

PANORAMA SOBRE A VEGETAÇÃO EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS DO BRASIL

*Joan Bruno Silva*¹

¹Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Departamento de Botânica, Av. Prof. Moraes Rego – Cidade Universitária, 50670-901, Recife, PE, Brasil.

E-mail: bruno.briofita@gmail.com

RESUMO

Os afloramentos rochosos são ecossistemas isolados inseridos na paisagem circundante. Refúgios para espécies endêmicas, geograficamente disjuntas e ameaçadas, são também fontes de descoberta de novas espécies. Ocorrendo especialmente em climas áridos, são explorados desordenadamente e, particularmente no Brasil, são pouco estudados. Dessa forma, os objetivos desta revisão são (1) diagnosticar o atual estado do conhecimento acerca da flora vascular e avascular presente em afloramentos rochosos, (2) comparar o número de estudos publicados sobre esse ecossistema antes e depois da publicação de Scarano (2007), e (3) descrever como esses estudos estão distribuídos no Brasil levando em consideração o domínio fitogeográfico no qual o afloramento está inserido. Os estudos publicados foram obtidos nas bases de dados do Portal de Periódicos da CAPES/MEC, Scielo e Google Acadêmico, além de pesquisa a partir das citações dos artigos selecionados. Todos os artigos envolvendo afloramentos rochosos, independente do grupo vegetal estudado e de sua composição mineral, foram selecionados. As publicações foram agrupadas em dois períodos de tempo, 1980-2007 (P₁) e 2008-abril/2016 (P₂). Ao longo dos anos, os estudos sobre a vegetação em afloramentos rochosos vêm ganhando considerável atenção: para P₁ foram publicados em média 1,4 artigos/ano, enquanto para P₂, 4,8 artigos/ano. Apesar disso, essas pesquisas estão concentradas, principalmente, na Florística, importante linha de pesquisa por subsidiar estudos sobre conservação e ecologia. Essas publicações contemplam, especialmente, afloramentos situados na Mata Atlântica para P₁, ao passo em que, em P₂, estão direcionadas principalmente à Caatinga, provavelmente por ser o domínio fitogeográfico com maior abundância de afloramentos rochosos. Em relação ao grupo vegetal, fanerógamas é o mais estudado, seguido por briófitas, samambaias e licófitas. Ainda assim, no atual cenário o conhecimento sobre a flora desses ecossistemas pode ser considerado incipiente, especialmente, no que concerne à conservação.

Palavras-chave: cangas; conservação; flora; inselbergues; rupícola.

ABSTRACT - A VEGETATION OVERVIEW ON ROCKY OUTCROPS IN BRAZIL

Rocky outcrops are isolated ecosystems inserted on a different surrounding landscape. They are refuges for endemic, geographic isolated and threatened species, and are also sources of new species. Occurring especially in arid climate, they are exploited in a disorderly manner and have been poorly studied in Brazil. Thus, the objectives of this review are (1) to diagnose the current level of knowledge about vascular and avascular flora in rocky outcrops, (2) to compare the number of studies published on this ecosystem before and after Scarano (2007)'s publication, and (3) to describe how these studies are distributed in Brazil according to the phytogeographic domains. Published studies were obtained from Portal de Periódicos CAPES/MEC, Scielo, and Academic Google databases, as well as from the search for citations in the selected articles. All articles involving rocky outcrops, regardless of the plant group studied and their mineral composition were selected. Articles were divided into two time periods, 1980-2007 (P₁) and 2008-April/2016 (P₂). Over the years, studies on outcrops vegetation have gained considerable attention: in P₁ about 1.4 articles/year were published, while in P₂, 4.8 articles/year. Nevertheless, these studies are concentrated mainly in the Floristic, important research line to subsidize studies on conservation and ecology. In P₁, a larger amount of publications was observed for the Atlantic Forest domain, and in P₂, for the Caatinga, where rocky outcrops are more abundant. Phanerogams were the most studied group, followed by bryophytes, ferns, and lycophytes. Still, in the current scenario, the knowledge about the flora of these ecosystems can be considered incipient, especially regarding conservation.

Keywords: cangas; conservation; flora; inselbergs; rupicolous.

INTRODUÇÃO

Os afloramentos rochosos são elevações monolíticas ou agrupadas que aparecem isoladas na paisagem circundante. Embora sejam encontrados sob os mais variados domínios climáticos, são mais abundantes em regiões tropicais e subtropicais, especialmente em locais de clima árido e semiárido (Frahm 1996, Porembski *et al.* 1998). Esses ecossistemas são caracterizados por oscilações de temperatura, ventos dessecantes, escassez hídrica e elevadas taxas de evaporação (Oliveira & Godoy 2007), filtros ambientais característicos de ambientes xéricos. Ainda assim, essas formações rochosas oferecem diversos microhabitats, como fendas, depressões e ilhas de solo, em uma variação microclimática separada, muitas vezes, por centímetros (Frahm 1996, Porembski *et al.* 1998).

Afloramentos rochosos são constantemente alvo de intensas ações antrópicas. Essas ações incluem a extração mineral que, em casos mais extremos como os registrados para as cangas (Jacobi & Carmo 2008a), culminam com o desaparecimento do ecossistema e, conseqüentemente, de sua biodiversidade. Adicionalmente, o entorno também é afetado, por exemplo, pela substituição da vegetação por plantas de interesse agrícola. A flora de entorno recebe os nutrientes e a água resultante do escoamento via afloramento (Sarhou *et al.* 2003) e pode abrigar espécies diferentes daquelas existentes no topo da formação rochosa. Em um estudo recente, Tölke *et al.* (2011b) registraram uma nova ocorrência para o estado da Paraíba, *Passiflora luetzelburgii* Harms, restrita à vegetação de entorno de um afloramento. Entretanto, a vegetação de entorno foi substituída por monocultura de milho (Silva JB - obs. pessoal).

Comunidades de plantas são elementos exuberantes em afloramentos rochosos (Araújo *et al.* 2008), tanto em relação a fanerógamas quanto a criptógamas (briófitas, samambaias e licófitas). Estudos de cunho florístico vêm sendo realizados em afloramentos rochosos nos trópicos, mas, para o Brasil, os estudos começaram a aumentar a partir da década de noventa. Apesar disso, o conhecimento sobre a flora nesses habitats ainda é insuficiente, de norte a sul do país (Martinelli 2007, Scarano 2007). Somado a esse cenário, esses poucos estudos são direcionados em

sua maioria para a flora de fanerógamas (revisão em Scarano 2007). Na revisão de Scarano (2007) os estudos avaliados foram direcionados a afloramentos rochosos granítico-gnáissicos, excluindo-se aqueles ferruginosos também conhecidos como cangas. Ainda assim, seus resultados demonstram que as áreas da Biologia e Ecologia Vegetal precisam ser contempladas, como a Fitogeografia e a Anatomia Vegetal. Desde então, estudos sobre a vegetação em afloramentos rochosos *lato sensu* no país vêm aumentando, ainda que de forma pontual para ambos os grupos vegetais, fanerógamas e criptógamas. Para o último táxon citado, o enfoque é particularmente recente e especialmente direcionado às briófitas.

Diante do supracitado, os objetivos desse estudo são (1) diagnosticar o atual estado do conhecimento acerca da flora, vascular e avascular, em ecossistemas rochosos desde a publicação de Scarano (2007), (2) comparar o número de estudos publicados sobre esse ecossistema antes e depois da publicação de Scarano (2007), e (3) descrever como esses estudos estão distribuídos no país levando em consideração o domínio fitogeográfico no qual o afloramento está inserido.

MATERIAL E MÉTODOS

Revisão bibliográfica

A bibliografia foi obtida utilizando-se as bases de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (<http://www.periodicos.capes.gov.br/>), “Scientific Electronic Library Online” – Scielo (<http://www.scielo.org/php/index.php>) e Google Acadêmico (<http://scholar.google.com.br/>). Nas bases do Google Acadêmico e CAPES a pesquisa foi feita usando-se a combinação das palavras-chave por pares, em ambos os idiomas, português e inglês, “rocky outcrops”/ “inselberg”/ afloramento rochoso/ canga + “bryophytes”/ briófitas/ pteridófitas/ samambaias/ comunidade vegetal/ “plant communities”/ planta/ “plant”/ conservação/ “conservation”/ florística/ “floristic”/ flora + Brasil/ “Brazil”. Na base do Scielo foram usadas as palavras “rocky outcrops”; “inselberg”; afloramento rochoso e Canga. A

bibliografia citada nos artigos obtidos foi analisada afim de uma maior abrangência de literatura possível.

