



## ESPÉCIES POTENCIAIS PARA RECOMPOSIÇÃO DE MATAS CILIARES NA REGIÃO DO ALTO RIO GRANDE, MINAS GERAIS

Israel Marinho Pereira<sup>1</sup>, Soraya Alvarenga Botelho<sup>2</sup>, Fillipe Vieira de Araújo<sup>3</sup>, Daniela Torres Morandi<sup>4</sup> e Elisa de Moraes Paschoal<sup>5</sup>

1 Professor do curso de Engenharia florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Brasil.

2 Professora do curso de Engenharia florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil.

3 Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (fillipe.vieira10@gmail.com), Diamantina, Brasil.

4 Graduanda de Engenharia florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Brasil.

5 Mestre em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Brasil.

**Recebido em: 08/04/2016 – Aprovado em: 30/05/2016 – Publicado em: 20/06/2016**

**DOI: 10.18677/Encyclopedia\_Biosfera\_2016\_051**

### RESUMO

Visando mitigar impactos ambientais intensificados por atividades antrópicas, diversas iniciativas são tomadas para recuperar áreas degradadas. A recuperação de matas ciliares é necessária, pois elas desempenham funções ambientais essenciais para manutenção da qualidade da água e biodiversidade. Estudos de grupos ecológicos consideram a relação das espécies e suas adaptações às condições ambientais, auxiliando práticas de manejo e conservação. Esta pesquisa identificou potenciais espécies para recomposição de matas ciliares na região do alto rio Grande, Minas Gerais, segundo três características ecológicas: umidade do solo, fertilidade do solo e ritmo de crescimento. Foi calculada a percentagem de espécies ocorrentes em três áreas de mata ciliar (aluvião, encosta em regeneração e encosta conservada) de acordo com suas características ecológicas. Foram caracterizadas 42 espécies, pertencentes à 15 famílias. Para recompor áreas semelhantes são indicadas as espécies: aluvião - *Acacia polyphylla*, *Aegiphila obducta*, *Aspidosperma parvifolium*, *Casearia sylvestris*; encosta em regeneração - *Aegiphila fluminensis*, *Aegiphila obducta*, *Aspidosperma parvifolium*; encosta conservada - *Annona cacans*, *Aspidosperma parvifolium*, *Byrsonima stipulacea*, *Cabralea canjerana*. Essas espécies ocupam ambientes mésicos a úmidos, solos de fertilidade de média a pobre, sendo que as indicadas para as áreas aluvião e encosta em regeneração crescem rápido, e as da encosta conservada, têm crescimento moderado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Grupos Ecológicos, Recuperação de áreas degradadas, seleção.

### POTENTIAL SPECIES FOR RESTORATION OF RIPARIAN FORESTS IN THE ALTO RIO GRANDE REGION MINAS GERAIS, ACCORDING TO ECOLOGICAL CHARACTERISTICS, SOIL HUMIDITY, SOIL FERTILITY AND GROWTH RATE

### ABSTRACT

To mitigate environmental impacts intensified by human activities, various initiatives are taken to rehabilitate degraded areas. The restoration of riparian forests is

necessary because they play essential environmental functions for maintenance of water quality and biodiversity. Studies of ecological groups consider the relationship of species and their adaptations to environmental conditions, assisting management practices and conservation. This research identified potential species for restoration of riparian forest in the upper Grande river, Minas Gerais, in three ecological characteristics, soil moisture, soil fertility and growth rate. The percentage of species occurring was calculated in three riparian areas (alluvial, slope regeneration and slope conserved) according to their ecological characteristics. 42 species belonging to 15 families were characterized. To recompose similar areas are indicated species: alluvial - *Acacia polyphylla*, *Aegiphila obducta*, *Aspidosperma parvifolium*, *Casearia sylvestris*; slope regeneration - *Aegiphila fluminensis*, *Aegiphila obducta*, *Aspidosperma parvifolium*; slope conserved -*Annona cacans*, *Aspidosperma parvifolium*, *Byrsonima stipulacea*, *Cabralea canjerana*. These species occupy mesic to wet environments, soil fertility from average to poor, and the species listed for the areas alluvial and slope regeneration grow fast, and species occurring on the slope conserved have moderate growth.

**KEYWORDS:** Ecological groups, Recovery of degraded areas, selection.

## INTRODUÇÃO

O processo de degradação de áreas naturais tem sido intensificado pelo homem. Estudos em florestas tropicais apontam que as modificações ambientais provocadas pelo homem são mais freqüentes, de maior escala e mais intensas do que os distúrbios naturais aos quais os ecossistemas foram naturalmente adaptados (JESUS et al., 2015). Por isso, a conservação dos ecossistemas tornou-se nas últimas décadas um assunto de interesse global tendo em vista os grandes problemas ocorrentes com a degradação ambiental.

Com isso, a ecologia da restauração busca entender as relações entre os organismos e o meio, tendo como objetivo fornecer bases científicas para a gestão e recuperação de ambientes degradados (LUND et al., 2013). Assim a ecologia de restauração está se tornando cada vez mais importante para o gerenciamento, conservação e recuperação de ambientes degradados (OVERBECK, et al., 2013).

O processo de restauração de ecossistemas tem como principal objetivo reconstituir um ambiente o mais próximo possível do original ou restabelecer as funções do ecossistema. Ou seja, proporcionar às espécies condições de reprodução e sobrevivência ao longo do processo de recuperação da área (HIGGS et al., 2014).

No contexto atual a recuperação de matas ciliares degradadas é extremamente necessária, pois elas desempenham funções importantes na proteção das Áreas de Preservação Permanentes (APPs). Ao diminuir a erosão hídrica e favorecer a estabilização dos sedimentos, as matas ciliares evitam o assoreamento dos corpos d'água, e também filtram substâncias oriundas de agrotóxicos e adubos (JESUS et al., 2015). Além do mais, elas fornecem abrigo, alimento e local para a reprodução de diversas espécies da fauna silvestre (FERNANDES et al., 2013) e possibilitam o fluxo gênico da fauna e da flora por meio da formação de corredores ecológicos (ALONSO, et al., 2015). Entende-se por mata ciliar toda vegetação presente nas margens de nascentes ou cursos d'água, independentemente de sua extensão, localização e de sua composição florística, (DIAS et al., 2014).

