

## **RIQUEZAS NATURAIS NO TOPO DOS PANTEPUIIS: FLORA DO MONTE RORAIMA, RORAIMA, BRASIL**

Joel Maciel Pereira **Cordeiro**<sup>1</sup>, Leonardo Pessoa **Felix**<sup>2</sup>

(1 – Universidade Estadual da Paraíba, e-mail: joelmpcordeiro@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9833-0822>, 2 – Universidade Federal da Paraíba, e-mail: lpfelix2@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9202-9828>)

**Resumo:** Os Pantepuis são grandes elevações montanhosas localizadas na região Nordeste da América do Sul sobre o Escudo das Guianas. Os topos dos Pantepuis estão isolados em até 2.500 m em relação às áreas circunvizinhas, o que os caracteriza como ilhas biológicas por abrigar considerável número de espécies endêmicas. Este trabalho tem como objetivo descrever o componente florístico ocorrente na superfície elevada aplainada do Monte Roraima, Roraima, Brasil, além de revisar algumas das principais ameaças a diversidade vegetal dos Pantepuis. Foram registradas 44 espécies de Angiospermas, com destaque para as famílias Orchidaceae (11 espécies) e Lentibulariaceae (quatro espécies). Em relação ao hábito, as plantas herbáceas foram predominantes (28 espécies). Destaca-se também a ocorrência de plantas carnívoras pertencentes às famílias Droseraceae, Lentibulariaceae e Sarraceniaceae (sete espécies no total). Apesar do alto número de espécies e elevadas taxas de endemismo dos Pantepuis, alguns fatores ameaçam a sua diversidade vegetal. Diferentes pesquisas apontam danos causados pelo aumento do número de visitas de âmbito turístico, o aumento e propagação de espécies exóticas, e a migração ou expansão ascendente de outras espécies vegetais causados pelo aquecimento global.

**Palavras-chave:** Diversidade florística; Endemismo; Isolamento geográfico; Problemas ambientais.

## **NATURAL RICHES AT THE SUMMIT OF THE PANTEPUIIS: FLORA OF MOUNT RORAIMA, RORAIMA, BRAZIL**

**Abstract:** *Pantepuis* are large mountain elevations located in the Northeast region of South America over the Guiana Shield. The summit of the Pantepuis are isolated up to 2,500 m from

the surrounding areas, making them characterized as biological islands because they have a considerable number of endemic species. This paper aims to describe the floristic component occurring on the summit of Monte Roraima, Roraima, Brazil, and to review the main threats to vegetal diversity of the *Pantepuis*. Forty-four Angiospermas species were recorded, especially Orchidaceae (11 species) and Lentibulariaceae (four species). Herbaceous plants were predominant (28 species). Also noteworthy is the occurrence of carnivorous plants belonging to the families Droseraceae, Lentibulariaceae and Sarraceniaceae (seven species in total). Despite the high number of species and high rates of endemism, some factors threaten the vegetal diversity of the Pantepuis. Different study demonstrate damage caused by the increased number of tourist visits, the increase and spread of exotic species, and the upward migration of other plant species caused by global warming.

**Keywords:** Floristic diversity; Endemism; Geographic isolation; Environmental damage.

### **RIQUEZA NATURAL EN LA CUMBRE DEL PANTEPUI: FLORA DEL MONTE RORAIMA, RORAIMA, BRASIL**

**Resumen:** Los Pantepuis son grandes elevaciones montañosas dispuestas en la región noreste de Sudamérica sobre el Escudo de Guayana. Las cumbres de los Pantepuis están aisladas hasta a 2.500 m de las áreas circundantes, lo que las caracteriza como islas biológicas porque demuestra un número considerable de especies endémicas. Este manuscrito tiene como objetivo describir el componente florístico que ocurre en lo cumbre del Monte Roraima, Roraima, Brasil, y revisar las principales amenazas para la diversidad vegetal de los Pantepuis. Se registraron 44 especies de Angiospermas, especialmente las familias Orchidaceae (11 especies) y Lentibulariaceae (cuatro especies). En cuanto al hábito, predominaban las plantas herbáceas (28 especies). También es notable la ocurrencia de plantas carnívoras que pertenecen a las familias Droseraceae, Lentibulariaceae y Sarraceniaceae (siete especies en total). A pesar de la gran cantidad de especies y las altas tasas de endemismo, algunos factores amenazan la diversidad vegetal de los Pantepuis. Diferentes estudios muestran daños causados por el aumento en el número de visitas turísticas, el aumento y la propagación de especies exóticas, y la migración ascendente de otras especies de plantas causadas por el calentamiento global.

**Palabras-clave:** Diversidad florística; Endemismo; Aislamiento geográfico; Problemas ambientales.

## **Introdução**

Os Pantepuis são grandes elevações montanhosas em forma de mesa, cercadas por florestas ou savanas, situados na região Nordeste da América do Sul, no Escudo das Guianas (HUBER, 1988; RULL, 2004a). Estas formações montanhosas apresentam um soerguimento vertical entre 400 e 2.500m acima das áreas circunvizinhas, sendo o topo formado por rochas areníticas expostas e grupos taxonômicos relativamente particulares (HUBER, 1987; MICHELANGELI, 2000, RULL, 2019). Os Pantepuis são resultado dos processos erosivos ocorrentes desde os períodos Jurássico/Cretáceo, quando ocorreu o soerguimento de rochas sedimentares do Escudo das Guianas (Grupo Roraima Pré-Cambriano), formando remanescentes isolados das terras baixas circunvizinhas por paredes espetaculares (BRICEÑO & SCHUBERT, 1990; REIS, 2009; SAFONT et al., 2014, RULL, 2019).

Entre os Pantepuis, o Monte Roraima se destaca por ser um dos maiores em extensão (34,4 km<sup>2</sup>) e elevação (2.810 m), além de compor a tríplice fronteira entre os territórios da Venezuela, Guiana e Brasil (REIS, 2009; SAFONT et al., 2014). De sua área total, 5% corresponde ao Brasil, enquanto 10% pertencem à Guiana e 85% à Venezuela (REIS, 2009). No Brasil, o Monte Roraima e áreas circunvizinhas ocupam uma unidade de conservação na categoria de “Parque Nacional”, com proteção integral da fauna, flora e demais recursos naturais (ICMBIO, 2019). A área também possui importância étnica e cultural, situando-se integralmente dentro da reserva indígena Raposa Serra do Sol, ocupada pelos povos indígenas Macuxi, Wapichana, Ingarikó, Patamona e Taurepang (LAURIOLA, 2003; FUNAI, 2019). Além disso, a maior parte do Monte Roraima está incluída no Parque Nacional Canaima (Venezuela), que devido a sua singularidade geológica e fisiográfica, juntamente com seus muitos valores biológicos e culturais, foi declarado Patrimônio Mundial pela UNESCO em 1994 (BILBAO et al., 2010).

