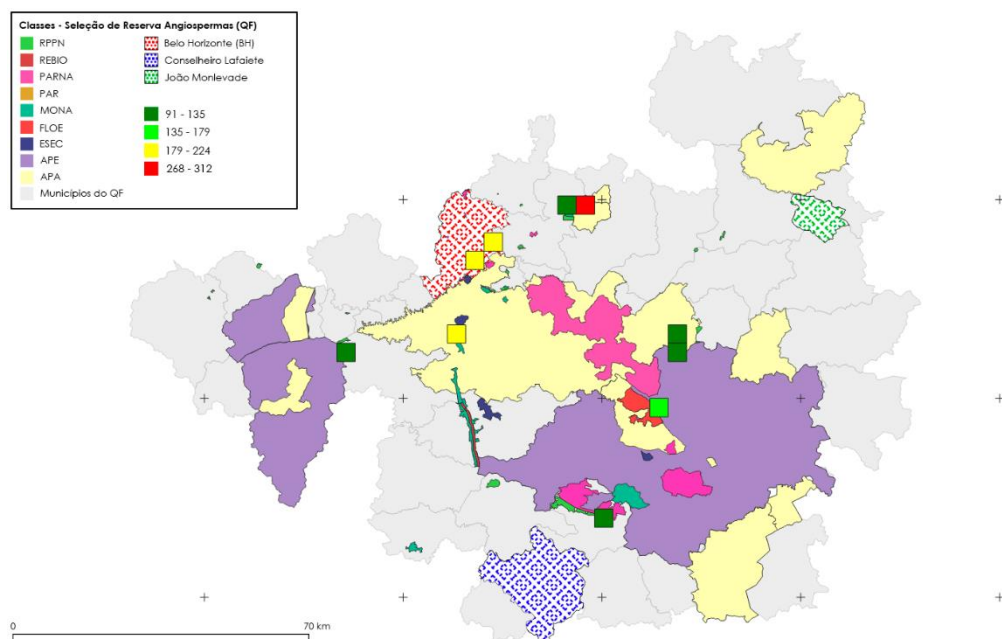


Figura 3 *Raster Classes* das Angiospermas do Quadrilátero Ferrífero. Onde nos mostra, uma análise de riqueza entre as células prioritárias de acordo com a análise de seleção de reserva. A célula de cor vermelha apresenta a maior quantidade de espécies: 268 – 312; enquanto as de cor verde escuro ilustra a de menor quantidade: 91 - 135 espécies.

O último resultado da análise de seleção de reserva é o *Raster Additional Classes* (figura 4), onde são indicadas quantas novas classes (espécies) estão em cada uma das células destacadas, sendo que estas não estão presente entre as espécies das células previamente selecionadas. A célula que mais contribuiu foi a de cor vermelha, com 260 – 312 espécies.

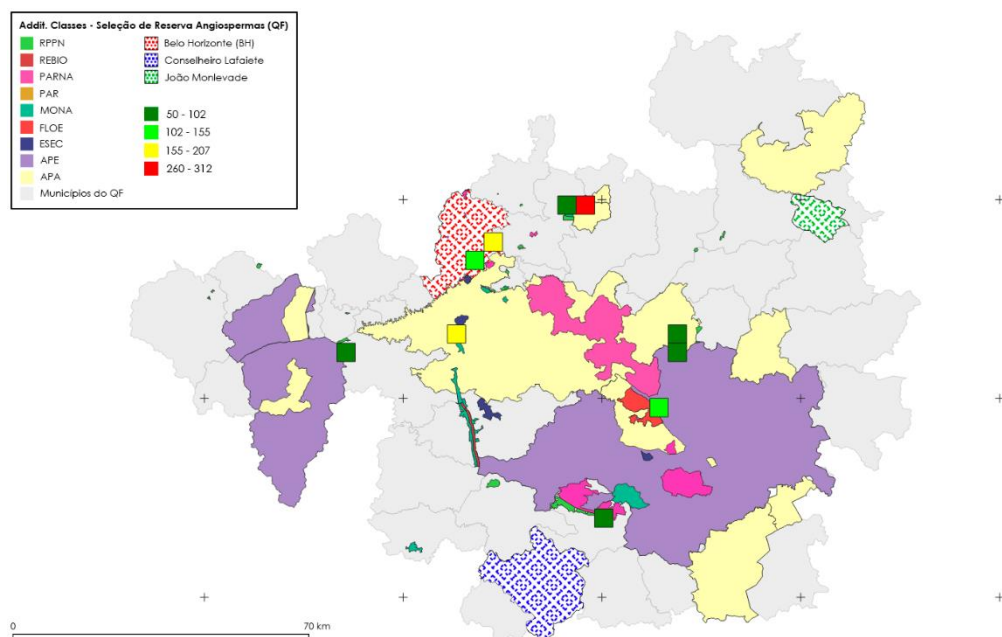


Figura 4 Raster Additional Classes de Angiospermas do Quadrilátero Ferrífero, onde são apresentadas novas espécies em cada uma das células prioritárias, destacadas pela análise de seleção de reserva. Onde a célula, de cor vermelha, que mais contribuiu possui entre 260 - 312 espécies adicionais.

A partir das células de prioridade encontradas para as Angiospermas, foi realizado um levantamento das espécies encontradas na célula de maior prioridade (tabela 2) onde foram observadas 312 espécies, enquanto na célula de menor prioridade (tabela 3) foram apresentadas 116 espécies.

Tabela 2 Listagem das espécies de Angiospermas do Quadrilátero Ferrífero encontradas na célula de maior prioridade, a partir do Raster Sequence.

