

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
UNIDADE ACADÊMICA DE HUMANIDADES, CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BACHARELADO)**

GUILHERME DE LORENZI

**FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UMA COMUNIDADE VEGETAL
ESPONTÂNEA EM ÁREAS DEGRADADAS POR MINERAÇÃO DE CARVÃO A
CÉU ABERTO, SIDERÓPOLIS, SANTA CATARINA, BRASIL**

CRICIÚMA

2013

GUILHERME DE LORENZI

**FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UMA COMUNIDADE VEGETAL
ESPONTÂNEA EM ÁREAS DEGRADADAS POR MINERAÇÃO DE CARVÃO A
CÉU ABERTO, SIDERÓPOLIS, SANTA CATARINA, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para
obtenção do grau de Bacharel no Curso de Ciências
Biológicas da Universidade do Extremo Sul
Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Dr. Jairo José Zocche
Co-orientador: M.Sc. Jader Lima Pereira

**CRICIÚMA
2013**

GUILHERME DE LORENZI

**FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UMA COMUNIDADE VEGETAL
ESPONTÂNEA EM ÁREAS DEGRADADAS POR MINERAÇÃO DE CARVÃO A
CÉU ABERTO, SIDERÓPOLIS, SANTA CATARINA, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do grau de Bacharel no Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Florística e Fitossociologia.

Criciúma 28 de Junho de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jairo José Zocche (Unesc) - Orientador

Prof. Dr. Rafael Martins (Unesc)

M.Sc. Edilane Rocha Nicoleite

DEDICO...

**Ao meu pai (*in memoriam*),
que apesar de sua falta, estará sempre me iluminando.
E a todos que fazem da vida, o maior presente de Deus.**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me promove e faz confiar em meus sonhos todos os dias.

À minha esposa Josyellen, me proporcionando força, virtude e persistência a cada dia, o que me faz agradecer o apoio e carinho que recebo estando ao seu lado.

À minha mãe, fonte de inspiração e coragem, sabendo lidar e mostrar o caminho certo que almejamos na vida.

À minha grande irmã, sempre alegrando meus momentos difíceis.

À todos os familiares, amigos e colegas de classe, que juntos contribuíram e torceram por mim.

Ao meu grande mestre e orientador Prof. Dr. Jairo José Zocche, que ao longo destes 4 anos de estudos, nos fez entender um pouco mais o meio e o mundo natural em que vivemos, expondo sua sabedoria com destreza e bom senso de entendimento.

Ao biólogo, amigo e co-orientador M.Sc. Jader Lima Pereira, que sempre esteve disposto a ajudar e auxiliar nos obstáculos expostos por este estudo.

À bióloga Tamiles Borsatto Patricio, pelo auxílio nos estudos em campo.

E a todos os professores, que de forma geral, foi através deles que obtive todo o conhecimento e informação no intuito de inferir esta conclusão de curso.

**Se planejarmos para um ano, devemos plantar cereais.
Se planejarmos para décadas, devemos plantar árvores.
Se planejarmos para toda a vida, devemos educar o homem.**

Kwantzu (Pensador chinês)

RESUMO

A indústria carbonífera há muito tempo vem praticando a extração mineral na região sul de Santa Catarina. No passado alguns dos métodos utilizados em suas atividades, acabaram gerando grandes implicações ambientais. Um dos principais efeitos causados durante a extração de carvão resulta na inversão das camadas do solo, que originou pilhas de estéreis, geralmente cônicas, formadas por siltitos, folhelhos e arenitos, chegando a atingir 20m de altura. Esta inversão criou grandes limitações, principalmente devido à compactação dos solos e ao baixo teor de nutrientes. Contudo, a busca pela recuperação destas áreas se tornou essencial, onde os levantamentos florísticos e fitossociológicos representam a peça chave na recuperação e manutenção da biodiversidade. Este estudo teve por objetivo avaliar a estrutura florística e fitossociológica de uma comunidade vegetal estabelecida sobre pilhas de estéreis, decorrentes da mineração de carvão a céu aberto. O trabalho foi realizado no Campo Vila Funil, município de Siderópolis/SC, onde se aplicou o método de parcelas para o levantamento de dados de uma comunidade vegetal espontânea sobre pilhas de estéreis, cujo critério de inclusão de espécies foi o $DAP \geq 3\text{cm}$. Foram calculados os parâmetros fitossociológicos de frequência, densidade, dominância, índice de valor de cobertura e índice de valor de importância. No total foram inventariados 142 indivíduos pertencentes a 27 espécies e 17 famílias. Mytaceae e Asteraceae foram às famílias mais representativas em termos de riqueza. *Pera glabrata* (18,56%) e *Eucalyptus saligna* (44,22%) foram as espécies que apresentaram os maiores índices de valores de importância (IVI). *Clethra scabra*, *Myrsine coriacea*, *Tibouchina sellowiana*, *Myrcia splendens* e *Pera glabrata*, ocorreram com elevado número de indivíduos podendo ser indicadas como espécies potenciais para recuperação de áreas degradadas, pelo fato de serem nativas da flora regional e por terem demonstrado boa adaptação às condições extremas presentes nas áreas degradadas estudadas. É com este intuito que estudos sobre composição florística e fitossociologia se fazem tão necessário quanto imprescindíveis para facilitar a caracterização da estrutura de florestas, identificar as possíveis alterações antrópicas e auxiliar na recuperação de áreas degradadas.

Palavras-chave: Campo Vila Funil, vegetação pioneira, estéreis da mineração.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização da área de estudo no município de Siderópolis/SC. Foto aérea do Campo Vila Funil, no município de Siderópolis/SC. (A) Pilhas de estéreis expostas em 1978 pela atividade de extração mineral. (B) Fragmentos de vegetação que se adaptaram as novas condições (ano de 2006).	14
Figura 2 - Panorama da comunidade vegetal do Campo Vila Funil.....	17
Figura 3 - Aspecto geral do Campo Vila Funil, no município de Siderópolis/SC, com respectiva demarcação do local 1 e 2.	18
Figura 4 - Distribuição das parcelas.	18
Figura 5 - Distribuição das espécies por família amostradas nos locais 1 e 2, através do levantamento fitossociológico no município de Siderópolis/SC.....	23
Figura 6 - Curva cumulativa de espécies, obtida no levantamento fitossociológico dos locais 1 e 2, em área minerada a céu aberto no município de Siderópolis/SC.	24
Figura 7 - Classes de diâmetros dos indivíduos amostrados nos locais 1 e 2, através do levantamento fitossociológico no município de Siderópolis/SC.....	29
Figura 8 - Classes de altura dos indivíduos amostrados nos locais 1 e 2 com respectivos intervalos de 1,5m e 2,1m, realizado através do levantamento fitossociológico no município de Siderópolis/SC.	30

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Relação das espécies com $DAP \geq 3\text{cm}$ amostradas nos locais (1 e 2), através do levantamento florístico-fitossociológico no Campo Vila Funil, município de Siderópolis/SC.21
- Tabela 2 - Parâmetros fitossociológicos estimados para as espécies amostradas no local 1, no município de Siderópolis/SC, para indivíduos com $DAP \geq 3\text{cm}$, em ordem decrescente de índice de valor de importância (IVI), onde: FA representa a frequência absoluta, FR a frequência relativa, DA a densidade absoluta, DR a densidade relativa, DoA a dominância absoluta, DoR a dominância relativa, IVC o índice de valor de cobertura.26
- Tabela 3 - Parâmetros fitossociológicos estimados para as espécies amostradas no local 2, no município de Siderópolis/SC, para indivíduos com $DAP \geq 3\text{cm}$, em ordem decrescente de índice de valor de importância (IVI), onde: FA representa a frequência absoluta, FR a frequência relativa, DA a densidade absoluta, DR a densidade relativa, DoA a dominância absoluta, DoR a dominância relativa, IVC o índice de valor de cobertura.27
- Tabela 4 - Limites estabelecidos entre os estratos dos locais 1 e 2 presentes no Campo Vila Funil no município de Siderópolis/SC.31
- Tabela 5 - Valores dos Índices de Similaridade de Sorensen e Jaccard obtidos para os locais 1 e 2.32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS.....	13
1.1.2 Objetivo geral.....	13
1.1.3 Objetivos específicos.....	13
2 MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	14
2.2 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	15
2.2.1 Clima.....	15
2.2.2 Geologia	15
2.2.3 Solos	15
2.2.4 Hidrografia.....	16
2.2.5 Vegetação.....	16
2.3 METODOLOGIA.....	17
2.3.1 Levantamento florístico	17
2.3.2 Parâmetros fitossociológicos.....	19
2.3.3 Composição de classes em diâmetro e altura	19
2.3.4 Índices de similaridade.....	20
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
3.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA.....	21
3.2 ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA	24
3.2.1 Suficiência amostral	24
3.2.2 Estrutura horizontal.....	25
3.2.3 Distribuição diamétrica.....	28
3.2.4 Estrutura vertical	29
3.2.5 Similaridade florística	31
4 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A utilização de bens minerais pelo homem é tão antiga quanto sua história, neste caso, a extração mineral acaba caracterizando-se como uma atividade modificadora do meio ambiente, provocando uma série de impactos ambientais (TANNO; SINTONI, 2003 apud AUMOND, 2007). Tais consequências ambientais decorrentes da mineração de carvão estão diretamente ligadas aos métodos de exploração e seus processos utilizados (SCHEIBE, 2002).