Devido ao seu formato e isolamento total ou parcial das áreas vizinhas, os Pantepuis exibem excepcionais padrões de biodiversidade e endemismo, bem como formas de vida e ecossistemas únicos, comparáveis aos de muitos arquipélagos oceânicos (HUBER, 1987,1988; MICHELANGELI, 2000; RULL, 2019). De forma geral, são descritas mais de 2.500 espécies de plantas, das quais cerca de 35% são consideradas endêmicas (NOGUÉ et al., 2009; SAFONT et al., 2014; RIINA et al., 2019). Entretanto, a diversidade e frequência de endemismo ainda podem ser ampliadas, uma vez que estudos florísticos e descrição de novas

espécies são frequentemente apresentados (NOGUÉ et al., 2009; SAFONT et al., 2014; FERREIRA et al., 2016; BARBOSA-SILVA et al., 2018; HÁGSATER & SANTIAGO, 2018; RIINA et al., 2019).

Para o Monte Roraima, de forma geral, são mencionadas 51 famílias, 130 gêneros e 227 espécies de plantas, incluindo Samambaias e Licófitas (SAFONT et al., 2014). Contudo, os estudos florísticos são realizados especialmente em território venezuelano (STEYERMARK, 1979; MICHELANGELI, 2000; SAFONT et al., 2014), sendo pouco conhecida a composição de espécies que compõem a parte brasileira do Monte Roraima. Levantamentos da flora nesta região tornam-se significativamente importantes para ampliar o conhecimento da biodiversidade do Brasil, além de proporcionar a identificação e descrição de novas espécies ou novos registros de táxons para o país. Este trabalho tem como objetivo descrever o componente florístico ocorrente na superfície elevada aplainada do Monte Roraima, Roraima, Brasil, além de revisar algumas das principais ameaças a diversidade vegetal dos Pantepuis.

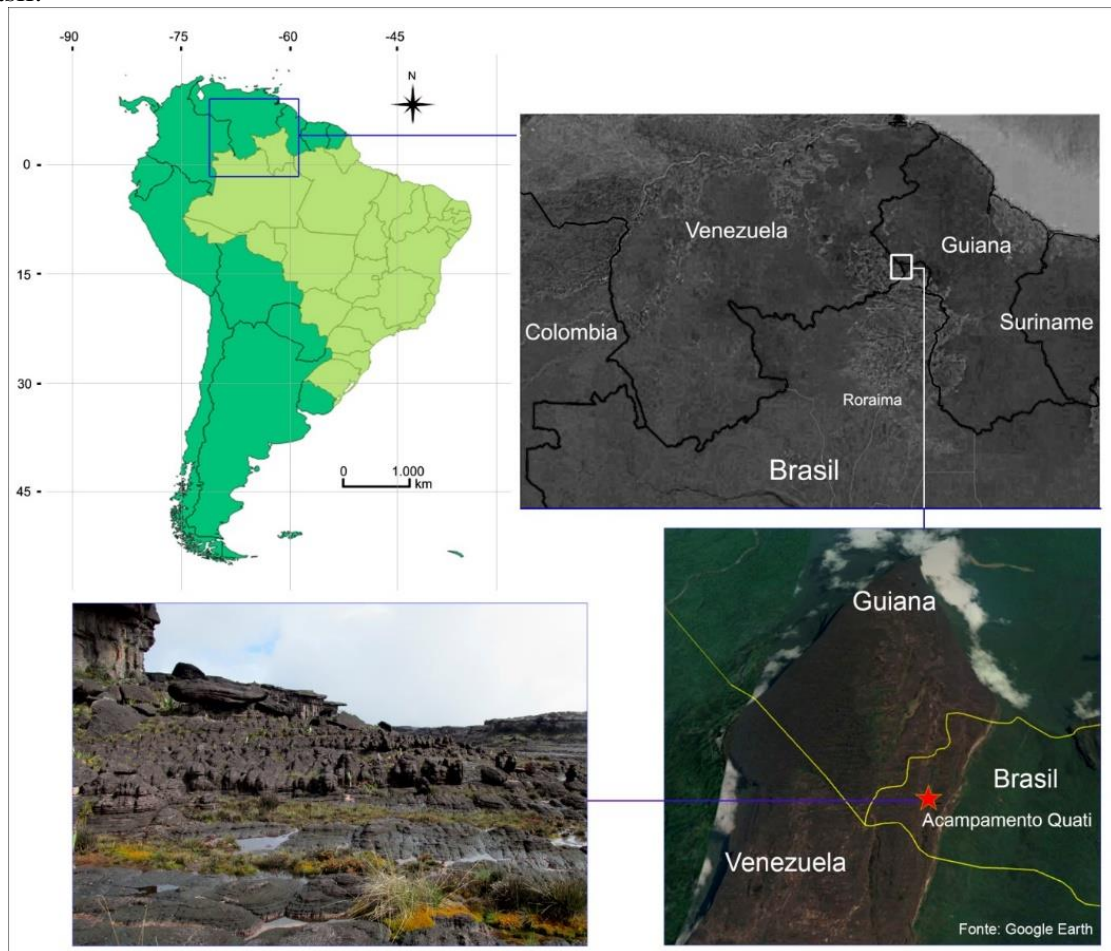
### **Material e Métodos**

O levantamento florístico foi realizado no topo do Monte Roraima, em território brasileiro, no estado de Roraima (Figura 1). O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Af (Equatorial), embora sobre a influência das elevadas altitudes o topo apresente temperatura média de 15° C e precipitações de até 3.300mm/ano (MICHELANGELI, 2000). O relevo é do tipo planáltico, em forma de “mesa”, alcançando 2.800m de altitude, envolto por escarpas verticais de 500 a 1.100m; O material geológico é formado por rochas de arenito e quartzo; o solo, por sua vez, é de textura arenosa, com baixa concentração de argila e minerais; a fauna é constituída por invertebrados, e um pequeno número de aves, anfíbios, répteis e mamíferos (SILVA et al., 2011) (Figura 2).