Espécies

Abutilon rufinerve
Acanthospermum australe
Achyrocline albicans
Achyrocline gardnerii
Achyrocline satureioides
Acianthera prolifera
Acianthera teres
Actinocephalus bongardii
Actinocephalus ramosus
Aechmea nudicaulis
Aeschynomene elegans
Ageratum conyzoides
Ageratum myriadenium
Alchornea triplinervia

Alstroemeria plantaginea
Amaranthus spinosus
Anathallis sclerophylla
Andropogon leucostachyus
Anthurium harrisii
Anthurium minarum
Anthurium scandens
Arthrocereus glaziovii
Aspilia fruticosa
Baccharis calvescens
Baccharis lychnophora
Baccharis platypoda
Baccharis reticularia
Baccharis vulneraria
Barbacenia luzulifolia
Barbacenia sellowii
Barrosoa organensis
Begonia hirtella
Begonia lobata
Bidens pilosa
Bidens rubifolia
Bifrenaria stefanae
Billbergia amoena
Blepharocalyx salicifolius
Brassica rapa
Brunfelsia brasiliensis
Bulbophyllum napellii
Bulbostylis sphaerocephala
Byrsonima ligustrifolia
Byrsonima spinensis
Byrsonima variabilis
Cabralea lagoensis
Calea pinnatifida
Calyptranthes pulchella
Cambessedesia hilariana
Cambessedesia pityrophylla
Campovassouria cruciata
Camptosema tomentosum

Cattleya crispata
Cayaponia pilosa
Centrosema coriaceum
Chamaecrista cathartica
Chamaecrista ochracea
Chamaecrista rotundifolia
Chromolaena barbacensis
Chromolaena multiflosculosa
Chusquea nutans
Chusquea sellowii
Cinnamomum quadrangulum
Cissus subrhomboidea
Clethra brasiliensis
Coccocypselum erythrocephalum
Commelina obliqua
Crotalaria rufipila
Croton burchellii
Croton erythroxyloides
Croton myrianthus
Cryptanthus schwackeanus
Cuscuta tinctoria
Cyclopogon truncatus
Cyperus aggregatus
Cyperus consors
Cyrtocymura scorpioides
Dasyphyllum flagellare
Dasyphyllum sprengelianum
Declieuxia satujoides
Desmodium uncinatum
Dichorisandra pubescens
Dicliptera pohliana
Dioscorea debilis
Dioscorea multiflora
Dioscorea piperifolia
Diplusodon buxifolius
Diplusodon rotundifolius
Ditassa aequicymosa
Ditassa linearis

Ditassa retusa
Drimys brasiliensis
Drymaria cordata
Dyckia saxatilis
Echinocoryne holosericea
Echinocoryne schwenkiaefolia
Emilia fosbergii
Eragrostis secundiflora
Eremanthus incanus
Erythroxylum suberosum
Esterhazyia campestris
Eugenia aurata
Eugenia involucrata
Eugenia nutans
Euplassa incana
Evolvulus rufus
Fuchsia coccinea
Fuchsia regia
Galeandra lagoensis
Galinsoga parviflora
Galium hirtum
Gaylussacia hispida
Gaylussacia salicifolia
Gladiolus gandavensis
Gomesa blanchetii
Gomesa crispa
Gomesa warmingii
Gomphrena celosioides
Graphistylis itatiaiae
Grazielia serrata
Guapira opposita
Guatteria sellowiana
Guatteria villosissima
Gymnanthes glandulosa
Habranthus irwinianus
Hamelia patens
Handroanthus chrysotrichus
Hatiora salicornioides

Heteropterys byrsonimifolia
Heteropterys campestris
Hillia parasitica
Hippeastrum morelianum
Hololepis pedunculata
Hyptis lappulacea
Hyptis longipes
Hyptis monticola
Ichnanthus longiglumis
Ilex dumosa
Ilex subcordata
Irlbachia pulcherrima
Lagenaria siceraria
Lamanonia ternata
Lantana camara
Lantana fucata
Lantana lundiana
Leandra acutiflora
Leandra gardneriana
Leandra neurotricha
Leandra xanthostachya
Lepidaploa salzmännii
Lepidium pseudodidymum
Leptostelma maxima
Leucothoe cordifolia
Lippia gracilis
Lychnophora ericoides
Mandevilla tenuifolia
Marcetia taxifolia
Marsypianthes chamaedrys
Maytenus robusta
Melinis minutiflora
Melinis repens
Melothrianthus smilacifolius
Miconia chartacea
Miconia fasciculata
Miconia prasina
Microlicia crenulata

Microtea paniculata
Mikania buddleiaefolia
Mikania warmingii
Mimosa leprosa
Minaria acerosa
Minaria decussata
Molineria capitulata
Moquinia racemosa
Mutisia coccinea
Myrcia guianensis
Myrcia hilariana
Myrcia mutabilis
Myrcia splendens
Myrcia subcordata
Myrciaria glanduliflora
Myrsine emarginella
Myrsine squarrosa
Myrsine umbellata
Nematanthus strigillosus
Neomarica glauca
Neomarica rupestris
Neoregelia bahiana
Nicandra physalodes
Ochellochloa rudis
Ocotea felix
Ocotea lancifolia
Ocotea tristis
Odonellia eriocephala
Ouratea semiserrata
Oxypetalum erectum
Paepalanthus manicatus
Paepalanthus regalis
Paepalanthus spixianus
Paliavana sericiflora
Palicourea tetraphylla
Paspalum polyphyllum
Paspalum scalare
Passiflora alata

Passiflora speciosa
Passiflora villosa
Peperomia galioides
Peperomia subrubripica
Peperomia tetraphylla
Periandra mediterranea
Persea fuliginosa
Philodendron appendiculatum
Phoradendron undulatum
Phyllanthus niruri
Phyllanthus submarginatus
Phytolacca thyrsoflora
Piper lhotzkyanum
Plantago bicallosa
Plantago major
Poa annua
Polygala fendleri
Polygala paniculata
Polypogon elongatus
Portulaca hirsutissima
Pouteria grandiflora
Prosthechea vespa
Prunus brasiliensis
Prunus myrtifolia
Prunus sellowii
Pseudobrickellia brasiliensis
Psidium cattleianum
Psidium rufum
Psychotria spathicalyx
Psychotria stachyoides
Psychotria vellosiana
Psyllocarpus laricoides
Pyrostegia venusta
Rhetinantha notylioglossa
Rhipsalis floccosa
Rhynchospora setigera
Rubus rosifolius
Rubus urticifolius