Por muito tempo a atividade de extração e beneficiamento do carvão foi realizada de maneira predatória, acarretando grandes problemas ambientais à chamada Bacia Carbonífera Sul Catarinense. Mesmo com os esforços das mineradoras em aperfeiçoar métodos de extração mineral, de tratamento e deposição de resíduos, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais, os problemas ainda permanecem (LOPES; SANTO; GALATTO, 2009).

A indústria carbonífera no sul de Santa Catarina acabou deixando um agravo ecológico de grandes proporções, resumindo-se em impactos no solo, ar, água, e na qualidade de vida da população, trazendo consigo também a alteração da topografia e paisagem da região (DE LUCA; GASTALDON, 1999).

Devido à carência de planejamento, tecnologia e políticas ambientais, as carboníferas, por muitos anos, não adotaram técnicas apropriadas para a disposição dos rejeitos. À medida que as reservas eram esgotadas as mineradoras se deslocavam para novos sítios de extração, deixando para trás expostas ao ambiente, pilhas de rejeitos e estéreis parcialmente ou não recuperadas (LOPES; SANTO; GALATTO, 2009).

Assim como outros municípios da região carbonífera de Santa Catarina, o município de Siderópolis realizou a atividade de mineração de carvão a céu aberto em grande escala, caracterizado por ser um processo altamente impactante a natureza (KLEIN, 2006).

De acordo com Citadini-Zanette (1999):

A lavra a céu aberto é utilizada, quando a jazida de carvão se encontra próxima à superfície do solo com (aproximadamente até 28 m de profundidade). No início da mineração mecanizada consistia na detonação da área com posterior retirada da vegetação, solo e estéreis da mineração por escavadeiras até encontrar a camada de carvão, formando cavas. Neste material depositado em pilhas geralmente cônicas, de até 20 m de altura, a vegetação e o solo eram depositados na base das pilhas, encimados pelos estéreis da mineração formados por siltitos, folhelhos, arenitos e outros, gerando a conhecida “paisagem lunar”, caracterizada pela inversão das camadas do solo.

Segundo Klein (2006), as atividades de mineração a céu aberto fazem com que a vegetação seja suprimida, o banco de sementes do solo destruído e todos os horizontes do solo descaracterizados devido à inversão de suas camadas.

Ainda conforme o autor op.cit., este ressalta que áreas degradadas por mineração, onde os horizontes superficiais foram removidos, e os mesmos são a porção do solo que contém a maior concentração de nutrientes, matéria orgânica e microrganismos, podem-se observar grandes limitações no substrato, principalmente devido à compactação dos solos e ao baixo teor de nutrientes.

É certo que, ao longo dos últimos anos, algumas ações têm sido empreendidas em uma tentativa de melhorar a qualidade de vida da região, porém, a exploração do carvão mineral acabou gerando na região em torno de 6.400 hectares de áreas degradadas (CITADINI-ZANETTE et al., 2009).

Segundo Colonetti (2008), para garantir a equacionalização entre os custos ambientais e os benefícios socioeconômicos decorrentes da extração de carvão, maiores estudos que apontem os efeitos diretos e indiretos sobre a área atingida e seu entorno, se mostram necessários. Tais enfoques permitirão avaliar os potenciais de perdas e conservação dos recursos naturais em longo prazo.

Assim sendo, a recuperação da uma área degradada, se processará através do crescimento de plantas bem como o restabelecimento da interação entre todos os elementos físicos, químicos e biológicos do meio, dispondo assim, um equilíbrio dinâmico entre os mesmos (RODRIGUES; LEITÃO-FILHO, 2000).

Segundo Aumond (2007), que descreve as terminologias usadas frequentemente em atividades que visam à recomposição ambiental, onde segue de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em sua NBR:13030, a **reabilitação** é o “conjunto de procedimentos através dos quais se propicia o retorno da função produtiva da área ou dos processos naturais, visando adequação ao uso futuro”. A **recuperação** é o “conjunto de procedimentos através dos quais é feita a recomposição da área degradada para o estabelecimento da função original do ecossistema”. Essa norma define também a **restauração** como “o conjunto de procedimentos através dos quais é feita a reposição das exatas condições ecológicas da área degradada, de acordo com o planejamento estabelecido”.

A partir da década de 90 se intensificaram os estudos sobre a recuperação de áreas degradadas no Brasil e em especial na Bacia Carbonífera Catarinense. Com a atuação do Ministério Público Federal que por meio de Ação Civil Pública que condenou as mineradoras a recuperarem seus passivos ambientais, abriu-se então a oportunidade para o

desenvolvimento de diversas pesquisas e para a implantação de projetos de recuperação de áreas degradadas.

Nesta linha de pesquisa com foco na recuperação de áreas degradadas, podem ser citados os trabalhos de Zocche (2002) que em sua tese de doutoramento faz uma revisão minuciosa dos trabalhos realizados na Bacia Carbonífera Catarinense até aquela data. Merecem destaques também os trabalhos de Santos (2003), Martins (2005), Klein (2006), Costa (2007).

Partindo do foco de recuperação de uma área degradada, conforme Aumond (2007), a revegetação é parte essencial neste processo, no entanto os manuais e propostas de projetos para recuperação e reabilitação ambiental de áreas degradadas pela mineração carecem de uma concepção metodológica integradora e detêm uma abordagem simplista, do qual transferiu-se para a mineração técnicas e procedimentos utilizados na agricultura e nos reflorestamentos homogêneos.

O conhecimento de como as plantas se estabelecem naturalmente num local degradado, pode reduzir ao mínimo os efeitos sobre o solo e aumentar o processo natural de sua recuperação. Este que associado ao estudo da estrutura das comunidades, a noção do número e distribuição das espécies nos diferentes grupos sucessionais, atribuem uma maior precisão na reprodução de um padrão natural, conferindo assim um aumento das chances de sucesso na recuperação do ambiente (ARAÚJO et al., 2006).

Hoje em dia, o uso de parâmetros sucessionais nas práticas de revegetação se intensificou e passou a ser mais valorizado. A amostragem da composição florística e dos parâmetros fitossociológicos, tornou-se essencial para se definir as políticas de recuperação e conservação de áreas degradadas, produção de sementes e mudas, identificação de espécies ameaçadas, avaliação de impactos, licenciamento ambiental, dentre outros âmbitos (FREITAS, 2012).

É oportuno destacar que, o ecossistema de áreas desflorestadas apresenta baixa resiliência, isto é, o retorno ao estado anterior pode não ocorrer ou ser extremamente lento. Com o emprego de combinações de espécies de diferentes grupos ecológicos em projetos de recuperação de áreas degradadas, como por exemplo as mineradas por carvão, visa-se, sobretudo, acelerar o processo de sucessão secundária e a consequente redução do tempo de formação desta vegetação (CRESTANA et al., 1993 apud PAIS, 2003).

Chada et al. (2004), relatam que para recuperação de ecossistemas alterados, o plantio de espécies facilitadoras da sucessão natural, que possuem capacidade de estabelecimento em condições limitantes, atração de fauna, crescimento rápido e a grande

deposição de serrapilheira são características desejáveis de espécies para plantios de recuperação.

