

## Relações florísticas, fitossociológicas e aspectos edáficos em afloramentos de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos na Serra do Gandarela, MG

Leonardo Vasconcelos de Souza<sup>1</sup>  
Lucas de Lima Fernandes Padoan<sup>1</sup>  
Hélio de Magalhães Júnior<sup>1</sup>

### Resumo

Em 2010, foi proposta a criação do Parque Nacional da Serra do Gandarela (PNSG), questão que vem sendo amplamente discutida entre acadêmicos e movimentos sociais. A proposta delimita o PNSG em uma área de mais de 38 mil hectares, justificada por seu alto endemismo de espécies e por abrigar os últimos remanescentes de campos ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero ainda intactos. Nesse sentido, este estudo se insere como uma contribuição para a compreensão e avaliação da similaridade florística entre campos rupestres na Serra do Gandarela. O levantamento florístico foi realizado em litologias de quartzito e canga, sendo plotadas três parcelas (de 2x2m) aleatórias em cada substrato, totalizando um total de seis unidades amostrais. A análise comparativa dos parâmetros fitossociológicos entre ambos os substratos pode vir a se tornar uma importante ferramenta para corroborar a proposta de criação do PNSG, uma vez que a região que o abrange se demonstra extremamente diversa.

**Palavras-chave:** Serra do Gandarela; Similaridade florística; Canga.

### Abstract

In 2010, it was proposed the creation of the Parque Nacional da Serra do Gandarela (PNSG), an issue that has been widely discussed among academics and social movements. The proposal defines the PNSG in an area of over 38.000 hectares, justified by its high level of species endemism and shelter the last remaining ferruginous fields of the Quadrilátero Ferrífero still intact. This study is a part as a contribution to the understanding and evaluation of the floristic similarity between rocky fields in Serra do Gandarela. The floristic survey was conducted in quartzite ferruginous lithology area, and the analysis was performed using methodology installments, with three installments plotted (2x2m) random in each substrate, reaching six sampling units. The comparative analysis of phytosociological parameters between both substrates held here may ultimately become an important tool to support the proposed creation of the Serra do Gandarela National Park, once the region that encompasses demonstrated extremely diverse.

**Keywords:** Serra do Gandarela; Floristic similarity; Canga.

---

<sup>1</sup> Graduandos em Ciências Socioambientais pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.  
E-mail para contato: <leodesouza.90@hotmail.com> ou <lpadoan2@hotmail.com>

## Introdução

O Quadrilátero Ferrífero (QF) constitui uma área fortemente caracterizada pelas atividades de extração mineral já que, segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral (2010), abriga mais de 50 minas a céu aberto responsáveis por mais de 70% da produção nacional de minério de ferro. Ele está localizado na região centro-sul de Minas Gerais, ao sul da Cadeia do Espinhaço (Figura 1) e, segundo Alkmin (1987 apud LEMES, 2009), consiste em região geologicamente importante do Pré-Cambriano devido aos minerais de alto valor econômico ocorrentes na região, como ouro, minério de ferro e manganês. Conforme já constatado por Lemes (2009), o QF apresenta topografia heterogênea representada por formações hematíticas, graníticas e quartzíticas. Além da importância de sua geodiversidade, Drummond et al. (2005 apud LEMES, 2009) a consideraram área de importância biológica extrema devido a sua riqueza de espécies e grau de endemismo.

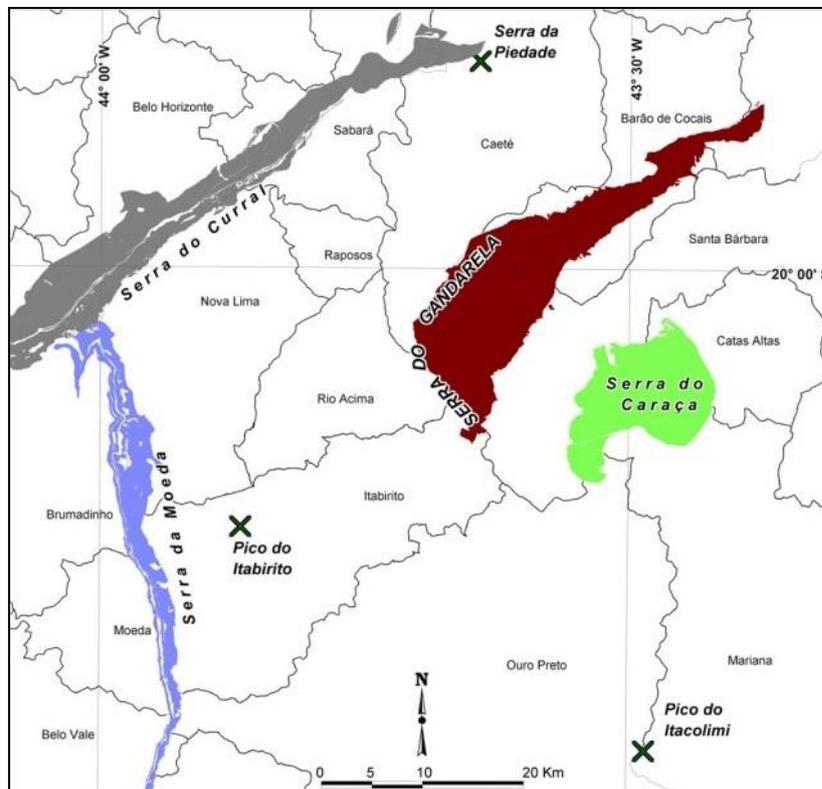


Figura 1. Recorte do Quadrilátero Ferrífero e destaque para as principais serras que o compõe (ÁGUAS DO GANDARELA).