Rudgea sessilis
Sauvagesia erecta
Senecio colpodes
Senecio pohlii
Senna reniformis
Senna septemtrionalis
Serjania paradoxa
Sida aurantiaca
Silene gallica
Sinningia magnifica
Sinningia rupicola
Siphocampylus imbricatus
Siphocampylus westinianus
Siphoneugena densiflora
Sisymbrium officinale
Sisyrinchium vaginatum
Sloanea monosperma
Smilax elastica
Solanum cladotrichum
Solanum granulosoleprosum
Solanum paniculatum
Solanum stenandrum
Solanum subumbellatum
Sonchus asper
Spermacoce poaya
Spermacoce suaveolens
Spermacoce verticillata
Spigelia lundiana
Sporobolus indicus
Sporobolus junceus
Sporobolus piliferus
Stachytarpheta glabra
Staurogyne warmingiana
Stenophalium chionaeum
Stevia urticaefolia
Styrax aureum
Styrax martii
Symphyopappus reticulatus

Tabebuia ochracea
Tabebuia rosea
Taraxacum croceum
Tibouchina canescens
Tibouchina cardinalis
Tibouchina estrellensis
Tibouchina heteromalla
Tibouchina martiusiana
Tibouchina semidecandra
Tillandsia gardneri
Tillandsia geminiflora
Tocoyena formosa
Trembleya parviflora
Trichogonia hirtiflora
Trichogonia villosa
Tripogandra diuretica
Triumfetta semitriloba
Trixis vauthieri
Vellozia compacta
Vellozia glabra
Vellozia sellowii
Verbascum virgatum
Verbena litoralis
Vernonia schwenkiiifolia
Vernonia simplex
Vismia brasiliensis
Vitex sellowiana
Vriesea minarum
Waltheria indica
Xylopia aromatica
Zygopetalum maculatum
Zygopetalum microphytum

Tabela 3 Listagem das espécies de Angiospermas do Quadrilátero Ferrífero encontradas na célula de menor prioridade, a partir do Raster Sequence.

Espécies
<i>Abutilon regnellii</i>
<i>Abutilon rufinerve</i>
<i>Aechmea nudicaulis</i>
<i>Albizia polycephala</i>
<i>Alstroemeria plantaginea</i>
<i>Anthurium minarum</i>
<i>Arthrocereus glaziovii</i>
<i>Axonopus siccus</i>
<i>Baccharis lychnophora</i>
<i>Baccharis vulneraria</i>
<i>Barbacenia damaziana</i>
<i>Bulbostylis fimbriata</i>
<i>Byrsonima variabilis</i>
<i>Cambessedesia pityrophylla</i>
<i>Casearia arborea</i>
<i>Celtis brasiliensis</i>
<i>Centrosema vexillatum</i>
<i>Cissus albida</i>
<i>Comolia sertularia</i>
<i>Copaifera langsdorffii</i>
<i>Cordia concolor</i>
<i>Crotalaria maypurensis</i>
<i>Crotalaria rufipila</i>
<i>Crotalaria velutina</i>
<i>Croton erythroxyloides</i>
<i>Cuspidaria floribunda</i>
<i>Cyrtochilum gracile</i>
<i>Daphnopsis utilis</i>
<i>Declieuxia saturejoides</i>
<i>Desmodium triflorum</i>
<i>Dichorisandra hexandra</i>
<i>Dichorisandra incurva</i>
<i>Ditassa linearis</i>
<i>Drymaria cordata</i>
<i>Dysphania ambrosioides</i>

Emmeorrhiza umbellata
Eremanthus crotonoides
Erythroxylum gonoclados
Erythroxylum suberosum
Fuchsia coccinea
Galactia martii
Gamochaeta simplicicaulis
Gaylussacia montana
Gomesa blanchetii
Guatteria villosissima
Heteropterys intermedia
Hydrocotyle quinqueloba
Hypenia macrantha
Hyptis angulosa
Inga vulpina
Ipomoea lobata
Lantana lundiana
Lundia obliqua
Lychnophora ericoides
Marcetia taxifolia
Marlierea clauseniana
Matayba guianensis
Miconia ligustroides
Microstachys hispida
Mimosa leprosa
Mimosa pogocephala
Mimosa setosa
Myrceugenia bracteosa
Myrcia eriocalyx
Myrcia ouropretoensis
Nicotiana langsdorffii
Ocotea nummularia
Paepalanthus acutipilus
Paepalanthus calvus
Paepalanthus corymbosus
Palicourea tetraphylla
Panicum campestre
Panicum rude

Passiflora organensis
Passiflora pohlii
Passiflora speciosa
Peperomia tetraphylla
Periandra mediterranea
Persea fulva
Phoebe tetragona
Phoradendron crassifolium
Phyllanthus niruri
Phyllanthus submarginatus
Piper aduncum
Porophyllum lanceolatum
Portulaca mucronata
Prosthechea vespa
Psidium guineense
Psychotria setulifera
Psychotria spathicalyx
Psychotria stachyoides
Psychotria vellosiana
Rhamnus sphaerosperma
Rubus brasiliensis
Rudgea sessilis
Saccharum villosum
Senna angulata
Senna cernua
Setaria parviflora
Siparuna brasiliensis
Sisymbrium officinale
Smilax goyazana
Sparattosperma leucanthum
Stelis intermedia
Stryphnodendron polyphyllum
Styrax aureus
Symphyopappus reticulatus
Tetrapterys microphylla
Tillandsia gardneri
Trichogonia hirtiflora
Vellozia sellovii

Verbesina floribunda
Vismia micrantha
Vitex sellowiana
Wilbrandia hibiscoides
Xyris schizachne

Logo após, encontram-se os resultados para o grupo de Pteridófitas do QF. Ao compararmos o mapa de riqueza de Angiospermas, com o mapa de riqueza de Pteridófitas (figura 5), é possível perceber que uma grande parte de sua distribuição está dentro das delimitações das áreas das UCs do QF (inclusive a célula de maior riqueza). Porém, observamos outros pontos de grande concentração de riqueza do grupo desprotegidos na área estudada.