O levantamento bibliográfico teve como intenção buscar todos os artigos resultantes de pesquisas no país até abril de 2016, independente do grupo vegetal focal e da origem geológica dos afloramentos rochosos estudados. Dessa maneira, pôde-se incluir além de estudos direcionados para criptógamas, aqueles realizados em cangas, ambos não contemplados na revisão de Scarano (2007). Entretanto, tendo em vista a revisão supracitada, os dados foram divididos em dois períodos: 1980-2007 – P₁ e 2008-2016 – P₂. Os trabalhos selecionados foram agrupados por grupo

focal, linha de pesquisa e domínio fitogeográfico no qual o afloramento estava inserido.

RESULTADOS

Número de publicações

Eu selecionei o total de 82 publicações independentes do grupo focal, para afloramentos rochosos *lato sensu*. Dentre esses trabalhos, 37 foram publicados no P₁ e 45 no P₂ (Tabela 1). Assim, enquanto em P₁ as publicações alcançaram 1,4 artigos/ano, em P₂ esse volume quadruplicou (4,8 artigos/ano).

Tabela 1. Relação dos estudos publicados para afloramentos rochosos *lato sensu* independente do grupo vegetal focal, para P₁ (1980-2007) e P₂ (2008-2016). ‘Transição’ indica zona intermediária entre o Cerrado e a Mata Atlântica. –=Compilação de dados para vários domínios.

Table 1. List of published studies on rock outcrops *lato sensu* independent of the focal plant group for P₁ (1980-2007) and P₂ (2008-2016). ‘Transition’ indicates intermediate zone between the Cerrado and Atlantic Forest. –=Compilation of data for multiple domains.

Táxon/Período	Linha de Pesquisa	Domínio fitogeográfico	Referência
P₁ (1980-2007)			
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Almeida <i>et al.</i> (2007a)
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Almeida <i>et al.</i> (2007b)
Fanerógamas	Ecologia	Mata Atlântica	Barbará <i>et al.</i> (2007)
Briófitas	Florística	Caatinga	Bastos <i>et al.</i> (1998)
Briófitas	Florística	Caatinga	Bastos <i>et al.</i> (2000)
Fanerógamas	Ecologia (Morfologia)	Mata Atlântica	Caiafa & Silva (2007)
Fanerógamas	Ecologia (Morfologia)	Cerrado	Camerik & Werger (1981)
Fanerógamas	Biologia Reprodutiva	Cerrado	Coelho <i>et al.</i> (2007)
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Conceição <i>et al.</i> (2007a)
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Conceição <i>et al.</i> (2007b)
Briófitas	Florística	Mata Atlântica	Costa (1994)
Fanerógamas	Florística	Cerrado	Felfili <i>et al.</i> (2007)
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Fevereiro & Fevereiro (1980)
Fanerógamas	Biologia Reprodutiva	Cerrado	Figueira & Del Sarto (2007)
Fanerógamas	Florística	Mata Atlântica	França <i>et al.</i> (1997)
Fanerógamas	Florística	Caatinga	França <i>et al.</i> (2005)
Fanerógamas	Florística	Caatinga	França <i>et al.</i> (2006)
Fanerógamas	Biologia Reprodutiva	Cerrado	Garcia <i>et al.</i> (2006)
Fanerógamas	Conservação	Transição	Jacobi <i>et al.</i> (2007)
Fanerógamas	Fisiologia	Cerrado	Lüttge <i>et al.</i> (2007)
Fanerógamas	Conservação	Cerrado	Medina & Fernandes (2007)
Fanerógamas	Conservação	Mata Atlântica	Meirelles <i>et al.</i> (1999)
Fanerógamas	Florística	Mata Atlântica	Mourão & Stehmann (2007)
Fanerógamas	Florística	Transição	Neves & Conceição (2007)
Fanerógamas	Florística	Cerrado	Oliveira & Godoy (2007)
Fanerógamas	Ecologia	Mata Atlântica	Porembski <i>et al.</i> (1998)
Fanerógamas	Florística	Cerrado	Porto & Silva (1989)
Fanerógamas	Florística	Mata Atlântica	Ribeiro KT <i>et al.</i> (2007)
Samambaias e Licófitas	Ecologia	Mata Atlântica	Ribeiro MLRC <i>et al.</i> (2007)
Samambaias e Licófitas	Florística	Mata Atlântica	Santos & Sylvestre (2006)
Samambaias e Licófitas	Fisiologia	Mata Atlântica	Santos <i>et al.</i> (2005)
Fanerógamas	Florística	Cerrado	Secco & Mesquita (1983)

Continua...

... continuação

Táxon/Período	Linha de Pesquisa	Domínio fitogeográfico	Referência
P₁ (1980-2007)			
Fanerógamas	Fisiologia	Pampa	Silva & Dillenburg (2007)
Fanerógamas	Ecologia	Cerrado	Silva <i>et al.</i> (1996)
Fanerógamas	Ecologia	Mata Atlântica	Teixeira & Lemos Filho (2002)
Briófitas	Florística	Mata Atlântica	Valente & Pôrto (2006)
Fanerógamas	Florística	Transição	Viana & Lombardi (2007)
P₂ (2008-2016)			
Fanerógamas	Taxonomia	Mata Atlântica	Antunes <i>et al.</i> (2013)
Fanerógamas	Ecologia	Caatinga	Araújo <i>et al.</i> (2008)
Fanerógamas	Florística	Transição	Ataide <i>et al.</i> (2011)
Fanerógamas	Conservação	Transição	Carmo & Jacobi (2013)
Fanerógamas	Ecologia	Mata Atlântica	Carmo & Jacobi (2016)
Fanerógamas	Ecologia	Transição	Carmo <i>et al.</i> (2016)
Fanerógamas	Florística	Mata Atlântica	Esgario <i>et al.</i> (2008)
Fanerógamas	Ecologia	Caatinga	Fabricante <i>et al.</i> (2010)
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Gomes & Alves (2009)
P₂ (2008-2016)			
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Gomes & Alves (2010)
Fanerógamas	Florística	Mata Atlântica	Gomes & Sobral-Leite (2013)
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Gomes <i>et al.</i> (2011)
Fanerógamas	Conservação	Transição	Jacobi & Carmo (2008a)
Fanerógamas	Conservação	Transição	Jacobi & Carmo (2008b)
Fanerógamas	Conservação	Transição	Jacobi <i>et al.</i> (2008)
Fanerógamas	Conservação	Transição	Jacobi <i>et al.</i> (2011)
Fanerógamas	Anatomia Vegetal	Caatinga	Martins & Alves (2008)
Fanerógamas	Ecologia	Transição	Menino <i>et al.</i> (2015)
Fanerógamas	Taxonomia	Mata Atlântica	Meirelles <i>et al.</i> (2012)
Fanerógamas	Ecologia	Transição	Messias <i>et al.</i> (2011)
Fanerógamas	Ecologia	Mata Atlântica	Messias <i>et al.</i> (2013)
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Moraes <i>et al.</i> (2009)
Samambaias e Licófitas	Fisiologia	Mata Atlântica	Moraes <i>et al.</i> (2014)
Fanerógamas	Fitogeografia	Cerrado	Mota <i>et al.</i> (2014)
Fanerógamas	Fitogeografia	Cerrado	Moura <i>et al.</i> (2010)
Fanerógamas	Ecologia	Cerrado	Nunes <i>et al.</i> (2015)
Fanerógamas	Conservação	Mata Atlântica	Pessanha <i>et al.</i> (2014)
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Pessoa & Alves (2014)
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Porto <i>et al.</i> (2008)
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Sales-Rodrigues <i>et al.</i> (2014)
Briófitas	Conservação	Caatinga	Silva & Germano (2013)
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Silva & Melo (2013)
Briófitas	Florística	Caatinga	Silva JB <i>et al.</i> (2014)
Briófitas	Ecologia	Caatinga	Silva TO <i>et al.</i> (2014)
Briófitas	Ecologia	Caatinga	Silva & Pôrto (2016)
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Silva <i>et al.</i> (2015)
Fanerógamas	Florística	Mata Atlântica	Tinti <i>et al.</i> (2015)
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Tölke <i>et al.</i> (2011a)
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Tölke <i>et al.</i> (2011b)
P₂ (2008-2016)			
Fanerógamas	Florística	Caatinga	Tölke <i>et al.</i> (2011c)
Briófitas	Florística	Mata Atlântica	Valente <i>et al.</i> (2013)
Briófitas	Florística	Mata Atlântica	Valente <i>et al.</i> (2011)
Fanerógamas	Florística	Mata Atlântica	Verçoza & Bastos (2013)
Fanerógamas	Florística	-	Viana & Filgueiras (2008)
Fanerógamas	Ecologia	Transição	Vincente & Meguro (2008)

Linhas de pesquisa e grupo focal

Eu identifiquei sete linhas de pesquisas a partir do volume total de publicações (Figura 1; Tabela 1). As linhas de pesquisa menos investigadas são, nessa ordem: Anatomia Vegetal, Biologia Reprodutiva e Genética de Populações, as quais não apresentaram publicações em P_2 . Além disso, as linhas com maior número de publicações em P_1 são as mesmas que concentram maior número de publicações em P_2 , com exceção para a linha de pesquisa Conservação, que teve um maior número de publicações nesse último período amostral (Figura 1).

