

VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA SOBRE ESTÉREIS DE MINERAÇÃO NO SUL DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

Jaqueline Bonazza RODRIGUES¹, Eloisa LEOPOLDO², Patrícia Figueiredo CORRÊA³,
Guilherme Alves ELIAS⁴, Edilane ROCHA-NICOLEITE⁵, Robson dos SANTOS⁶

¹Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), jaque.biologa123@gmail.com, ²Instituto Federal de Santa Catarina, vascolirou@gmail.com; ³Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), pcorrea@unesc.net; ⁴Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), guilherme@unesc.net; ⁵Centro Tecnológico SATC, edilane.rocha@satc.edu.br; ⁶Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), rsa@unesc.net

RESUMO

Com o aumento da importância da mineração de carvão no sul de Santa Catarina, especialmente a partir da década de 60, a atividade passou a impulsionar a abertura de minas a céu aberto, gerando significativo passivo ambiental. A formação de pilhas de estereis de mineração, na região carbonífera, foi caracterizada pela inversão de camadas do solo, onde o solo de maior fertilidade e atividade microbiana ficou soterrado pelo material contendo estéril, dificultando o estabelecimento da vegetação espontânea. O surgimento de vegetação em áreas mineradas pode revelar a potencialidade de determinadas espécies, que, por colonizar esses ambientes, demonstram sua capacidade de sobrevivência e plasticidade ecológica. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi elaborar uma lista de espécies com potencial para o processo de restauração ecológica no sul de Santa Catarina. Foram compilados os dados levantados em três estudos realizados na região nos anos de 1992, 2003 e 2006. Nos estudos obteve-se o registro de 188 espécies sendo 172 de angiospermas e 16 de samambaias e licófitas. Asteraceae foi a família mais representativa com 46 espécies (27%), seguida de Poaceae com 26 espécies (15%). Algumas espécies se destacaram quanto à sua funcionalidade para restauração ecológica, tais como: *Casearia sylvestris* Sw., *Trema micrantha* Pers., *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. e *Euterpe edulis* Mart. Dentre as espécies arbóreas, a síndrome de dispersão zoocórica foi de 60%, seguida de anemocórica (27%) e de autocórica (13%); dentre as espécies arbustivas obteve-se 58% de anemocoria e 42% de zoocoria. Com este estudo demonstrou-se que as áreas mineradas podem revelar a potencialidade de determinadas espécies, que, por compor esses ambientes onde os recursos são limitados, demonstraram sua capacidade de sobrevivência, potencial regenerante e plasticidade ecológica.

Palavras-chave: Recuperação ambiental. Regeneração natural. Restauração ecológica.

ABSTRACT

With the increase of coal mining in Southern Santa Catarina, especially since the 60's, this activity started to boost the opening of opencast mining, generating significant environmental liability. The barren piles formation, in the carboniferous region, was categorized by inversion of soil layers, wherein the most fertile soil, with great microbial activity, was buried by the barren material, hindering the establishment of spontaneous vegetation. The emergence of vegetation in mined areas may reveal the potentiality of certain species that, by colonizing these environments, demonstrates its capacity for survival and ecological plasticity. Thus, the goal of this study was to elaborate a list of species with potential for the ecological restoration process in Southern Santa Catarina. Data from three studies in the southern region were compiled in the years 1992, 2003 and 2006. In these studies, was registered 188 species, being 172 angiosperms and 16 ferns and lycophytes. Asteraceae was the most representative Family with 46 species (27%), followed by Poaceae with 26 species (15%). Some species stood out as to their functionality for ecological restoration, such as: *Casearia sylvestris* Sw., *Trema micrantha* Pers., *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. and *Euterpe edulis* Mart.. Among the arboreal species, the zoocoric dispersion syndrome was 60%, followed by anemocoric (27%) and autocoric (13%); among the shrub species were recorded 58% of anemocory and 42% of zoocory. With this study, it was demonstrated that the mined areas may reveal the potentiality of certain species, which, by composing these environments wherein resources are limited, demonstrated their capacity for survival, regenerative potential and ecological plasticity.

Key-words: Environmental recovery. Natural regeneration. Restoration ecological.

1 INTRODUÇÃO

A região carbonífera catarinense apresenta um dos maiores quadros de degradação ambiental gerada pela mineração de carvão, o que resultou em um elevado passivo ambiental (MPF-SC, 2006). A deposição de estéréis de mineração se deu pela formação de pilhas com a inversão de camadas do solo, em que a parte mais fértil, com acentuada atividade microbiana, ficou soterrada pelo material estéril da mineração dificultando o estabelecimento da vegetação espontânea (CITADINI-ZANETTE; BOFF, 1992; SANTOS et al., 2008; ROCHA-NICOLEITE et al., 2013).