É possível identificar outras atividades econômicas na região, além da extração mineral, conforme observou o estudo realizado, em 2012, pelo Instituto de Estudos Pró-Cidadania (PRÓ-CITTÀ) em parceria com o Museu de História Natural e Jardim Botânico da Universidade Federal de Minas Gerais (MHNJB/UFMG). A partir do contato com a população local, a equipe identificou usos etnobotânicos de algumas plantas da Serra do Gandarela (SG) que são utilizadas para provimento de alimentação humana e ou animal, fabricação de medicamentos, manejo agro-silvo-pastoril, além de usos artesanais, comerciais e folclóricos, entre outros. O estudo do PRÓ-CITTÀ e do MHNJB/UFMG (2012) ainda

identificou que as composições florísticas na SG apresentam diversidades  $\alpha$  e  $\beta^2$  elevadas. Os altos níveis desses dois índices indicam maior variabilidade genética entre as espécies da região, o que, segundo Carmo (2010), a torna um centro de diversidade.

A Serra do Gandarela é um dos quatro principais eixos que compõe o Quadrilátero Ferrífero. Em 2010, foi proposta a criação do Parque Nacional da Serra do Gandarela em parte de sua área, proposta essa que vem sendo amplamente discutido entre acadêmicos e movimentos sociais, dentre outros grupos. A proposta elaborada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) delimita o Parque em uma área de mais de 38.000 hectares e que abrange oito municípios. Segundo o ICMBio (2010), a Serra do Gandarela foi considerada pelo Ministério do Meio Ambiente, em 2004, área de prioridade extremamente alta para conservação, sendo sugerida na ocasião a criação de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral.

A proposta do ICMBio (2010) levantou aspectos da região que justificam a criação do Parque Nacional. Entre eles estão seu alto nível de endemismo, sua importância ecológica para a manutenção da recarga hídrica das bacias dos rios São Francisco e Doce, seu significativo volume de água utilizado para o abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), sua importância paisagística e turística e a presença dos últimos remanescentes de campos ferruginosos do QF ainda intactos. Segundo Viana e Lombardi (2007), os campos ferruginosos que ainda não foram eliminados pela atividade mineradora pertencem a empresas de mineração ou são áreas fortemente afetadas pela expansão urbana, o que enfatiza a necessidade de conservá-los.

Conforme analisou Castro (2008 *apud* CARMO, 2010), a canga é um litotipo composto por fragmentos de itabirito e uma matriz ferruginosa que promove sua litificação, sendo uma formação rochosa peculiar de solos ricos em ferro. Ela pode formar depósitos extensos e, apesar de ser levemente permeável, apresenta resistência à erosão e intemperismos químicos. Carmo (2010) identificou que os afloramentos de canga constituem importantes pontos de ligação (ou *steppin stones*) para o fluxo ecológico do Gandarela. Isso significa que as cangas constituem pequenas áreas de habitats, localizadas de forma dispersa pela matriz da paisagem, que contribuem para a mobilidade de espécimes entre habitats isolados e intensificam a conectividade e os fluxos ecológicos na Serra do Gandarela, uma vez que aumenta a proximidade entre os elementos do habitat (conectividade estrutural).

A origem desses pontos isolados de canga na região está relacionada aos diversos processos de alteração da paisagem que fragmentaram sua matriz original. Carmo (2010) analisou evidências de que a fragmentação da matriz do Gandarela ocorreu devido à ação do fogo, à presença de gado, à introdução de espécies exóticas e, principalmente, aos processos de extração mineral existentes no QF.

Devido a sua grande concentração de óxidos de ferro, os ambientes de canga apresentam condições xéricas (ou oligotróficas) que se referem à baixa concentração de nutrientes no solo. Com um ambiente tão restritivo, a vegetação que consegue se desenvolver na canga possui maior adaptação a esses tipos de condições. Tais adaptações de diferentes espécies aos diferentes tipos de substrato estão relacionadas, principalmente, a aspectos edafoclimáticos, os quais referem-se a características do solo e do microclima de determinada localidade, tais como topografia, tipo e quantidade de nutrientes do substrato, estrutura geológica e profundidade do solo, umidade, estresse hídrico, nível de incidência de luz solar, variação de temperatura, comportamento dos ventos, entre outros.

Para Lemes (2009), a variação das características dos solos em regiões montanhosas interfere na definição da estrutura e da distribuição de sua vegetação, uma vez que o

---

<sup>2</sup> Barros (2007) definiu a diversidade  $\alpha$  como indicador da diversidade de um único habitat e a diversidade  $\beta$  como indicador de diversidade entre dois ou mais habitats distintos.

metabolismo vegetal é influenciado pelas condições edáficas (condições relativas do solo). De acordo com Harley (1955 *apud* LEMES, 2009), ambientes de montanha podem ser comparados a ilhas quanto a suas condições ecológicas específicas que atuam como barreiras migratórias.

Estudos realizados na região do QF demonstram que esses aspectos são condicionantes para os processos adaptativos e evolutivos e exercem influência direta na diferenciação de espécies. “Variações de substrato são acompanhadas de táxons e fisionomias próprias, evidenciando a relação entre o elevado número de espécies de campos rupestres com a variada combinação de diferentes tipos de substratos” (GIULIETTI, 2002 *apud* LEMES, 2009, p. 2).

Com tantos fatores envolvidos nas dinâmicas ecológicas da Serra do Gandarela, foi necessário adotar mecanismos capazes de conciliar os usos dessa área e a preservação de sua biodiversidade. Um desses mecanismos diz respeito aos empreendimentos de extração mineral, que, desde 1989, são obrigados a possuir um plano de recuperação de áreas degradadas que vise a “estabilidade do meio ambiente” (Decreto 97.632/89, Art. 3º). Segundo Toy et al. (2001, *apud* JACOBI, CARMOS e VINCENT, 2008), é comum que as mineradoras implementem práticas de conservação de curto prazo, mas a recente política dos órgãos ambientais em priorizar metas de longo prazo constitui um avanço maior para a recuperação de funções ecológicas desses ecossistemas.