A relação das espécies e suas adaptações às condições ambientais são os pontos determinantes na formação dos grupos ecológicos. Estes são definidos como

o conjunto de espécies que apresentam um comportamento semelhante e são agrupadas a partir de uma determinada função, tais como dependência de luz, velocidade de crescimento e adaptação às condições edáficas (GONÇALVES et al. 2011).

Diante do exposto, objetivou-se identificar potenciais espécies para recomposição de matas ciliares de acordo com três características ecológicas: preferência por umidade do solo, fertilidade do solo e ritmo de crescimento das espécies.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi conduzido em três áreas de mata ciliar, caracterizadas como:

- a) *alivião (aluvial)*: fragmento de mata ciliar sobre solo de alivião de aproximadamente 3 ha, em regeneração há 50 anos, adjacente às margens direita e esquerda do rio Grande, apresentando bordas abruptas nos seus limites com pastagens e estradas circunvizinhas. O fragmento encontra-se a cerca de 15 km de sua nascente principal, nas vertentes continentais do maciço do Itatiaia, município de Bocaína de Minas, MG (22°10' de latitude Sul e 44°28' de longitude Oeste e a uma altitude de 1.150m).
- b) *encosta em regeneração (encosta RN)*: fragmento de mata ciliar de encosta de aproximadamente 15ha, em estágio intermediário de sucessão ecológica, localizado às margens do rio Grande a cerca de 5km a jusante de sua nascente principal, nas vertentes continentais do maciço do Itatiaia, município de Bocaína de Minas, MG (22°14' de latitude Sul e 44°34' de longitude Oeste e a uma altitude que varia de 1.500 a 1.580m) (REIS et al., 2015). O fragmento reveste uma encosta que flanqueia a margem esquerda do rio Grande e apresenta bordas abruptas nos seus limites com pastagens circunvizinhas e uma estrada.
- c) *encosta conservada (encosta CS)*: fragmento de mata ciliar de encosta conservada de aproximadamente 10 ha, às margens do rio Grande a cerca de 10km a jusante de sua nascente principal, nas vertentes interiores do maciço do Itatiaia, município de Bocaina de Minas, MG, (22°13' de latitude sul e 44°32' de longitude oeste e a uma altitude que varia de 1.210 a 1.360m). O fragmento reveste uma encosta que flanqueia a margem esquerda do rio Grande e apresenta bordas abruptas nos seus limites com pastagens circunvizinhas (REIS et al., 2015).

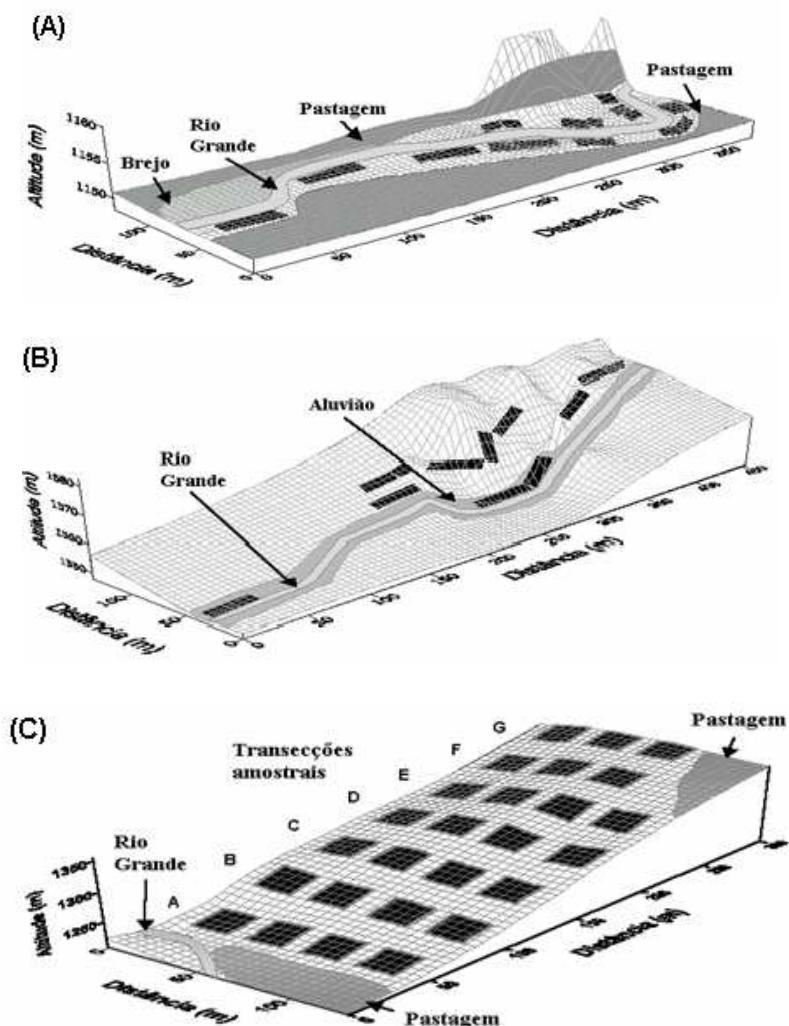
De acordo com CARVALHO et al. (2005), o clima da região é do tipo Cfa de Köppen (úmido subtropical); a temperatura média anual é de 16,7°C, com médias mensais variando de 13,0°C em julho a 19,7°C em janeiro; a precipitação média anual é de 2.108mm, com médias mensais variando de 341mm, no trimestre mais chuvoso (dezembro a fevereiro) a 35mm, no trimestre mais seco (junho a agosto). Os solos da região de estudo são predominantemente Latossolos Amarelos Distróficos típicos, nas áreas de baixa encosta, drenagem de moderada a bem drenado; Latossolos Vermelhos-Amarelos Distróficos típicos nas áreas de meia encosta, bem drenados a acentuadamente drenados e Latossolo Vermelho típicos encontrados nas altas encostas, acentuadamente drenados (REIS et al., 2015).

### Coleta de dados

O levantamento da comunidade arbórea foi realizado em uma área amostral total de 1,84ha dividida em 46 parcelas de 400m<sup>2</sup>. Na área de alivião, foram plotadas dez parcelas de 10 × 40m, sendo sete na margem direita do rio e três na

margem esquerda (Fig. 1A). Na área de encosta conservada foram plotadas 26 parcelas de 20 × 20m e na área de encosta em regeneração, dez parcelas de 10 × 40m.