A quantidade de publicações com enfoque em fanerógamas foi maior em ambos os períodos do que para criptógamas (Figura 2). Apenas três linhas de pesquisa são investigadas com base em criptógamas em P_1 : Florística, Ecologia e Fisiologia Vegetal. Florística representa 71,4% do total de publicações para o grupo e as outras duas linhas de

pesquisa, 14,3%, cada. Em P_2 , as publicações em Florística e Ecologia foram melhor distribuídas, com 42,9 e 28,6%, respectivamente. Um trabalho na linha de Conservação foi publicado nos últimos nove anos, perfazendo 14,3% das publicações para Criptógamas, assim como Fisiologia Vegetal, também com 14,3%.

Para o grupo das fanerógamas, embora haja publicações em todas as linhas de pesquisa, em P_1 , a maior quantidade de publicações constitui levantamentos florísticos (56,7% do total de publicações para o grupo), seguida de Ecologia (16,7%), Conservação, Biologia Reprodutiva e Fisiologia Vegetal (6,7% cada) e Genética de Populações e Anatomia Vegetal (3,3% cada). Já em P_2 , as publicações estão distribuídas em apenas três linhas de pesquisa: Florística, com 47,4% do total de publicações para o grupo, Ecologia (34,2%) e Conservação (15,8%). Os estudos voltados à Conservação foram direcionados, principalmente, às Cangas (Tabela 1).

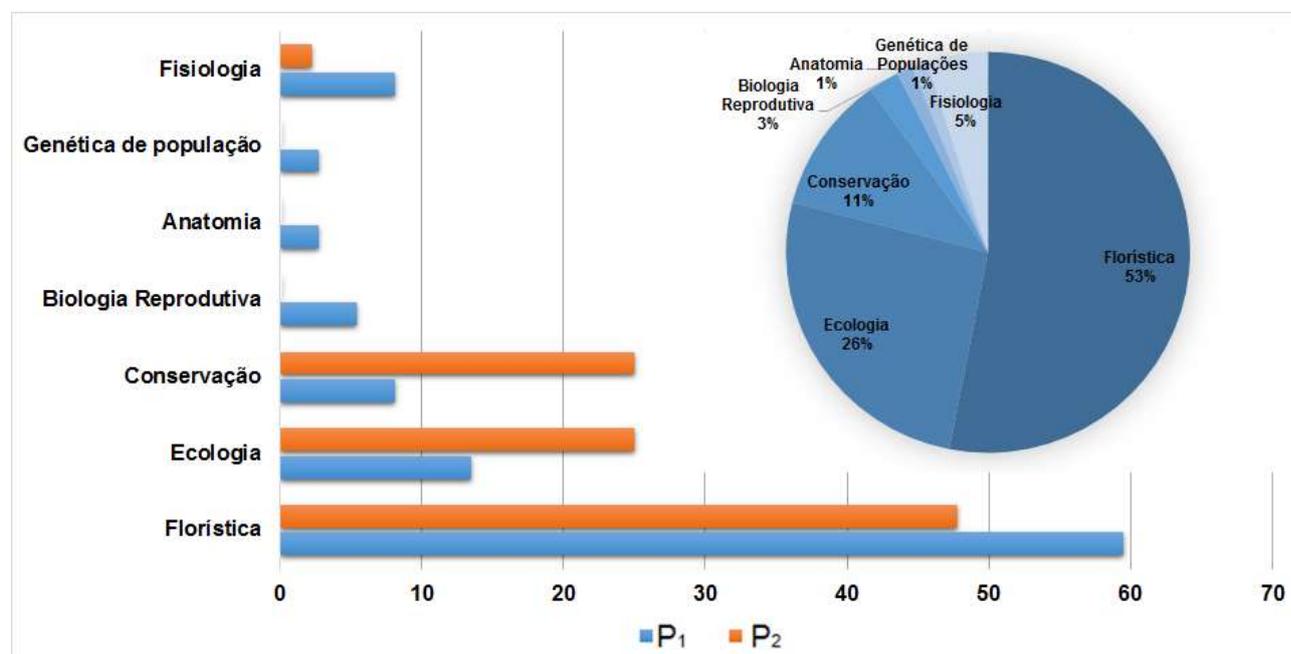


Figura 1. Comparação do número de estudos por linha de pesquisa em afloramentos rochosos *lato sensu* para ambos os períodos, P_1 (1980-2007) e P_2 (2008-2016). No canto superior direito, a quantidade de publicações total (P_1+P_2) por linha de pesquisa. Estudos Taxonômicos foram incluídos na linha de pesquisa Florística.

Figure 1. Comparison of number of studies on rocky outcrops *lato sensu* among research lines and between time periods, P_1 (1980-2007) and P_2 (2008-2016). At the top right, the total amount of publications (P_1+P_2) by research line. Taxonomic studies were included in the Floristic research line.

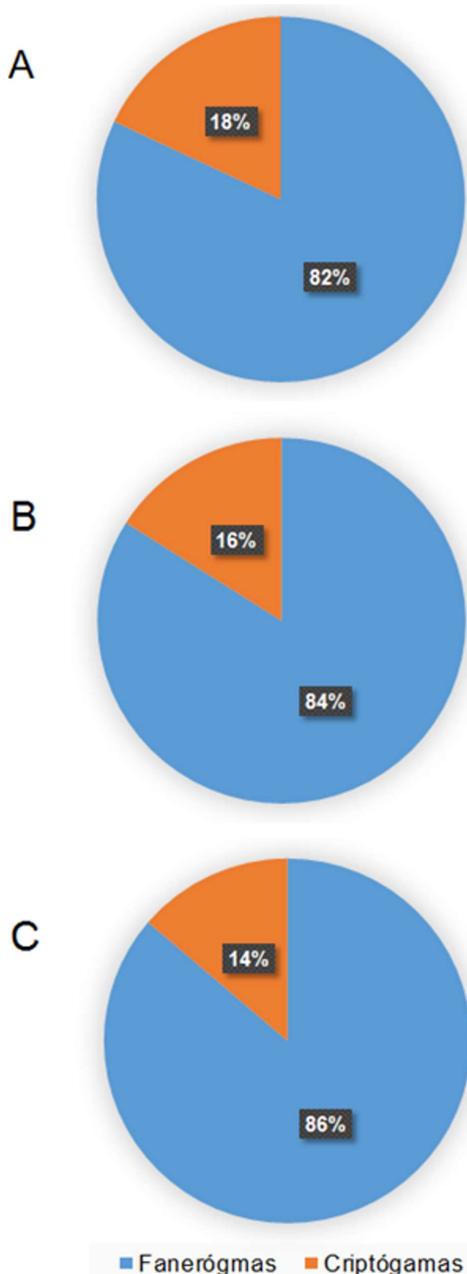


Figura 2. Acúmulo do número de estudos publicados para afloramentos rochosos *lato sensu* por grupo vegetal focal. (A) P₁ (1980-2007); (B) P₂ (2008-Abril/2016); (C) Total de publicações por grupo focal.

Figure 2. Cumulative number of studies published on rocky outcrops *lato sensu* by plant group. (A) P₁ (1980-2007); (B) P₂ (2008-April/2016); (C) Total (P₁+P₂) of publications by plant group.

Distribuição por domínio fitogeográfico

Para P₁, as pesquisas sobre vegetação em afloramentos rochosos contemplaram quatro domínios fitogeográficos: Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pampas. Nesse período, as publicações

concentraram-se, especialmente, na Mata Atlântica (13) e Cerrado (11), seguidos por Caatinga (09) e Pampas (01). Ainda, três estudos foram realizados em afloramentos encravados em zona transicional–Cerrado-Mata Atlântica (Figura 3a). Em P₂, as publicações contemplaram três dos domínios supracitados, sendo a Caatinga aquele com maior número de estudos (19), seguida pela Mata Atlântica (12) e Cerrado (03). Os estudos direcionados a afloramentos em zona transicional somaram 10 publicações (Figura 3b).