Araújo et al. (2006, *apud* JACOBI, CARMOS e VINCENT, 2008) observou que uma das melhores estratégias para os planos de recuperação de áreas exploradas é a reprodução de seus padrões naturais das comunidades vegetais. Segundo o autor, esse tipo de atividade potencializa a recuperação ambiental e diminui os custos dos projetos. Mueller-Dombois e Ellenberg (1974, *apud* JACOBI, CARMOS e VINCENT, 2008) alegaram que estudos fitossociológicos são ferramentas fundamentais para o conhecimento desses padrões, pois abrangem fenômenos que indicam a dinâmica, a constituição, a classificação, a proporção na abundância entre espécies e a distribuição espacial dos indivíduos dessas comunidades vegetais. Os resultados de alguns desses estudos sobre campos rupestres no Quadrilátero Ferrífero estão apresentados a seguir e serão utilizados para enriquecer as discussões deste trabalho. Segundo Whittaker et al. (2001, *apud* MESSIAS et al., 2012), a comparação dessa vegetação com outros campos rupestres de áreas distintas fornece informações importantes para a compreensão de sua diversidade.

Lemes (2009) que realizou um inventário fitossociológico em solo quartzítico entre habitats de afloramentos e de platôs em campos rupestres das Serras do Itacolomi e do Ouro Branco. Ele verificou que apenas 20% das espécies observadas eram comuns as duas Serras e que cerca de 50% ocorriam exclusivamente nos afloramentos. Lemes constatou também que os índices de diversidade e equitabilidade dessas espécies são semelhantes entre as duas Serras, porém se diferem muito quando são comparados os habitats de afloramento e de platô. Os índices de similaridade entre as comunidades estudadas também foram baixos, resultado que o autor atribuiu à baixa frequência de muitas das espécies observadas e às restrições de ocorrência entre os habitats. Além disso, Lemes pontuou a alta heterogeneidade existente entre as Serras do Itacolomi e do Ouro Branco e ressaltou as diferenças entre sua composição florística. Seu trabalho se aproxima dos resultados de Ricklefs (2003) que afirmou “que a diversidade de espécies possui relação direta com a maior heterogeneidade e disponibilidade de habitats” (LEMES, 2009, p.74).

Viana e Lombardi (2007) realizaram um levantamento de espécies fanerógamas em campos rupestres na Serra da Calçada, diferenciando-as em quatro fitofisionomias distintas conforme a litologia a elas associada: canga couraçada, canga nodular, capões de mata e áreas antrópicas. Eles constataram que as áreas de canga apresentam maior riqueza de espécies, sendo que 47% das espécies observadas foram exclusivas a esse tipo de ambiente.

Jacobi, Carmo e Vincent (2008) caracterizaram a estrutura e a composição de campos rupestres sobre canga no Parque Estadual do Rola Moça, também na RMBH. Eles fizeram seu levantamento florístico diferenciando a vegetação em três grupos de acordo com seu microhabitat (rocha exposta, fenda ou depressão) e também calcularam alguns parâmetros fitossociológicos. Os autores compararam o valor de diversidade de espécies obtido em seu trabalho com os resultados apresentados em outros estudos realizados em campos rupestres. Eles evidenciam os altos índices de diversidade  $\beta$  atribuídos a comunidades vegetais em afloramentos, índices esses justificados pelo isolamento dos indivíduos. Além disso, Jacobi, Carmo e Vincent (2008) alegam que comparações entre a composição florística de diferentes afloramentos sobre um mesmo litotipo tendem a apresentar baixa similaridade. Os autores também conseguiram perceber associações entre espécies ressaltando dinâmicas ecológicas que podem ser aproveitadas em processos de restauração de áreas degradadas.

Já Messias et al. (2012) caracterizaram e compararam a composição florística de campos rupestres sobre quartzito e itabirito, nos municípios de Ouro Preto e Mariana, identificando sua estrutura horizontal e verificando a influência de fatores edafoclimáticos na distinção das comunidades vegetais. Eles diferenciaram essas comunidades a partir de sua localização: afloramentos rochosos nos topos de morros, platôs nas porções medianas dos morros e vales e depressões de suas porções mais baixas. A diferença do número de espécies encontradas pelos autores nos dois diferentes litotipos foi de apenas cinco, sendo que a similaridade entre ambas litologias, calculada através do método de Jaccard, resultou em um valor de 24%. O mesmo foi associado à diferente composição e umidade do solo entre os litotipos bem como sua distância geográfica, o que resultou em maior heterogeneidade e diversidade na composição florísticas dos ambientes em quartzito. Eles notaram que a comunidade mais dissimilar entre as três estudadas foi justamente a de afloramentos em topos de morros (também ocasionada por aspectos geográficos, litológicos, etc.), sendo que todas as comunidades apresentaram baixa similaridade pelo Índice de Jaccard. Messias et al. (2012) também ressaltam aspectos edafoclimáticos dos ambientes ferruginosos que os tornam mais restritivos, o que favorecem que as espécies a eles mais adaptadas se tornem dominantes.

As referências bibliográficas aqui apresentadas indicam que composições florísticas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero tendem a apresentar baixa similaridade tanto entre áreas de mesma litologia, quanto entre litologias distintas. De modo geral, os campos rupestres ocorrentes em “áreas mais próximas sobre litologias diferentes apresentam maior similaridade florística do que [em] áreas disjuntas com a mesma litologia” (MESSIAS et al., 2012, p. 239). Esses diferentes índices de similaridade são justificados por fatores edafoclimáticos, pelas barreiras físicas formadas pelas próprias montanhas que compõe os habitats estudados, pelas associações entre as espécies vegetais observadas, pelas diferenças de microhabitats, dentre outros fatores. Consequentemente, a tendência é que esses campos rupestres apresentem alta diversidade  $\beta$ , sendo que os afloramentos se mostraram habitats muito mais complexos que os platôs, fato que está relacionado à maior quantidade de microhabitats existentes nos afloramentos (LEMES, 2009).