Dentro deste contexto, é considerada muito importante a manutenção de manchas, “ilhas” de vegetação que se estabelecem espontaneamente em áreas degradadas durante o processo de recuperação ambiental, bem como, o processo de regeneração natural, que possui grande importância perante a restauração florestal de novas áreas que necessitam de uma recuperação ambiental e também em fragmentos florestais já estabelecidos, pois auxiliam no processo de renovação da composição florística do local e a manutenção das espécies nativas de uma determinada região (HULLER et al., 2011).

1.1 OBJETIVOS

1.1.2 Objetivo geral

Avaliar a composição florística e a estrutura fitossociológica de comunidades vegetais, estabelecidas sobre pilhas de estéreis, decorrentes da mineração de carvão a céu aberto.

1.1.3 Objetivos específicos

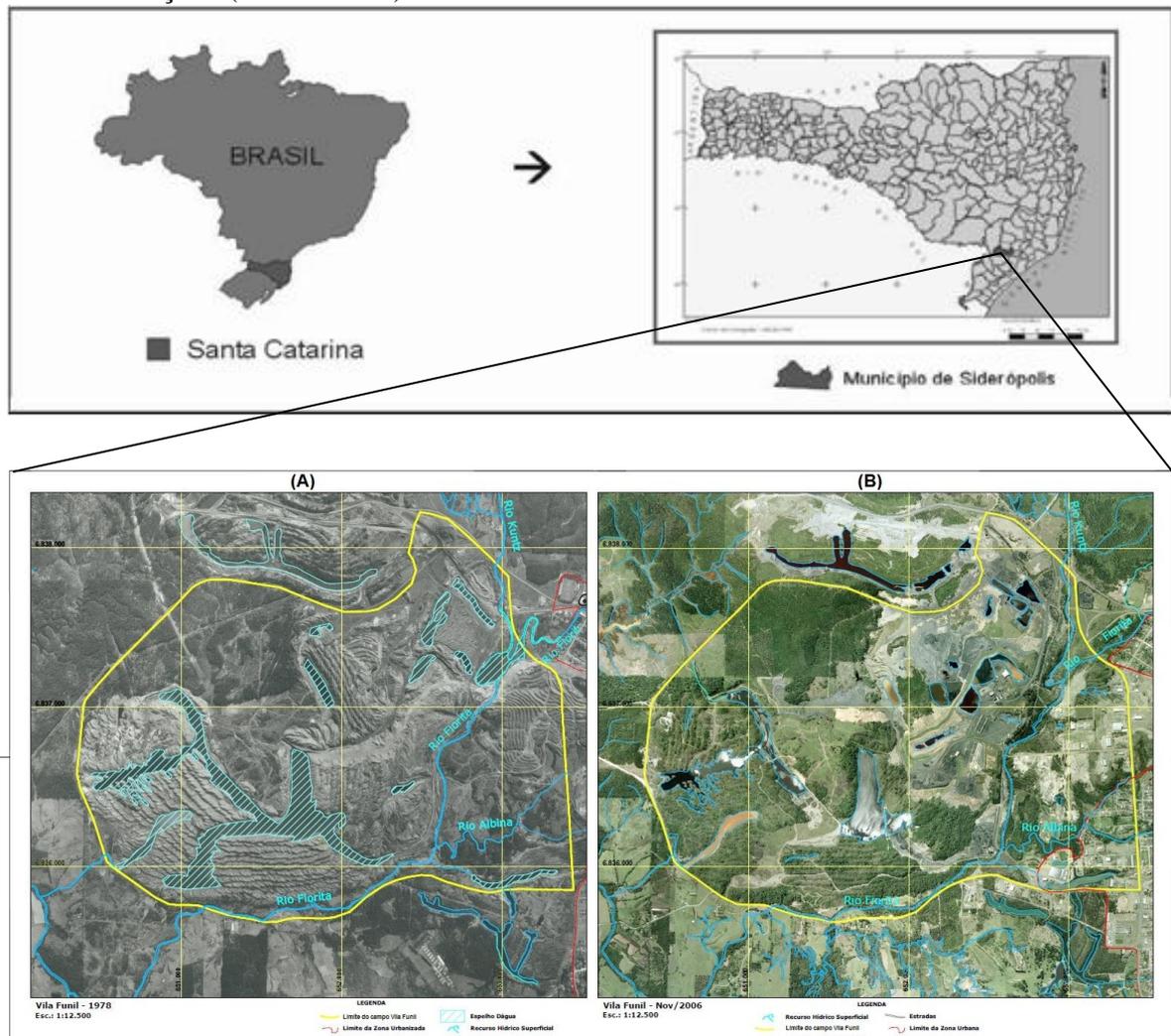
- Avaliar a composição florística, de comunidades vegetais, sobre pilhas de estéreis existentes em área degradada por mineração de carvão a céu aberto, no município de Siderópolis/SC;
- Determinar os parâmetros fitossociológicos, como frequência, densidade, e dominância, absoluta e relativa, com os respectivos índices de valores de cobertura e importância;
- Avaliar a similaridade de comunidades vegetais que se estabelecem em áreas de mineração de carvão a céu aberto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo encontra-se localizada no município de Siderópolis/SC (Figura 1), entre as coordenadas, 28° 35' S e 49° 27' W. Conhecida como Campo Vila Funil, a área estudada, possui uma extensão de aproximadamente 559ha, dos quais cerca de 75% (420 ha) foram mineradas a céu aberto (GEOLÓGICA, 2008).

Figura 1 - Localização da área de estudo no município de Siderópolis/SC. Foto aérea do Campo Vila Funil, no município de Siderópolis/SC. (A) Pilhas de estéreis expostas em 1978 pela atividade de extração mineral. (B) Fragmentos de vegetação que se adaptaram as novas condições (ano de 2006).



Fonte: Santos (2003), Geológica (2008).

2.2 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo, caracteriza-se pela existência de antigas cavas de mineração a céu aberto, sendo formada principalmente por pilhas de estéreis e depósitos de rejeitos, originados através do beneficiamento de carvão fruto do desenvolvimento da lavra até o final da década de 1970 (GEOLÓGICA, 2008).

2.2.1 Clima

O clima da região Sul de Santa Catarina é classificado segundo Köppen como o tipo mesotérmico úmido (Cfa). As temperaturas médias anuais oscilam entre 16°C e 18°C, sendo a média de julho entre 12°C e 14°C, classificando-o como o mês mais frio do ano com possibilidades de gradientes térmicos diários inferiores a 10°C e ocorrências de noites frias com temperaturas abaixo de 0°C, possibilitando a ocorrência de geadas. A umidade relativa anual está entre 80 e 85%, sendo a precipitação média na região estudada de 1.400mm/ano a 1.600mm/ano (SANTA CATARINA, 1991).

2.2.2 Geologia

A região estudada situa-se na porção catarinense da Bacia Sedimentar do Paraná, inserida no domínio das rochas de natureza ígnea e sedimentar nos quais estão associadas várias camadas de carvão (SANTOS, 2003). Sua estrutura apresenta principalmente Cobertura Sedimentar Gondwânica, com ocorrência de Rochas Efusivas de Sequência Básica, sendo que no leste e no sul predomina a Cobertura Sedimentar Quaternária (EPAGRI, 2001).

2.2.3 Solos

Os solos da área de estudo apresentam originalmente baixos teores de matéria orgânica, de fósforo e teores médios de potássio. Nas áreas abandonadas pela mineração a céu aberto o substrato pedológico é composto de folhelhos carbonosos, siltitos, arenitos, argila, desprovido de estrutura e sem textura e cor definíveis. A drenagem se apresenta, suficientemente, boa com a presença de blocos de arenitos e folhelhos (BOFF; CITADINI-ZANETTE, 1992).

2.2.4 Hidrografia

A área de estudo está inserida na microbacia do rio Fiorita, que é um dos afluentes da margem esquerda do rio Mãe Luzia que faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá (KARNAUKHOVA, 2000).

Atualmente os recursos hídricos da região de estudo estão comprometidos pelas atividades relacionadas com a lavra, transporte e beneficiamento do carvão mineral, sendo essas as principais causas desta degradação. O rio Fiorita sofre influência da mineração na maior parte de sua extensão devido às antigas áreas de lavra de carvão a céu aberto, drenagens de minas de subsolo e deposição de rejeitos piritosos. A degradação está de modo geral relacionada com a geração de drenagem ácida de mina, originada a partir da reação de oxidação de minerais sulfetados, como, por exemplo a pirita (ALEXANDRE, 1999).