A vegetação espontânea em áreas mineradas revela a potencialidade de determinadas espécies, que, por compor esses ambientes onde os recursos são limitados, demonstram sua capacidade de sobrevivência, potencial regenerante e plasticidade ecológica. (ROCHA-NICOLEITE et al., 2013; RODRIGUES, 2013).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi elaborar uma lista funcional de espécies com potencial para o processo de restauração ecológica na região carbonífera de Santa Catarina.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As áreas de estudos estão localizadas nos municípios de Siderópolis e Urussanga, Sul de Santa Catarina, pertencentes à região carbonífera.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima é Cfa, ou seja, mesotérmico úmido, sem estação seca definida e com verões quentes (ALVARES et al., 2013). A temperatura média anual apresenta-se entre 17 °C a 19,3 °C. As chuvas são bem distribuídas durante as estações do ano, sendo a precipitação média na região carbonífera catarinense de 1.500 mm.ano⁻¹ (BACK, 2009).

Para a elaboração das listas, foram compilados os dados de três estudos: Citadini-Zanette e Boff (1992); Santos et al. (2008) e Klein et al. (2009), que contemplaram o levantamento da vegetação espontânea em estéréis da mineração de carvão a céu aberto, no sul de Santa Catarina. Foram registradas todas as espécies ocorrentes nas pilhas de estéréis de mineração com as seguintes informações ecológicas: forma biológica (CITADINI-ZANETTE; BOFF 1992), classe sucessional (BRANCALION et al., 2009), grupo funcional (BARBOSA et al., 2015), síndrome de dispersão (van der PIJL, 1972) e adaptações ambientais (FONT-QUER, 1985).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas 188 espécies, sendo 172 angiospermas e 16 samambaias e licófitas (Tabelas 1 e 2). Dentre as famílias mais representativas destacou-se Asteraceae com 46 espécies (27%), seguida de Poaceae com 26 espécies (15%).

Tabela 1 - Relação das espécies vasculares amostradas em rejeito da mineração de carvão no sul de Santa Catarina.

Nome científico	Família	Nome popular
SAMAMBAIAS E LICÓFITAS		
Arborescente		
<i>Cyathea atrovirens</i> (Langsd. & Fisch.) Domin.	Cyatheaceae	Samambaia
<i>Cyathea delgadii</i> Sternb.	Cyatheaceae	Xaxim
Epífita		
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	Polypodiaceae	Samambaia
<i>Niphidium rufosquamatum</i> Lellinger	Polypodiaceae	
<i>Pleopeltis angusta</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Polypodiaceae	Samambaia
<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota.	Polypodiaceae	Samambaia
<i>Serpocaulon catharinae</i> (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm.	Polypodiaceae	Samambaia
Herbácea-terricola		
<i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrader.) Underw.	Gleicheniaceae	Gleiquênia
<i>Elaphoglossum burchellii</i> (Bak.) C.Chr.	Dryopteridaceae	
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	Lycopodiaceae	Licópódio
<i>Lycopodium complanatum</i> L.	Lycopodiaceae	Licópódio
<i>Palhinhaea cernua</i> (L.) Franco & Vasc.	Lycopodiaceae	Licópódio