A área amostrada localiza-se no entorno do “Acampamento Quati”, nas coordenadas 05°13'51"N; 60°43'46"W, com altitude de 2.681m. O local é formado principalmente por afloramentos rochosos expostos e áreas arenosas ou rochosas abertas, além de trechos de savanas abertas secas ou úmidas (STEYERMARK, 1979). Para o levantamento florístico foi utilizado o Método de Caminhamento (FILGUEIRAS et al., 1994), percorrendo trilhas preestabelecidas e áreas em torno do acampamento, envolvendo no total uma área de aproximadamente 3ha (30.000m<sup>2</sup>). O levantamento foi realizado em Fevereiro de 2017 e

foram incluídas espécies vegetais pertencentes a todos os extratos (arbóreo, arbustivo, epífito e herbáceo), excluindo samambaias e licófitas. Exsicatas do material foram depositadas no herbário Prof. Jayme Coelho de Moraes (EAN) da Universidade Federal da Paraíba. As espécies foram organizadas por famílias botânicas segundo o sistema APG IV (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, 2016).

**Figura 1.** Localização geográfica da área de estudo, Pantepui Monte Roraima, Roraima, Brasil.



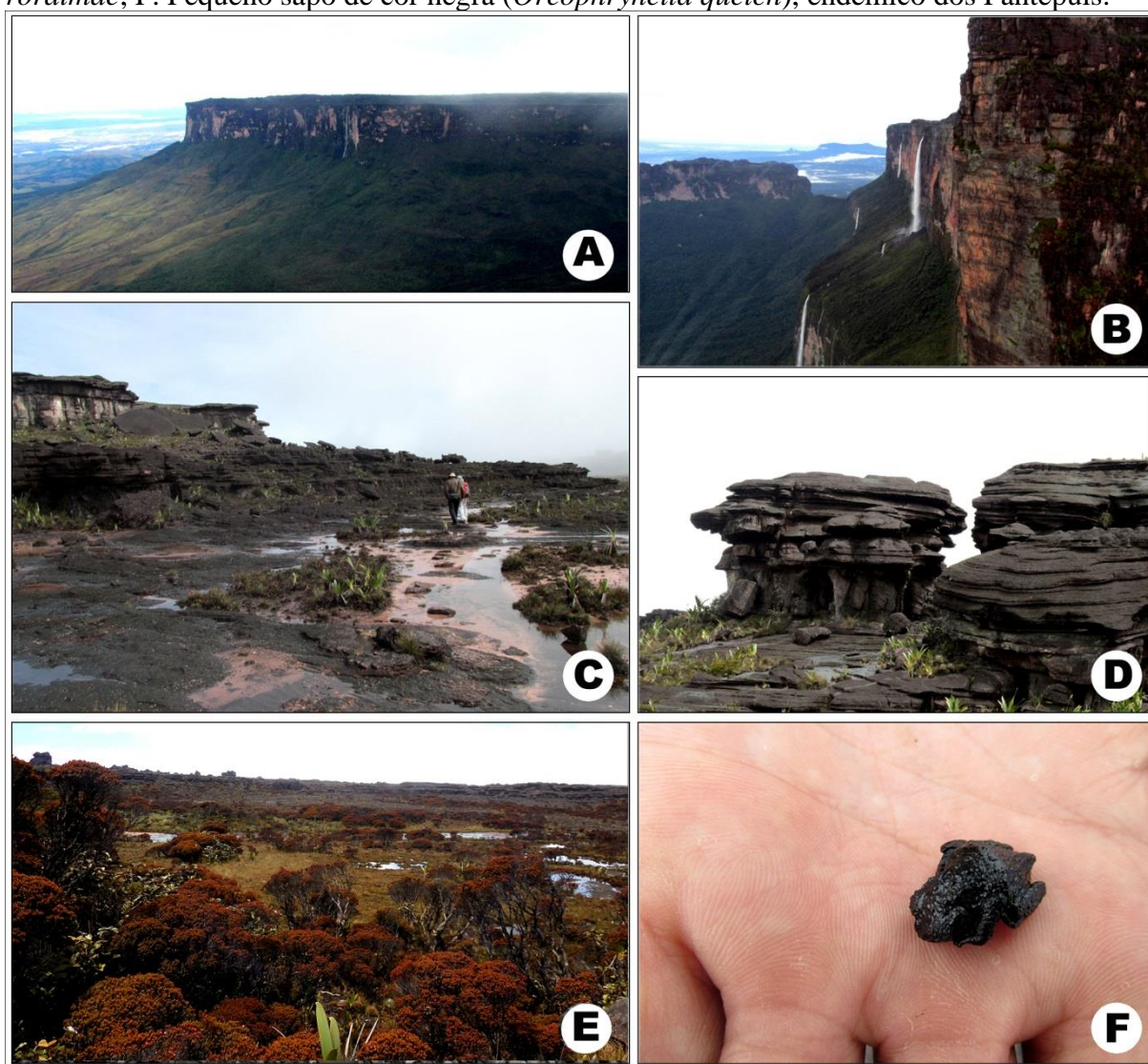
Organização: Autores

A identificação das espécies foi estabelecida em campo ou por meio de literatura específica (MICHELANGELI, 2000; SOUZA & LORENZI, 2012; SAFONT et al., 2014; RIINA et al., 2019), além consulta à base de dados do Reflora (floradobrasil.jbrj.gov.br), envio de fotos à especialistas e consultas a materiais tipos disponíveis em herbários virtuais. A classificação quanto ao hábito e substrato seguiu o estabelecido na base de dados do Reflora (floradobrasil.jbrj.gov.br) ou a partir de observações de campo. Classificação de



espécies endêmicas seguiram Nogué et al. (2009), Safont et al. (2014) e Riina et al. (2019). A revisão das principais ameaças a diversidade vegetal nos Pantapuis foi estabelecida a partir de literatura especializada (RULL & VEGAS-VILARRÚBIA, 2006; NOGUÉ et al., 2009; SILVA et al., 2011; SAFONT et al., 2014; RULL et al., 2019).

**Figura 2.** Características gerais do Pantepui Monte Roraima, Roraima, Brasil: A. Vista parcial do lado brasileiro, estado de Roraima; B. Detalhe da encosta oriental, Brasil; C. Habitats de afloramentos rochosos expostos e áreas arenosas abertas; D. Paisagem destacando superfícies rochosas de arenito erodidas; E. Savana arbustiva com predomínio de *Bonnetia roraimae*; F. Pequeno sapo de cor negra (*Oreophrynella quelch*), endêmico dos Pantepuis.