2.2.5 Vegetação

O estado de Santa Catarina, que está totalmente inserido no Bioma Mata Atlântica, atualmente detém apenas 22,1% de matas, onde predominam florestas secundárias em estágio médio ou avançado de regeneração com poucos remanescentes de floresta primária (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2011).

No sul do Estado, toda região originalmente é coberta pela Floresta Ombrófila Densa, distribuídas nas formações de terras baixas, submontana, montana e altomontana, caracterizando-se por ser uma floresta com inúmeras comunidades e associações. Distingua-se pela classe de formação mais pujante, heterogênea e complexa do sul do país, de grande força vegetativa capaz de produzir, naturalmente, de curto e em médio prazo, grandes volumes de biomassa. Apesar de a formação possuir uma fabulosa produção de biomassa e densos povoamentos arbóreos, não significa que possa reconstituir, naturalmente, a floresta original com o mesmo padrão anterior, principalmente, porque a dispersão das espécies se dá com certo grau de aleatoriedade e muitos vetores de polinização e de dispersão podem ter sido eliminados com o processo de mineração (LEITE; KLEIN, 1990).

Atualmente, as áreas remanescentes da Floresta Ombrófila Densa sob ação antrópica, estão representadas por áreas de vegetação secundária (CITADINI-ZANETTE et al., 2002).

Embora a cobertura vegetal original da região fisiográfica, na qual se situa a área de estudo, tenha sido na maior parte extinguida pela ação antrópica, os fragmentos desta

vegetação, guardam consigo certa diversidade específica vegetal e animal, que se adaptaram às novas condições ambientais impostas pela presença humana em maior densidade, configurando as comunidades bióticas atuais (CITADINI-ZANETTE et al., 2002).

Uma das primeiras observações que se constata na área de estudo é a alteração da paisagem natural (Figura 2). A mineração e outros empreendimentos extrativistas produziram irreparáveis perdas na biodiversidade (DE LUCA; GASTALDON, 1999).

Figura 2 - Panorama da comunidade vegetal do Campo Vila Funil.



Fonte: Autor (2013).

E ainda segundo Martins (2005), não somente a atividade mineradora, mas também outros fatores vêm colocando em risco a dinâmica sucessional da vegetação na região carbonífera, principalmente pelo uso de espécies exóticas (*Eucalyptus* spp., *Pinus* spp. e *Hovenia dulcis* Thunb.) nos processos de recuperação das áreas mineradas.

2.3 METODOLOGIA

2.3.1 Levantamento florístico

Para o levantamento florístico e fitossociológico das espécies nas áreas mineradas a céu aberto que apresentam vegetação espontânea, utilizou-se o método de parcelas (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974).

Para tanto foram selecionados dois locais com vegetação espontânea (Figura 3), em estádios sucessionais distintos onde foram estabelecidas 30 parcelas de 5m x 5m (25m²), sendo distribuídas em cada um dos locais 15 parcelas, conforme ilustrado na figura 4.

Figura 3 - Aspecto geral do Campo Vila Funil, no município de Siderópolis/SC, com respectiva demarcação do local 1 e 2.

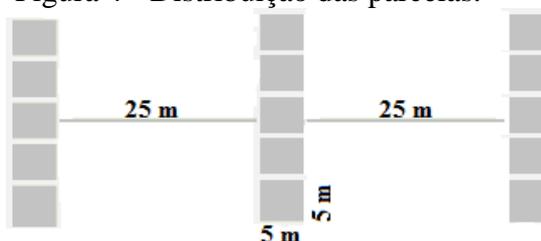


Fonte: Geológica (2008).

Pelo fato de a vegetação ainda estar em processo de estabelecimento sobre as áreas estudadas, e as espécies não terem se desenvolvido plenamente em função das condições extremas presentes nos estéreis, foram amostrados todos os indivíduos que apresentaram diâmetro do caule (DAP) ≥ 3 cm, na altura de 1,30m do solo, assim como foi estimada a altura dos espécimes. Para os indivíduos com caules ramificados, foi considerada a presença de pelo menos uma ramificação que atende o critério mínimo de inclusão. Os espécimes foram registrados em planilha com seus respectivos dados.

As espécies foram identificadas por meio de bibliografias especializadas e com o auxílio de especialistas botânicos, sendo que, para a delimitação das famílias seguiu-se as propostas de Smith et al. (2006) para Pteridophyta e APG III - Angiosperm Phylogeny Group III (2009) para as angiospermas.

Figura 4 - Distribuição das parcelas.



2.3.2 Parâmetros fitossociológicos

O estudo da fitossociologia visa à descrição da composição e estrutura das associações, determinação dos locais preferenciais das espécies características, análise do seu comportamento nos diferentes ambientes, ocupando-se com todos os fenômenos relacionados com a vida das plantas (KLEIN, 1964).

Foram calculados os parâmetros de frequências (F), densidades (D) e dominâncias (Do), absolutas (A) e relativas (R), com os respectivos índices de valor de cobertura (IVC) e valor de importância (IVI) de acordo com Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), cujas fórmulas são apresentadas abaixo:

$$FA = \frac{P_i}{P} \times 100$$

$$FR = \frac{FA_i}{\sum FA_i} \times 100$$

$$DA = \frac{n}{\text{área}} \times 10.000 \text{ m}^2$$

$$DR = \frac{DA_i}{\sum DA_i} \times 100$$

$$DoA = \frac{AB_i}{\text{área}} \times 10.000 \text{ m}^2$$

$$DoR = \frac{DoA_i}{\sum DoA_i} \times 100$$

$$IVC = \frac{DR + DoR}{2}$$

$$IVI = \frac{FR + DR + DoR}{3}$$

$$Ab = \frac{\pi}{4} \times d^2$$

$$AB_i = \sum Ab$$

onde:

P_i = número de parcelas com ocorrência da espécie i ;

P = número total de parcelas;

n = número de indivíduos da espécie i ;

N = número total de indivíduos;

AB_i = área basal da espécie i ;

Ab = área basal individual;

d = DAP de cada indivíduo, em metros.

2.3.3 Composição de classes em diâmetro e altura

Elaborou-se o histograma de distribuição de frequência das classes de diâmetro e de altura, para a representação dos dados obtidos. Para determinar o número mínimo de

classes, bem como a amplitude, utilizaram-se as fórmulas propostas por Spiegel (1987), apresentadas a seguir:

$$NC = 1 + 3,3 \cdot \log (n);$$

$$IC = A/NC;$$

onde:

NC = número de classes;

IC = intervalo de classe;

n = número de indivíduos;

A = amplitude de classe (altura máxima – altura mínima).

2.3.4 Índices de similaridade

Entre os índices para a determinação da similaridade florística foram aplicados o índice de Sorensen, que consiste em um índice qualitativo, pois se baseia na presença ou ausência das espécies. As espécies comuns entre os dois locais quando comparadas, recebem um peso maior do que aquelas espécies que são exclusivas a um ou outro fragmento. Quando o valor deste índice é superior a 0,5 ou 50% pode-se se referir que existe elevada similaridade entre as comunidades (FELFILI; VENTUROLI, 2000).

Já o índice de Jaccard leva em conta a relação existente entre o número de espécies comuns e número total de espécies encontradas quando se comparam dois fragmentos (MULLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974).

Neste caso as fórmulas apresentam-se como:

$$IS = \frac{2 \times c}{a + b}$$

$$IJ = \frac{c}{a + b + c}$$

onde:

IS = índice de Sorensen;

IJ = índice de Jaccard;

a = número de espécies presentes no local 1;

b = número de espécies presentes no local 2;

c = número de espécies comuns entre os dois locais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

Na área estudada no local 1, foram registradas 19 espécies, distribuídas em 17 gêneros e 15 famílias botânicas. Já no local 2, foram registradas 11 espécies, distribuídas em 11 gêneros e 7 famílias botânicas (Tabela 1).

Para os dois locais, foram registrados um total de 142 indivíduos, sendo 64 indivíduos pertencentes ao local 1 e 78 indivíduos pertencentes ao local 2.