Nome científico	Família	Nome popular
<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link	Pteridaceae	Samambaia
<i>Pleopeltis lepidopteris</i> (Langsd. & Fisch.) de la Sota	Polypodiaceae	Samambaia
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.)	Pteridaceae	Samambaia-das-taperas
<i>Rumohra adiantiformis</i> (G.Forst.) Ching	Dryopteridaceae	Samambaia-preta
ANGIOSPERMAS		
Epífita		
<i>Gomesa varicosa</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	Orchidaceae	Chuva-de-ouro
<i>Phymatidium delicatulum</i> Lindl.	Orchidaceae	Orquídea
<i>Tillandsia mallemonii</i> Glaz. ex Mez	Bromeliaceae	Cravo-do-mato
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	Bromeliaceae	Cravo-do-mato
<i>Tillandsia stricta</i> Lindl.	Bromeliaceae	Cravo-do-mato
<i>Tillandsia tenuifolia</i> L.	Bromeliaceae	Cravo-do-mato
<i>Tillandsia usneoides</i> L.	Bromeliaceae	Barba-de-velho
<i>Vriesea gigantea</i> Gaudichaud	Bromeliaceae	Gravatá
<i>Vriesea rodigasiana</i> E.Morren	Bromeliaceae	Gravatá
<i>Vriesea vagans</i> (L.B.Smith) L.B.Smith	Bromeliaceae	Gravatá
Herbácea-terrácola		
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae	Mentrasito
<i>Andropogon bicornis</i> L.	Poaceae	Capim-rabo-de-burro
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	Poaceae	Capim-colchão
<i>Axonopus fissifolius</i> (Raddi) Kuhl.	Poaceae	Grama-missioneira
<i>Axonopus obtusifolius</i> (Raddi) Chase	Poaceae	Grama-de-folha-larga
<i>Begonia cucullata</i> Willd.	Begoniaceae	Begônia-do-brejo
<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae	Picão
<i>Blechnum glandulosum</i> Link	Acanthaceae	Samambaia
<i>Borreria dasycephala</i> (Cham. & Schltdl.) Bacigalupo & E.L.Cabral	Rubiaceae	Poaia
<i>Borreria palustris</i> (Cham. & Schltdl.) Bacigalupo & E.L.Cabral	Rubiaceae	Erva-de-lagarto
<i>Cenchrus purpureus</i> (Schumacher.) Morrone	Poaceae	Capim-elefante
<i>Centella erecta</i> (L.f.) Fernald	Apiaceae	Pé-de-cavalo
<i>Chromolaena verbenacea</i> (DC.) R.M.King & H.Rob	Asteraceae	Cambara
<i>Coccocypselum condalia</i> Pers.	Rubiaceae	
<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Rubiaceae	
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Asteraceae	Erva-carniceira
<i>Conyza triplinervea</i> Baker	Asteraceae	Erva-santa
<i>Cortaderia selloana</i> (Schult. & Schult.f.) Archers. & Graebn.	Poaceae	Capim-dos-pampas
<i>Cyperus meyerianus</i> Kunth	Cyperaceae	Tiririca-mansa
<i>Desmodium adscendens</i> DC.	Fabaceae	Pega-pegas
<i>Desmodium incanum</i> DC.	Fabaceae	Pega-pegas
<i>Dichanthelium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A.Clark	Poaceae	Capim-alastrador
<i>Dichanthelium superatum</i> (Hack.) Zuloaga	Poaceae	
<i>Diodella radula</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Delprete	Rubiaceae	
<i>Elephantopus mollis</i> HBK	Asteraceae	Erva-grossa
<i>Emilia forbergii</i> Nicolson	Asteraceae	
<i>Epidendrum fulgens</i> Brongn.	Orchidaceae	Orquídea
<i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf.) DC.	Asteraceae	Caruru-amargoso
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	Cyperaceae	
<i>Galium hypocarpium</i> Hemsl.	Rubiaceae	Saco-de-touro
<i>Gamochaeta simplicicaulis</i> (Willd. ex Spreng.) Cabrera	Asteraceae	
<i>Gnaphalium coarctatum</i> Willd.	Asteraceae	
<i>Grazielia gaudichaudiana</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae	
<i>Hypoxis decumbens</i> L.	Hypoxidaceae	Tiririca-de-flor-amarela

Nome científico	Família	Nome popular
<i>Ichnanthus pallens</i> (Sw.) Munro ex Benth.	Poaceae	Capim-do-mato
<i>Leandra australis</i> Cogn.	Melastomataceae	Pixirica
<i>Liparis nervosa</i> (Thunb.) Lindl.	Orchidaceae	Orquídea
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Poaceae	Capim-gafanhoto
<i>Moquiniastrium polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	Asteraceae	Cambará
<i>Oplismenus setarius</i> (Lam.) Roem. & Schult.	Poaceae	
<i>Panicum gounii</i> E. Fourn.	Poaceae	Grama-portuguesa
<i>Panicum trichantum</i> Nees	Poaceae	Capim-mimoso
<i>Paspalum conjugatum</i> P. J. Bergius	Poaceae	Grama-comum
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	Poaceae	Capim-mimoso
<i>Paspalum mandiocanum</i> Trin.	Poaceae	Grama-de-macaé
<i>Paspalum paniculatum</i> L.	Poaceae	Capim-vassoura
<i>Paspalum polyphyllum</i> Nees	Poaceae	Capim-lanoso
<i>Paspalum pumilum</i> Nees	Poaceae	Grama-kikuio
<i>Paspalum urvillei</i> Steudel	Poaceae	Capim-das-estradas
<i>Persicaria hydropiperoides</i> (Michx.) Small	Polygonaceae	Erva-de-bicho
<i>Plantago australis</i> Lam.	Plantaginaceae	Tanchagem
<i>Polygonum acuminatum</i> Kunth	Polygonaceae	
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Rubiaceae	Poia-branca
<i>Rugolosa polygonata</i> Schrad. Zuloaga	Poaceae	Capim-do-mato
<i>Schizachyrium microstachyum</i> (Desv. ex Ham.) Roseng. B. R. Arill. & Izag.	Poaceae	Rabo-de-burro
<i>Scleria panicoides</i> Kunth	Cyperaceae	
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less	Asteraceae	Flor-das-almas
<i>Setaria adhaerens</i> (Forssk.) Chiov.	Poaceae	Rabo-de-gato-africano
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen	Poaceae	Rabo-de-raposa
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Solanaceae	Erva-moura
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae	Serralha
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn	Portulacaceae	Carne-gorda
<i>Tibouchina clinopodifolia</i> Cogn.	Melastomataceae	
<i>Tibouchina versicolor</i> Cogn.	Melastomataceae	Quaresmeira
<i>Trichanthecium schwackeanum</i> (Mez) Zuloaga & Morrone	Poaceae	Capim-do-banhado
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R. D. Webster	Poaceae	Capim-guatemala
<i>Verbena litoralis</i> Kunth	Verbenaceae	Verbena
<i>Vernonanthura pinguis</i> (Griseb.) H. Rob	Asteraceae	
Trepadeira		
<i>Baccharis anomala</i> DC.	Asteraceae	Parreirinha
<i>Ditassa succedana</i> Rapini	Apocynaceae	Erva-de-rato
<i>Mandevilla atrovioleacea</i> (Stadelm.) R. E. Woodson	Apocynaceae	Jalapa-silvestre
<i>Mandevilla urophylla</i> (Hook. f.) Woodson	Apocynaceae	Jalapa-silvestre
<i>Merremia dissecta</i> (Jacq.) Hallier	Convolvulaceae	
<i>Mikania glomerata</i> Spreng.	Asteraceae	Guaco
<i>Mikania hirsutissima</i> DC.	Asteraceae	Guaco-cabeludo
<i>Mikania laevigata</i> Ach. Bip. ex Baker	Asteraceae	Guaco
<i>Mikania micrantha</i> Kunth	Asteraceae	Guaco
<i>Mikania paranensis</i> Dusén	Asteraceae	Micânia
<i>Mikania trinervis</i> Hook. & Arn.	Asteraceae	Guaco
<i>Orthosia urceolata</i> E. Fourn.	Apocynaceae	
<i>Ossaea amygdaloides</i> (DC.) Triana	Melastomataceae	
<i>Oxypetalum wightianum</i> Hook. & Arn.	Apocynaceae	Cipó-de-leite
<i>Passiflora alata</i> Curtis	Passifloraceae	Maracujá
<i>Passiflora amethystina</i> J. C. Mikan	Passifloraceae	Maracujá-azul