Fonte: Acervo dos autores

## Resultados

Foram registradas 44 espécies de Angiospermas, distribuídas em 33 gêneros e 19 famílias. Seis espécies foram identificadas ao nível de gênero, uma espécie identificada ao

nível de família e duas permaneceram indeterminados (Tabela 1, Figura 3). Orchidaceae apareceu como a família com maior número de espécies (11), seguida por Lentibulariaceae (quatro espécies), Melastomataceae, Rubiaceae e Ericaceae com três espécies cada. Os gêneros mais representativos foram *Epidendrum* (cinco espécies) e *Utricularia* (três espécies). Em relação ao hábito, as plantas herbáceas foram predominantes (28 espécies), seguidas por plantas do extrato arbustivo (14 espécies). Plantas arbóreas foram pouco comuns, sendo registradas apenas três espécies. Plantas do substrato rupícola e terrícola ocorrem com maior frequência (20 espécies), seguidas pelas plantas exclusivamente terrícolas (17 espécies). Plantas epífitas foram representadas por quatro espécies. Algumas espécies, como *Brocchinia tatei* L.B.Sm., *Epidendrum imthurnii* Ridl. e *Epidendrum montigena* Ridl. ex Oliv. ocorrem nos diferentes substratos (rupícola, terrícola e epífita). A ocorrência de plantas carnívoras se destaca com o registro de sete espécies (16%) pertencentes a três famílias (Lentibulariaceae, Droseraceae e Sarraceniaceae). Entre as espécies registradas, 11 delas (25%) são consideradas como endêmicas dos Pantepuis.

**Tabela 1.** Lista de espécies vegetais registradas na superfície elevada aplainada do Monte Roraima, Roraima, Brasil, com respectivos hábitos e substratos.

Família/espécie	Hábito/substrato
Araliaceae <i>Schefflera chimantensis</i> (Steerm. & Maguire) Maguire et al.	Árvore/terrícola
Asteraceae <i>Stomatochaeta condensata</i> (Baker) Maguire & Wurdack Indet.	Arbusto/rupícola e terrícola Arbusto/rupícola e terrícola
Bonnetiaceae <i>Bonnetia roraimae</i> Oliv.	Arbusto/rupícola e terrícola
Bromeliaceae <i>Brocchinia tatei</i> L.B.Sm. <i>Tillandsia turneri</i> Baker	Erva/rupícola, terrícola e epífita Erva/epífita
Cyrillaceae <i>Cyrilla racemiflora</i> L.	Arbusto/rupícola e terrícola
Droseraceae <i>Drosera roraimae</i> (Klotzsch ex Diels) Maguire & J.R.Laundon	Erva carnívora/terrícola
Ericaceae <i>Bejaria imthurnii</i> N.E.Br.* <i>Ledothamnus sessiliflorus</i> N.E.Br.* <i>Psammisia urichiana</i> (Britton) A.C.Sm.	Arbusto/terrícola Arbusto/terrícola Arbusto/terrícola
Eriocaulaceae	

<i>Paepalanthus</i> sp.	Erva/rupícola e terrícola
<b>Lentibulariaceae</b>	
<i>Genlisea roraimensis</i> N.E.Br.	Erva carnívora/terrícola
<i>Utricularia amethystina</i> Salzm. ex A.St.-Hilaire & F.Girard	Erva carnívora/rupícola e terrícola
<i>Utricularia pubescens</i> Sm.	Erva carnívora/terrícola
<i>Utricularia quelchii</i> N.E.Br.	Erva carnívora/terrícola
<b>Melastomataceae</b>	
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Árvore/terrícola
<i>Marcetia taxifolia</i> (A. St.-Hil.) DC.	Arbusto/terrícola
<i>Miconia</i> sp.	Arbusto/terrícola
<b>Myrtaceae</b>	
<i>Ugni myricoides</i> (Kunth) O.Berg	Arbusto/terrícola
<b>Nartheciaceae</b>	
<i>Nietneria corymbosa</i> Klotzsch & M.R.Schomb. ex B.D.Jacks.	Erva/rupícola e terrícola
<b>Orchidaceae</b>	
<i>Acianthera</i> sp.	Erva/epífita
<i>Epidendrum alsum</i> Ridl. ex Oliv.*	Erva/rupícola e terrícola
<i>Epidendrum holstii</i> Hágsater & Carnevali*	Erva/rupícola e terrícola
<i>Epidendrum imthurnii</i> Ridl.*	Erva/rupícola, terrícola e epífita
<i>Epidendrum montigena</i> Ridl. ex Oliv. *	Erva/rupícola, terrícola e epífita
<i>Epidendrum violascens</i> Ridl.	Erva/rupícola e terrícola
<i>Habenaria roraimensis</i> Rolfe	Erva/rupícola e terrícola
<i>Maxillaria quelchii</i> Rolfe	Erva/rupícola e terrícola
<i>Octomeria connellii</i> Rolfe*	Erva/rupícola e terrícola
<i>Octomeria</i> sp.	Erva/rupícola e terrícola
<i>Stelis</i> sp.	Erva/epífita
<b>Polygalaceae</b>	
<i>Monnina cacumina</i> N.E.Br.	Arbusto/terrícola
<b>Rapataceae</b>	
<i>Stegolepis guianensis</i> Klotzsch ex Körm.*	Erva/rupícola e terrícola
<b>Rubiaceae</b>	
<i>Maguireothamnus speciosus</i> (N.E.Br.) Steyer.*	Arbusto/rupícola e terrícola
<i>Notopleura crassa</i> (Benth.) C.M.Taylor	Erva/epífita
<i>Psychotria concinna</i> Oliv.	Arbusto/terrícola
<b>Sarraceniaceae</b>	
<i>Heliamphora heterodoxa</i> Steyer.*	Erva carnívora/terrícola
<i>Heliamphora glabra</i> (Maguire) Nerz, Wistuba & Hoogenstr.*	Erva carnívora/terrícola
<b>Winteraceae</b>	
<i>Drimys roraimensis</i> (A.C.Sm.) Ehrend. & Gottsb.	Árvore/terrícola
<b>Xyridaceae</b>	
<i>Orectanthe sceptrum</i> (Oliv.) Maguire	Erva/rupícola e terrícola
<i>Xyris</i> sp.	Erva/rupícola e terrícola



Indet.