Dentro das comunidades vegetais em estudo, a família Myrtaceae, demonstrou-se como a mais representativa entre os dois locais (Figura 5).

Tabela 1 - Relação das espécies com DAP \geq 3cm amostradas nos locais (1 e 2), através do levantamento florístico-fitosociológico no Campo Vila Funil, município de Siderópolis/SC.

FAMÍLIA/Nome científico	Hábito	Nome popular	Local
ASTERACEAE (3)			
1 <i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Arbusto	Vassourinha	2
2 <i>Kaunia rufescens</i> (Lund ex DC.)	Arbusto	Eupatório	2
3 <i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob.	Árvore	Vassourão-branco	1
BIGNONIACEAE (1)			
4 <i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Árvore	Caroba	1
CLETHRACEAE (1)			
5 <i>Clethra scabra</i> Pers.	Árvore	Carne-de-vaca	1 e 2
CUNONIACEAE (1)			
6 <i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Árvore	Guaraperê	1
CYATHEACEAE (1)			
7 <i>Cyathea delgadii</i> Sternb.	Arborescente	Samambaia	1
EUPHORBIACEAE (1)			
8 <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Árvore	Tanheiro	1
FABACEAE (1)			
9 <i>Acacia mearnsii</i> De Wild.	Árvore	Acácia-negra	1
LAMIACEAE (1)			
10 <i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	Arvoreta	Gaioleiro	1

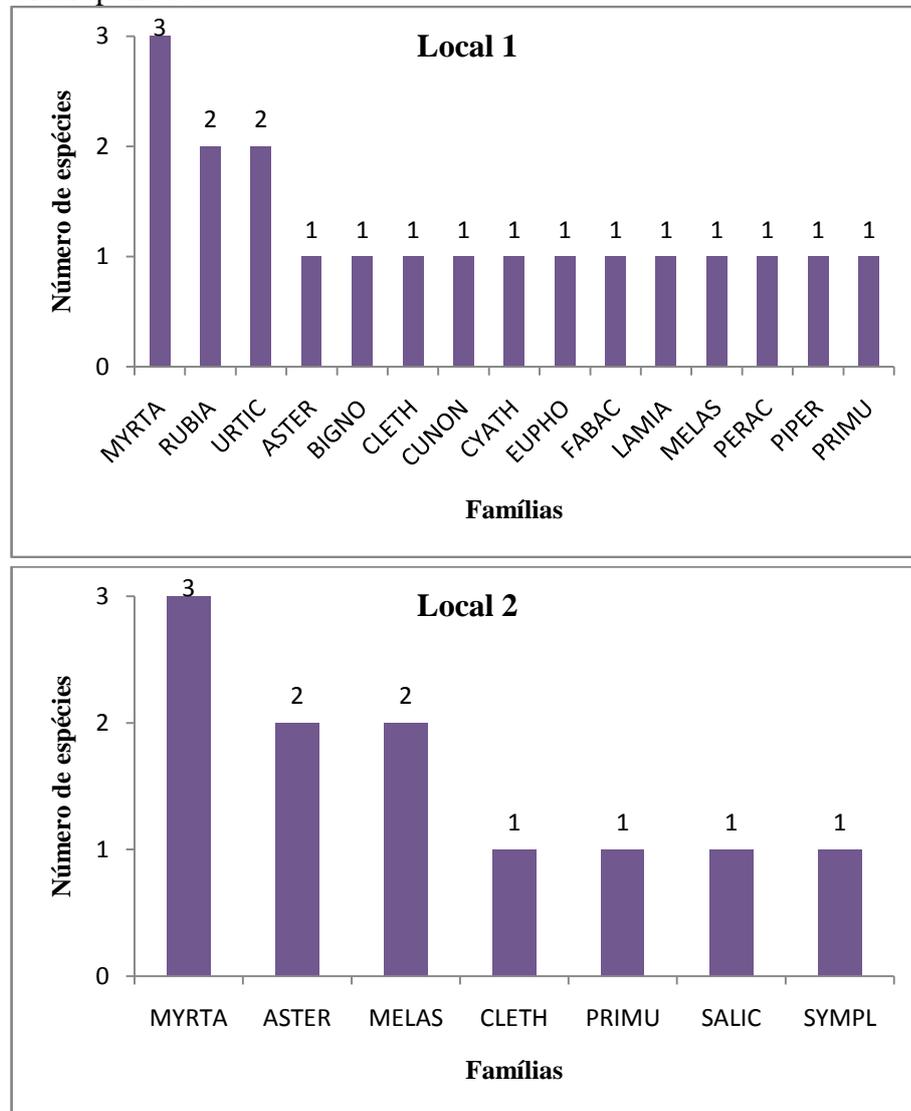
FAMÍLIA/Nome científico	Hábito	Nome popular	Local
MELASTOMATACEAE (2)			
11 <i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	Arvoreta	Pixirica	2
12 <i>Tibouchina sellowiana</i> (Cham.) Cogn.	Árvore	Quaresmeira	1 e 2
MYRTACEAE (6)			
13 <i>Eucalyptus saligna</i> Sm. *	Árvore	Eucalipto	2
14 <i>Myrcia</i> sp.	-----	-----	1
15 <i>Myrcia brasiliensis</i> Kiaersk.	Árvore	Guaramirim	1
16 <i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Árvore	Guamirim	1
17 <i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Árvore	Aracá	2
18 <i>Psidium guajava</i> L. *	Árvore	Goiabeira	2
PERACEAE (1)			
19 <i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	Árvore	Coração-de-bugre	1
PIPERACEAE (1)			
20 <i>Piper aduncum</i> L.	Arbusto	Pariparoba	1
PRIMULACEAE (1)			
21 <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	Árvore	Capororoca	1 e 2
RUBIACEAE (2)			
22 <i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	Árvore	Café-do-mato	1
23 <i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Muell. Arg.	Árvore	Café-do-mato	1
SALICACEAE (1)			
24 <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Árvore	Chá-de-bugre	2
SYMPLOCACEAE (1)			
25 <i>Symplocos tenuifolia</i> Brand.	Árvore	Orelha-de-gato	2
URTICACEAE (2)			
26 <i>Boehmeria caudata</i> Sw.	Arvoreta	Urtiga-mansa	1
27 <i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	Arvoreta	Embaúba	1

* Espécie exótica

Segundo Mori et al. (1983 apud MARTINS, 2005), Myrtaceae é a família que apresenta maior número de espécies em estudos realizados no litoral brasileiro em áreas preservadas, refletindo sua importância sociológica nas diversas formações florestais, na abrangência da Mata Atlântica, mesmo naqueles locais mais afastados do litoral. Este fato também foi corroborado por Citadini-Zanette (1995), Martins (2005) e Colonetti (2009) em

estudos fitossociológicos na Mata Atlântica sul catarinense. Todavia, a família Myrtaceae teve sua representatividade destacada mesmo em áreas degradadas como no presente estudo.

Figura 5 - Distribuição das espécies por família amostradas nos locais 1 e 2, através do levantamento fitossociológico no município de Siderópolis/SC.