Os estudos demonstraram que a vegetação de campos rupestres é mais diversa do que se esperava (JACOBI, CARMO e VINCENT, 2008) e que, apesar de haver certo número de estudos sobre esse tipo de vegetação, ainda se sabe pouco sobre a similaridade florística desse tipo de vegetação, principalmente acerca de estudos quantitativos (CONCEICAO & PIRANI, 2007, *apud* MESSIAS et al., 2012). Jacobi, Carmo e Vincent (2008) ratificaram a necessidade de mais estudos ecológicos e geobotânicos sobre campos rupestres ferruginosos e nesse sentido este estudo se insere como uma contribuição para a compreensão e avaliação da similaridade florística entre campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, utilizando-se como unidade de estudo a Serra do Gandarela.

Messias et al. (2012) chamam a atenção para o fato de outros estudos sobre campos rupestres em litotipos ferruginosos terem apresentados menores níveis de diversidade, comparados ao litotipo quartzítico, o que pode estar associado a seus menores índices de equitabilidade de espécies. “A menor diversidade e ameaça dos campos ferruginosos é preocupante” (MESSIAS et al., 2012, p. 237). Segundo esses mesmos autores, ecossistemas com maior redundância de espécies que desempenham uma mesma função garantem a continuidade de seus processos fundamentais na medida em que, caso uma delas venha a ser extinta, outras possuem a capacidade de substituí-la.

Como os campos rupestres em ambientes ferruginosos têm se apresentado menos diversos, “a perda de uma espécie pode implicar no risco da não substituição adequada de sua funcionalidade” (TRIANDIS et al., 2010 *apud* MESSIAS et al., 2012), fator que também ressalta a necessidade de se estudar tais ambientes.

## Metodologia

O estudo foi desenvolvido na Serra do Gandarela e o levantamento florístico foi realizado em dois tipos de litologias, quartzito e canga (figura 2). A análise da área foi realizada por meio da metodologia de parcelas, sendo plotadas três parcelas aleatórias em cada substrato, totalizando um total de seis parcelas, dispostas paralela e perpendicularmente aos pontos cardeais. As parcelas foram demarcadas através de trenas e barbante constituindo unidades amostrais (UAs) de 2 x 2 m<sup>2</sup>.

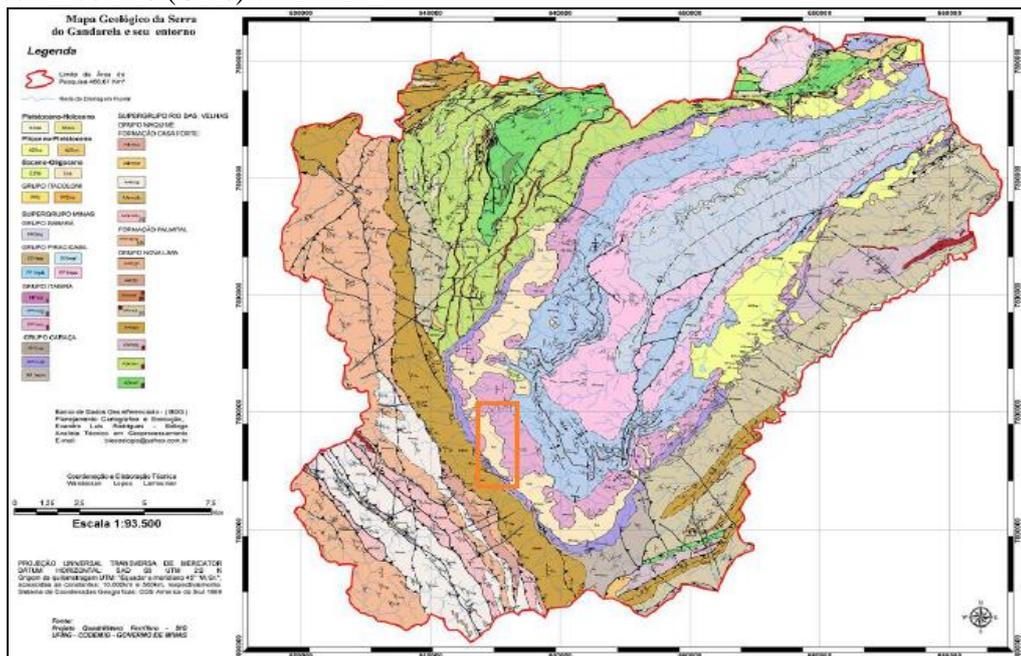


Figura 2. Mapa geológico do Sinclinal Gandarela com destaque para a área onde foi realizado este estudo. Adaptado de Lamounier, Carvalho e Salgado (2011).

Uma tabela foi construída para que os dados coletados em campo fossem registrados e posteriormente tabulados a fim de se construir um pequeno banco de dados. Em cada parcela, procurou-se registrar (i) tipo de substrato, (ii) coordenada geográfica, (iii) altitude, (iv) foto dos indivíduos, (v) coordenadas cartesianas de cada indivíduo dentro da parcela, (vi) características gerais dos morfotipos, suas fotos e altura e (vii) microhabitat (rochas, fendas, solo, entre outros).

O estudo foi realizado a partir do levantamento de parâmetros fitossociológicos que proporcionassem uma estimativa da composição florística das UAs. A universalidade desse tipo de estudo permite que o mesmo seja aplicado para habitats vegetais diversos e possibilita estudar de forma precisa as diferentes espécies que ocupam determinado ambiente, “desde

árvores até musgos” (MULLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974, *apud*, LEMES, 2009, p. 16).

Entre os parâmetros levantados estão a Abundância Absoluta, ou seja, o número  $n$  de indivíduos de uma espécie, e a Abundância Relativa ( $pi$ ), calculada dividindo-se  $n$  pelo número  $N$  de indivíduos totais da área de estudo.

O número total de espécies, ou seja, a Riqueza ( $S$ ) foi levantada, sendo utilizado o Diagrama de Venn para a comparação dessa riqueza entre parcelas e substratos distintos.

O Índice de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) é utilizado para medir níveis de diversidade variando entre 1 e 5. Quanto maior seu valor, maior a diversidade florística entre as áreas estudadas.