Nome científico	Família	Nome popular
<i>Paullinia trigonia</i> Vell.	Sapindaceae	Cipó-timbó
<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker-Gawl) Miers	Bignoniaceae	Cipó-de-são-jão
Sub-arbusto		
<i>Achyrocline satureioides</i> Gardn.	Asteraceae	Marcela
<i>Baccharis articulata</i> (Lam.) Pers.	Asteraceae	Carqueja
<i>Baccharis crispa</i> Spreng.	Asteraceae	Carqueja
<i>Baccharis leucopappa</i> DC.	Asteraceae	Vassoura
<i>Campovassouria cruciata</i> (Vell.) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae	Vassoura-do-campo
<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae	Cambara-de-bicho
<i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lam.) H.Rob.	Asteraceae	Erva-são-simão
<i>Grazielia intermedia</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae	
<i>Heimia salicifolia</i> (Kunth) Link	Lythraceae	Erva-da-vida
<i>Heterocondylus alatus</i> (Vell.) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae	Cambará-de-bicho
<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	Maranto
<i>Pterocaulon rugosum</i> Malme	Asteraceae	
<i>Scoparia dulcis</i> L.	Scrophulariaceae	Tupiçaba, vassourinha
<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Fabaceae	Fedegoso
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	Guanxuma
<i>Solidago chilensis</i> Meyen	Asteraceae	Erva-lanceta
<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq	Malvaceae	

Tabela 2 - Relação das espécies vasculares (árvores e arbustos) amostrados em rejeito da mineração de carvão no sul de Santa Catarina, classificadas de acordo com: grupo ecológico (GE), Pioneira (P) e Não-pioneira (NP); grupo funcional (GF), espécies de preenchimento (P) e de diversidade (D); síndromes de dispersão (SD), Autocórica (Au), Zoocórica (Zo), Anemocórica (An) e adaptações ambientais (AA), Esciófita (escio), Heliófita (helio), Higrófita (higro) e Mesófita (meso).

Nome científico	Família	Nome popular	GE	GF	SD	AA
Árvores						
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	Lamiaceae	Gaioleiro	NP	D	An	helio
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Muell.Arg.	Euphorbiaceae	Tanheiro	NP	P	Zo	helio, escio
<i>Annona cacans</i> Warm.	Annonaceae	Cortição	NP	D	Zo	helio
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Meliaceae	Canjerana	NP	D	Zo	helio
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	Chá-de-bugre	NP	P	Zo	helio, higro, meso
<i>Clethra scabra</i> Pers.	Clethraceae	Carne-de-vaca	P	D	An	helio
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	Clusiaceae	Criúva	NP	D	Zo	helio
<i>Croton celtidifolius</i> Baill.	Euphorbiaceae	Sangue-de-drago	P	P	Zo	helio, higro
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.Hil.	Erythroxylaceae	Cocão	P	D	Zo	helio
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	Palmeiro	NP	D	Zo	escio, higro, meso
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Bignoniaceae	Caroba	P	D	An	helio, higro, meso
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Cunoniaceae	Carne-de-vaca	P	D	An	helio
<i>Laplacea fruticosa</i> (Schrad.) Kobuski	Theaceae		P	D	Zo	helio
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Sapindaceae	Camboatá	P	D	Zo	higro, meso
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Sapindaceae	Camboatá	P	D	Zo	helio, higro
<i>Miconia cabucu</i> Hoehne	Melastomataceae		P	D	Zo	helio, escio
<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	Melastomataceae	Jacatirão-do-brejo	NP	D	Zo	helio, escio
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) O.Kuntze	Fabaceae	Maricá	P	D	Au	helio, higro
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Fabaceae	Bracatinga	P	P	Au	helio
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Myrtaceae	Guamirim-de-folha-	NP	D	Zo	helio