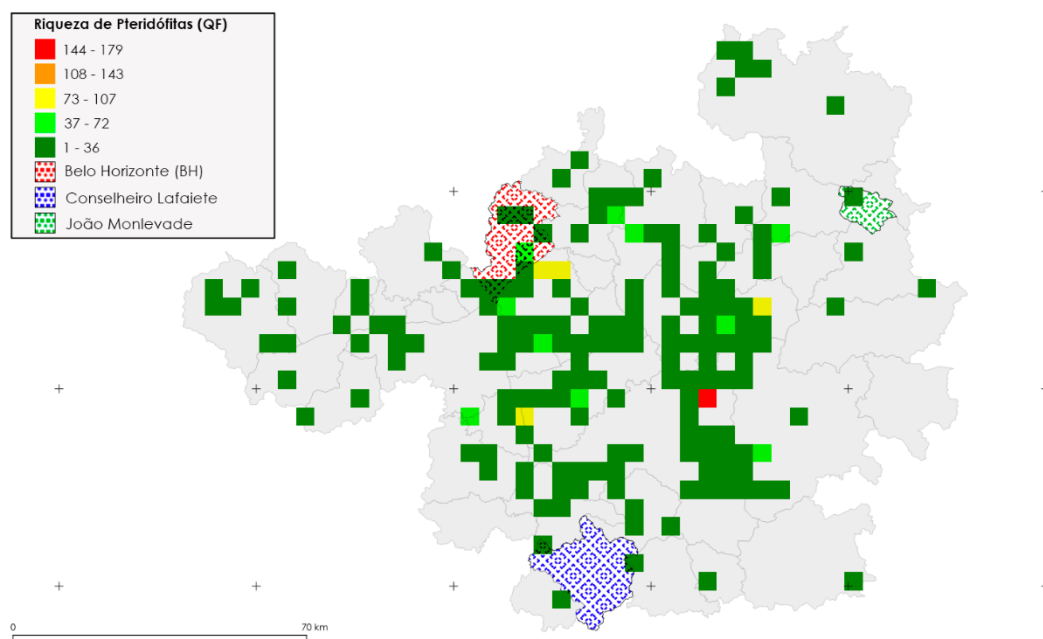


Figura 5 Mapa de riqueza de Pteridófitas do Quadrilátero Ferrífero (QF). Onde é possível perceber pontos com diferentes cores, simbolizando os locais com maior e menores riquezas. Assim como Belo Horizonte (BH), como um ponto de referência.

A riqueza de Pteridófitas (tabela 2) pode ser explicada pela variável elevação ($R^2=0.019$).

Tabela 2 Regressão múltipla entre a riqueza de Pteridófitas, elevação e variáveis climáticas do WorldClim (stepwise, interpolação B-spline, Grid and Predictor Grids) realizada com o SAGA 7.3.0.

Variável	REGCOEFF	R	R ²	R ² adj	StdErr	t	Sig.	P
Pteridófitas	-8.949	-1	1	1	2.25	-3.98	0.000	0.000
Elevação	0.013	0.19	0.04	0.04	0.00	5.34	0.000	0.000

Residual standard error: 11.43 (degrees of freedom: 755)

Multiple R-squared: 0.04 (adjusted: 0.04)

F-statistic: 28.52 (1/755 DF), p-value: 0.000

O Raster Sequence de Pteridófitas (figura 6), assim como o Raster de Anagiospermas, nos apresenta o mesmo número de interações (10), mas agora com menos observações (312) organizadas de forma crescente de localidades prioritárias para a conservação. Nesse resultado, diferente do apresentado para Angiospermas, vemos que a célula mais importante (indicada pelo número 1), está totalmente protegida pelas limitações das UCs, diferente de outras células que possuem a área parcialmente exposta (como as células 2 e 4) ou então outras que estão totalmente ou quase totalmente desprotegidas (como as células 3 e 5).

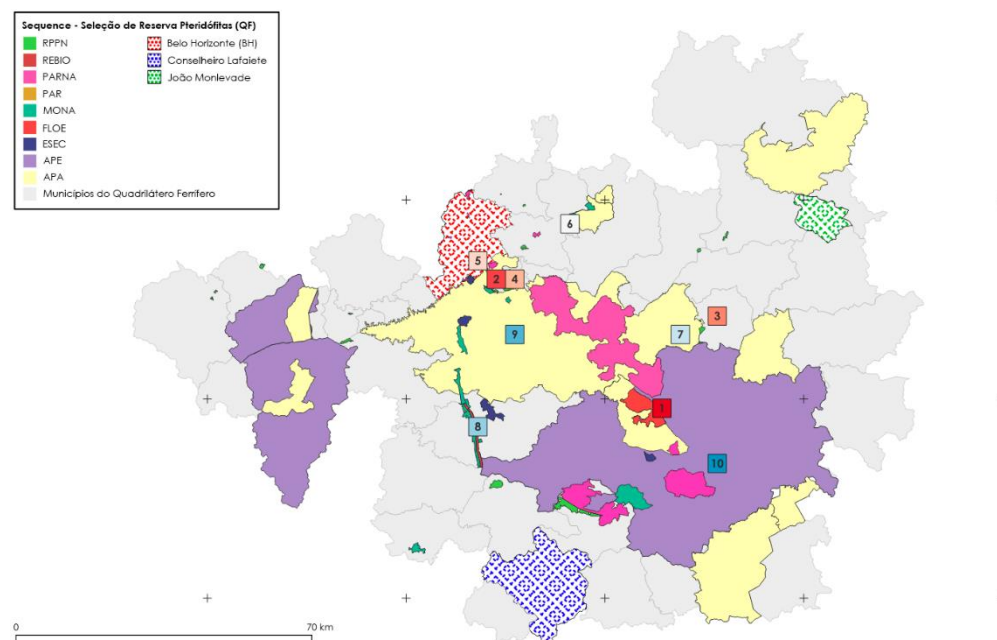


Figura 6 Raster Sequence da análise de seleção de reserva de Pteridófitas do Quadrilátero Ferrífero. Estão ilustradas no mapa, as células prioritárias para a conservação das espécies do grupo. Estas estão enumeradas de acordo com sua importância (de forma decrescente). A coloração das UCs foi randomizada pelo software QGIS, sendo utilizadas apenas para sua diferenciação.

O resultado seguinte é o *Raster Classes* de Pteridófitas do QF (figura 7), onde é ilustrado a análise de riqueza desse grupo, tendo em vista as células de prioridade selecionadas pelo *software* para a sua conservação. O quadrado destacado na cor vermelha, é a área em que se concentra a maior riqueza de Pteridófitas do QF, com 146 – 179 espécies encontradas.