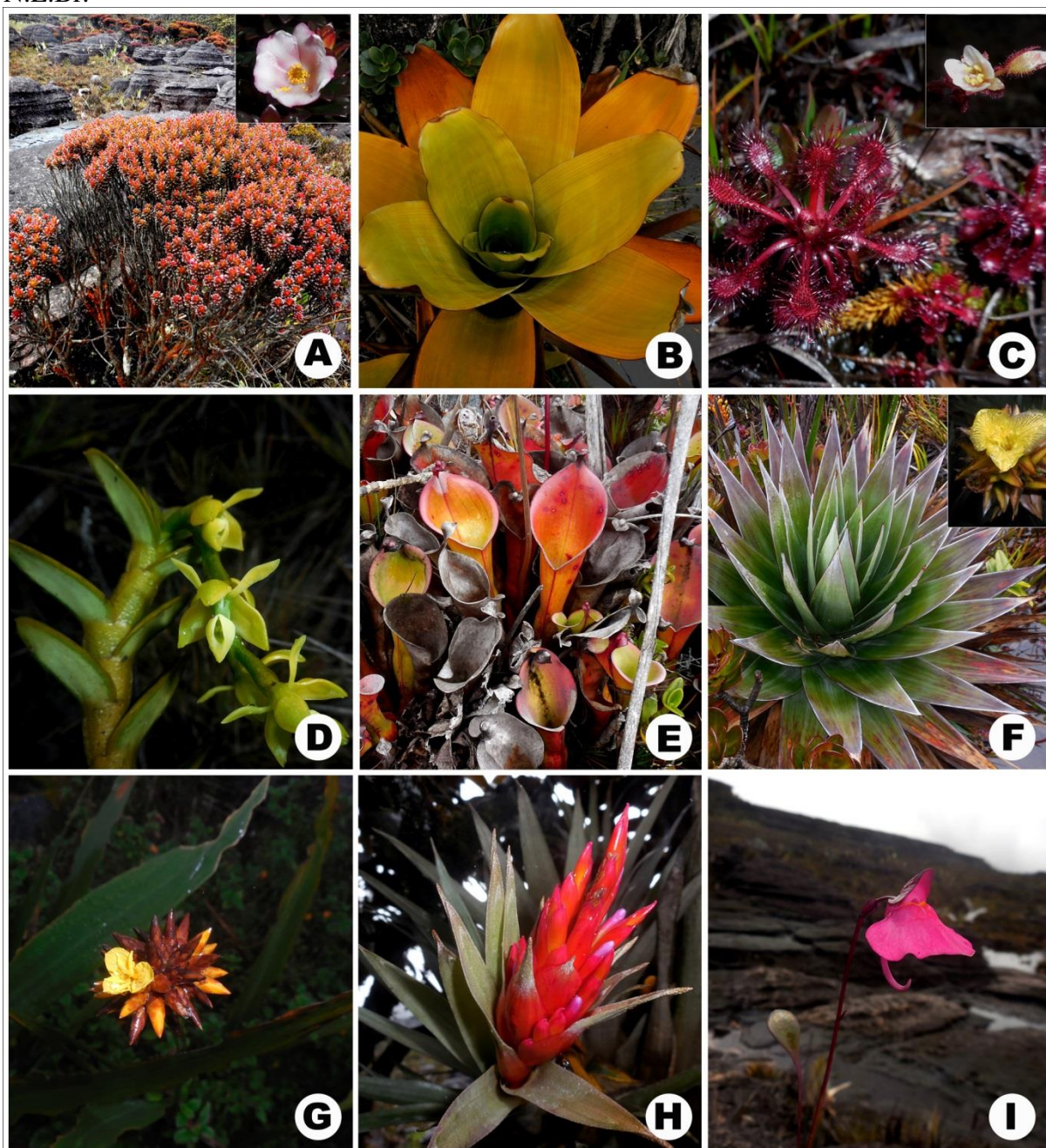
Arbusto/rupícola e terrícola

Indet.

Erva/rupícola e terrícola

\* Espécies endêmicas dos Pantepuis.

**Figura 3.** Espécies vegetais registradas na superfície elevada aplainada do Monte Roraima, território brasileiro. A - *Bonnetia roraimae* Oliv., B - *Brocchinia tatei* L.B.Sm., C - *Drosera roraimae* (Klotzsch ex Diels) Maguire & J.R.Laundon, D - *Epidendrum alsum* Ridl. ex Oliv., E - *Heliophora heterodoxa* Steyererm., F - *Oreocanthus sceptrum* (Oliv.) Maguire, G - *Stegolepis guianensis* Klotzsch ex Körn., H - *Tillandsia turneri* Baker, I - *Utricularia quelchii* N.E.Br.



## Discussão

### *Diversidade e particularidades florísticas*

As espécies registradas na parte brasileira do Monte Roraima foram previamente registradas em outras partes do tepui pertencentes aos territórios da Venezuela ou Guiana (MICHELANGELI, 2000; NOGUÉ et al., 2009; SAFONT et al., 2014). Na composição florística do topo do Monte Roraima diversos elementos se destacam, seja em relação ao hábito (predominantemente herbáceo) ou em relação à composição de espécies. As elevadas altitudes, o clima ameno, solos rasos com baixos níveis de nutrientes e que permanecem alagados durante todo o ano limitam o crescimento do extrato arbóreo (STEYERMARK, 1979; HUBER, 1988). As plantas herbáceas, por sua vez, adquiriram mecanismos especiais para seu desenvolvimento no local, com adaptações na aquisição de nutrientes, além da ocorrência significativa de plantas carnívoras (HUBER, 1988; MICHELANGELI, 2000). Neste trabalho, o número de plantas carnívoras registrado em território brasileiro também foi expressivo (sete espécies de três famílias).

Nesta pesquisa, a família Orchidaceae se destaca em número de espécies (23% do total). Orchidaceae aparece como a família de plantas com maior riqueza nos Pantepuis, abrangendo 258 espécies, das quais 67 podem ser endêmicas (considerando altitude  $\geq 1200\text{m}$ ) (RIINA et al., 2019). A diversidade de Orchidaceae nos Pantepuis pode ser justificada pelas propriedades fisiológicas que suas espécies possuem, como folhas suculentas de paredes celulares espessas, presença de rizomas ou tubérculos, longo período juvenil, baixa taxa de crescimento e baixa capacidade fotossintética (ZHANG et al., 2018). Estas características possibilitam as Orchidaceae apresentarem expressiva diversidade, mesmo em ambientes hostis, como dunas arenosas, áreas pantanosas e afloramentos rochosos, incluindo inselbergs e Pantepuis (PINHEIRO & COZZOLINO, 2013; ZHANG et al., 2018).