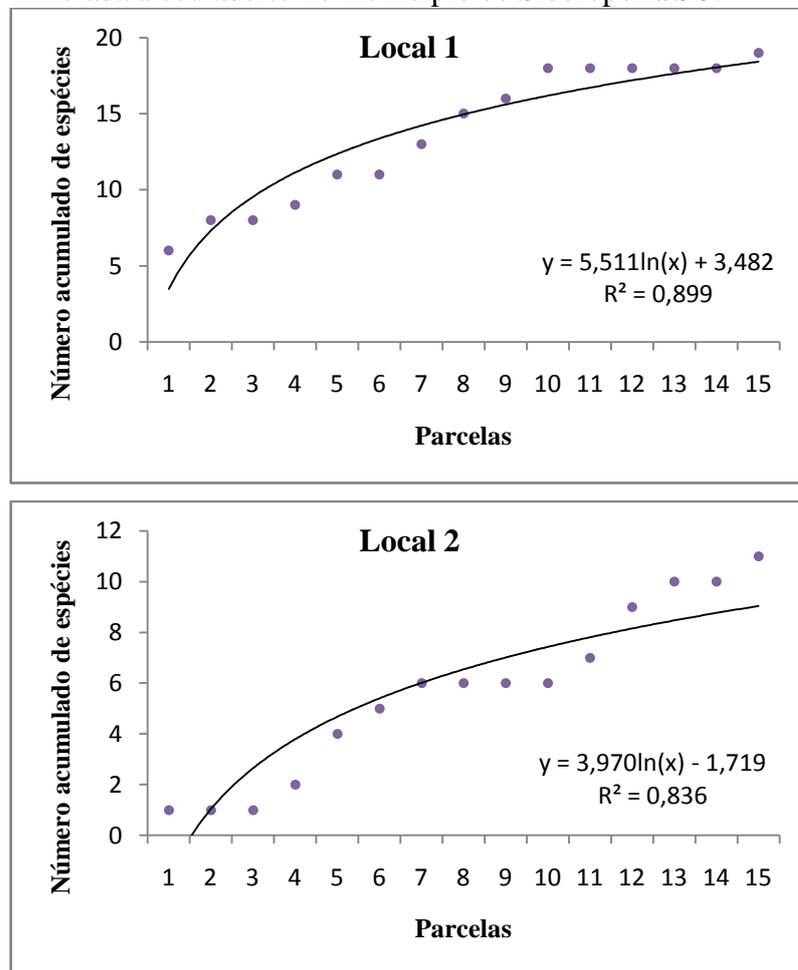
Quanto ao local 1, as famílias mais representativas foram Myrtaceae com três espécies ou 15,4% dos indivíduos amostrados e Rubiaceae e Urticaceae com duas (10,5%), sendo que as demais famílias contribuíram com apenas uma espécie. Entretanto no local 2, Myrtaceae continua sendo a família mais representativa com três espécies ou 27,2%. Em contrapartida, Asteraceae e Melastomataceae se destacaram com duas espécies ou 18,2% dos indivíduos amostrados, seguindo a mesma tendência, as demais famílias contribuíram com apenas uma espécie.

3.2 ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA

3.2.1 Suficiência amostral

A suficiência amostral ou representatividade florística em cada local foi dada pela curva espécie/área (Figura 6). Para Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) esta suficiência pode ser alcançada quando se observa um incremento de apenas 5% do número de novas espécies em um aumento de 10% do número de unidades amostrais.

Figura 6 - Curva cumulativa de espécies, obtida no levantamento fitossociológico dos locais 1 e 2, em área minerada a céu aberto no município de Siderópolis/SC.



Analisando o local 1, pode-se observar tendência à estabilização da curva para a partir da 11^a parcela, tendo um incremento de apenas uma única espécie na última unidade amostral, o que se pode considerar a amostragem representativa da florística do local realizada.

Já para no local 2, observa-se um aumento das espécies nas unidades amostrais seguintes, sem uma tendência à estabilização da curva. Neste caso, a variação espacial para cada ambiente dentre os dois locais, onde apresentam fatores como o tipo de substrato, a granulometria, disponibilidade de água e nutrientes, acabam determinando a distribuição espacial das espécies, fazendo assim com que haja uma mudança brusca na composição da comunidade, mudança essa que não foi respeitada ao serem delimitadas as unidades amostrais (parcelas). Este fato foi verificado e destacado por Zocche (2002) em seus estudos com comunidades de savana em lavras do sul.

Conforme Schilling e Batista (2008), o conceito de suficiência amostral está ligado à definição de associação vegetal. Essa visão está ligada a um conceito de comunidade fechada, em que as espécies encontram-se fortemente associadas e com limites de distribuição coincidentes. Porém, essa visão pode ser contraposta pela ideia de comunidade aberta, em que cada espécie tem distribuição independente das demais e, dessa forma, não apresentam limites naturais, pois seus limites são arbitrários em relação às distribuições geográficas e ecológicas de suas espécies componentes, que independentemente podem fazer parte de diferentes associações.

Ainda segundo os autores op.cit., a curva espécie/área, por sua vez, é uma técnica considerada de grande importância na caracterização de comunidades vegetais, e que vem sendo extensivamente utilizada em estudos de fitossociologia.

3.2.2 Estrutura horizontal

As espécies amostradas no levantamento fitossociológico estão organizadas em ordem decrescente de índice de valor de importância (IVI), com densidade total de 1.706 indivíduos.ha⁻¹ para no local 1 (Tabela 2) e 2.080 indivíduos.ha⁻¹ para no local 2 (Tabela 3). O valor de importância é um parâmetro clássico para estabelecer o comportamento das espécies em uma comunidade e é obtido pela soma dos valores relativos de densidade, dominância e frequência (DURIGAN, 2003 apud COLONETTI, 2008).

Embasando-se no (IVI), *Pera glabrata* apresentou o maior índice com 18,56% no local 1, apresentando também a maior dominância (DoA) de 6,204m².ha⁻¹, do qual comparando no local 2, *Eucalyptus saligna* com 24 indivíduos, apresentou um valor de importância superior as demais espécies obtendo 44,22% destacando-se com uma superioridade na dominância dos valores de área basal com 11,795m².ha⁻¹.

Tabela 2 - Parâmetros fitossociológicos estimados para as espécies amostradas no local 1, no município de Siderópolis/SC, para indivíduos com DAP \geq 3cm, em ordem decrescente de índice de valor de importância (IVI), onde: FA representa a frequência absoluta, FR a frequência relativa, DA a densidade absoluta, DR a densidade relativa, DoA a dominância absoluta, DoR a dominância relativa, IVC o índice de valor de cobertura.

<i>Nome Científico</i>	FA (%)	FR (%)	DA (ind.ha ⁻¹)	DR (%)	DoA (m ² .ha ⁻¹)	DoR (%)	IVC (%)	IVI (%)
<i>Pera glabrata</i>	33	10,64	213,3	12,50	6,204	32,55	22,525	18,56
<i>Clethra scabra</i>	33	10,64	160,0	9,38	2,259	11,85	10,613	10,62
<i>Myrcia splendens</i>	27	8,51	266,6	15,63	0,850	4,46	10,043	9,53
<i>Cecropia glaziovii</i>	20	6,38	106,6	6,25	1,512	7,93	7,091	6,85
<i>Aegiphila sellowiana</i>	27	8,51	160,0	9,38	0,442	2,32	5,846	6,73
<i>Piper aduncum</i>	27	8,51	106,6	6,25	0,450	2,36	4,306	5,71
<i>Alchornea triplinervia</i>	13	4,26	80,00	4,69	1,234	6,47	5,580	5,14
<i>Tibouchina sellowiana</i>	20	6,38	80,00	4,69	0,706	3,70	4,195	4,92
<i>Jacaranda puberula</i>	20	6,38	106,6	6,25	0,207	1,09	3,668	4,57
<i>Acacia mearnsii</i>	7	2,13	26,6	1,56	1,757	9,22	5,391	4,30
<i>Vernonanthura discolor</i>	13	4,26	53,3	3,13	0,851	4,46	3,795	3,95
<i>Rudgea jasminoides</i>	13	4,26	80,0	4,69	0,462	2,42	3,555	3,79
<i>Myrsine coriacea</i>	7	2,13	53,3	3,13	1,108	5,81	4,468	3,69
<i>Cyathea delgadii</i>	13	4,26	53,3	3,13	0,397	2,08	2,605	3,15
<i>Myrcia</i> spp. 1	13	4,26	53,3	3,13	0,253	1,32	2,225	2,91
<i>Lamanonia ternata</i>	7	2,13	26,6	1,56	0,218	1,14	1,354	1,62
<i>Boehmeria caudata</i>	7	2,13	26,6	1,56	0,061	0,32	0,942	1,34
<i>Psychotria longipes</i>	7	2,13	26,6	1,56	0,054	0,29	0,924	1,33
<i>Myrcia brasiliensis</i>	7	2,13	26,6	1,56	0,036	0,19	0,875	1,29
TOTAL	314	100,0	1706,0	100,0	19,061	100,0	100,0	100,0

A vegetação na área de estudo do Campo Vila Funil, apresenta-se totalmente descaracterizada pela presença de espécies invasoras como o eucalipto, além do avanço da urbanização local (GEOLÓGICA, 2008), sendo esta constituída, basicamente, por plantas pioneiras e ruderais, pouco exigentes em fertilidade do solo, resistentes a estiagens prolongadas e com grande capacidade de competição e adaptação (BOFF; CITADINI-ZANETTE, 1992).