O Índice de Similaridade de Jaccard (CJ) compara comunidades distintas indicando seu número de espécies comuns (SCHORN, s.d.).

A Frequência Absoluta (FA) refere-se ao número de UAs onde foi identificada uma espécie sobre o número de UAs total, ou seja, é a frequência em que uma espécie foi observada dentro da área de estudo. A frequência relativa (FR) indica a relação percentual entre a FA de uma espécie e o somatório das FAs de todas as espécies.

A identificação dos indivíduos observados em campo foi realizada através de sua divisão em morfotipos, efetuada através da comparação de registros fotográficos dos indivíduos analisados em campo com o estudo florístico contido na Proposta de Criação do Parque Nacional da Serra do Gandarela (ICMBio, 2010) e auxiliado pelo acervo do *The Plant List*<sup>3</sup>. Os parâmetros apresentados foram calculados através dos programas *Past*, versão 2.17c, e do *Microsoft Excel* 2010.

## Resultados e discussões

Com o auxílio de imagens de satélite, foi possível demarcar as seis unidades amostrais a partir de suas coordenadas geográficas coletadas em campo (Tabela 1). Observa-se, primeiramente, uma nítida diferença de elevação altimétrica entre os substratos de quartzito e de canga (cerca de 200m) evidenciando a relação entre a altitude e o litotipo ferruginoso, o qual serve como capa para extensos depósitos de ferro (Figura 3)

**Tabela 1. Coordenadas e elevação das unidades amostrais.**

Parcela	Substrato	Coordenadas (UTM WGS 84)		Elevação (m)
		Latitude	Longitude	
Q1	Quartzito	7775010 S	636827 E	1410
Q2	Quartzito	7775147 S	636740 E	1408
Q3	Quartzito	7775256 S	636884 E	1420
C1	Canga	7777742 S	637596 E	1640
C2	Canga	7777677 S	637633 E	1641
C3	Canga	7777767 S	637544 E	1630

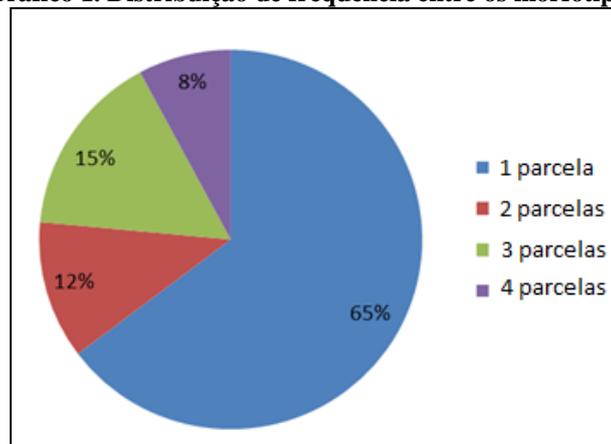
<sup>3</sup> Disponível em: < <http://www.theplantlist.org/> > Acesso em: 24/06/2013.



Figura 3. Posicionamento das parcelas Q1, Q2 e Q3 sobre quartzito (à esquerda) e C1, C2 e C3 sobre canga (à direita) (Google Earth, 2013).

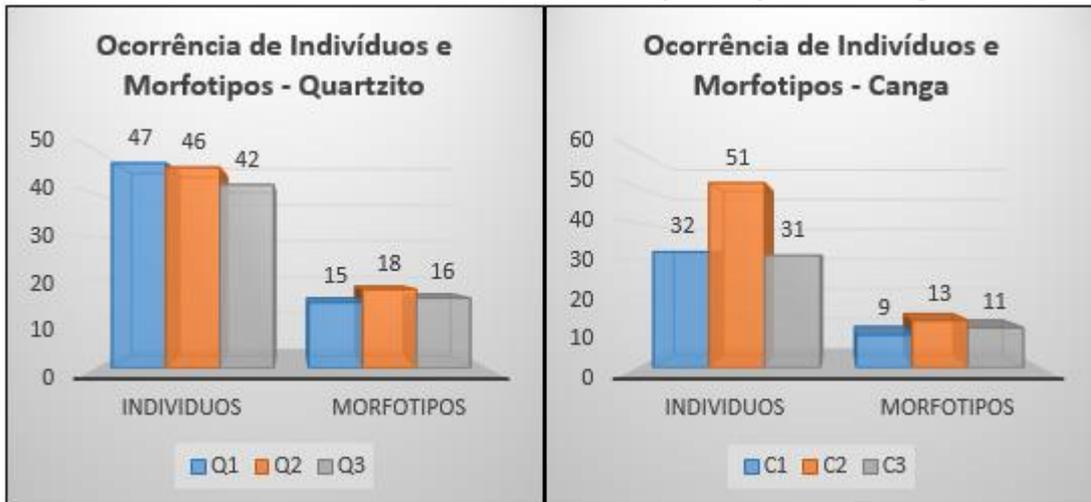
Ao todo foram registrados 249 indivíduos que foram enquadrados em 51 morfotipos, ou seja, foram agrupados de acordo com suas características fisionômicas e estruturais. O gráfico 1 mostra que, dentre os 51 morfotipos identificados, 65% apresentam baixa frequência, ocorrendo em apenas uma parcela dentre as seis analisadas. Esse dado remete ao grau de endemismo das espécies vegetais ocorrentes na região do Gandarela. Verificou-se que nenhum morfotipo foi detectado em mais de quatro parcelas.

Gráfico 1. Distribuição de frequência entre os morfotipos.



Também é possível estabelecer comparações preliminares entre a composição florística dos dois substratos com base nos gráficos de ocorrência de indivíduos e morfotipos por unidade amostral (gráfico 2) que evidenciam que os campos rupestres sobre quartzitos possuem, quase que predominantemente, maior número de indivíduos e morfotipos.