Nome científico	Família	Nome popular	GE	GF	SD	AA
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Primulaceae	finia	NP	P	Zo	helio, higro
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Primulaceae	Capororoca	NP	P	Zo	helio
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Lauraceae	Canela	NP	D	Zo	higro, meso, escio
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees et Martius ex Ness	Lauraceae	Canela-amarela	NP	D	Zo	helio
<i>Ocotea puberula</i> Ness	Lauraceae	Canela-de-corvo	NP	D	Zo	helio
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) Macbr.	Fabaceae	Pau-jacaré	P	D	Au	helio
<i>Piptocaypha axilaris</i> (Less.) Baker	Asteraceae	Pau-toucinho	P	P	An	helio, higro, meso
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Myrtaceae	Araçazeiro-amarelo	NP	P	Zo	helio, higro
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	Rubiaceae	Erva-de-rato	NP	D	Zo	helio, escio
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae	Pau-de-cigarra	P	P	An	helio
<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	Symplocaceae	Pau-de-cangalha	P	D	Au	helio
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	Euphorbiaceae	Cruzeiro	NP	D	Zo	helio, escio
<i>Tibouchina ramboi</i> Brade	Melastomataceae	Quaresmeira	NP	D	An	helio
<i>Tibouchina sellowiana</i> Cogn.	Melastomataceae	Quaresmeira	NP	D	An	helio, escio
<i>Tibouchina urvilleana</i> Cogn.	Melastomataceae	Quaresmeira	P	D	An	helio, escio
<i>Trema micrantha</i> Blume	Cannabaceae	Grandiúva	P	P	Zo	helio
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob	Asteraceae	Vassourão-preto	P	P	An	helio, higro
<i>Vernonanthura puberula</i> (Less.) H.Rob.	Asteraceae	Vassourão-do-brejo	P	D	An	helio
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl. ex Ser.	Cunoniaceae	Gramimunha	P	D	Au	helio
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	Annonaceae	Pindaíba	NP	D	Zo	helio, escio
Arbusto						
<i>Austroeupatorium inulaefolium</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob	Asteraceae	Cambará	P	D	An	helio, meso
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Asteraceae	Vassourinha	P	P	An	helio
<i>Baccharis oblongifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Asteraceae	Vassoura	P	P	An	helio
<i>Baccharis punctulata</i> DC.	Asteraceae	Cambará-cheiroso	P		An	helio
<i>Baccharis semiserrata</i> G.M.Barroso	Asteraceae	Vassoura	P	P	An	helio
<i>Baccharis spicata</i> (Lam.) Baill.	Asteraceae		P		An	helio
<i>Baccharis uncinella</i> DC.	Asteraceae	Vassoura	P	D	An	helio
<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	Camará	P	D	Zo	helio
<i>Ludwigia longifolia</i> (DC.) H.Hara	Onagraceae	Cruz-de-malta	P	D	An	helio
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	Piperaceae	Pariparoba	NP	D	Zo	helio, higro
<i>Rubus erythrocladus</i> Mart. ex Hook.f.	Rosaceae	Amoreira-branca	P	D	Zo	helio, higro, meso
<i>Rubus rosifolius</i> Sm.	Rosaceae	Amoreira-silvestre	P	D	Zo	helio, meso
<i>Solanum erianthum</i> D.Don	Solanaceae	Fumo-bravo	P	P	Zo	helio
<i>Solanum lacerdae</i> Dusén	Solanaceae	Uva-do-mato	P	D	Zo	helio, meso
<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	Solanaceae	Peloteira	P	D	Zo	helio, higro
<i>Solanum variabile</i> Mart.	Solanaceae	Jurubeba-velame	P	D	Zo	helio, higro
<i>Symphyopappus casarettoi</i> B.L.Rob.	Asteraceae	Vassoura-do-campo	P	D	An	helio
<i>Symphyopappus itatiayense</i> (Hieron.) R.M.King & H.Rob	Asteraceae	Eupatório	P	P	An	helio, higro, meso
<i>Vernonanthura tweediana</i> (Baker) H.Rob	Asteraceae	Assa-peixe	P	D	An	helio, higro

No estudo, Asteraceae foi representada principalmente por espécies pioneiras consideradas importantes no processo de sucessão ecológica, uma vez que facilitam o estabelecimento e

permanência das espécies de estágios avançados da regeneração natural (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

A presença de espécies de Poaceae nas pilhas de estéreis de mineração está relacionada ao tipo e condições do ambiente uma vez que a alta luminosidade do ambiente facilita o estabelecimento das espécies (SANTOS-JUNIOR, 2014). Além disso, esta família representa importante fonte de recurso para a microfauna (BUCKUP, 2008).