DISCUSSÃO

Considerando a diferença no período amostral entre P₁ e P₂ –18 anos a mais para o primeiro período, a quantidade de publicações aumentou consistentemente no segundo período analisado. Provavelmente esse aumento ocorreu após a visibilidade conferida ao ecossistema em 2007, com a publicação de Scarano. Ainda assim, estudos com foco em fanerógamas constituem a maioria das publicações para afloramentos rochosos. Esse fato deve-se provavelmente à diferença na quantidade de especialistas nos dois grupos no país, que é maior para fanerógamas (Lewinsohn & Prado 2002, Forzza *et al.* 2010). Apesar de em P₂ não haver publicações para Anatomia Vegetal, Biologia Reprodutiva e Genética de Populações, o crescente número de publicações em pouco tempo indica que a vegetação nessas formações rochosas vem recebendo maior atenção ao longo dos anos. Ainda assim, afloramentos rochosos são ecossistemas vulneráveis às ações antrópicas, apesar de atuarem como refúgios para espécies raras no país e como berço de novas espécies. Isso sugere que estudos direcionados à conservação desses ambientes merecem atenção especial, uma vez que essa linha de pesquisa ocupa posição intermediária em relação à quantidade de publicações e contemplam, principalmente, as Cangas.

Acúmulo do conhecimento

Em geral, estudos florísticos revelam floras ricas, podendo apresentar desde dezenas a centenas de espécies em um único afloramento (*e.g.*, Gomes

& Alves 2009, Gomes *et al.* 2011, Moura *et al.* 2010, Tölke *et al.* 2011c). As famílias melhor representadas nesses ecossistemas são aquelas típicas de ambientes xéricos tanto para fanerógamas (*e.g.* Asteraceae Martnov, Bromeliaceae Juss., Cactaceae Juss., Cyperaceae Juss., Euphorbiaceae Juss., Fabaceae Lindl., Orchidaceae Juss., Poaceae Rchb. e Solanaceae Juss. – Araújo *et al.* 2008, Porto *et al.* 2008, Gomes & Alves 2009, 2010, Gomes *et al.* 2011, Tölke *et al.* 2011c, Pessoa & Alves 2014), quanto para criptógamas, em especial, briófitas (hepáticas, Lejeuneaceae Cas.-Gil e Frullaniaceae Lorch; musgos, Bryaceae Schwägr., Leucobryaceae Schimp. e Pottiaceae Schimp. – Bastos *et al.* 1998, Bastos *et al.* 2000, Valente & Pôrto 2006, Valente *et al.* 2011, 2013, Silva JB *et al.* 2014). Isso pode estar relacionado ao fato dos afloramentos serem ambientes com intensa insolação, escassez hídrica e ventos dissecantes (Frahm 1996, Porembski *et al.* 1998).

A despeito do exposto acima, afloramentos rochosos apresentam diversos microhabitats (*e.g.*, cacimba, fenda, fissura, depressão, rocha exposta e

ilhas de solo ou vegetação – Conceição *et al.* 2007a, Silva TO *et al.* 2014) com variação microclimática entre eles (Porembski *et al.* 1998). Assim, espécies com requerimentos ecológicos diferentes devem ocorrer em microhabitats diferentes nesses ambientes sugerindo que os afloramentos são ambientes com grande biodiversidade. Isso é ressaltado pelos registros de espécies raras (Silva & Germano 2013, Silva JB *et al.* 2014), endêmicas (Viana & Filgueiras 2008), ameaçadas (Verçosa & Bastos 2013) e pela descoberta de novas espécies (Meirelles *et al.* 2012, Antunes *et al.* 2013). Essas novas espécies constituem endemismos para o Brasil e isso por si só implica na necessidade premente de políticas conservacionistas e de manejo para esses ecossistemas. Diferentemente das espécies com distribuição ampla, as endêmicas não são passíveis de conservação em outra região se não aquela para onde são descritas. Apesar de seu valor como refúgios para a flora local, da flora com distribuição restrita e como berço de novas espécies, essas formações continuam a sofrer com perturbações antrópicas.

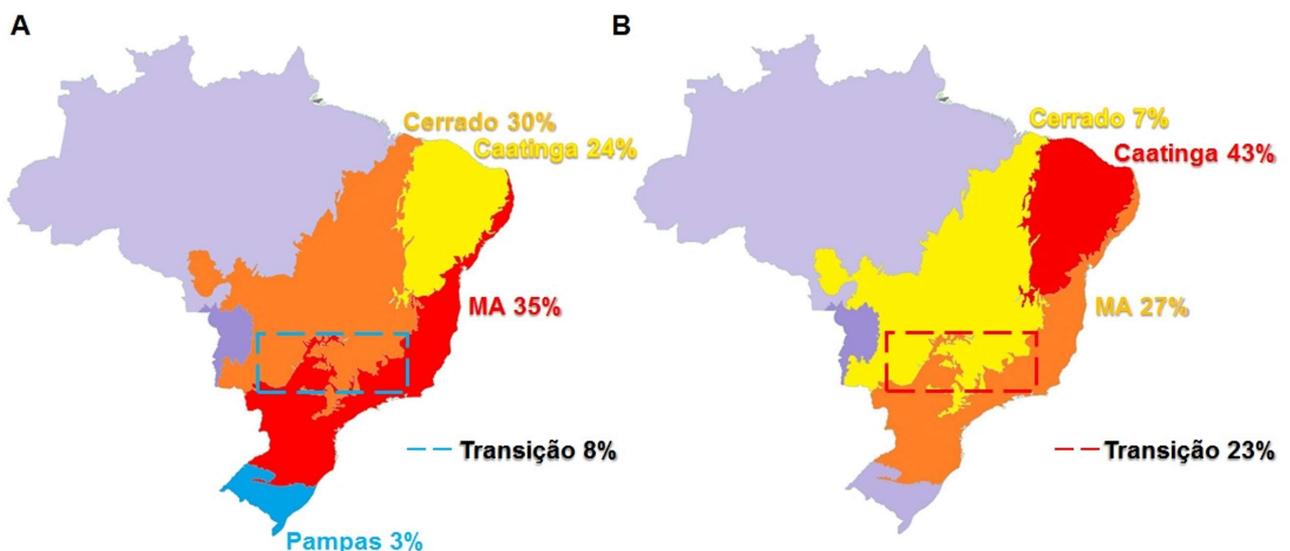


Figura 3. Distribuição das publicações para os períodos P_1 e P_2 por domínio fitogeográfico no Brasil. (A) Distribuição das publicações para P_1 (1980-2007); (B) Distribuição das publicações para P_2 (2008-Abril/2016). As cores mais quentes indicam maior quantidade de estudos, de forma crescente. Biomas em tons de cinza indicam que não há publicação para o período amostrado. 'Transição' indica estudos em afloramentos rochosos em áreas de transição entre o Cerrado e a Mata Atlântica. MA=Mata Atlântica.

Figure 3. Distribution of publications for both periods, P_1 and P_2 by phytogeographic domain in Brazil. (A) Distribution of publications in P_1 (1980-2007); (B) Distribution of publications in P_2 (2008-April/2016). Warmer colors indicate higher amounts of publications. Biomes in gray indicate no publication for the sample period. 'Transition' indicates studies in rocky outcrops located in areas of transition between the Cerrado and Atlantic Forest. MA=Atlantic Forest.

Alguns estudos de cunho florístico mostram que, apesar do consenso que afloramentos rochosos apresentam características xéricas, esses ecossistemas são singulares com grande dissimilaridade florística entre eles (*e.g.*, Jacobi & Carmo 2008a, 2008b, Alves & Kolbek 2010, Silva & Germano 2013, Silva JB *et al.* 2014). Várias características (*e.g.*, constituição mineral, altitude e vegetação de entorno) são utilizadas nas delimitações das formações vegetais ligadas a afloramentos rochosos. Incluindo aqueles afloramentos de mesma composição mineral, a similaridade florística é baixa (Jacobi & Carmo 2008a, 2008b, Silva JB *et al.* 2014). Uma explicação para isso é que os afloramentos são caracterizados por filtros diferentes relacionados à disponibilidade hídrica e à temperatura, o que deve selecionar espécies diferentes, ainda que com redundância funcional JB Silva (dados não publicados). Embora essas variáveis sejam importantes para a estruturação das comunidades vegetais (Moura *et al.* 2010), sua importância depende do grupo vegetal em questão. Por exemplo, a altitude é uma variável importante na distribuição das espécies de orquídeas (Pessoa & Alves 2014), mas não para espécies de briófitas (Silva JB *et al.* 2014). Além disso, em escala maior (nível regional) outros fatores, tal como a distância do mar, devem atuar em conjunto com os filtros ambientais na composição florística nesses ambientes (Silva JB *et al.* 2014 – para briófitas).