Para as duas áreas de encosta, as parcelas foram plotadas obedecendo ao gradiente de altitude, sendo plotadas parcelas na encosta inferior próximo ao leito do rio, na meia encosta e alta encosta (topo), conforme se verifica na Figura 1B e 1C. O inventário da área de encosta conservada foi realizado por CARVALHO et al. (2005) e o banco de dados foi cedido para complementar este trabalho.



**FIGURA 1.** Grade de superfície mostrando detalhes da topografia das três áreas de mata ciliar em Bocaína de Minas, MG e a distribuição das parcelas utilizadas para amostrar a comunidade arbustivo-arbórea. Em que: A = mata ciliar de aluvião; B = mata ciliar de encosta em regeneração e C = mata ciliar de encosta conservada. O espaçamento entre as linhas da grade é de 5m.

As parcelas foram demarcadas com estacas de PVC e seus vértices unidos com fitilhos de náilon. Foi utilizada uma bússola para a orientação do caminhamento e do alinhamento das parcelas e uma trena para medir as distâncias horizontais.

Todos os indivíduos arbóreos vivos com circunferência à altura do peito (CAP) maior ou igual a 15,7cm encontrados no interior das parcelas foram registrados e identificados. Indivíduos com caules múltiplos foram incluídos quando a raiz da soma dos quadrados das CAPs era superior ao limite estabelecido. Foram registrados, para cada indivíduo, o nome da espécie, o valor da CAP e a altura. Cada indivíduo foi marcado com etiqueta de alumínio numerada.

Os indivíduos, que não foram identificados no campo, foram coletados para identificação botânica, pela comparação com exsicatas existentes no Herbário da Universidade Federal de Lavras (Herbário ESAL – Escola Superior de Agricultura de Lavras), consulta à literatura clássica taxonômica e a especialistas da UFLA e também por meio de consultas à literatura, especialistas e a coleções do herbário do jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB).

### **Classificação segundo a literatura**

As espécies registradas foram caracterizadas em relação às suas características ecológicas e silviculturais, tais como: tipo de uso da espécie, distribuição geográfica da espécie, bioma e fitofisionomia de ocorrência da espécie, preferência quanto à umidade do solo, preferência quanto à fertilidade do solo, ritmo de crescimento, tolerância à geada, período de germinação, período de frutificação e coleta de sementes, número de sementes por fruto e por quilograma, método de beneficiamento de sementes; tratamento pré-germinativo adotado quando a espécie apresenta dormência, taxa de germinação, armazenamento, período de produção de mudas e associação micorrízica. Estas informações foram obtidas nos seguintes trabalhos: GUIMARÃES et al. (1993); OLIVEIRA-FILHO et al. (1995); LONHMAN & PIRANI (1998); DAVIDE et al. (2001); LORENZI (2002a); LORENZI (2002b); LIMA et al. (2004); LIMA & GUEDES-BRUNI (2004); LORENZI et al. (2004) ; MANTOVANI et al., (2004); VIANI et al., (2011); GOLDENBERG et al. (2012); MEIRELLES & GOLDENBERG (2012); KLEINERT et al. (2012); SOUZA et al. (2012); DOLABELA et al. (2013); MELO et al. (2014); SUGANUMA & DURIGAN (2014); OLIVEIRA et al. (2014); GIANNERINI et al. (2015); DEUSCHLE et al. (2015); SANTOS et al. (2015).

Dentre todas as características ecológicas citadas acima, o trabalho explorou as que se referem a umidade do solo, (podendo as espécies ocorrer em ambientes xérico, mésico, úmido ou alagado), a fertilidade do solo (podendo as espécies se desenvolver em solos pobres, de fertilidade de média a pobre ou serem indiferentes a fertilidade) e ao ritmo de crescimento das espécies de crescimento (podem ter crescimento rápido, moderado ou lento). Foram contempladas neste estudo apenas as espécies em que os dados estavam completos. Trabalhos futuros que analisem outras características poderão fornecer novas informações sobre as espécies que ocupam as áreas estudadas.

### **Análise dos dados**

Utilizou-se abordagem descritiva. Foi calculada a percentagem de espécies ocorrentes em cada área de acordo com suas características ecológicas. Ainda foram confeccionados gráficos para melhor representar a proporção das espécies em relação às características ecológicas estudadas.

A seleção das espécies chaves para a recomposição das matas ciliares seguiu as seguintes etapas: i) foi estabelecida uma ordem de seleção das espécies

quanto às suas características ecológicas, priorizando em primeiro lugar a preferência quanto à umidade do solo, em segundo lugar a preferência quanto à fertilidade do solo e em terceiro o ritmo de crescimento; ii) foram identificadas e selecionadas as maiores percentagens dentro de cada característica ecológica, em cada área de estudo; iii) por fim foram selecionadas as espécies comuns as três características ecológicas que tiveram maior percentagem, em cada área de estudo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostradas e identificadas 237 espécies, pertencentes a 55 famílias, sendo que até o momento foram levantadas as características ecológicas de apenas 42 espécies, pertencentes a 15 famílias, as quais foram consideradas neste estudo. A relação das espécies encontra-se na Tabela 1.

**TABELA 1:** Relação das espécies selecionadas para análise do presente estudo e seus respectivos números de indivíduos por área amostrada. Em que: ER = encosta em regeneração e EC = encosta conservada.

Família/ Espécie	Áreas de estudo/nº de indivíduos		
	Aluvião	ER	EC
<b>Anacardiaceae</b>			
<i>Tapirira guianensis</i> Aublet	-	-	6
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) Mitchell	-	-	25
<b>Annonaceae</b>			
<i>Annona cacans</i> Warm.	5	-	10
<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer	40	-	-
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	-	-	8
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	-	20	21
<i>Guatteria latifolia</i> (Mart.) R.E.Fries	-	5	4
<i>Guatteria pohliana</i> Schltdl.	-	-	79
<b>Apocynaceae</b>			
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	1	1	2
<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth.	-	-	3
<b>Asteraceae</b>			
<i>Astrocritia velutina</i> (Gardner) R.M.King & H.Robinson	1	-	-
<i>Baccharis oblongifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	1	1	-
<i>Baccharis serrulata</i> Pers.	-	2	1
<b>Cyatheaceae</b>			
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf	-	1	-
<i>Alsophila sternbergii</i> (Sternb.) Conant	-	1	20
<b>Euphorbiaceae</b>			
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll.Arg.	-	4	27
<i>Alchornea triplinervia</i> (Sprengel) Müll.Arg.	-	22	164
<b>Fabaceae</b>			
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	2	-	-
<i>Albizia polyccephala</i> (Benth.) Killip	-	-	8
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	139	1	-