A riqueza de samambaias e licófitas foi representada por herbáceas-terricolas (56%), seguida de epífitas (31%) e de espécies arbóreas (13%), com destaque para *Pityrogramma calomelanos* (L.) Link e *Pteridium arachnoideum* Kaulf., que estiveram presentes nos três estudos. Nas angiospermas predominaram as espécies herbáceas-terricolas (40%), seguida de árvores (23%), arbustos (11%), trepadeiras (10%), sub-arbustos (10%) e epífitas (6%). Esta diversificação de hábitos é extremamente importante, pois além de conferir efetividade e diversidade, representa a estrutura e a dinâmica sucessional (BELLOTTO et al., 2009) que vem ocorrendo nas pilhas de estéreis de mineração de carvão.

De acordo com a classificação sucessional, as espécies de árvores corresponderam à 50% não-pioneiras e 50% pioneiras. Já com os arbustos, predominaram as espécies pioneiras (95%), seguida das não-pioneiras (5%). O grupo das espécies pioneiras é considerado como chave para o processo de recuperação ambiental, pois estas são responsáveis pelo impulso inicial, rápido recobrimento do solo e por criar condições para outras espécies se estabelecerem (KLEIN et al., 2009).

De acordo com a classificação das árvores e dos arbustos em grupos funcionais (preenchimento e diversidade) predominou, em ambos, o grupo de diversidade, com 73% e 63%, respectivamente. Estes resultados podem estar relacionados ao sombreamento proporcionado por espécies arbóreas, como: *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Muell.Arg., *Casearia sylvestris* Sw., *Matayba elaeagnoides* Radlk e *Myrsine coriacea* (Sw) R.Br. ex Roem & Schult. que apresentam rápido crescimento e cobertura de copa, que favoreceram o crescimento das espécies que necessitam de sombreamento.

Outra funcionalidade da vegetação é a deciduidade de espécies arbustivas e arbóreas (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015), a

qual tem sua importância na interceptação da luz que chega ao solo, influenciando assim na germinação do banco de sementes (GANDOLFI; BELLOTTO; RODRIGUES, 2009), além de que com a decomposição de suas folhas podem gerar um pulso de liberação de nutrientes (GANDOLFI, 2003). Esta funcionalidade pode, diferentemente, condicionar a regeneração de cada espécie, sendo assim um caráter a ser considerado no planejamento da restauração (VIEIRA; GANDOLFI, 2006).

Espécies frutíferas que atraem a fauna, tanto os polinizadores como os dispersores de sementes, podem ser consideradas espécies-chave justamente pela funcionalidade atrativa. Dispersores podem trazer sementes dos remanescentes florestais da paisagem regional para a área em processo de restauração. Como exemplos de espécies que atraem dispersores citam-se, as capororocas (*M. coriacea* e *M. umbellata* Mart.) e a grandíuva (*Trema micrantha* Blume). São estas espécies que compõem o grupo funcional intitulado grupo de espécies atrativas de dispersores. Cabe ressaltar que é necessário selecionar espécies que ofertarão recursos em diferentes épocas e durante todo o ano, de modo a garantir a oferta contínua aos dispersores (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

As “bagueiras” são plantas que, quando com frutos maduros, atraem grande número de animais, como as figueiras, muitas mirtáceas (p.ex. *Psidium cattleianum* Sabine), a maioria das palmeiras (p.ex. *Euterpe edulis* Mart.), as quais atraem animais de porte e capacidade de dispersão muito variados (REIS; ZAMBONIN; NAKAZONO, 1999, REIS et al., 2003). De acordo com o autor, a utilização de bagueiras pode aumentar rapidamente o número de espécies dentro de uma área a ser recuperada, representando assim uma grande estratégia para a recuperação da resiliência ambiental.

Uma lista funcional de espécies para restauração corresponde a uma relação de plantas que possuem potencial para facilitar o processo de sucessão do ecossistema (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015) e de acordo com os autores, ao se organizarem as espécies em grupos funcionais, simplifica-se a aplicação do conhecimento ecológico para facilitar a prática da restauração.