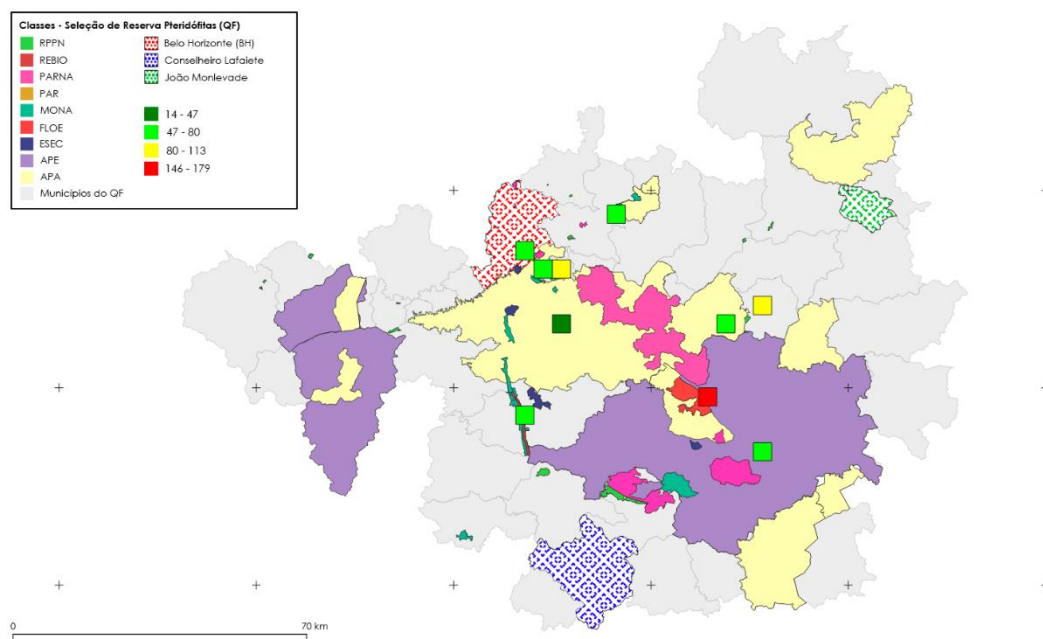


Figura 7 *Raster Classes* das Pteridófitas do Quadrilátero Ferrífero. Onde nos mostra, uma análise de riqueza entre as células prioritárias de acordo com a análise de seleção de reserva. A célula de cor vermelha apresenta a maior quantidade de espécies: 144 - 179; enquanto a de cor verde escuro ilustra a de menor quantidade: 14 - 47 espécies.

Como último resultado obtido para Pteridófitas na análise de seleção de reserva, o *Raster Additional Classes* (figura 8) indica que a maior quantidade de espécies adicionais nas células prioritárias desse grupo, apresentada pelo quadrado de cor vermelha, possui de 144 – 179 espécies que não estão entre as encontradas em células selecionadas anteriormente.

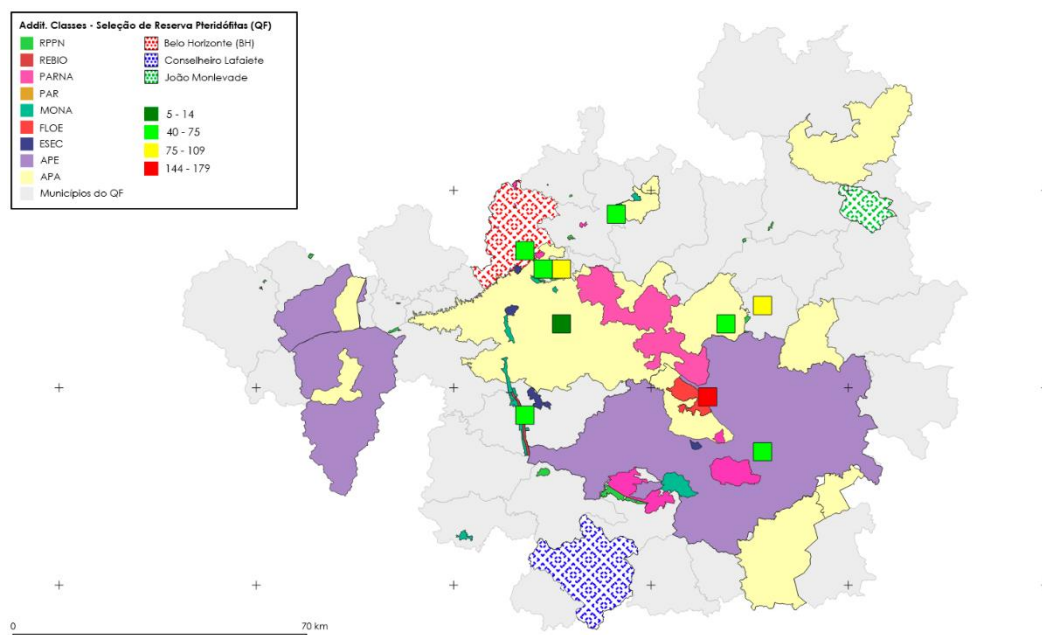


Figura 8 Raster Additional Classes de Pteridófitas do Quadrilátero Ferrífero, onde são apresentadas novas espécies em cada uma das células prioritárias, destacadas pela análise de seleção de reserva. A célula, de cor vermelha, foi a que mais contribuiu, na qual possui entre 144 - 179 espécies adicionais.

Com base nas áreas de prioridade encontradas para as Pteridófitas, foi elaborado um levantamento das espécies encontradas na célula de maior prioridade (tabela 4) com resultado obtido de 179 espécies, enquanto na célula de menor prioridade (tabela 5) foram apresentadas 64 espécies.

Tabela 4 Listagem das espécies de Pteridófitas do Quadrilátero Ferrífero encontradas na célula de menor prioridade, a partir do Raster Sequence.