Gráfico 2. Ocorrência de indivíduos e morfotipos em quartzito e canga



A composição da flora é outro ponto importante na distinção de ambos os litotipos, sendo assim percebe-se que nas unidades amostrais sobre quartzito, há maior presença de pteridófitas, praticamente 60%, enquanto as angiospermas representam cerca de 40% (Tabelas 3 e 4). Em contrapartida, nas unidades observadas sobre canga, notou-se uma completa inversão desse cenário já que as angiospermas representam a maioria dos indivíduos, com aproximados 71%, enquanto as pteridófitas chegam a quase 29%.

Messias et al. (2012) também realizaram levantamentos fitossociológicos no Quadrilátero Ferrífero baseando-se em áreas de campos rupestres quartzíticos e campos ferruginosos. Resultante de um processo que durou dois anos, os autores concluíram que há maior diversidade em campos rupestres sobre quartzito do que sobre itabirito.

No trabalho de Messias e cols. (2012), foram estudadas dez parcelas de 100 m<sup>2</sup> em cada substrato, totalizando 60 parcelas. Este trabalho compreendeu seis parcelas de 4 m<sup>2</sup> cada e, mesmo com tamanho amostral diferenciado, apresentou resultados similares que também indicam maior diversidade para campos rupestres sobre quartzito do que sobre canga.

Para realizar a mensuração da diversidade da área estudada, foi adotada a metodologia proposta por Shannon e Weaver, o Índice de Shannon (H'), um dos inúmeros índices utilizados para avaliar a diversidade de espécies (SHANNON, 1949). Sendo assim, para os indivíduos observados no substrato quartzito temos os índices contidos na tabela 2

Tabelas 2. Cálculo do Índice de Shannon por morfotipos em quartzito.

Índice de Shannon (Quartzito)									
Morf.	Q1, Q2 e Q3	$p_i$	$\ln p_i$	$p_i (\ln p_i)$	Morf.	Q1, Q2 e Q3	$p_i$	$\ln p_i$	$p_i (\ln p_i)$
M1	2	0,014925	-4,20469	-0,06276	M22	1	0,007463	-4,89784	-0,03655
M2	8	0,059701	-2,8184	-0,16826	M23	1	0,007463	-4,89784	-0,03655
M3	14	0,104478	-2,25878	-0,23599	M24	1	0,007463	-4,89784	-0,03655
M4	3	0,022388	-3,79923	-0,08506	M25	1	0,007463	-4,89784	-0,03655
M5	1	0,007463	-4,89784	-0,03655	M26	3	0,022388	-3,79923	-0,08506
M6	2	0,014925	-4,20469	-0,06276	M27	1	0,007463	-4,89784	-0,03655
M7	19	0,141791	-1,9534	-0,27697	M28	4	0,029851	-3,51155	-0,10482
M8	2	0,014925	-4,20469	-0,06276	M29	2	0,014925	-4,20469	-0,06276
M9	4	0,029851	-3,51155	-0,10482	M30	1	0,007463	-4,89784	-0,03655
M10	4	0,029851	-3,51155	-0,10482	M31	2	0,014925	-4,20469	-0,06276

M11	1	0,007463	-4,89784	-0,03655	M32	3	0,022388	-3,79923	-0,08506
M12	1	0,007463	-4,89784	-0,03655	M33	1	0,007463	-4,89784	-0,03655
M13	1	0,007463	-4,89784	-0,03655	M34	6	0,044776	-3,10608	-0,13908
M14	8	0,059701	-2,8184	-0,16826	M35	3	0,022388	-3,79923	-0,08506
M16	7	0,052239	-2,95193	-0,15421	M36	1	0,007463	-4,89784	-0,03655
M17	1	0,007463	-4,89784	-0,03655	M37	4	0,029851	-3,51155	-0,10482
M18	6	0,044776	-3,10608	-0,13908	M38	1	0,007463	-4,89784	-0,03655
M19	3	0,022388	-3,79923	-0,08506	M39	1	0,007463	-4,89784	-0,03655
M20	2	0,014925	-4,20469	-0,06276	Total	134	-	-	-3,2195
M21	8	0,059701	-2,8184	-0,16826	Índice de Shannon Total = 3,2195				

Foram observados 38 morfotipos diferentes sobre o substrato de quartzítico, incluídas as três parcelas estudadas (Q1, Q2 e Q3). Desse modo, aplicou-se a mesma metodologia para as unidades amostrais observadas em canga (C1, C2 e C3), onde foram encontrados 20 morfotipos, e seus índices estão expressos na tabela 3.

**Tabelas 3. Cálculo do Índice de Shannon por morfotipos em canga.**

Índice de Shannon (Canga)				
Morfotipo	C1, C2 e C3	$pi$	$\ln pi$	$pi (\ln pi)$
M4	2	0,017544	-4,04305	-0,07093
M7	3	0,026316	-3,63759	-0,09573
M14	2	0,017544	-4,04305	-0,07093
M15	2	0,017544	-4,04305	-0,07093
M17	2	0,017544	-4,04305	-0,07093
M21	2	0,017544	-4,04305	-0,07093
M27	21	0,184211	-1,69168	-0,31162
M28	24	0,210526	-1,55814	-0,32803
M29	2	0,017544	-4,04305	-0,07093
M40	2	0,017544	-4,04305	-0,07093
M41	3	0,026316	-3,63759	-0,09573
M42	8	0,070175	-2,65676	-0,18644
M43	7	0,061404	-2,79029	-0,17133
M44	10	0,087719	-2,43361	-0,21347
M45	8	0,070175	-2,65676	-0,18644
M46	3	0,026316	-3,63759	-0,09573
M47	3	0,026316	-3,63759	-0,09573
M48	3	0,026316	-3,63759	-0,09573
M49	5	0,04386	-3,12676	-0,13714
M50	1	0,008772	-4,7362	-0,04155
M51	1	0,008772	-4,7362	-0,04155
Total	114	-	-	-2,59272
Índice de Shannon = 2,59272				