Em relação às adaptações ambientais, tanto para as espécies arbóreas quanto arbustivas, as

heliófitas formaram o maior grupo, com 50% e 53%, respectivamente. Observou-se também que algumas espécies apresentaram duas ou mais adaptações ambientais, como por exemplo, *Jacaranda puberula* Cham. e *C. sylvestris* que ao mesmo tempo é heliófita, higrófito e mesófito; isso mostra ampla contribuição à dinâmica de sucessão para o ambiente (KLEIN et al., 2009).

Sobre as síndromes de dispersão para as árvores, o maior grupo foi o das zoocóricas (60%), seguido das anemocóricas (27%) e autocóricas (13%). Em contrapartida, os arbustos apresentaram dispersão anemocórica (58%) como sendo o maior grupo, seguido pela zoocoria (42%).

Nas florestas tropicais, a forma mais frequente de dispersar as sementes é através dos animais. Este processo é mais generalista, ou seja, uma espécie que possui fruto zoocórico pode atrair animais de espécies e tamanhos bastante distintos. Cerca de 60 a 90% das espécies vegetais da Floresta Atlântica são adaptadas a esse tipo de transporte (MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1992).

Para este estudo, cabe destacar o valor significativo das espécies arbóreas zoocóricas (60%), o qual demonstra a relação da interação animal-planta, fator preponderante na dinâmica de sucessão e restauração ecológica. Como exemplo pode-se citar *C. silvestres*, *M. coriacea*, *T.*

Contrariamente as espécies citadas anteriormente, as espécies exóticas invasoras têm um significativo impacto sobre a biodiversidade, afetando diretamente as comunidades biológicas, a economia e a saúde humana. Várias delas estão se disseminando e dominando, de forma perigosa, diferentes ecossistemas, ameaçando a integridade e o equilíbrio dessas áreas, e causando mudanças, inclusive, nas características naturais das paisagens. Em ecossistemas pobres em nutrientes, como as pilhas de estéréis de mineração de carvão, a presença de espécies invasoras (Tabela 3) cria, muitas vezes, condições favoráveis para o estabelecimento de outras espécies invasoras, que normalmente não se estabeleceriam. As plantas invasoras, em seu processo de ocupação, aumentam sua área de ocorrência e dominam e eliminam a flora nativa por competição direta. Os animais são eliminados ou obrigados a sair do local à procura de alimentos, antes abundantes pela diversidade de espécies existentes. Assim, lentamente as invasões biológicas vão promovendo a substituição de comunidades com elevada

micrantha, *Annona cacans* Warm. e *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.

Espécies anemocóricas também são importantes para áreas em restauração, pois são as primeiras a gerar populações em áreas degradadas (BELLOTTO et al., 2009), e para este estudo cita-se as espécies *Tibouchina sellowiana* Cogn., *Tibouchina urvilleana* Cogn. e *Senna multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby.

Espécies que possuem valor de mercado (espécies comerciais) que geram produtos florestais madeireiros e não madeireiros, capacidade de sequestro e fixação de carbono, podem agregar valor à modelos econômicos de restauração (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015), inclusive na geração de créditos de carbono potencialmente comercializados no futuro.

Senna multijuga, *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr., *Psidium cattleianum* e *Alchornea triplinervia* são espécies cujo valor econômico pode ser agregado a caixotaria, carvão vegetal, serraria e carpintaria (PREISKORN et al., 2009). Usos não-madeireiros, como os de uso alimentício, medicinal, ornamental, produto bioquímico (corante, látex, óleo, resina) foram registrados por Elias e Santos (2016) e são representados por espécies presentes neste estudo, como por exemplo, *C. canjerana*, *E. edulis*, *J. puberula*, *Ocotea puberula* Ness e *P. cattleianum*. diversidade por comunidades monoespecíficas, compostas por espécies invasoras, ou com diversidade reduzida (NAVE et al., 2009).

Tabela 3 - Relação das espécies exóticas invasoras amostradas em rejeito de mineração de carvão no sul de Santa Catarina.

Nome científico	Família
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urban	Apiaceae
<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson	Myrtaceae
<i>Eucalyptus saligna</i> Sm.	Myrtaceae
<i>Hedychium coronarium</i> J. Koenig	Zingiberaceae
<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	Poaceae
<i>Pinus elliottii</i> Engelm.	Pinaceae
<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae

4 CONCLUSÃO

Com este estudo demonstrou-se que as áreas mineradas podem revelar a potencialidade de

determinadas espécies, que, por compor esses ambientes onde os recursos são limitados, demonstraram sua capacidade de sobrevivência, potencial regenerante e plasticidade ecológica.

A partir do conhecimento dos atributos funcionais, é indicado, de forma eficiente, as espécies que facilitam a reconstrução dos processos funcionais do dinamismo dos ecossistemas. As listas funcionais tornam-se ferramentas importantes para o planejamento das ações de restauração das áreas degradadas pela mineração da região carbonífera de Santa Catarina.