<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad.	35	-	-
<b>Lamiaceae</b>			
<i>Aegiphila fluminensis</i> Vell.	-	2	6
<i>Aegiphila obducta</i> Vell.	3	2	-
<b>Malpighiaceae</b>			
<i>Byrsinima myrcifolia</i> Griseb.	-	-	4
<i>Byrsinima stipulacea</i> A.Juss.	-	-	7
<b>Meliaceae</b>			
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	-	1	50
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	-	1	3
<b>Myrtaceae</b>			
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	-	-	2
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	7	-	
<b>Rubiaceae</b>			
<i>Amaoua guianensis</i> Aublet	-	2	15
<i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) Benth. & Hook.f.	-	-	6
<i>Cordiera concolor</i> (Cham.) Kuntze	1	-	-
<b>Salicaceae</b>			
<i>Casearia arborea</i> (L.C.Rich.) Urban	-	-	86
<i>Casearia decandra</i> Jacquin	-	-	26
<i>Casearia obliqua</i> Sprengel	-	-	34
<i>Casearia pauciflora</i> Cambess.	-	-	21
<i>Casearia rupestris</i> Eichler	-	2	-
<i>Casearia sylvestris</i> Swartz	4	-	-
<b>Sapindaceae</b>			
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	13	-	3
<i>Allophylus guaraniticus</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	1	-	-
<b>Urticaceae</b>			
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	-	-	2
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	-	-	12
<b>Total geral</b>	<b>253</b>	<b>68</b>	<b>655</b>

### Aluvião

Foram identificadas 14 espécies pertencentes a nove famílias. Dentre essas espécies 78,57% podem ocorrer em ambientes cujos solos variam de mésicos a úmidos, 14,29% ocorrem em ambientes mésicos e 7,14% podem ocupar ambientes que variam de mésicos a alagados. A maioria das espécies (92,86%) pode ocorrer em solo de fertilidade média a pobre, sendo que para o restante das espécies (7,14%) é indiferente à fertilidade do solo. Em relação ao ritmo de crescimento, 42,86% das espécies tem um crescimento rápido, enquanto que 28,57% apresentam crescimento moderado, 7,14% tem ritmo de crescimento de moderado a lento e 21,43% crescem lentamente.

De acordo com as maiores percentagens, as espécies selecionadas nessa área, que têm potencial para recomposição de áreas semelhantes às de aluvião, foram *Acacia polyphylla*, *Aegiphila obducta*, *Aspidosperma parvifolium* e *Casearia sylvestris*. Estas quatro espécies podem ocupar ambientes mésicos a úmidos, que

tenham solos de fertilidade de média a pobre e se caracterizam por terem crescimento rápido.

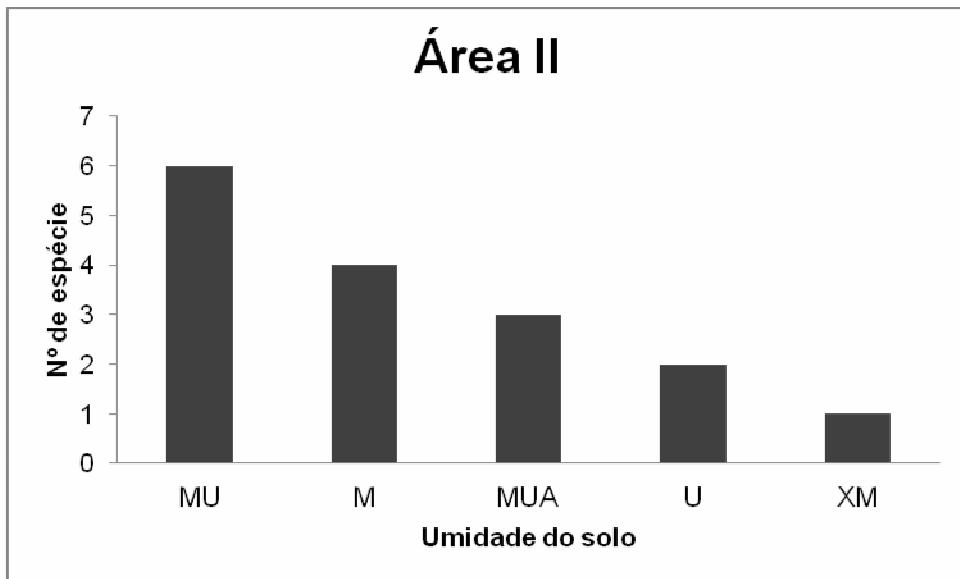
Áreas de aluvião são caracterizadas por terem solos úmidos e pouco drenadas (CARVALHO et al., 2005) de forma que as espécies que ali ocorrem estão adaptadas a essas condições. Os resultados indicaram esta correspondência, já que a maioria das espécies (78,57%) pode ocupar ambientes mésicos a úmidos. A maior parte das espécies que ocorrem nessa área pode crescer em solos de fertilidade média a pobre, indicando certa plasticidade quanto à fertilidade do solo e podem ser utilizadas em áreas com características similares. Essa característica das espécies em questão deve ser considerada em projetos de recuperação, já que são espécies que não exigem um enriquecimento ou melhoramento do solo para seu desenvolvimento.

As espécies *Acacia polyphylla*, *Aegiphila obducta*, *Aspidosperma parvifolium* e *Casearia sylvestris* seriam indicadas para a recomposição inicial de áreas de aluvião por terem características de espécies pioneiras, como crescimento rápido, se desenvolverem em solos pobres a médio e não são exigentes quanto à umidade do solo. Para facilitar ou promover a sucessão ecológica da área seria indicado o plantio de espécies de crescimento moderado a lento, que seriam favorecidas pelo sombreamento das espécies de características pioneiras. Essas espécies têm as mesmas características que as indicadas para os plantios iniciais, no que diz respeito à preferência quanto à umidade e fertilidade do solo. Sendo que as de crescimento moderado são *Annona cacans*, *Annona emarginata*, *Cordiera concolor* e as de crescimento lento são *Allophylus edulis*, *Campomanesia guazumifolia* e *Cassia ferruginea*.