Estudos enfocando a adaptabilidade das espécies e amplitude de nicho revelam que espécies de famílias distintas reagem de modos diferentes às condições xéricas dos afloramentos rochosos. Por exemplo, enquanto espécies da família Apocynaceae coexistem harmonicamente em um mesmo habitat rochoso (Martins & Alves 2008), espécies de Cactaceae competem entre si em função da escassez de recursos hídricos (Fabricante *et al.* 2010). Para o grupo das briófitas, Silva & Germano (2013) descrevem os atributos funcionais das espécies catalogadas relacionando-os com as condições ambientais previstas para afloramentos rochosos. Por exemplo, os representantes das famílias de musgos apresentam atributos potencialmente adaptativos para estocagem de água (concavidade dos filídios e hialocistos), retenção hídrica (imbricação dos filídios, formas de vida em tufo), condução de água (papilas) e reflexão

de raios solares (capilar hialino) que lhes permitem a colonização e manutenção de populações em ambientes xéricos (Silva & Germano 2013). Apesar disso, a discussão apresentada pelos autores é descritiva e com base em literatura, sem qualquer mensuração da relação entre os filtros ambientais e os atributos das espécies. Embora constitua uma excelente contribuição, sendo um trabalho pioneiro no nordeste do país, a ausência de publicações nessa linha de pesquisa reflete a escassez de especialistas em ecossistemas rochosos e, mais ainda, com experiência em briófitas.

Linhas de pesquisa e os grupos vegetais

Em geral, os levantamentos florísticos detêm a maior quantidade de estudos publicados, seja para plantas vasculares ou avasculares. Esse desequilíbrio nas pesquisas pode ser explicado porque inventários florísticos são necessários para o direcionamento dos estudos nas mais variadas linhas de pesquisa (Brundu & Camarda 2013). Por exemplo, estudos florísticos são o ponto inicial para classificação fitogeográfica (Moro *et al.* 2014), para avaliar o *status* de conservação das espécies e as mudanças temporais e espaciais nas comunidades de plantas (Pausas & Austin 2001). Esse cenário é ainda mais contrastante quando o foco é o grupo estudado. A maioria dos trabalhos é direcionada à flora vascular (*e.g.*, Araújo *et al.* 2008, Tölke *et al.* 2011b, 2011c, Gomes & Sobral-Leite 2013). Apesar disso, os estudos em afloramentos rochosos focando em criptógamas vêm crescendo ao longo dos anos (*e.g.*, Bastos *et al.* 1998, Santos *et al.* 2005, Santos & Sylvestre 2006, Silva & Germano 2013, Silva JB *et al.* 2014, Silva TO *et al.* 2014, Silva & Pôrto 2016). Provavelmente, isso se deve ao pequeno número de especialistas em criptógamas trabalhando com comunidades rupícolas e pelo maior número de pesquisadores focando nas mais variadas famílias de fanerógamas (Lewinsohn & Prado 2002).

A respeito do exposto acima, todas as linhas de pesquisa abordadas para a vegetação em afloramentos rochosos, seja para plantas vasculares ou avasculares, necessitam de atenção. Prova disso são as mais variadas questões de cunho ecológico-funcional, evolutivo e de desenvolvimento das espécies, por

exemplo, que permaneceram sem resposta, especialmente em se tratando de criptógamas (ver Santos *et al.* 2005, Ribeiro KT *et al.* 2007, Silva & Germano 2013). E, apesar da florística ser a principal linha de pesquisa em afloramentos rochosos, constitui uma das 10 medidas sugeridas para a conservação desses ambientes, juntamente com o treinamento de especialistas (Martinelli 2007). Nesse contexto, vários autores vêm demonstrando a necessidade premente de estudos conservacionistas para afloramentos rochosos (*e.g.*, Jacobi *et al.* 2007, Jacobi & Carmo 2008a, 2008b, Silva & Germano 2013). Devido ao seu isolamento e condições ambientais mais amenas que aquelas do seu entorno (Frahm 1996, Porembski *et al.* 1998), esses ecossistemas agem como refúgios à biodiversidade (*e.g.*, Silva & Germano 2013) e são fontes de descoberta de novas espécies (*e.g.*, Meirelles *et al.* 2012). Apesar disso, são alvo de atividades antrópicas desordenadas como é o caso da mineração em Cangas (Jacobi *et al.* 2007, Jacobi & Carmo 2008a, 2008b) culminando com o desaparecimento do ecossistema inteiro e consequente exclusão de espécies endêmicas de afloramentos rochosos e serviços ecossistêmicos.

Distribuição das publicações por domínio fitogeográfico

Ocorrendo sob os mais variados domínios climáticos, os afloramentos rochosos surgem preferencialmente em regiões de clima árido a semiárido (Porembski *et al.* 1998). Embora ocorram de norte a sul do Brasil (Martinelli 2007), sua maior abundância em climas xéricos provavelmente aumenta a probabilidade da realização de estudos na Caatinga e no Cerrado em detrimento daqueles inseridos nos demais domínios fitogeográficos. Entretanto, em P₁ a maioria das publicações está direcionada para afloramentos localizados na Mata Atlântica e Cerrado, respectivamente. Embora em P₂ as publicações para a Caatinga atinjam maior número quando comparadas àquelas para os dois domínios supracitados, as publicações com afloramentos em zona de transição aumentaram consistentemente. Aqui, zona de transição indica área intermediária entre Cerrado e Mata Atlântica. Afloramentos em zona de transição são

formações ferruginosas. Esse aumento nas publicações em afloramentos inseridos em zona transicional deve-se aos resultados sobre as ações antrópicas de extração de minério nas Cangas (ver Jacobi *et al.* 2007).

No Cerrado, os campos rupestres sobre rochas ferruginosas, produto da laterização do solo, comumente referenciados como afloramentos ferruginosos ou cangas, distribuem-se principalmente na região Sudeste do Brasil, no Quadrilátero Ferrífero (Jacobi & Carmo 2008a) e no estado do Pará (Vincent & Meguro 2008). Em vista de sua importância econômica como fonte mineralógica, ao longo dos anos as atividades de extração de minérios vêm acarretando o desaparecimento de várias cangas. Consequentemente, suas comunidades vegetais estão sendo devastadas, apesar da região constituir sítio de diversas áreas de proteção ambiental (Jacobi & Carmo 2008b). Um grande número de espécies vegetais ocorrentes nas formações ferruginosas vem sendo catalogado em Listas Vermelhas (Jacob & Carmo 2008b). Esse quadro torna-se mais grave uma vez que essas formações ferruginosas são foco de altas taxas de endemismos. Embora, Jacobi & Carmo (2008b) sejam cautelosos a falar sobre endemismos no Quadrilátero Ferrífero (QF), Viana & Filgueiras (2008) apontam pelo menos três espécies exclusivas do QF: *Colanthea distans* (Trin.) McChue, *Panicum brachytrichum* Hack. e *P. phyllorachis* Hack.. Em relação às plantas avasculares, os estudos são inexistentes, havendo apenas menções sobre registros de briófitas.

Os afloramentos inseridos em meio à Caatinga revelam grande diversidade vegetal (*e.g.*, Almeida *et al.* 2007a, 2007b, Araújo *et al.* 2008, Tölke *et al.* 2011b, Silva JB *et al.* 2014, Silva TO *et al.* 2014). Dentre as espécies registradas, destaco aquelas com distribuição restrita no país, *i.e.*, ocorrendo em menos que três estados brasileiros e aquelas de interesse à conservação (Germano *et al.* 2016). Esses registros são atrativos e estimulantes a novos estudos na Caatinga, uma vez que ainda existem várias questões a serem respondidas como, por exemplo, sobre quais são os fatores estruturadores das comunidades vegetais nesses ecossistemas ou quais variáveis atuam de forma mais efetiva na estruturação das comunidades para cada grupo vegetal, vascular e avascular.