O isolamento geográfico nos topos dos Pantepuis e as características próprias de clima e solo proporcionaram a evolução distinta das espécies vegetais em relação às outras áreas das regiões neotropicais (RULL, 2004a; NOGUÉ et al., 2009). De forma geral, são mencionadas cerca de 2.500 espécies de plantas vasculares nos Pantepuis (NOGUÉ et al., 2009; SAFONT et al., 2014; RIINA et al., 2019). A ocorrência de espécies endêmicas pode atingir até 34% das plantas registradas com elevações  $\geq 1500\text{ m}$  (NOGUÉ et al., 2009; RIINA et al., 2019). Mesmo no nível supraespecífico, as taxas de endemismo nos Pantepuis são elevadas e incluem 23 gêneros (RULL & VEGAS-VILARRÚBIA, 2006; RIINA et al., 2019). Para a

parte brasileira do Monte Roraima foram registradas 11 espécies e dois gêneros endêmicos [*Heliamphora* Benth. (Sarraceniaceae) e *Maguireothamnus* Steyer. (Rubiaceae)] (NOGUÉ et al., 2009; RIINA et al., 2019).

A diversidade de plantas e as elevadas taxas de endemismo ocorrente nos topos dos Pantepuis podem ser explicadas por diferentes hipóteses, entre as principais estão: I) a “Hipótese do Mundo Perdido”, na qual se afirma que os topos dos Pantepuis são isolados uns dos outros e das áreas do entorno, sendo sua composição florística resultante de milhões de anos de evolução isolada (RULL, 2004a,b); e II) a “Hipótese do Deslocamento Vertical”, onde se afirma que existem conexões entre os ecossistemas do topo e das terras baixas por migrações usando vales dos rios, assim como deslocamentos verticais durante ciclos glaciais-interglaciais do Pleistocênio (STEYERMARK & DUNSTERVILLE, 1980; RULL, 2004a,b; SAFONT et al., 2014). Embora as duas hipóteses se contraponham uma à outra, aparentemente ambas foram responsáveis pela diversidade de espécies e elevadas taxas de endemismo ocorrentes no topo dos Pantepuis (RULL, 2004a). Além disso, é presumido que durante as glaciações, as plantas dos topos dos Pantepuis podem ter migrado para porções mais baixas, promovendo especiações simpátricas, hibridizações e poliploidias, resultando no aumento da diversidade de espécies e das taxas de endemismo (SAFONT et al., 2014).

No topo dos Pantepuis são encontrados cinco habitats principais: 1) associações florestais desenvolvidas em solos de áreas ciliares, florestas altas ou florestas anãs; 2) epífitas em associações florestais; 3) encostas sombreadas, fendas e saliências; 4) savanas abertas secas ou úmidas; e 5) afloramentos rochosos expostos, e áreas arenosas ou rochosas abertas (STEYERMARK, 1979). Para a porção brasileira do Monte Roraima são encontradas especialmente habitats do tipo afloramentos rochosos expostos, e áreas arenosas ou rochosas abertas (tipo 5), assim como savanas abertas secas ou úmidas (tipo 4) com predomínio de *Bonnetia roraimae* (STEYERMARK, 1979). Como resultado se observa um predomínio de plantas que ocupam o substrato rupícola e terrícola (20 espécies) ou exclusivamente terrícola (17 espécies), enquanto plantas epífitas são menos frequentes. Áreas abertas de savanas secas ou úmidas normalmente abrigam espécies arbustivas e arbóreas, como *Schefflera chimantensis* (Steyer. & Maguire) Maguire et al., *B. roraimae*, *Drimys roraimensis* (A.C.Sm.) Ehrend. & Gottsb., ) e *Bellucia grossularioides* (L.) Triana, além de plantas epífitas, como *Tillandsia turneri* Baker. Habitats do tipo afloramentos rochosos expostos abrigam especialmente plantas herbáceas de substrato rupícola e terrícola, como *Nietneria*



*corymbosa* Klotzsch & M.R.Schomb. ex B.D.Jacks., *Epidendrum alsum* Ridl. ex Oliv., *Stegolepis guianensis* Klotzsch ex Körn. e *Orectanthe sceptrum* (Oliv.) Maguire.

#### *Diversidade ameaçada*

O Monte Roraima tem atraído visitantes de diversos países, interessados em pesquisas científicas ou simplesmente envolvidos em atividades turísticas, totalizando cerca de 2.800 visitas por ano (SILVA et al., 2011). Contudo, as atividades turísticas nos Pantepuis têm aumentado nos últimos anos, enquanto as expedições científicas têm diminuído (SAFONT et al., 2014). O elevado número de visitantes tem causado aumento nos impactos ambientais neste ecossistema. Entre os principais problemas registrados estão: pisoteio da vegetação, deposição de resíduos sólidos, sobras de alimentos, papel higiênico, peças de roupas e excrementos humanos (SAFONT et al., 2014; observações pessoais).

Outro problema causado pelo aumento de visitantes consiste na disseminação de espécies exóticas. Safont et al. (2014) registrou 13 espécies exóticas no Monte Roraima em toda sua extensão, se destacando entre elas *Solanum tuberosum* L., *Solanum lycopersicum* L., *Sonchus oleraceus* (L.) L., *Gnaphalium pulchrum* Steud., *Rhynchospora schomburgkiana* (Boeckeler) T.Koyama, *Eleocharis filiculmis*, *Juncus effusus* L. e *Rubus urticifolius* Poir. Estas espécies foram encontradas especialmente em áreas do entorno dos acampamentos, o que reforça a possível disseminação pelos humanos. A introdução de espécies exóticas em uma dada região pode ser acidental ou intencional e constituem uma das principais causas de perda de biodiversidade no planeta (PYŠEK et al., 2004; LINDERS et al., 2019). Além de competir por espaço e nutrientes, as espécies exóticas podem diminuir a diversidade de plantas nativas, alterar as taxas de ciclagem de nutrientes e causar impactos sobre todo o ecossistema (VILÀ et al., 2011; LINDERS et al., 2019). Os impactos ambientais causados pelo turismo demandam a adoção de estratégias de manejo e conservação da flora dos Pantepuis como um todo (SAFONT et al., 2014).