Entre as espécies indicadas para recomposição de áreas de aluvião, oito espécies (*Aegiphila obducta*, *Casearia sylvestris*, *Annona cacans*, *Annona emarginata*, *Cordiera concolor*, *Allophylus edulis*, *Campomanesia guazumifolia* e *Cassia ferruginea*) apresentam dispersão zoocórica. Esta característica seria interessante para a interação fauna-vegetação, promovendo assim a restauração de uma das principais funções do ecossistema, tendo em vista a grande importância da fauna no funcionamento da floresta.

### **Encosta em Regeneração**

Foram identificadas 16 espécies pertencentes a dez famílias. As espécies ocorrentes nesta área apresentam uma gama de preferências quanto à umidade do solo (Figura 2). Quanto à fertilidade do solo, 93,75% das espécies ocorrem em solo de fertilidade média a pobre e apenas 6,25% são indiferentes à fertilidade do solo. Em relação ao ritmo de crescimento, 50% apresentam crescimento rápido, 18,75% crescem moderadamente e os outros 31,25% são representados por espécies de crescimento lento.



**FIGURA 2:** Distribuição do número de espécies em relação à preferência quanto à umidade do solo para a área de Encosta em regeneração. Em que: X = xérico; M = sítio mésico, U = sítio úmido; A = sítio alagado.

De acordo com as maiores percentagens, as espécies selecionadas nessa área, que têm potencial para recomposição de áreas semelhantes às de encosta em regeneração, foram *Aegiphila fluminensis*, *Aegiphila obducta* e *Aspidosperma parvifolium*. Estas três espécies podem ocupar ambientes mésicos a úmidos, que tenham solos de fertilidade de média a pobre e se caracterizam por terem crescimento rápido.

Esse ambiente é caracterizado por ter solos bem drenados a acentuadamente drenados (CARVALHO et al., 2005). As espécies identificadas nesse ambiente podem ocorrer em ambientes cuja umidade do solo varia de alagado a xérico. Entretanto, a maioria das espécies (37,5%) pode ocorrer em ambientes tanto mésicos quanto úmidos. Em relação à preferência quanto à fertilidade do solo, a maioria das espécies pode ocupar solos com fertilidade que varia de pobre a média. Entretanto, não foi feita análise de fertilidade para a área em questão.

Embora a fertilidade possa condicionar a ocorrência e o desenvolvimento de espécies, para as espécies em questão essa característica não influenciou muito, pois estas possuem baixo requerimento nutricional, e, portanto, elas podem ser utilizadas em programas de recomposição de áreas similares sem que haja a necessidade de enriquecimento e melhoria dos solos. Além das características citadas acima, a maioria das espécies ocorrentes na área apresenta ritmo de crescimento rápido, o que pode favorecer a recomposição inicial em áreas similares a esta. As espécies que apresentam essas características são *Aegiphila fluminensis*, *Aegiphila obducta* e *Aspidosperma parvifolium*.

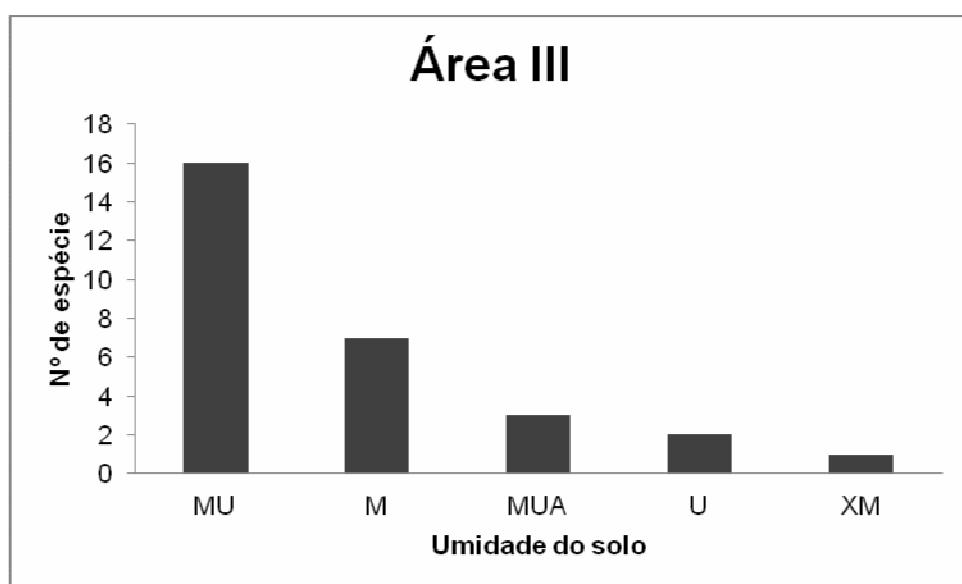
Para que a estrutura da floresta seja garantida ao longo da sucessão ecológica, espécies de crescimento moderado a lento devem ser consideradas e utilizadas em plantios que visem recuperar áreas semelhantes. Na área estudada, as espécies que apresentam as mesmas características que as indicadas para recomposição inicial quanto à umidade e fertilidade do solo, mas que têm crescimento moderado a lento são *Cabralea canjerana*, *Guatteria australis* e

*Guatteria latifolia*.

*Aegiphila fluminensis*, *Aegiphila obducta*, *Cabralea canjerana*, *Guatteria australis* e *Guatteria latifolia* são indicadas para a recomposição de áreas semelhantes à de encosta em regeneração, tanto pelas características acima citadas, quanto por apresentarem dispersão zoocórica.

### Encosta conservada

Foram identificadas 29 espécies pertencentes a quinze famílias. As espécies ocorrentes nesta área apresentam uma gama de preferências quanto à umidade do solo (Figura 3). A maioria das espécies (89,65%) pode ocorrer em solos de fertilidade média a pobre, 3,45% podem se desenvolver em solos pobres e para 6,9% das espécies a fertilidade do solo é indiferente. Considerando o ritmo de crescimento, 37,93% das espécies apresentam ritmo de crescimento moderado, outros 34,48% apresentam crescimento rápido e o restante 27,59% crescem de forma lenta.



**FIGURA 3.** Distribuição do número de espécies em relação à preferência quanto à umidade do solo para a área de Encosta conservada. Em que: X = xérico; M = sítio mésico, U = sítio úmido; A = sítio alagado.