Os resultados advindos de publicações de estudos realizados em afloramentos rochosos em meio à Mata Atlântica têm reforçado o potencial para a descrição de novas espécies: *Tibouchina tedescoi* Meirelles, L. Kollmann & R. Goldenb. (Melastomataceae) (Meirelles *et al.* 2012) e *Plinia delicata* Antunes, Salimena & Sobral (Myrtaceae) (Antunes *et al.* 2013). Esses resultados ressaltam a necessidade e importância de estudos florísticos e conservacionistas nesse domínio fitogeográfico. Ainda, apenas um trabalho (ver Silva & Dillenburg 2007) foi identificado para os Pampas. Isso provavelmente reflete a menor quantidade de afloramentos no Domínio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A quantidade de estudos em afloramentos rochosos *lato sensu*, após a revisão de Scarano (2007), cresceu consideravelmente. Isso demonstra que esses ecossistemas estão recebendo maior atenção nos últimos anos. Ainda assim, é notória a ênfase aplicada às fanerógamas em relação às criptógamas, possivelmente por haver uma quantidade muito maior de especialistas em fanerógamas no país. De todo modo, o estado de ameaça dos afloramentos é evidenciado no atual cenário, no qual as ações antrópicas (*e.g.*, extração mineral – Jacobi *et al.* 2007; substituição da mata de entorno por culturas agrícolas e queimadas – JB Silva, observação pessoal), sem respaldo em planos de manejo, são desordenadas e afetam toda a comunidade vegetal com efeito deletério, em muitos casos, desses ecossistemas e de suas floras (ver Jacobi *et al.* 2007; Jacobi *et al.* 2008). Isso reforça a necessidade premente do aumento do número de estudos em afloramentos rochosos que proponham políticas de manejo para o ecossistema, fornecendo subsídios para conservação das suas espécies. Apesar de algumas linhas de pesquisa estarem melhor representadas que outras, como é o caso da Florística, os estudos ainda são insuficientes em todas elas como pode ser visto nos recentes trabalhos que trazem à luz, por exemplo, novas espécies para a ciência e questões sobre estruturação das comunidades ainda não solucionadas.

AGRADECIMENTOS

À Me. Elisabeth Tölke (UNICAMP) e ao Dr. Bruno Figueiredo (UEM) pela discussão de ideias na fase inicial do trabalho.

REFERÊNCIAS

- Almeida, A., Felix, W. J. P., Andrade, L. A., & Felix, L. P. 2007a. A família Orchidaceae em inselbergues da Paraíba, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(S2), 753-755.
- Almeida, A., Felix, W. J. P., Andrade, L. A., & Felix, L. P. 2007b. Leguminosae na flora de inselbergues no estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(S2), 750-752.
- Alves, R. J. V., & Kolbek, J. 2010. Can campo rupestre vegetation be floristically delimited based on vascular plant genera? *Plant Ecology*, 207(1), 67-79.
- Antunes, K., Salimena, F. R. G., & Sobral, M. 2013. *Plinia delicata* (Myrtaceae), a new species from southeastern Brazil. *Phytotaxa*, 131(1), 45-48. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.131.1.8>
- Araújo, F. S., Oliveira, R. F., & Lima-Verde, L. W. 2008. Composição, espectro biológico e síndromes de dispersão da vegetação de um inselbergue no domínio da caatinga, Ceará. *Rodriguésia*, 59(4), 659-671.
- Ataide, E. S., Castro, P. T. A., & Fernandes, G. W. 2011. Florística e caracterização de uma área de campo ferruginoso no complexo mineral Alegria, Serra de Antônio Pereira, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil. *Revista Árvore*, 35(6), 1265-1275. DOI: 10.1590/S0100-67622011000700013
- Barbará, T., Martinelli, G., Fay, M. F., Mayo, S. J., & Lexer, C. 2007. Population differentiation and species cohesion in two closely related plants adapted to neotropical high-altitude “inselbergs” *Alcantarea imperialis* and *Alcantarea geniculata* (Bromeliaceae). *Molecular Ecology*, 16(10), 1981-1992. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2007.03272.x
- Bastos, C. J. P., Stradmann, M. T. S., & Bôas-Bastos, S. B. V. 1998. Additional contribution to the bryophyte flora of Chapada Diamantina National Park, state of Bahia, Brazil. *Tropical Bryology*, 15(1), 15-20. DOI: 10.11646/bde.15.1.3
- Bastos, C. J. P., Yano, O., & Bôas-Bastos, S. B. V. 2000. Briófitas de campos rupestres da Chapada Diamantina, estado da Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 23(4), 359-370. DOI: 10.1590/S0100-84042000000400002
- Brundu, G., & Camarda, I. 2013. The flora of Chad: a checklist and brief analysis. *PhytoKeys*, 23, 1-18. DOI: 10.3897/phytokeys.23.4752
- Caiafa, A. N., & Silva, A. F. 2007. Structural analysis of the vegetation on a highland granitic rock outcrop in southeast Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 30(4), 657-664. DOI: 10.1590/S0100-84042007000400010
- Camerik, A. M., & Werger, M. J. A. 1981. Leaf characteristics of the flora of the High Plateau of Itatiaia, Brazil. *Biotropica*, 13(1), 39-48. DOI: 10.2307/2387869
- Carmo, F. F., & Jacobi, C. M. 2013. A vegetação de canga no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: caracterização e contexto

- fitogeográfico. *Rodriguésia*, 64(3), 527-541. DOI: 10.1590/S2175-78602013000300005
- Carmo, F. F., & Jacobi, C. M. 2016. Diversity and plant trait-soil relationships among rock outcrops in the Brazilian Atlantic rainforest. *Plant and Soil*, 403(1), 7-20. DOI: 10.1007/s11104-015-2735-7
- Carmo, F. F., Campos, I. C., & Jacobi, C. M. 2016. Effects of fine-scale surface heterogeneity on rock outcrop plant community structure. *Journal of Vegetation Science*, 27(1), 50-59. DOI: 10.1111/jvs.12342
- Coelho, F. F., Capelo, C. D. L., Neves, A. C. O., & Figueira, J. E. C. 2007. Vegetative propagation strategies of four rupesrian species of *Leiothrix* (Eriocaulaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, 30(4), 687-694.
- Conceição, A. A., Giulietti, A. M., & Meirelles, S. T. 2007a. Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Acta botanica Brasilica*, 21(2), 335-347. DOI: 10.1590/S0102-33062007000200008
- Conceição, A. A., Pirani, J. R., & Meirelles, S. T. 2007b. Floristics, structure and soil of insular vegetation in four quartzite-sandstone outcrops of Chapada Diamantina, Northeast Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 30(4), 641-655. DOI: 10.1590/S0100-84042007000400009
- Costa, D. P. 1994. Musgos do Pico da Caledônia, município de Nova Friburgo, estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 8(2), 141-191. DOI: 10.1590/S0102-33061994000200003
- Esgario, C. P., Ribeiro, L. F., & Silva, A. G. 2008. O Alto Misterioso e a vegetação sobre rochas em meio à Mata Atlântica, no Sudeste do Brasil. *Natureza on line*, 6(2), 55-62.
- Fabricante, J. R., Andrade, L. A., & Marques, F. J. 2010. Caracterização populacional de *Melocactus zehntneri* (Britton e Rose) Luetzelburg (Cactaceae) ocorrente em um inselbergue da Caatinga paraibana. *Biotemas*, 23(1), 61-67.
- Felfili, J. M., Nascimento, A. R. T., Fagg, C. W., & Meirelles, E. M. 2007. Floristic composition and community structure of a seasonally deciduous forest on limestone outcrops in Central Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 30(4), 611-621. DOI: 10.1590/S0100-84042007000400007
- Fevereiro, P. C. A., & Fevereiro, V. P. B. 1980. Composição florística de alguns inselbergues do estado da Paraíba. I – A flora da Pedra dos Caboclos: Observações preliminares. *Agropecuária Técnica*, 1(1), 126-131.
- Figueira, J. E. C., & Del Sarto, M. C. L. 2007. Clonal growth and dispersal potential of *Leiothrix flagellaris* (Eriocaulaceae) in the rocky grasslands of southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 30(4), 679-686. DOI: 10.1590/S0100-84042007000400012
- Forzza, R. C., Baumgratz, J. F. A., Bicudo, C. E. M., Carvalho Jr., A. A., Costa, A., Costa, D. P., Hopkins, M., Leitman, P. M., Lohmann, L. G., Maia, L. C., Martinelli, G., Menezes, M., Morim, M. P., Coelho, M. A. N., Peixoto, A. L., Pirani, J. R., Prado, J., Queiroz, L. P., Souza, V. C., Stehmann, J. R., Sylvestre, L. S., Walter, B. M. T., & Zappi, D. (Eds.). 2010. *Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil*, vol. 1 e 2. Rio de Janeiro: Andréa Jakobson Estúdio/Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro: p. 1705.
- Frahm, J.-P. 1996. Diversity, life strategies, origins and distribution of tropical inselberg bryophytes. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Série Botánica*, 67(1), 73-86.
- França, F., Melo, E., & Santos, C. C. 1997. Flora de inselbergues da região de Milagres, Bahia, Brasil: I. Caracterização da vegetação e lista de espécies de dois inselbergues. *Sitientibus, Série Ciências Biológicas*, 17, 163-184.
- França, F., Melo, E., Santos, A. K. A., Melo, J. G. A. N., Marques, M., Silva-Filho, M. F. B., Moraes, L., & Machado, C. 2005. Estudos ecológico e florístico em ilhas de vegetação de um inselberg no semi-árido da Bahia, Brasil. *Hoehnea*, 32(1), 93-101.
- França, F., Melo, E., & Gonçalves, J. M. 2006. Aspectos da diversidade da vegetação no topo de um inselbergue no semi-árido da Bahia, Brasil. *Sitientibus Série Ciência Biológicas*, 6(1), 30-35.
- Garcia, L. C., Barros, F. V., & Lemos Filho, J. P. 2006. Comportamento germinativo de duas espécies de canga ferrífera: *Baccharis retusa* DC. (Asteraceae) e *Tibouchina multiflora* Cogn. (Melastomataceae). *Acta Botanica Brasilica*, 20(2), 443-448. DOI: 10.1590/S0102-33062006000200019
- Germano, S. R., Silva, J. B., & Peralta, D. F. 2016. Paraíba State, Brazil: a hotspot of bryophytes. *Phytotaxa*, 258(3), 251-278. DOI: 10.11646/phytotaxa.258.3.2
- Gomes, P., & Alves, M. 2009. Floristic and vegetational aspects of an inselberg in the semi-arid region of northeast Brazil. *Edinburgh Journal of Botany*, 66(02), 329-346. DOI: 10.1017/S0960428609005241
- Gomes, P., & Alves, M. 2010. Floristic diversity of two crystalline rocky outcrops in the Brazilian northeast semi-arid region. *Revista Brasileira de Botânica*, 33(4), 661-676. DOI: 10.1590/S0100-84042010000400014
- Gomes, P., Costa, K. C. C., Rodal, M. J. N., & Alves, M. 2011. Checklist of Angiosperms from the Pedra Furada Municipal Park, northeastern Brazil. *Check List*, 7(2), 173-181.
- Gomes, P., & Sobral-Leite, M. 2013. Crystalline rock outcrops in the Atlantic Forest of northeastern Brazil: vascular flora, biological spectrum, and invasive species. *Brazilian Journal of Botany*, 36(2), 111-123. DOI: 10.1007/s40415-013-0020-7
- Jacobi, C. M., & Carmo, F. F. 2008a. The contribution of ironstone outcrops to plant diversity in the Iron Quadrangle, a threatened Brazilian landscape. *Ambio*, 37(4), 324-326.
- Jacobi, C. M., & Carmo, F. F. 2008b. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. *Megadiversidade*, 4(1-2), 25-33.
- Jacobi, C. M., Carmo, F. F., Vincent, R. C., & Stehmann, J. R. 2007. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. *Biodiversity and Conservation*, 16(7), 2185-2200. DOI: 10.1007/s10531-007-9156-8
- Jacobi, C. M., Carmo, F. F., & Vicent, R. C. 2008. Estudo fitossociológico de uma comunidade vegetal sobre canga como subsídio para a reabilitação de áreas mineradas no quadrilátero ferrífero, MG. *Revista Árvore*, 32(2), 345-353. DOI: 10.1590/S0100-67622008000200017
- Jacobi, C. M., Carmo, F. F., & Campos, I. C. 2011. Soaring