Além da ação antrópica, outra consequência registrada nos últimos anos e que pode repercutir na redução da biodiversidade nos Pantepuis constitui no aumento da temperatura média do planeta (RULL & VEGAS-VILARRÚBIA, 2006; NOGUÉ et al., 2009; RULL et al., 2019). O aumento da temperatura na região dos Pantepuis pode favorecer a migração ou expansão ascendente de espécies que ocorrem em terras mais baixas (incluindo espécies introduzidas), causando perda e fragmentação de habitat das espécies que ocorrem no topo



dos Pantepuis (RULL & VEGAS-VILARRÚBIA, 2006; NOGUÉ et al., 2009). Estimativas apontam que o aumento de 2-4°C na temperatura para a região dos Pantepuis previsto até o ano de 2.100 pode representar a extinção e perda de habitat para até 1/3 das espécies endêmicas (RULL & VEGAS-VILARRÚBIA, 2006). Embora sejam necessários estudos mais abrangentes, a expansão ascendente causada pelo aquecimento global pode reduzir drasticamente o número de espécies endêmicas dos Pantepuis. O combate ao fenômeno do aquecimento global não pode ser realizado em uma região em particular, necessitando de políticas *ex situ* para a conservação da flora endêmica dos Pantepuis (RULL et al., 2019). Entre as únicas medidas para preservar a diversidade de plantas vasculares desta região estão o armazenamento em bancos de sementes e a criação de um jardim botânico em altitudes mais elevadas (supostamente nos Andes) (RULL & VEGAS-VILARRÚBIA, 2006).

### Considerações finais

- A flora dos Pantepuis no norte da América do Sul é marcada pela considerável diversidade de espécies e altas taxas de endemismo. Para o Monte Roraima, no território brasileiro, foram registrados 44 espécies de plantas superiores, distribuídas em 33 gêneros e 19 famílias. Onze espécies (25%) e dois gêneros [*Heliophora* (Sarraceniaceae) e *Maguireothamnus* (Rubiaceae)] são considerados endêmicos dos Pantepuis. Entre as espécies, sete delas (16%) foram plantas carnívoras pertencentes às famílias Lentibulariaceae, Droseraceae e Sarraceniaceae. Orchidaceae se destacou pelo elevado número de espécies registradas (25% do total).
- Plantas herbáceas foram predominantes (28 espécies), seguidas por plantas do extrato arbustivo (14 espécies). Plantas do substrato rupícola e terrícola ocorrem com maior frequência (20 espécies), seguidas pelas plantas exclusivamente terrícolas (18 espécies). Este predomínio de plantas herbáceas e a preferência pelos substratos rupícola e terrícola pode ser explicado pelo predomínio dos habitats de afloramentos rochosos expostos e áreas arenosas abertas, assim como savanas abertas secas ou úmidas em maior parte do território brasileiro do Monte Roraima.
- Apesar do alto número de espécies e elevadas taxas de endemismo dos Pantepuis, alguns fatores ameaçam a diversidade vegetal destas formações. Entre eles, se destacam os danos causados pelo aumento do número de visitas de âmbito turístico, o

aumento e propagação de espécies exóticas e a migração ou expansão ascendente de outras espécies vegetais causados pelo aquecimento global.

- Os problemas de impactos ambientais causados pelo aumento de visitas podem ser amenizados através da adoção de estratégias de manejo e conservação da flora dos Pantepuis e orientações de guias turísticos. As espécies exóticas e invasoras podem ser eliminadas, uma vez que se concentram especialmente nas áreas dos acampamentos. Contudo, estratégias para amenizar o fenômeno de migração ou expansão ascendente de outras espécies vegetais causados pelo aquecimento global são mais complexas, e incluem apenas o armazenamento em bancos de sementes e a criação de um jardim botânico em altitudes mais elevadas (Andes).

### **Agradecimentos**

Ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo financiamento da pesquisa; A Eric Hágsater (herbário AMO, México) pelo apoio na expedição e identificações taxonômicas; A Maarten Christenhusz (Royal Botanic Gardens, Kew, Reino Unido), pelas identificações taxonômicas.

### **Referências**

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the order and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v.181, p.1-20, 2016. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>

BARBOSA-SILVA, R. G.; TROVÓ, M.; MARTINELLI, G.; FORZZA, R. C. Up on the table mountains in Brazil: new Bromeliaceae and Eriocaulaceae (Poales) from the Pantepui in the Guayana Shield. *Plant Ecology and Evolution*, v.151, n.1, p.130-141, 2018. <https://doi.org/10.5091/plecevo.2018.1392>

BILBAO, B. A.; LEAL, A. V.; MÉNDEZ, C. L. Indigenous use of fire and forest loss in Canaima National Park, Venezuela: assessment of and tools for alternative strategies of fire management in Pemón indigenous lands. *Human Ecology*, v.38, n.5, p.663-673, 2010. <https://doi.org/10.1007/s10745-010-9344-0>

BRICEÑO, O. H.; SCHUBERT, C. Geomorphology of the Gran Sabana, Guayana Shield, Southeastern Venezuela. *Geomorphology*. *Geomorphology* v.3, n.2, p.125-141, 1990. [https://doi.org/10.1016/0169-555X\(90\)90041-N](https://doi.org/10.1016/0169-555X(90)90041-N)

FERREIRA, G. E.; CHAUTEMS, A.; HOPKINS, M. J.; PERRET, M. Independent evolution of pouched flowers in the Amazon is supported by the discovery of a new species of *Lesia* (Gesneriaceae) from Serra do Aracá tepui in Brazil. *Plant Systematics and Evolution*, v.302, n.8, p.1109-1119, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00606-016-1320-8>

FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E.; BROCHADO, A. L.; GUALA, G. F. Caminhamento - um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. *Cadernos de Geociências*, v.12, n.4, p.39-43, 1994.

FUNAI - Fundação Nacional do Índio. Disponível em: < <http://www.funai.gov.br/> > Acesso em 03 Agosto 2019.

HÁGSATER, E.; SANTIAGO, E. The genus *Epidendrum*, Part 12. Species new and old in *Epidendrum*. *Icones Orchidacearum* **16(1)**. Instituto Chinoin, A.C., Mexico City, 2018, 144p.