De acordo com as maiores percentagens, as espécies selecionadas nessa área que têm potencial para recomposição de áreas semelhantes às de encosta conservada, foram *Annona cacans*, *Aspidosperma parvifolium*, *Byrsonima stipulacea* e *Cabralea canjerana*. Estas quatro espécies podem ocupar ambientes mésicos a úmidos, que tenham solos de fertilidade de média a pobre e se caracterizam por terem crescimento moderado.

As espécies ocorrentes nas três áreas de estudo e respectivas características ecológicas estão listadas no quadro 1. As percentagens dessas espécies de acordo com suas características ecológicas em cada de estudo encontram-se detalhadas na tabela 2.

**QUADRO 1.** Relação das espécies ocorrentes em cada área de estudo, nas matas ciliares do alto rio Grande e suas respectivas características ecológicas. Em que: Preferência quanto à umidade do solo (US): X = xérico; M = sítio mésico, U = sítio úmido; A = sítio alagado. Preferência quanto à fertilidade do solo (FS): P = fertilidade pobre, MP = fertilidade média a pobre, I= indiferente. Ritmo de crescimento (RC): R = rápido, M = moderado, L = lento. Dispersão (DISP): Zoo = zoocórica; Ane = anemocórica; NC = não conhecida. Área I = aluvião; área II = encosta em regeneração e área III = encosta conservada.

Área	Espécie	US	FS	RC	DISP
I	<i>Acacia polyphylla</i> DC.	MU	MP	R	Ane
	<i>Aegiphila obducta</i> Vell.	MU	MP	R	Zoo
	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	MU	MP	L	Zoo
	<i>Allophylus guaraniticus</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	MU	MP	ML	Zoo
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	MUA	I	R	Ane
	<i>Annona cacans</i> Warm.	MU	MP	M	Zoo
	<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer	MU	MP	M	Zoo
	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	MU	MP	R	Ane
	<i>Austrocritonia velutina</i> R.M.King & H.Robinson	M	MP	M	Ane
	<i>Baccharis oblongifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	M	MP	R	Ane
II	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	MU	MP	L	Zoo
	<i>Casearia sylvestris</i> Swartz	MU	MP	R	Zoo
	<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad.	MU	MP	L	Zoo
	<i>Cordiera concolor</i> (Cham.) Kuntze	MU	MP	M	Zoo
	<i>Aegiphila fluminensis</i> Vell.	MU	MP	R	Zoo
	<i>Aegiphila obducta</i> Vell.	MU	MP	R	Zoo
	<i>Alchornea sidifolia</i> Müll.Arg.	MUA	MP	R	Zoo
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Sprengel) Müll.Arg.	MUA	MP	R	Zoo
	<i>Alsophila setosa</i> Kaulf	U	MP	L	NC
	<i>Alsophila sternbergii</i> (Sternb.) Conant	U	MP	L	NC
III	<i>Amaioua guianensis</i> Aublet	M	MP	L	Zoo
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	MUA	I	R	Ane
	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	MU	MP	R	Ane
	<i>Baccharis oblongifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	M	MP	R	Ane
	<i>Baccharis serrulata</i> Pers.	XM	MP	R	Ane
	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	MU	MP	M	Zoo
	<i>Casearia rupestris</i> Eichler	M	MP	M	Zoo
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	M	MP	M	Ane
	<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	MU	MP	L	Zoo
	<i>Guatteria latifolia</i> (Mart.) R.E.Fries	MU	MP	L	Zoo
	<i>Aegiphila fluminensis</i> Vell.	MU	MP	R	Zoo
	<i>Albizia polyccephala</i> (Benth.) Killip	MU	MP	R	Ane
	<i>Alchornea sidifolia</i> Müll.Arg.	MUA	MP	R	Zoo
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Sprengel) Müll.Arg.	MUA	MP	R	Zoo
	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil.) Radlk.	MU	MP	L	Zoo

<i>Alsophila sternbergii</i> (Sternb.) Conant	U	MP	L	NC
<i>Amaioua guianensis</i> Aublet	M	MP	L	Zoo
<i>Annona cacans</i> Warm.	MU	MP	M	Zoo
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	MU	P	M	Zoo
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	MU	MP	R	Ane
<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth.	MU	MP	M	Ane
<i>Baccharis serrulata</i> Pers.	XM	MP	R	Ane
<i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) Benth. & Hook.f.	MU	MP	L	Ane
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	U	MP	L	Zoo
<i>Byrsonima myrcifolia</i> Griseb.	M	MP	M	Zoo
<i>Byrsonima stipulacea</i> A.Juss.	MU	MP	M	Zoo
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	MU	MP	M	Zoo
<i>Casearia arborea</i> (L.C.Rich.) Urban	M	MP	M	Zoo
<i>Casearia decandra</i> Jacquin	M	MP	M	Zoo
<i>Casearia obliqua</i> Sprengel	M	MP	M	Zoo
<i>Casearia pauciflora</i> Cambess.	M	MP	M	Zoo
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	MU	MP	R	Zoo
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	MU	MP	R	Zoo
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	M	MP	M	Ane
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	MU	MP	L	Zoo
<i>Guatteria latifolia</i> (Mart.) R.E.Fries	MU	MP	L	Zoo
<i>Guatteria pohliana</i> Schiltl.	MU	MP	L	Zoo
<i>Tapirira guianensis</i> Aublet	MUA	I	R	Zoo
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) Mitchell	MU	I	R	Zoo

**TABELA 2.** Percentagem das características ecológicas das espécies ocorrentes em cada área do estudo, nas matas ciliares do alto rio Grande. Em que: Carac. Ecol. = característica ecológica. Preferência quanto à umidade do solo (US): X = xérico; M = sítio mésico, U = sítio úmido; A = sítio alagado. Preferência quanto à fertilidade do solo (FS): P = fertilidade pobre, MP = fertilidade média a pobre, I= indiferente. Ritmo de crescimento (RC): R = rápido, M = moderado, L = lento.