- extinction threats to endemic plants in Brazilian metal-rich regions. *Ambio*, 40(5), 540-543. DOI: 10.1007/s13280-011-0151-7
- Lewinsohn, T. M., & Prado, P. I. (Eds.). 2002. Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento. São Paulo: Contexto: p. 176.
- Lüttge, U., Duarte, H. M., Scarano, F. R., Mattos, E. A., Cavalin, P. O., Franco, A. C., & Fernandes, G. W. 2007. Physiological ecology of photosynthesis of five sympatric species of Velloziaceae in the rupestrian fields of Serra do Cipó, Minas Gerais, Brazil. *Flora*, 202(8), 637-646. DOI: 10.1016/j.flora.2006.12.004
- Martinelli, G. 2007. Mountain biodiversity in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 30(4), 587-597. DOI: 10.1590/S0100-84042007000400005
- Martins, S., & Alves, M. 2008. Aspectos anatômicos de espécies simpátricas de *Mandevilla* (Apocynaceae) ocorrentes em inselbergues de Pernambuco – Brasil. *Rodriguésia*, 59(2), 369-380.
- Medina, B. M. O., & Fernandes, G. W. 2007. The potential of natural regeneration of rocky outcrop vegetation on rupestrian field soils in “Serra do Cipó”, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 30(4), 665-678. DOI: 10.1590/S0100-84042007000400011
- Meirelles, J., Kollmann, L. J. C., & Goldenberg, R. 2012. *Tibouchina tedescoi*: a new species in *Tibouchina* sect. *Pleroma* (Melastomataceae) from Espírito Santo, Brazil. *Kew Bulletin*, 67(3), 461-465. DOI: 10.1007/s12225-012-9375-3
- Meirelles, S. T., Pivello, V. R., & Joly, C. A. 1999. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. *Environmental Conservation*, 26(1), 10-20.
- Menino, G. C. O., Santos, R. M., Pifano, D. S., Borém, R. A. T., Almeida, C. A. M., Domingos, D. Q., & Moreira, A. M. 2015. Inselbergs as a source of diversity in a vegetation matrix in Coqueiral, Minas Gerais, Brazil. *Ciência Florestal*, 25(4), 947-958. DOI: 10.5902/1980509820649
- Messias, M. C. T. B., Leite, M. G. P., Meira-Neto, J. A. A., Kozovits, A. R., & Tavares, R. 2013. Soil-vegetation relationship in quartzitic and ferruginous Brazilian rocky outcrops. *Folia Geobotanica*, 48(4), 509-521. DOI: 10.1007/s12224-013-9154-4
- Messias, M. C. T. B., Leite, M. G. P., Meira-Neto, J. A. A., & Kozovits, A. R. 2011. Formas de vida em campos rupestres sobre quartzito e itabirito, em Minas Gerais, Brasil. *Biota Neotropica*, 11(2), 255-268. DOI: 10.1590/S1676-06032011000200026
- Moraes, A. O., Melo, E., Agra, M. F., & França, F. 2009. A família Solanaceae nos “Inselbergues” do semi-árido da Bahia, Brasil. *Iheringia*, 64(2), 109-122.
- Moraes, M. G., Oliveira, A. A. Q., & Santos, M. G. 2014. Sugars in ferns and lycophytes growing on rocky outcrops from southeastern Brazilian coast. *Bioscience Journal*, 30(6), 1882-1884.
- Moro, M. F., Lughadha, E., Filer, D. L., Araújo, F. S., & Martins, F. R. 2014. A catalogue of the vascular plants of the Caatinga phytogeographical domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. *Phytotaxa*, 160(1), 1-118. DOI: 10.11646/phytotaxa.160.1.1
- Mota, S. L. L., Pereira, I. M., Machado, E. L. M., Oliveira, M. L. R., Bruzinga, J. S., Farnezi, M. M. M., & Junior, M. S. M. 2014. Influência dos Afloramentos Rochosos sobre a Comunidade Lenhosa no Cerrado *stricto sensu*. *Floresta e Ambiente*, 21(1), 8-18. DOI: 10.4322/floram.2014.009
- Moura, I. O., Gomes-Klein, V. L., Felfili, J. M., & Ferreira, H. D. 2010. Diversidade e estrutura comunitária de cerrado *sensu stricto* em afloramentos rochosos no Parque Estadual dos Pireneus, Goiás. *Revista Brasileira de Botânica*, 33(3), 455-467. DOI: 10.1590/S0100-84042010000300008
- Mourão, A., & Stehmann, J. R. 2007. Levantamento da flora do campo rupestre sobre canga hematítica couraçada remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 4(4), 775-785.
- Neves, S. P. S., & Conceição, A. A. 2007. Vegetação em afloramentos rochosos na Serra do Sincorá, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Sitientibus. Série Ciência Biológicas*, 7(1), 36-45.
- Nunes, J. A., Schaefer, C. E. G. R., Ferreira Jr., W. G., Neri, A. V., Correa, G. R., & Enright, N. J. 2015. Soil-vegetation relationships on a banded ironstone ‘island’, Carajás Plateau, Brazilian Eastern Amazonia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87(4), 1-14. DOI: 10.1590/0001-376520152014-0106
- Oliveira, R. B., & Godoy, S. A. P. 2007. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, São Paulo. *Biota Neotropica*, 7(2), 37-48. DOI: 10.1590/S1676-06032007000200004
- Pausas, J. G., & Austin, M. P. 2001. Patterns of plant species richness in relation to different environments: An appraisal. *Journal of Vegetation Science*, 12(2), 153-166. DOI: 10.2307/3236601
- Pessanha, A. S., Menini Neto, L., Forzza, R. C., & Nascimento, M. T. 2014. Composition and conservation of Orchidaceae on an inselberg in the Brazilian Atlantic Forest and floristic relationships with areas of Eastern Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 829-841.
- Pessoa, E., & Alves, M. 2014. Orchidaceae em afloramentos rochosos do estado de Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia*, 65(3), 717-734. DOI: 10.1590/2175-7860201465311
- Porembski, S., Martinelli, G., Ohlemüller, R., & Barthlott, W. 1998. Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergues in the Brazilian Atlantic rainforest. *Diversity and Distributions*, 4(3), 107-119. DOI: 10.1046/j.1365-2699.1998.00013.x
- Porto, M. L., & Silva, M. F. F. 1989. Tipos de vegetação metalófila em áreas da Serra de Carajás e de Minas Gerais, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 3(2), 13-21. DOI: 10.1590/S0102-33061989000200002
- Porto, P. N. F., Almeida, A., Pessoa, W. J., Trovão, D., & Felix, L. P. 2008. Composição florística de um inselbergue no agreste Paraibano, município de esperança, nordeste do Brasil. *Caatinga*, 21(2), 214-222.
- Ribeiro, K. T., Medina, B. M. O., & Scarano, F. R. 2007. Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE-Brazil. *Revista Brasileira*