O alto número de indivíduos de *Eucalyptus saligna* também pode ser explicado devido à sua plasticidade ecológica, o que lhe permite adaptar-se a diferentes solos com baixa disponibilidade de nutrientes (SYDOW, 2010).

Com o processo de contaminação biológica, as espécies exóticas acabam se tornando dominantes, alterando a fisionomia e levando as populações nativas à perda de espaço e ao declínio genético. Tais espécies são aquelas que estão inseridas fora de seu limite de ocorrência (BECHARA, 2003). De tal modo que as invasões por plantas exóticas tendem a alterar propriedades ecológicas essenciais das espécies nativas, como ciclo de nutrientes, produtividade, cadeias tróficas, estrutura da comunidade vegetal (distribuição, densidade, dominância, funções de espécies), distribuição de biomassa, acúmulo de serrapilheira, taxas de decomposição, processos evolutivos e relação entre plantas e polinizadores. Podem modificar o ciclo hidrológico e o regime de incêndios, levando à seleção das espécies e, em geral, ao empobrecimento do ecossistema. (ZILLER, 2001).

Tabela 3 - Parâmetros fitossociológicos estimados para as espécies amostradas no local 2, no município de Siderópolis/SC, para indivíduos com DAP \geq 3cm, em ordem decrescente de índice de valor de importância (IVI), onde: FA representa a frequência absoluta, FR a frequência relativa, DA a densidade absoluta, DR a densidade relativa, DoA a dominância absoluta, DoR a dominância relativa, IVC o índice de valor de cobertura.

<i>Nome Científico</i>	FA (%)	FR (%)	DA (ind.ha ⁻¹)	DR (%)	DoA (m ² .ha ⁻¹)	DoR (%)	IVC (%)	IVI (%)
<i>Eucalyptus saligna</i>	73	25,00	640,0	30,77	11,795	76,88	53,83	44,22
<i>Clethra scabra</i>	60	20,45	506,6	24,36	0,928	6,05	15,20	16,95
<i>Myrsine coriacea</i>	40	13,64	320,0	15,38	0,961	6,26	10,83	11,76
<i>Psidium cattleianum</i>	27	9,09	133,3	6,41	0,430	2,80	4,60	6,10
<i>Miconia ligustroides</i>	27	9,09	133,3	6,41	0,380	2,48	4,44	5,99
<i>Tibouchina sellowiana</i>	13	4,55	106,6	5,13	0,327	2,13	3,63	3,94
<i>Psidium guajava</i>	20	6,82	80,0	3,85	0,056	0,36	2,10	3,68
<i>Kaunia rufescens</i>	13	4,55	80,0	3,85	0,256	1,67	2,76	3,35
<i>Casearia sylvestris</i>	7	2,27	26,6	1,28	0,132	0,86	1,07	1,47
<i>Symplocos tenuifolia</i>	7	2,27	26,6	1,28	0,061	0,40	0,84	1,32
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	7	2,27	26,6	1,28	0,017	0,11	0,70	1,22
TOTAL	294	100,0	2080,0	100,0	15,343	100,0	100,0	100,0

Dentre as espécies comuns entre os locais que se destacam com elevado (IVI), estão *Clethra scabra* com 10,62% no local 1 e 16,92% no local 2, seguida de *Myrsine*

coriacea, que por sua vez, apresenta um (IVI) reduzido de 3,69% no primeiro local e aumenta para 11,76% no segundo local.

Com relação à densidade, *Myrcia splendens* destaca-se como a espécie com maior número de indivíduos (266 ind.ha⁻¹) no local 1. Esta é uma espécie apreciada pela fauna, podendo ser utilizada na recuperação de áreas degradadas e na arborização urbana. Souza e Lorenzi (2008) afirmam que a família Myrtaceae é uma das mais comuns na maioria das formações vegetacionais, tendo em vista que a notoriedade do gênero *Myrcia* se deve ao elevado número de espécies pertencentes a este gênero.

Já no local 2, podemos citar *Eucalyptus saligna* com (640 ind.ha⁻¹), *Clethra scabra* com (506 ind.ha⁻¹) e *Myrsine coriacea* com (320 ind.ha⁻¹), sendo estas as espécies mais relevantes em relação a densidade.

Quanto à frequência que esta relacionada à ocorrência das espécies na área amostral, *Pera glabrata* e *Clethra scabra* apresentaram o maior valor para o local 1, estando cada uma, presente em 33,3% das unidades amostrais. Contudo, no local 2 o maior valor foi novamente apresentado por *Eucalyptus saligna* com 73,3% seguida de *Clethra scabra* que apresentou 60% de presença em relação as unidades amostrais.

Dentre as espécies raras, ou seja, aquelas que apresentaram somente um indivíduo amostrado, em toda a comunidade vegetal, destacam-se: *Acacia mearnsii*, *Baccharis dracunculifolia*, *Boehmeria caudata*, *Casearia sylvestris*, *Lamanonia ternata*, *Myrcia brasiliensis*, *Psychotria longipes*, *Symplocos tenuifolia*.

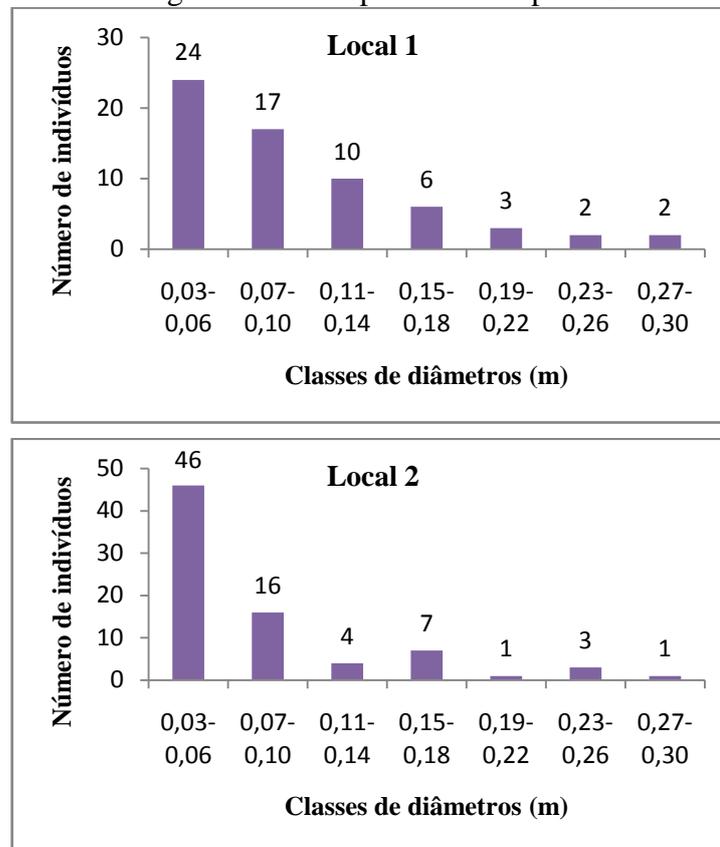
3.2.3 Distribuição diamétrica

Analisando a distribuição diamétrica das espécies (Figura 7), as formações florestais dos fragmentos em estudo apresentam o modelo de distribuição J-invertido ou exponencial negativa.

Esta tendência normalmente é observada em condições não impactadas o que sugere que as populações que compõem uma comunidade são estáveis e autorregenerativas e que existe um balanço entre mortalidade e o recrutamento dos indivíduos, neste caso, alta concentração de indivíduos nas classes de menor diâmetro e redução acentuada no sentido das classes maiores (SOUZA et al., 2012).

Porém neste caso, o elevado número de indivíduos em classes de diâmetro menores está relacionado ao próprio estágio sucessional do ambiente, o que reflete em tais condições.

Figura 7 - Classes de diâmetros dos indivíduos amostrados nos locais 1 e 2, através do levantamento fitossociológico no município de Siderópolis/SC.