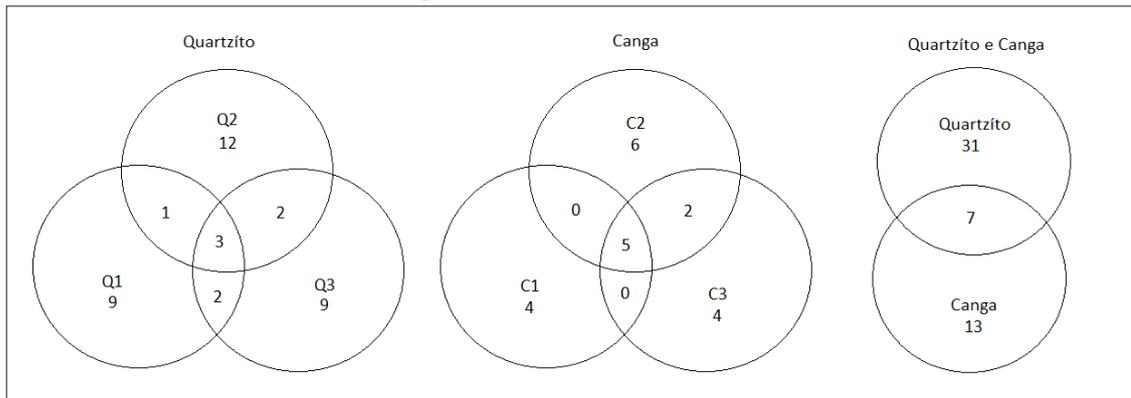
A análise comparativa entre os valores de  $H'$  para ambos os substratos indica uma maior diversidade  $\alpha$  para os campos rupestres em quartzito quando comparados com substratos de canga. Esses dados se aproximam dos resultados obtidos por Messias et al. (2012). Como essa análise baseou-se no cálculo do Índice de Shannon para os morfotipos e substratos de maneira geral, o mesmo pode ser feito para as unidades amostrais de maneira individual, ou seja, calculando o índice para cada unidade conforme indicado na tabela 4.

**Tabela 4. Parâmetros fitossociológicos por parcelas e substratos.**

	Q1	Q2	Q3	C1	C2	C3	QT	CT
Indivíduos ( <i>n</i> )	47	46	41	32	51	31	134	114
Riqueza ( <i>S</i> )	15	18	16	9	13	11	38	21
Abund. Rel. ( <i>pi</i> )	18,9	18,5	16,5	12,9	20,5	12,4	53,8	45,8
Índ. Shannon ( <i>H'</i> )	2,4810	2,5770	2,5610	1,9810	2,2460	2,1980	3,2195	2,5272

Observa-se que, mesmo se analisadas individualmente, as parcelas estudadas sobre quartzito apresentam maior diversidade  $\alpha$  do que as unidades amostrais sobre canga.

No que se refere a uma análise comparativa entre a flora identificada em cada substrato, é possível notar que, dentro de um total de 51 morfotipos identificados, 31 foram exclusivos do substrato de quartzito e 13 do substrato de canga, sendo apenas 7 morfotipos comuns entre os dois substratos (Figura 4).



**Figura 4. Diagrama de Venn indicando os morfotipos comuns e endêmicos das unidades amostrais em cada substrato, bem como entre substratos.**

O Diagrama de Venn consegue prover uma análise rápida a respeito da similaridade entre as UAs. Percebe-se que o número de morfotipos comuns entre unidades sobre quartzito é muito baixa, contendo um morfotipo em comum entre Q1 e Q2, dois morfotipos em comum entre Q1 e Q3 e outros dois em comum entre Q2 e Q3, sendo que três morfotipos foram encontrados nas três unidades amostrais. Dentre as parcelas de canga, não há morfotipos comuns entre C1 e C2, nem mesmo entre C1 e C3, já entre C2 e C3 nota-se 2 morfotipos em comum, sendo que cinco morfotipos foram identificados tanto em C1, quanto em C2 e C3.

## Conclusões

O presente trabalho teve como objetivo expandir os estudos sobre similaridade florística e fitossociologia na área do Quadrilátero Ferrífero, na tentativa de criar uma ferramenta para potencializar as particularidades do litotipo da canga como elemento chave para a conservação da Serra do Gandarela.

Se faz necessário ressaltar que o número de morfotipos relatado não corresponde ao total de riqueza de espécies dos ambientes quartzíticos e ou ferruginosos da Serra do Gandarela, uma vez que se trata de unidades amostrais. Os dados foram coletados a fim de gerar um pequeno banco de dados com a finalidade de embasar trabalhos e incentivar novas pesquisas, sendo possível estimular discussões e ou mesmo formular algumas hipóteses sobre as dinâmicas ecológicas da vegetação da Serra.

Os dados coletados ainda permitem a análise da área basal desses indivíduos, bem como o levantamento de seus parâmetros de dominância e Índice de Valor de Importância. Através do mapeamento da localização de cada indivíduo dentro das parcelas, bem como do levantamento de seus locais de origem (como fendas, rochas ou substratos), também é

possível promover, após alguns ajustes nos dados, um estudo que analise as possíveis associações existentes entre os diferentes morfotipos.

Os resultados obtidos com esta pesquisa evidenciaram a baixa similaridade da composição vegetal entre o substrato de canga e de quartzito, a maior diversidade  $\alpha$  para os morfotipos encontrados em ambientes quartzíticos e a menor diversidade  $\beta$  das espécies vegetais ocorrentes em canga.

Embora o estudo necessite de ajustes em sua área de abrangência, os dados aqui apresentados justificam a delimitação de uma área de conservação ambiental na região da Serra do Gandarela e ressaltam a forte inclinação que a região apresenta a abrigar espécies endêmicas, uma vez que parte dos morfotipos identificados foram observados em apenas uma das seis parcelas que compuseram nossas análises.

Observado os aspectos bióticos da área, é preciso avaliar que a região também possui grande importância em um sentido cultural, arqueológico e histórico para o estado de Minas Gerais. Esse foco se faz extremamente necessário, uma vez que possibilita novas propostas viáveis (ambiental, econômica e socialmente) de percepção e apropriação desse espaço.