Espécies

Abrodictyum rigidum
Adiantopsis chlorophylla
Adiantopsis radiata
Adiantum dolosum
Adiantum lorentzii
Adiantum raddianum
Adiantum subcordatum
Alsophila armata
Alsophila capensis
Alsophila frigida
Anemia hirsuta
Anemia phyllitidis
Arachniodes denticulata
Asplenium aethiopicum

Asplenium auriculatum
Asplenium auritum
Asplenium campos-portoi
Asplenium dirense
Asplenium feei
Asplenium formosum
Asplenium gastonis
Asplenium harpeodes
Asplenium pedicularifolium
Asplenium pseudonitidum
Asplenium pulchellum
Asplenium schwackei
Asplenium serra
Blechnum austrobrasilianum
Blechnum binervatum
Blechnum brasiliense
Blechnum cordatum
Blechnum fraxineum
Blechnum lanceola
Blechnum lehmannii
Blechnum occidentale
Blechnum polypodioides
Blechnum schomburgkii
Blechnum tabulare
Campyloneurum aglaolepis
Campyloneurum austrobrasilianum
Campyloneurum decurrens
Campyloneurum nitidum
Ceradenia capillaris
Ceradenia spixiana
Cheilanthes regnelliana
Cheiroglossa palmata
Cochlidium punctatum
Cochlidium serrulatum
Ctenitis falciculata
Ctenitis submarginalis
Cyathea corcovadensis
Cyathea delgadii

Cyathea feeana
Cyathea phalerata
Cyathea villosa
Cyclosorus dentatus
Danaea geniculata
Dicranopteris flexuosa
Dicranopteris pectinata
Didymochlaena truncatula
Diplazium celtidifolium
Diplazium lindbergii
Diplazium plantaginifolium
Diplazium rostratum
Doryopteris collina
Doryopteris crenulans
Doryopteris lomariacea
Doryopteris ornithopus
Dryopteris patula
Elaphoglossum acrocarpum
Elaphoglossum beaurepairei
Elaphoglossum burchellii
Elaphoglossum decoratum
Elaphoglossum erinaceum
Elaphoglossum hybridum
Elaphoglossum langsdorffii
Elaphoglossum lingua
Elaphoglossum longifolium
Elaphoglossum luridum
Elaphoglossum muscosum
Elaphoglossum tectum
Elaphoglossum vagans
Eriosorus aureonitens
Eriosorus sellowianus
Grammitis fluminensis
Hymenophyllum elegans
Hymenophyllum fragile
Hymenophyllum hirsutum
Hymenophyllum plumosum
Hymenophyllum polyanthos

Hymenophyllum silveirae
Hymenophyllum undulatum
Hypolepis repens
Lastreopsis amplissima
Lellingeria apiculata
Lellingeria depressa
Lindsaea arcuata
Lindsaea bifida
Lindsaea botrychioides
Lindsaea guianensis
Lindsaea lancea
Lindsaea quadrangularis
Lindsaea stricta
Lindsaea trapeziformis
Lindsaea virescens
Lophosoria quadripinnata
Lygodium volubile
Macrothelypteris torresiana
Melpomene flabelliformis
Melpomene pilosissima
Meniscium arborescens
Microgramma squamulosa
Microgramma tecta
Nephrolepis cordifolia
Nephrolepis pectinata
Nephrolepis pendula
Niphidium crassifolium
Oleandra articulata
Oleandra baetae
Ophioglossum crotalophoroides
Ophioglossum reticulatum
Osmunda regalis
Osmundastrum cinnamomeum
Paesia glandulosa
Pecluma camptophyllaria
Pecluma pectinatiformis
Pecluma plumula
Pecluma robusta

Pecluma truncorum
Pellaea crenata
Pellaea pinnata
Phlebodium pseudoaureum
Pityrogramma trifoliata
Pleopeltis astrolepis
Pleopeltis hirsutissima
Pleopeltis macrocarpa
Polyphlebium angustatum
Polypodium hirsutum
Polystichum platyphyllum
Pteridium aquilinum
Pteris decurrens
Pteris deflexa
Pteris multifida
Pteris plumula
Pteris propinqua
Pteris vittata
Radiovittaria gardneriana
Rumohra adiantiformis
Saccoloma elegans
Schizaea fluminensis
Serpocaulon catharinae
Serpocaulon fraxinifolium
Serpocaulon latipes
Serpocaulon vacillans
Sphaeropteris gardneri
Sticherus lanuginosus
Sticherus longipes
Sticherus pruinosis
Sticherus revolutus
Sticherus venosus
Tectaria incisa
Thelypteris amambayensis
Thelypteris conspersa
Thelypteris gardneriana
Thelypteris glaziovii
Thelypteris gymnosora

Thelypteris hatschbachii
Thelypteris hispidula
Thelypteris neglecta
Thelypteris oligocarpa
Thelypteris opposita
Thelypteris raddii
Thelypteris retusa
Thelypteris rivularioides
Thelypteris vivipara
Trichomanes cristatum
Trichomanes pilosum
Vandenboschia radicans
Vittaria graminifolia

Tabela 5 Listagem das espécies de Pteridófitas do Quadrilátero Ferrífero encontradas na célula de maior prioridade, a partir do Raster Sequence.

Espécies

Abrodictyum rigidum
Adiantopsis chlorophylla
Anemia phyllitidis
Arachniodes denticulata
Asplenium aethiopicum
Asplenium auriculatum
Asplenium formosum
Asplenium kunzeanum
Asplenium serra
Blechnum brasiliense
Blechnum cordatum
Blechnum gracile
Blechnum polypodioides
Campyloneurum decurrens
Campyloneurum nitidum
Cyathea axillaris
Cyathea delgadii
Cyclosorus dentatus
Doryopteris collina
Doryopteris crenulans

Doryopteris ornithopus
Elaphoglossum burchellii
Elaphoglossum glabellum
Elaphoglossum hymenodiastrum
Elaphoglossum luridum
Elaphoglossum maxonii
Elaphoglossum pachydermum
Elaphoglossum plumosum
Gleichenella pectinata
Hymenophyllum elegans
Hymenophyllum fragile
Hymenophyllum polyanthos
Lastreopsis amplissima
Lindsaea arcuata
Melpomene melanosticta
Microgramma squamulosa
Microgramma tecta
Pecluma plumula
Phlebodium pseudoaureum
Pleopeltis astrolepis
Pleopeltis hirsutissima
Polyphlebium angustatum
Polyphlebium diaphanum
Polystichum montevidense
Pteris splendens
Pteris vittata
Salpichlaena volubilis
Schizaea fluminensis
Selenodesmium cupressoides
Serpocaulon catharinae
Serpocaulon fraxinifolium
Terpsichore chrysleri
Thelypteris amambayensis
Thelypteris arborescens
Thelypteris gardneriana
Thelypteris hispidula
Thelypteris leprieurii
Thelypteris oligocarpa