5 AGRADECIMENTOS

À FAPESC, pelas bolsas de Iniciação Científica por meio do Projeto Valorização do Carvão Mineral, concedidas aos dois primeiros autores. À CAPES, pelas bolsas de Doutorado concedidas ao terceiro e quarto autor e à Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), pela infraestrutura fornecida para o desenvolvimento do trabalho.

6 REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil.

Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BACK, A. J. Solos. In: MILIOLI, G.; SANTOS, R. dos; CITADINI-ZANETTE, V. (Coord.). **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009, p. 35-40.

BARBOSA, L. M.; SHIRASUNA, R. T.; LIMA, F. C.; ORTIZ, P. R. T. Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo. 2015. **Anais... SIMPÓSIO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA**, 6. São Paulo, SP.

BELLOTTO, A.; VIANI, R. A. G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Inserção de outras formas de vida no processo de restauração. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. p. 59-89.

BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Plantio de árvores nativas brasileiras fundamentada na sucessão florestal. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. 1. ed. São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009.

BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Restauração Florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

BUCKUP, G. B. **Biodiversidade dos campos de Cima da Serra**. Porto Alegre: Libretos, 2008.

CITADINI-ZANETTE, V.; BOFF, V. P. **Levantamento florístico em áreas mineradas a céu aberto na região carbonífera de Santa Catarina, Brasil**. Florianópolis: Secretaria de Estado da Tecnologia, Energia e Meio Ambiente, 1992.

ELIAS, G. A.; SANTOS, R. Produtos Florestais Não Madeireiros e Valor Potencial de Exploração Sustentável da Floresta Atlântica no Sul de Santa Catarina. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 249-262, 2016.

FONT-QUER, P. **Dicionário de Botânica**. Barcelona: Labor, 1985.

GANDOLFI, S. Regimes de luz em florestas estacionais e suas possíveis consequências. In: CLAUDINO-SALES, W. (Org.). **Ecossistemas Brasileiros: manejo e conservação**. Fortaleza: Expressão, 2003. p.305-311.

GANDOLFI, S.; BELLOTTO, A.; RODRIGUES, R. R. Inserção do conceito de grupos funcionais na restauração, baseada no conhecimento da biologia das espécies. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. p. 62-77.

KLEIN, A. S.; CITADINI-ZANETTE, V.; LOPES, R. P.; SANTOS, R. Regeneração natural em área degradada pela mineração de carvão em Santa Catarina, Brasil. **R. Esc. Minas**, v. 62, n. 3, p. 297-304, 2009.

MORELLATO, L. P.; LEITÃO-FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. (Coord.). **História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma**

floresta no Sudeste do Brasil. Editora da UNICAMP/FAPESP, São Paulo, 1992. p. 112-141.

MPF-SC. Ministério Público Federal de Santa Catarina. **Reparação dos danos ambientais em áreas mineradas na bacia carbonífera do Sul do Estado de Santa Catarina.** (Período básico: 1972-1989). Ação Civil Pública n.2000.72.04.002543-9. 2006. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/conteudo/levantamento_minas/mineracao_acp.htm#10>. Acesso em: 21 mar. 2017.

NAVE, A. G.; BRANCALION, P. H. S.; COUTINHO, E.; CESAR, R. G. Descrição das ações operacionais de restauração. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da mata atlântica:** referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. p.180-221.

PREISKORN, G. M.; PIMENTA, D.; AMAZONAS, N. T.; NAVE, A. G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R.; BELLOTTO, A.; CUNHA, M. C. S. Metodologia de restauração para fins de aproveitamento econômico (Reserva legal e áreas agrícolas). In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da mata atlântica:** referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. p.158-175.

REIS, A.; ZAMBONIM, R. M.; NAKAZONO, E. M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal.** Caderno nº 14. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, São Paulo, 1999.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPÍNDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza e Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003.

ROCHA-NICOLEITE, E.; CAMPOS, M. L.; CITADINI-ZANETTE, V.; SANTOS, R.; MARTINS, R.; SOARES, C. R. F. S. **Mata Ciliar:** implicações técnicas sobre a restauração após mineração de carvão. Criciúma: SATC; 2013.

RODRIGUES, E. **Ecologia da Restauração.** Londrina: Planta, 2013.

SANTOS, R.; CITADINI-ZANETTE, V.; LEAL-FILHO, L. S.; HENNIES, W. T. Spontaneous vegetation on overburden piles in the coal basin of Santa Catarina,

Brazil. **Restoration Ecology**, v. 16, n. 3, p. 444-452, 2008.

SANTOS-JUNIOR, R. D. **Comunidades herbáceas terrícolas em floresta atlântica primária e secundária no sul do Brasil.** 2014. 36 f. Dissertação (Mestrado em Botânica)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

van der PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants.** 2.ed. Berlin: Springer, 1972.

VIEIRA, D. C. M.; GANDOLFI, S. Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas em uma floresta em processo de restauração. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 541-554, 2006.