- de Botânica, 30(4), 623-638. DOI: 10.1590/S0100-84042007000400008
- Ribeiro, M. L. R. C., Santos, M. G., & Moraes, M. G. 2007. Leaf anatomy of two *Anemia* Sw. species (Schizaeaceae-Pteridophyte) from a rocky outcrop in Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 30(4), 695-702. DOI: 10.1590/S0100-84042007000400014
- Sales-Rodrigues, J., Brasileiro, J. C.-B., & Melo, J. I. M. 2014. Flora de um inselberg na mesorregião agreste do estado da Paraíba - Brasil. *Polibotânica*, 37, 47-61.
- Santos, M. G., & Sylvestre, L. S. 2006. Aspectos florísticos e econômicos das pteridófitas de um afloramento rochoso do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 20(1), 115-124. DOI: 10.1590/S0102-33062006000100011
- Santos, M. G., Carvalho, C. E. M., Kelecom, A., Ribeiro, M. L. R. C., Freitas, C. V. C., Costa, L. M., & Fernandes, L. V. G. 2005. Cianogênese em esporófitos de pteridófitas avaliada pelo teste do ácido pícrico. *Acta Botanica Brasilica*, 19(4), 783-788. DOI: 10.1590/S0102-33062006000100011
- Sarthou, C., Villiers, J.-F., & Ponge, J.-F. 2003. Shrub vegetation on tropical granitic inselbergs in French Guiana. *Journal of Vegetation Science*, 14(5), 645-652. DOI: 10.1111/j.1654-1103.2003.tb02196.x
- Scarano, F. R. 2007. Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. *Revista Brasileira de Botânica*, 30(4), 561-568. DOI: 10.1590/S0100-84042007000400002
- Secco, R. S., & Mesquita, A. L. 1983. Notas sobre a vegetação de canga da Serra Norte I. *Boletim do Museu Paranaense Emílio Gollidi*, 59, 1-13.
- Silva, J. B., & Germano, S. R. 2013. Brioflora de Afloramentos Rochosos: uma visão conservacionista. *Acta Botanica Brasilica*, 27(4), 827-835. DOI: 10.1590/S0102-33062013000400023
- Silva, J. B., Santos, N. D., & Pôrto, K. C. 2014. Âeta-diversity: Effect of geographical distance and environmental gradients on the rocky outcrop bryophytes. *Cryptogamie. Bryologie*, 35(2), 133-163. DOI: 10.7872/cryb.v35.iss2.2014.133
- Silva, J. B., & Pôrto, K. C. 2016. Can we use the acrocarpous moss gametophyte length to assess microclimatic conditions in harsh environmental? *Frahmia*, 12, 1-9.
- Silva, L. G. R., & Dillenburg, L. R. 2007. Water relations of tree species growing on a rock outcrop in the "Parque Estadual de Itapuã", RS. *Revista Brasileira de Botânica*, 30(4), 703-711. DOI: 10.1590/S0100-84042007000400015
- Silva, M. F. F., Secco, R. S., & Lobo, M. G. A. 1996. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, estado do Pará, Brasil. *Acta Amazonica*, 26(1-2), 17-44. DOI: 10.1590/1809-43921996261044
- Silva, S. A. L., & Melo, J. I. M. 2013. A Família Leguminosae Juss. em dois afloramentos rochosos no município de Puxinanã, Paraíba. *Biotemas*, 26(4), 23-43. DOI: 10.5007/2175-7925.2013v26n4p23
- Silva, T. O., Silva, M. P. P., & Pôrto, K. C. 2014. Briófitas de Afloramentos Rochosos do Estado de Pernambuco, Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, 36, 85-100.
- Silva, T. S., Felix, L. P., & Melo, J. I. M. 2015. Bromeliaceae and Orchidaceae on rocky outcrops in the Agreste Mesoregion of the Paraíba State, Brasil. *Hoehnea*, 42(2), 345-365. DOI: 10.1590/2236-8906-51/2014
- Teixeira, W. A., & Lemos Filho, J. P. 2002. Fatores edáficos e a colonização de espécies lenhosas em uma cava de mineração de ferro em Itabirito, Minas Gerais. *Revista Árvore*, 26(1), 25-33.
- Tinti, B. V., Schaefer, C. E. R. G., Nunes, J. A., Rodrigues, A. C., Fialho, I. F., & Neri, A. V. 2015. Plant diversity on granite/gneiss rock outcrop at Pedra do Pato, Serra do Brigadeiro State Park, Brazil. *Check List*, 11(5), 1-8. DOI: 10.15560/11.5.1780
- Tölke, E. E. A. D., Pereira, A. R. L., Brasileiro, J. C. B., & Melo, J. I. M. 2011a. A Família Commelinaceae Mirb. em Inselbergs do Agreste Paraibano. *Biofar: Revista de Biologia e Farmácia*, 5(2), 1-10.
- Tölke, E. E. A. D., Pereira, A. R. L., Silva, J. B., & Melo, J. I. M. 2011b. *Passiflora luetzelburgii* Harms (Passifloraceae): Nova ocorrência para o estado da Paraíba, Brasil. *Rojasiana*, 10(1), 21-28.
- Tölke, E. E. A. D., Silva, J. B., Pereira, A. R. L., & Melo, J. I. M. 2011c. Flora vascular de um inselbergue no estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. *Biotemas*, 24(4), 39-48. DOI: 10.5007/2175-7925.2011v24n4p39
- Valente, E. B., & Pôrto, K. C. 2006. Briófitas do afloramento rochoso na Serra da Jibóia, município de Santa Teresinha, Bahia, Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica*, 1(8), 207-2011.
- Valente, E. B., Pôrto, K. C., & Bastos, C. J. P. 2011. Checklist of bryophytes of Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Boletim do Instituto de Botânica*, 21, 111-124.
- Valente, E. B., Pôrto, K. C., & Bastos, C. J. P. 2013. Species richness and distribution of bryophytes within different phytogeographies in the Chapada Diamantina region of Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 27(2), 294-310. DOI: 10.1590/S0102-33062013000200006
- Verçoza, F. C., & Bastos, M. S. 2013. Bromeliaceae e Cactaceae dos afloramentos rochosos do Costão de Itacoatiara, Parque Estadual da Serra da Tiririca, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Natureza on line*, 11(1), 7-11.
- Viana, P. L., & Lombardi, J. A. 2007. Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 58(1), 159-177.
- Viana, P. L., & Filgueiras, T. S. 2008. Inventário e distribuição geográfica das gramíneas (Poaceae) na Cadeia do Espinhaço, Brasil. *Megadiversidade*, 4(1-2), 71-88.
- Vincent, R. C., & Meguro, M. 2008. Influence of soil properties on the abundance of plant species in ferruginous rocky soils vegetation, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 31(3), 377-388. DOI: 10.1590/S0100-84042008000300002

Submetido em 29/03/2016

Aceito em 01/05/2016