HUBER, O. Consideraciones sobre el concepto de Pantepui. *Pantepui*, v.1, n.2, p.2-10, 1987.

HUBER, O. Vegetacion y flora de Pantepui, Region Guayana. *Acta botanica brasílica*, v.1, n.2, p.41-52, 1988.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Disponível em: < <http://www.icmbio.gov.br> > Acesso em 03 Agosto 2019.

LAURIOLA, V. Ecologia global contra diversidade cultural? Conservação da natureza e povos indígenas no Brasil. O Monte Roraima entre Parque Nacional e terra indígena Raposa-Serra do Sol. *Ambiente e sociedade*, v.5, n.2, p.165-189, 2003.

LINDERS, T. E. W.; SCHAFFNER, U.; ESCHEN, R.; ABEBE, A.; CHOGE, S. K.; NIGATU, L.; MBAABU, P. R.; SHIFERAW, H.; ALLAN, E. Direct and indirect effects of invasive species: Biodiversity loss is a major mechanism by which an invasive tree affects ecosystem functioning. *Journal of Ecology*, v.107, n.6, p. 2660–2672, 2019. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13268>

MICHELANGELI, F. A. Species composition and species–area relationships in vegetation isolates on the summit of a sandstone mountain in southern Venezuela. *Journal of Tropical Ecology*, v.16, n.1, p.69-82, 2000.

NOGUÉ, S.; RULL, V.; VEGAS-VILARRÚBIA, T. Modeling biodiversity loss by global warming on Pantepui, northern South America: projected upward migration and potential habitat loss. *Climatic change*, v.94, n.1-2, p.77-85, 2009. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9554-x>

PINHEIRO, F.; COZZOLINO, S. *Epidendrum* (Orchidaceae) as a model system for ecological and evolutionary studies in the Neotropics. *Taxon*, v. 62, p. 77-88, 2013. <https://doi.org/10.1002/tax.621007>

PYŠEK, P.; RICHARDSON, D. M.; REJMÁNEK, M.; WEBSTER, G. L.; WILLIAMSON, M.; KIRSCHNER, J. Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, v.53, n.1, p.131-143, 2004. <https://doi.org/10.2307/4135498>

REIS, N. J. Monte Roraima, RR - Sentinela de Macunaíma. In: MANFREDO, W.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E. T.; CAMPOS, D. A. (eds.). *Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*. 2. ed. Brasília, CPRM, 2009. pp.89-98.

RIINA, R.; BERRY, P. E.; HUBER, O.; MICHELANGELI, F. A. Vascular plants and bryophytes. In: RULL, V.; VEGAS-VILARRÚBIA, T.; HUBER, O.; SEÑARIS, C. (eds.). *Biodiversity of Pantepui: The Pristine “Lost World” of the Neotropical Guiana Highlands*. Academic Press, 2019. pp. 121-147. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815591-2.00006-9>

RULL, V. Origin and evolution of the Pantepui biota. In: RULL, V.; VEGAS-VILARRÚBIA, T.; HUBER, O.; SEÑARIS, C. (eds.). *Biodiversity of Pantepui: The Pristine “Lost World” of the Neotropical Guiana Highlands*. Academic Press, 2019. pp. 69-91. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815591-2.00004-5>

RULL, V.; VEGAS-VILARRÚBIA, T. Unexpected biodiversity loss under global warming in the neotropical Guayana Highlands: a preliminary appraisal. *Global Change Biology*, v.12, n.1, p.1-9, 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.01080.x>



RULL, V.; NOGUÉ, S.; SAFONT, E.; VEGAS-VILARRÚBIA, T. Pantepui and global warming. In: RULL, V.; VEGAS-VILARRÚBIA, T.; HUBER, O.; SEÑARIS, C. (eds.). *Biodiversity of Pantepui: The Pristine “Lost World” of the Neotropical Guiana Highlands*. Academic Press, 2019. pp.403-417. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815591-2.00017-3>

RULL, V. An evaluation of the Lost World and vertical displacement hypotheses in the Chimantá Massif, Venezuelan Guayana. *Global Ecology and Biogeography*, v.13, n.2, p.141-148, 2004a. <https://doi.org/10.1111/j.1466-882X.2004.00073.x>

RULL, V. Is the ‘Lost World’ really lost? Palaeoecological insights into the origin of the peculiar flora of the Guayana Highlands. *Naturwissenschaften*, v.91, n.3, p.139-142, 2004b. <https://doi.org/10.1007/s00114-004-0504-1>

SAFONT, E.; RULL, V.; VEGAS-VILARRÚBIA, T.; HOLST, B. K.; HUBER, O.; NOZAWA, S.; VIVAS, Y. SILVA, A. Establishing a baseline of plant diversity and endemism on a neotropical mountain summit for future comparative studies assessing upward migration: an approach from biogeography and nature conservation. *Systematics and biodiversity*, v.12, n.3, p.292-314, 2014. <http://dx.doi.org/10.1080/14772000.2014.918061>

SILVA, R. D. M.; CRUZ, J.; PY-DANIEL, V. Monte Roraima na América do Sul, Venezuela: destino mundial do turismo de natureza. *Pasos. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, v.9, n.2, p.411-422, 2011.

SOUZA, V.C. & LORENZI, H. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III*. - 3. ed. - Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2012.

STEYERMARK, J. A. Flora of the Guayana Highland: Endemicity of the Generic Flora of the Summits of the Venezuela Tepuis. *Taxon*, v.28, n.1/3, p.45-54, 1979.

STEYERMARK, J. A.; DUNSTERVILLE, G. C. K. The lowland floral element of the summit of Cerro Guaiquinima and other cerros of the Guayana Highlands of Venezuela. *Journal of Biogeography*, v.7, p.285-303, 1980.

VILÀ, M.; ESPINAR, J. L.; HEJDA, M.; HULME, P. E.; JAROŠÍK, V.; MARON, J. L.; PERGL, J.; SCHAFFNER, U.; SUN, Y.; PYŠEK, P. Ecological impacts of invasive alien

plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology letters*, v.14, n.7, p.702-708, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01628.x>

ZHANG, S.; YANG, Y.; LI, J.; QIN, J.; ZHANG, W.; HUANG, W.; HU, H. Physiological diversity of orchids. *Plant diversity*, v.40, n.4, p.196-208, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2018.06.003>