Thelypteris opposita
Thelypteris patens
Thelypteris raddii
Trichomanes angustatum
Trichomanes elegans
Trichomanes pilosum

DISCUSSÃO

A história e tradições do estado de Minas Gerais (MG) estão fortemente interligadas às atividades de mineração, assim como as reservas de minerais do seu território. Conectadas a esses depósitos, estão os afloramentos ferruginosos. O geossistema QF corresponde à principal unidade ferrífera do país, onde suas formações estão relacionadas às localidades mais elevadas, com menores taxas de denudação (processo de desgaste e remoção de material superficial das rochas e solo local) e rebaixamento geoquímico (dissolução ou remoção de minerais das rochas e solos a partir de reações químicas). A partir disso, essas paisagens se tornam áreas de elevada diversidade biológica (Salgado *et al.*, 2004).

A variedade perceptível de diversidade vegetal da região do QF está relacionada à fatores edafoclimáticos (elementos que estão relacionados ao solo e ao clima). Por exemplo, a diferença na elevação dos solos, que pode variar desde formações de campos rupestres, indo até formações florestais (Rezende, 2010; Giuliatti *et al.*, 2000). Os ambientes em questão são caracterizados pela presença de condições ambientais adversas, devido à sua localização, a qual está predominantemente em altas elevações, como topos de morros.

Além disso, a Serra do Espinhaço é um dos principais e importantes centros de endemismo do Brasil, devido à sua composição de flora típica e restrita a essa região, não encontrada em nenhuma outra parte do país (Giuliatti *et al.*, 1987; Giuliatti & Pirani, 1997).

De acordo com Gontijo (2008), o QF, que se encontra no extremo sul da Serra do Espinhaço, foi erroneamente incorporado ao Espinhaço mineiro, porém isso

se mostra interessante em um contexto de conservação ambiental, uma vez que pode aumentar as chances de preservação do QF. Tal importância é enfatizada pela Reserva da Biosfera da UNESCO, que proporciona ênfase a proteção da biodiversidade, avanço do conhecimento científico e desenvolvimento sustentável de toda a região mineira do Espinhaço, sendo incluso o QF (Rapini *et al.*, 2008).

Pela recente identificação do QF como uma área de importância biológica especial, forma uma oportunidade de buscar novas medidas efetivas, para a preservação da biodiversidade ali presente.

É possível identificar essa situação de desproteção ao analisar os resultados do *raster* de *Sequence* das Angiospermas e Pteridófitas. Algumas das células destacadas na análise estão localizadas parcial ou totalmente fora das Unidades de Conservação abordadas no projeto. Esse cenário é preocupante, pois indica que as espécies presentes nestas áreas estão suscetíveis a ameaças antropogênicas, como atividades de mineração, que afetam negativamente sua preservação.

De acordo com a listagem de espécies de Angiospermas e Pteridófitas, elaborado anteriormente, podemos perceber uma alta riqueza nas localidades de maior prioridade dos grupos. Na célula mais importante de Pteridófitas estão as Unidades de Conservação APE Estadual de Ouro Preto / Mariana e Floresta Estadual de Uaimii, obtivemos uma riqueza de 179 espécies e na de menor importância está apenas a APE Estadual de Ouro Preto / Mariana, o resultado foi de 64 espécies, apenas. No levantamento feito por Souza *et al.*, (2012) na Serra Negra estão duas Unidades de Conservação em sua área: RPPN São Lourenço do Funil e RPPN Serra Negra, e foram encontrados 209 táxons. Ao compararmos os resultados dos dois trabalhos vemos altos números de riqueza, principalmente se comparado com a célula de maior prioridade. É possível afirmar que estes números sejam resultado da alta proteção das Unidades de Conservação com as espécies presentes em sua área.

As Unidades de Conservação desempenham um papel essencial em qualquer estratégia de conservação da biodiversidade (Lindenmayer & Franklin, 2002; Laurence *et al.*, 2012). Um do estudo conduzido por Worbys *et al.*, (2015) e

Rodrigues & Brooks (2007) destaca que cerca de 25% da biota de aves do mundo foi salva da extinção graças a essas áreas de conservação.

É necessário avaliar o sistema de UCs presente no QF, a fim de determinar o quão efetivamente estão essas unidades preservando os grupos de Angiosperma e Pteridófitas. A análise de seleção de reserva feita, identificou que algumas localidades essenciais para a conservação dos grupos estudados, estão em áreas desprotegidas por essas reservas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse contexto, uma importante ação para resolver a questão da conservação dos grupos, também discutida por Taylor *et al.*, (2016) seria a reestruturação das Unidades de Conservação do QF, para melhor conservação desses grupos, tendo em vista as células de prioridade de conservação que foram apresentadas nos resultados do projeto. Uma das alternativas que podem ser exploradas seria a de realocar as UCs do QF para ajustá-las nas delimitações das áreas de maior prioridade, ou expandi-las englobando essas áreas propícias à conservação de Angiospermas e Pteridófitas, aumentando a proteção desses grupos no QF.

Uma outra possível abordagem para esse impasse é a criação de novas Unidades de Conservação. Como discutido por Lamounier *et al.* (2011), existem áreas que apresentam os elementos necessários para a criação de novas UCs. Sobre alguns dos pontos necessários, estão a presença de uma paisagem com diversidade única de formações físicas, uma rica biodiversidade local e uma possível avaliação do potencial hídrico da área em questão. Essa ideia poderia se tornar uma alternativa concreta, após um estudo específico da área das células de prioridade.