Carac. Ecol.	US (%)					RC (%)				FS (%)		
	XM	M	MU	U	MUA	L	LM	M	R	I	MP	P
<b>Área I</b>	-	14,2	78,5	-	7,1	21,4	7,1	28,5	42,8	7,14	92,8	-
<b>Área II</b>	6,25	25	37,5	12,5	18,7	31,2	-	18,7	50	6,2	93,7	-
<b>Área III</b>	3,4	24,1	55,2	6,9	10,3	27,9	-	37,9	34,4	6,9	89,6	3,4

A encosta conservada é caracterizada por ter solos bem drenados a acentuadamente drenados (CARVALHO et al., 2005). As espécies que ocorrem nesta área podem crescer em solos com diferentes gradientes de umidade, sendo que a maioria delas ocorre em solos mésicos e em solos úmidos. Elas também não são exigentes quanto à fertilidade dos solos e podem crescer em solos de fertilidade média e também em solos pobres. As espécies que tem ritmo de crescimento moderado foram mais representativas nesta área e isso pode ser justificado pelo fato

de se tratar de uma floresta conservada, ou seja, uma floresta madura em que os estratos são bem definidos. Por isso também, as espécies de crescimento rápido, mais frequentes na colonização inicial ou em áreas de regeneração, como nas áreas citadas anteriormente (aluvião e encosta em regeneração), tiveram percentual de ocorrência menor que as de crescimento moderado nesta área.

Por se tratar de uma floresta madura, as espécies indicadas a seguir são consideradas tardias ou de clímax, e por isso, devem compor projetos de enriquecimento de áreas ou serem usadas em menores proporções em projetos de recomposição, conciliadas com espécies iniciais em maior proporção. Essas espécies são: *Annona cacans*, *Aspidosperma spruceanum*, *Byrsonima stipulacea* e *Cabralea canjerana* (crescimento moderado) e *Allophylus edulis*, *Guatteria australis*, *Guatteria latifolia* e *Guatteria pohliana* (crescimento lento).

Além das características citadas acima, as espécies *Annona cacans*, *Byrsonima stipulacea*, *Cabralea canjerana*, *Allophylus edulis*, *Guatteria australis*, *Guatteria latifolia* e *Guatteria pohliana*, apresentam síndrome de dispersão zoocórica. Podendo assim restaurar uma importante função do ecossistema, a interação fauna-animal.

## CONCLUSÃO

De acordo com as características avaliadas, sugere-se as seguintes espécies para recomposição:

Aluvião: *Acacia polyphylla*, *Aegiphila obducta*, *Aspidosperma parvifolium*, *Casearia sylvestris*.

Encosta em regeneração: *Aegiphila fluminensis*, *Aegiphila obducta*, *Aspidosperma parvifolium*.

Encosta conservada: *Annona cacans*, *Aspidosperma parvifolium*, *Byrsonima stipulacea*, *Cabralea canjerana*.

## REFERÊNCIAS

ALONSO, J. M.; LELES, P. S. S.; FERREIRA, L. N.; OLIVEIRA, N. S. A. Aporte de serapilheira em plantio de recomposição florestal em diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 01-11, 2015. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/1980-509820152505001>>. doi: 10.1590/1980-509820152505001

CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; de, VAN DEN BERG, E.; FONTES, M. A. L.; VILELA, E. A.; MARQUES, J. J. G. S. M.; CARVALHO, W. A. C.. Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombrófila alto-montana às margens do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 91-109, 2005. Disponível em : <<https://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062005000100010>>. doi: 10.1590/S0102-33062005000100010

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M.; Botelho, S. A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA. 1995.

DEUSCHLE, V. C. K. N.; DEUSCHLE, R. A. N.; BORTOLUZZI, M. R.; ATHAYDE, M. L. Physical chemistry evaluation of stability, spreadability, in vitro antioxidant, and photo-protective capacities of topical formulations containing *Calendula officinalis* L.

leaf extract. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 51, n. 1, p. 63-75, 2015. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S1984-82502015000100007>>. doi: 10.1590/S1984-82502015000100007

DIAS, R. M., SALVADOR, N. N. B.; BRANCO, M. B. C. Identificação dos níveis de degradação de matas ripárias com o uso de SIG. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 150-161, 2014. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.4322/floram.2014.032>>. doi: 10.4322/floram.2014.032

DOLABELA, M. F.; SILVA, J. V. S.; ROSÁRIO, D. M.; VEIGA, A. S. S.; VASCONCELOS, F. S. P. Uma revisão bibliográfica sobre Araceae com foco nos gêneros Pistia, Philodendron e Montrichardia: aspectos botânicos, fitoquímicos e atividades biológicas. **Revista Fitos**, v. 8, n. 2, p. 73-160, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5935/1808-9569.20130006>>. doi: 10.5935/1808-9569.20130006

FERNANDES, R. P.; SILVA, R. W. C.; SALEMI, L. F.; ANDRADE, T. M. B.; MORAES, J. M. Geração de escoamento superficial em uma microbacia com cobertura de cana-de-açúcar e floresta ripária. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n. 3, p. 178-190, 2013. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1236>>. doi: 10.4136/ambi-agua.1236

GIANNERINI, A. C.; QUINET, A.; ANDREATA, R. H. P. Lauraceae in Itatiaia National Park, Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, 863-880, 2015. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201566314>>. doi: 10.1590/2175-7860201566314

GOLDENBERG, R.; BAUMGRATZ, J. F. A.; SOUZA, M. L. R. Taxonomia de Melastomataceae no Brasil: retrospectiva, perspectivas e chave de identificação para os gêneros. **Rodriguésia**, v. 63, n. 1, p. 145-161, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S2175-78602012000100011>>. doi: 10.1590/S2175-78602012000100011

GONÇALVES, I. S.; DIAS, H. C. T.; MARTINS, S. V.; SOUZA, A. L. Fatores edáficos e as variações florísticas de um trecho de Mata Ciliar do Rio Gualaxo do Norte, Mariana, MG. **Revista Árvore**, v. 35, n. 6, p. 1235-1243, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000700010>>. doi: 10.1590/S0100-67622011000700010

GUIMARÃES, E. F.; MAUTONE, L.; RIZZINI, C. T.; MATTOS-FILHO, A. DE. **Árvores do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico. 1993.

HIGGS, E.; FALKS, D. A.; GUERRINI, A.; HALL, M.; HARRIS, J.; HOBBS, R. J.; JACKSON, S. T.; RHETMUTULLA, J. M.; THROOP, W. The changing role of history in restoration ecology. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 12, n. 9, p. 499–506, 2014. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/110267/full>>. doi : 10.1890/110267

JESUS, E. N.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; SANTOS, T. I. S.; ROCHA, S. L.