Por fim, a frente a todo um contexto socioambiental introduzido, bem como a apresentação de diversos outros estudos similares na região do Quadrilátero Ferrífero, o presente trabalho ressalta o potencial que a área possui para incitar políticas de conservação e manejo da biodiversidade, sobretudo, com a finalidade de preservar os últimos remanescentes de canga do Quadrilátero, ameaçados pela crescente onda de exploração mineral.

## Referências bibliográficas

- ÁGUAS DO GANDARELA. Página eletrônica do movimento em prol da criação do Parque Nacional da Serra do Gandarela. Disponível em: <<http://aguasdogandarela.org>>.
- BARROS, R. S. M. *Medidas de diversidade biológica*. Trabalho apresentado como requisito parcial para a aprovação na Disciplina Estágio Docência, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais (PGECOL), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.
- BRANDÃO, M. *et al.* Flora da Serra de Itabirito, Minas Gerais - Primeira contribuição. *Acta Bot. Bras.*, Feira de Santana, v. 3(2), pp. 237-251, 1989. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-33061989000300020](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33061989000300020)>.
- CARMO, F. F. *Importância ambiental e estado de conservação dos ecossistemas de cangas no Quadrilátero Ferrífero e Proposta de áreas-alvo para a investigação e proteção da biodiversidade em Minas Gerais*. 90p. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- COSTA, F. Medindo a diversidade. *La Insignia*. Editora Independente: UnB, 2007.
- DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral). *Sumário mineral 2009*. Brasília, 2010.
- FELFILI, M. C. e FELFILI, J. M. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto* da Chapada Pratinha, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, v. 15, n. 2, Feira de Santana, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v15n2/6828.pdf>>.
- ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). *Proposta de criação do Parque Nacional do Gandarela*. Brasília, set. 2010. Disponível em: <<http://www.sendspace.com/file/gywtn5>>.
- JACOBI, C. M. e CARMO, F. F. Diversidade dos Campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Minas Gerais. *Revista Megadiversidade*, v. 4, n.1-2, Belo Horizonte, dez. 2008.
- JACOBI, C.; CARMO, F. F. e VINCENT, R. C. Estudo fitossociológico de uma comunidade vegetal sobre canga como subsídio para a reabilitação de áreas mineradas no Quadrilátero Ferrífero, MG. *Sociedade de Investigadores Florestais*, v. 32, n. 2, p. 345-353, Viçosa, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v32n2/a17v32n2.pdf>>.
- KÖPPEN, W. e GEIGER, R. *Klimate der Erde*. *Gotha*: Verlag Justus Perthes, 1928. (Mapa 150 x 200cm).
- LAMOUNIER, W. L.; CARVALHO, V. L. M. e SALGADO, A. A. R. Serra do Gandarela: Possibilidade de ampliação das Unidades de Conservação no Quadrilátero Ferrífero-MG. *Revista do Departamento de Geografia – USP*, v. 22, p. 171-192, São Paulo, 2011.
- LEMES, F. O. A. *Relações florísticas, fitossociológicas e aspectos edáficos de comunidades de campos rupestres da Serra do Itacolomi e Serra do Ouro Branco, Minas Gerais*.

Dissertação (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009. Disponível em:  
<<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2129>>.

MESSIAS, M. C. T. B. *et al.* Fitossociologia de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Acta Bot. Bras.*, v. 26, n. 1, Feira de Santana, mar. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-33062012000100022&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062012000100022&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 20/04/2013.

MOURÃO, A.; STEHMANN, J. R. Levantamento da Flora do Campo Rupestre Sobre Canga Hematítica Couraçada Remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, MG. *Rodriguésia*, v.58, n.4, p.775-786, 2007.

NEVES, L. G. *Parâmetros florísticos e fitossociológicos da regeneração natural em áreas de empréstimo na Ilha da Madeira-RJ, sob diferentes medidas biológicas.* Dissertação (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2002.

PRO-CITTA & MHNJB/UFMG (Instituto de Estudos Pró-Cidadania & Museu de História Natural e Jardim Botânico da Universidade Federal de Minas Gerais). *Relatório técnico de pesquisa do projeto Avaliação do patrimônio biológico da Serra do Piaco e identificação de alternativas econômicas sustentáveis nas comunidades adjacentes.* Serra do Gandarela, 2012.

RIZZINI, Carlos. *Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos.* São Paulo: HUCITEC – EDUSP, 1979, v. 2, 374 p.

SHANNON, C. e WEAVER, W. *The Mathematical Theory of Communication.* Urbana: University of Illinois Press, 117 p, 1949.

SCHOBHENHAUS, C. & SILVA, C. R. da. *O papel indutor do serviço geológico do Brasil na criação de geoparques.* Anais do I Fórum do Patrimônio Cultural. Pannel: Paisagem Cultural e Patrimônio Natural: Conceitos e Aplicabilidade, Ouro Preto, dez. 2009. Disponível em: <[http://sigep.cprm.gov.br/destaques/Schobbenhaus\\_Silva\\_2010.pdf](http://sigep.cprm.gov.br/destaques/Schobbenhaus_Silva_2010.pdf)>.

SCHORN, L. A. *Fitossociologia.* Departamento de Engenharia Florestal, Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, (s.d.).

VIANA, P. L. e LOMBARDI, J. A. Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, v.58(1), p.159-177, Rio de Janeiro, 2007.

VICENTINI, A. A Vegetação ao Longo de um gradiente edáfico no Parque Nacional do Jaú. In: BORGES, S. H.; IWANAGA, S.; DURIGAN, C. C. e PINHEIRO, M. R. (Eds.). *Janelas para a biodiversidade no Parque Nacional do Jaú: Uma estratégia para o estudo da biodiversidade na Amazônia,* Fundação Vitória Amazônica/WWF/IBAMA, Manaus, 2004, p. 117-143.