Ao considerar a necessidade e urgência da conservação de espécies potencialmente ameaçadas, este trabalho fornece dados fundamentais para o entendimento da biodiversidade de Angiospermas e Pteridófitas no QF. Os resultados obtidos destacam áreas-chave para a conservação desses grupos, enfatizando a necessidade de estudos futuros mais aprofundados, em

específico nesses locais. A sua compreensão, de forma mais completa, torna-se essencial a fim de impulsionar a preservação de espécies de Angiospermas e Pteridófitas do QF, o que há de contribuir significativamente para o avanço científico e biodiversidade local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonelli, A., Zizka, A., Carvalho, F. A., Scharn, R., Bacon, C. D., Silvestro, D., & Condamine, F. L. (2018). Amazonia is the primary source of neotropical biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(23), 6034–6039.
- Arantes, A. A., *et al.* (2010) Polypodiaceae e Pteridaceae da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Estado de Minas Gerais, Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 33(1), 167–183.
- Borsali, E. F. (2012) A Flora Vascular Endêmica do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil: Levantamento das espécies e padrões de distribuição geográfica.
- Clarkson, C., & Bellas, A. (2014). Mapping stone: Using GIS spatial modelling to predict lithic source zones. *Journal of Archaeological Science*, 46(1), 324–333.
- Conrad, O., Bechtel, B., Bock, M., Dietrich, H., Fischer, E., Gerlitz, L., ... Böhner, J. (2015). System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4. *Geoscientific Model Development*, 8(7), 1991–2007.
- Drummond, G. M., *et al.* (2005) Biodiversidade em Minas Gerais: Um Atlas para sua Conservação. *Biodiversitas*, 222 p.
- Eilers, P. H. C., Currie, I. D., & Durbán, M. (2006). Fast and compact smoothing on large multidimensional grids. *Computational Statistics and Data Analysis*, 50(1 SPEC. ISS.), 61–76.

- Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302–4315.
- Forzza, RC., *et al.* (2010) Catálogo de plantas e fundos do Brasil [online]. Instituto de pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v1, 78-89.
- Gallego E., & Garcia C. A. (1996) Introducción en el patrimonio geológico. Bases para su valorización, protección, conservación y utilización. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente de España (MOPTMA). Série Monografías. Madrid, 87- 93p.
- Giulietti, A. M., *et al.* (1987) Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, v. 9, n.1, p 1-151.
- Giulietti, A. M., *et al.* (1997) Espinhaço Range Region, Eastern Brazil. In: S. D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos; A. C. Hamilton (eds.). *Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation*, Information Press, Oxford, Reino Unido. v. 3. pp. 397-404.
- Giulietti, A. M., *et al.* (2000) Caracterização e endemismos nos campos rupestres da cadeia do espinhaço In: Cavalcanti, T. B.; Walter, B. M. T. *Tópicos atuais em botânica*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Sociedade Botânica do Brasil, Brasília. p. 311-318.
- Hijmans, R.J., Guarino, L., Mathur, P. (2012) DIVA-GIS: a geographic information system for the analysis of species distribution data.
- Jacobi, C. M. & Carmo, F. F. (2008) Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. *MEGADIVERSIDADE*. v4 (nº 1-2), 25-33.
- Labiak, P. H., & Prado, J. (1998) Pteridófitas epífitas da Reserva Volva Velha, Itapoá - Santa Catarina, Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 11. 1-79.
- Lamounier, W. L., *et al.* (2011) Serra do Gandarela: Possibilidade de ampliação das unidades de conservação no Quadrilátero Ferrífero. *Revista do Departamento de Geografia – USP*. v22, p. 171-192.

- Laurance W. F., *et al.* (2012) Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. *Nature*. 489: 290–294.
- Li, J., & Heap, A. D. (2014). Spatial interpolation methods applied in the environmental sciences: A review. *Environmental Modelling and Software*, 53, 173–189.
- Lindenmayer D. B., & Franklin J. F. (2002) *Conserving Forest Biodiversity: A Comprehensive Multiscaled Approach*. Washington DC: Island Press.
- Mechi, A., & Sanches, D. L. (2010) Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. *Estudos Avançados* 24 (68). 209-220.
- Moran, R. C. (1995) The importance of mountains to pteridophytes, with emphasis on neotropical montane forests. In: Churchill, S.P.; Balslev, H.; Forero, E. & Luteyn, J.L. (Eds.) *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*. The New York Botanical Garden. 359-363.
- Page, C. N. (1979) The diversity of ferns. An ecological perspective. In: Dyer, A.F. *The experimental biology of the ferns*. London, Academic Press. 10-56.
- Rapini, A., *et al.* (2008) A flora dos campos rupestres da cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade* 4: 15-23.
- Rebelo, A. G. (1994). Iterative selection procedures: Centres of endemism and optimal placement of reserves. In B. J. Huntley (Ed.), *Botanical Diversity in Southern Africa*. Pretoria: National Botanical Institute. 231–257.
- Rezende, L. A. L. de, M. Sc. (2010) *Reabilitação de campos ferruginosos degradados pela atividade minerária no Quadrilátero Ferrífero*. Universidade Federal de Viçosa.
- Rezende, V. L. (2016) A Mineração em Minas Gerais: Uma análise de sua expansão e os impactos ambientais e sociais causados por décadas de exploração. *Sociedade & Natureza*. 28(3), 375-384.
- Rodrigues A. S. L., & Brooks T. M. (2007) Shortcuts for biodiversity conservation planning: The effectiveness of surrogates. *Ann Rev Ecol Evol Syst*. Worboys GL, Lockwood M, Kothari A, Feary S, Pulsford I, editors (2015) *Protected Area Governance and Management*. Canberra, Australia: ANU Press. 38: 713–737

- Ruchkys, U. A., & Machado, M. M. M. (2013) Patrimônio geológico e mineiro do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais - Caracterização e iniciativas de uso para educação e geoturismo. *Boletim Paranaense de Geociências* 70. 120-136.
- Salgado, A.A.R.; Colin, F.; Nalini Jr, H. A.; Braucher, R.; Varajão, A.F.D.C. & Varajão, C.A.C. (2004) O Papel da Denudação Geoquímica no Processo de Erosão Diferencial no Quadrilátero Ferrífero/MG. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 5 (1): 55-69.
- Souza, F. S., Salino, A., Viana, P. L., Salimena, F. R. G. (2012) Pteridófitas da Serra Negra, Minas Gerais Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 26(2), 378-390.
- Tonietto, A., & Silva, J. J. M. C. (2011) Valoração de danos nos casos de mineração de ferro no Brasil. *Revista Brasileira de Criminalística*. v1 (nº 1), 31-38.
- Wilson, E. O. (2008) Guia bibliográfica sobre biodiversidad. Ayuntamiento de Zaragoza.