Estrutura dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do Rio Poxim-SE, como subsídio à restauração ecológica. **Revista Árvore**, v. 39, n. 3, p. 467-474, 2015. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000300007>>. doi : 10.1590/0100-67622015000300007

KLEINERT, A. M. P.; GIANNINI, T. C. Generalist bee species on Brazilian bee-plant interaction networks. **Psyche: A Journal of Entomology**, v. 2012, n. 1, p.1-7, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1155/2012/291519>>. doi:10.1155/2012/291519

LIMA, L. R.; DIAS, P.; SAMPAIO, P. S. P. Flora da serra do Cipó, Minas Gerais: Flacoutiaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 22, n. 1, p. 19-23, 2004. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9052.v22i1p19-23>>. doi : 10.11606/issn.2316-9052.v22i1p19-23

LIMA, W. G.; GUEDES-BRUNI, R. R. Myrceugenia (Myrtaceae) ocorrentes no Parque Nacional do Itatiaia. **Rodriguesia**, v. 55, n. 85, p.73-94, 2004. Disponível em: <[http://rodriguesia.jbrj.gov.br/FASCICULOS/Rodrig55\\_85/GOMES.PDF](http://rodriguesia.jbrj.gov.br/FASCICULOS/Rodrig55_85/GOMES.PDF)>.

LOHMANN, L. G.; PIRANI, J. R. Flora da serra do cipó, Minas Gerais: Bignoniaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 17, p.127-153, 1998. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9052.v17i0p127-153>>. doi: 10.11606/issn.2316-9052.v17i0p127-153

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil. Volume I. 4a edição. Editora Nova Odessa, Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo. 2002a.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil. Volume II. 4a edição. Editora Nova Odessa, Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo. 2002b.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; COSTA, J. T. M.; CERQUEIRA, L. S. C.; FERREIRA, E. **Palmeiras no Brasil**: nativas e exóticas. Nova Odessa: Plantarum. 2004.

LUNT, I. D.; BYRNE, M.; HELLMANN, J. J.; MITCHELL, N. J.; GARNETT, S. T.; HAYWARD, M. W.; MARTIN, T. G.; McDONALD-MADDEN, E.; WILLIAMS, S. E.; ZANDER, K. K. Using assisted colonisation to conserve biodiversity and restore ecosystem function under climate change. **Biological Conservation**, v. 157, n. 1, p. 172–177, 2013. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2012.08.034>>. doi : 10.1016/j.biocon.2012.08.034

MANTOVANI, A. L.; MORELLATO, P. C.; REIS, M. S. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em Araucaria angustifolia (Bert.) O. Kuntze. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4, p. 787-796, 2004. Disponível em :<<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042004000400017>>. doi: 10.1590/S0100-84042004000400017

MEIRELLES, J.; GOLDENBERG, R. Melastomataceae do Parque Estadual do Forno Grande, Espírito Santo, Brasil. **Rodriguésia**, v. 63, n. 4, p. 831-855, 2012.

Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S2175-78602012000400008>>. doi: 10.1590/S2175-78602012000400008

MELO, A.; GUIMARÃES, E. F.; ALVES, M. Piperaceae do Parque Nacional do Viruá, Caracaraí, Roraima, Brasil. **Rodriguésia**, v. 65, n. 2, p. 455-470, 2014. Disponível em:< <https://dx.doi.org/10.1590/S2175-78602014000200010>>. doi : 10.1590/S2175-78602014000200010

OLIVEIRA FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A.; GAVILANES, M. L. **Estudos florísticos e fitossociológicos em remanescentes de matas ciliares do Alto e Médio Rio Grande**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA. 1995.

OLIVEIRA, J. A.; SALIMENA, F. R. G.; ZAPPI, D. Rubiaceae da Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 65, n. 2, p. 471-504, 2014. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S2175-78602014000200011>>. doi: 10.1590/S2175-78602014000200011

OVERBECK, G. E.; HERMANN , J. M.; ANDRADE, B. O.; BOLDRINI, I. I.; . KIEHL, K.; KIRMER, A.; KOCH, C.; KOLLMANN, J.; MEYER, S. T.; MÜLLER, S. C.; Nabinger, C.; PILGER, G. E.; TRINDADE, J. P. P.; VÉLEZ-MARTIN, E.; WALKER, E. A.; ZIMMERMANN, D. G.; PILLAR, V. D. Restoration ecology in Brazil—time to step out of the forest. **Natureza & Conservação**, v. 11, n. 1, p. 92–95, 2013. Disponível em : < <http://dx.doi.org/10.4322/natcon.2013.015>>. doi : 10.4322/natcon.2013.015

REIS, G. H.; MANSANARES, M. E.; DOMINGOS, D. Q.; MEIRELES, L. D.; VAN DEN BERG, E. Asteraceae dos Campos Rupestres das Serras da Bocaina e de Carrancas, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, p. 829-845. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201566311>>. doi: 10.1590/2175-7860201566311

SANTOS NETO, A. P.; BARRETO, P. A. B.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; NOVAES, A. B.; PAULA, A.. Produção de serapilheira em Floresta Estacional semidecidual e em plantios de *Pterogyne nitens* Tul. e *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake no sudoeste da Bahia. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 633-643, 2015. Disponível em : <<https://dx.doi.org/10.5902/1980509819614>>. doi: 10.5902/1980509819614

SOUZA, L. M.; FARIA, R. A. V. B.; BOTELHO, S. A.; FONTES, M. A. L.; FARIA, J. M. R. Potencial da regeneração natural como método de restauração do entorno de nascente perturbada. **CERNE**, v. 18, n. 4, p. 565-576, 2012. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602012000400006>>. doi: 10.1590/S0104-77602012000400006

SUGANUMA, M. S.; ASSIS, G. B.; DURIGAN, G. Changes in plant species composition and functional traits along the successional trajectory of a restored patch of Atlantic Forest. **Community Ecology**, v. 15, n. 1, p. 27–36, 2014. Disponível em : <<http://dx.doi.org/10.1556/ComEc.15.2014.1.3>>. doi: 10.1556/ComEc.15.2014.1.3

VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R.; DAWSON T. E.; OLIVEIRA, R. S. Savanna soil fertility limits growth but not survival of tropical forest tree seedlings. **Plant Soil**, v.

349, n. 1, p. 341–353, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11104-011-0879-7>>. doi : 10.1007/s11104-011-0879-7