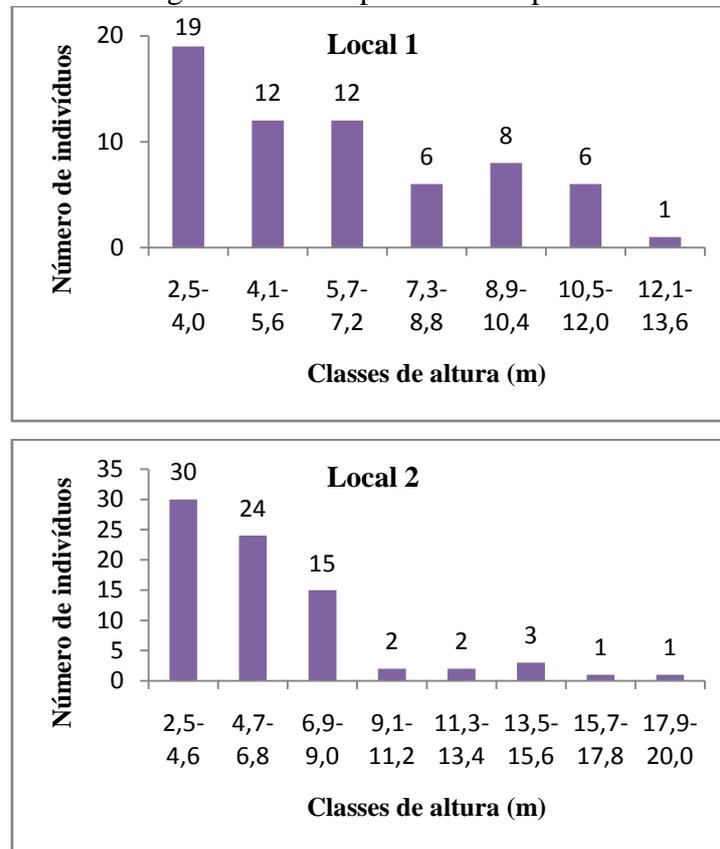
Para Longhi (1980) e Herrera et al. (2009), tal composição diamétrica resulta altamente positiva e constitui a melhor garantia para a existência e sobrevivência da comunidade florestal. Os poucos indivíduos de maiores dimensões, eliminados ocasionalmente por morte natural, serão assim substituídos sem dificuldade pelos indivíduos abundantes das categorias diamétricas inferiores.

3.2.4 Estrutura vertical

Um dos parâmetros que constitui-se em uma indispensável característica é a altura, podendo indicar em determinadas situações, espécies que apresentem maior importância na comunidade florestal (SILVA et al., 2012).

A altura dos indivíduos registrada no local 1 variou de 2,5 a 13m, sendo que o local 2 apresentou uma variação de 2,5 a 18m. A frequência das alturas dos 142 indivíduos registrados está apresentada na figura 8.

Figura 8 - Classes de altura dos indivíduos amostrados nos locais 1 e 2 com respectivos intervalos de 1,5m e 2,1m, realizado através do levantamento fitossociológico no município de Siderópolis/SC.



Dentro deste contexto, a posição sociológica das espécies pode ser calculada tomando-se em conta as alturas das árvores amostradas. Neste caso a estrutura vertical ou posição sociológica é definida por Freitas e Magalhães (2012), como o arranjo dos diferentes estratos, com suas espécies características integradas na comunidade vegetal.

Seguindo a metodologia proposta por Longhi (1980), a definição de cada estrato deve conter aproximadamente 33,3% das frequências acumuladas das alturas dos indivíduos amostrados. O emprego deste critério permitiu formar os limites entre os estratos, conforme apresentado na tabela 4.

As espécies encontradas somente no estrato inferior entre os locais (1) e (2) estão *Boehmeria caudata* (1), *Baccharis dracunculifolia* e *Kaunia rufescens* (2). No estrato médio, as espécies registradas foram *Myrcia brasiliensis*, *Psychotria longipes*, *Vernonanthura discolor* (1) e *Symplocos tenuifolia* (2). Entre as espécies com maiores alturas, presentes no estrato superior destacaram-se *Acacia mearnsii*, *Lamanonia ternata*, *Myrsine coriacea* (1) e *Casearia sylvestris* (2). Espécies como *Aegiphila sellowiana* (1), *Clethra scabra*, *Miconia*

ligustroides, *Psidium guajava* e *Tibouchina sellowiana* (2), foram registradas entre todos os estratos, sendo que as demais espécies encontram-se distribuídas entre dois estratos.

Tabela 4 - Limites estabelecidos entre os estratos dos locais 1 e 2 presentes no Campo Vila Funil no município de Siderópolis/SC.

Local 1			
Estratos	Amplitude de altura (m)	Nº de indivíduos registrados	%
Inferior	0,0 - 4,0	19	29,6
Médio	4,1 - 7,2	24	37,6
Superior	7,3 - 13,6	21	32,8
Total	13,6	64	100

Local 2			
Estratos	Amplitude de altura (m)	Nº de indivíduos registrados	%
Inferior	0,0 - 4,6	30	38,4
Médio	4,7 - 6,8	24	30,8
Superior	6,9 - 20,0	24	30,8
Total	20,0	78	100

Segundo Finol (1971 apud CORDEIRO, 2010), uma espécie tem seu lugar assegurado na estrutura da floresta se estiver representada em todos os seus estratos, pois do contrário, aquelas que se encontram somente em um ou em dois estratos, poderão ter sua sobrevivência ameaçada no futuro da formação vegetal. Salvo à regra, aquelas espécies que, por características próprias como o hábito, as de pequeno porte e tolerantes à sombra, e que não ultrapassam o estrato inferior da floresta, provavelmente sempre farão parte da composição florística.

3.2.5 Similaridade florística

Do total de 27 espécies registradas na área de estudo, apenas três foram comuns entre os dois locais: *Clethra scabra*, *Myrsine coriacea*, *Tibouchina sellowiana*. Para um melhor entendimento da semelhança florística entre as áreas estudadas, fez-se a comparação do número de espécies que ocorrem nos diferentes locais simultaneamente. Os valores obtidos

para os índices de similaridade de Sorensen e de Jaccard, para cada local avaliado, são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Valores dos Índices de Similaridade de Sorensen e Jaccard obtidos para os locais 1 e 2.

Área de estudo	Índices de Similaridade	
	Sorensen (%)	Jaccard (%)
Campo Vila Funil (Locais 1 e 2)	20	9,1

Pela análise do índice de Sorensen, o valor apresentado de 20%, aponta uma dissimilaridade entre os dois locais. Conforme já descrito anteriormente por Felfili e Venturoli (2000), quando o valor deste índice é superior a 50% pode-se inferir que existe elevada similaridade entre os locais.

Já para o índice de Jaccard, nota-se uma semelhança de apenas 9,1% para os locais estudados. Para Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), parcelas ou áreas que atingirem valores superiores a 25%, são consideradas similares.

Como observado ao longo do texto, o conhecimento das relações florísticas e do comportamento fitossociológico de comunidades arbóreas, representam uma etapa inicial, porém fundamental, para o uso sustentável dos recursos florestais e, conseqüentemente, para recuperação de áreas degradadas, para que se possa manter e conservar a biodiversidade.

Para um maior entendimento sobre o processo dinâmico das espécies vegetais, Silvestre (2005) relata que, o monitoramento da vegetação por meio de parcelas permanentes é de extrema importância, visto que, com a interpretação dos resultados pode-se determinar futuras tomadas de decisões em relação à conservação das florestas ainda existentes.

Deste modo, os parâmetros fitossociológicos são importantes ferramentas para auxiliar na caracterização das estruturas horizontais, assim como, identificar as possíveis alterações antrópicas causadas em um intervalo de tempo.

Conforme Martins (2005), a degradação ambiental, altera também as mais complexas interações existentes dentro dos ecossistemas florestais, uma vez que foi constatada a degradação na área de estudo. Portanto, é considerado que algumas espécies faunísticas não conseguem se estabelecer adequadamente no interior de pequenos fragmentos ou desprovidos de uma abundância de espécies vegetacionais, com exceção à regra, da presença de espécies que servem como base para alimentação e reprodução animal.

4 CONCLUSÃO

A área estudada apresentou variações na estrutura e composição da cobertura vegetal entre os locais 1 e 2, refletindo que nas áreas pós mineradas ocorre uma extensa variação do substrato, caracterizado pela inversão das camadas no ato da mineração.

No local 2, o predomínio de *Eucalyptus saligna* demonstra que a dominância desta espécie exótica reflete em uma reduzida diversidade florística para o local e uma diminuição na oferta de nichos a fauna.

Em função dos parâmetros fitossociológicos registrados, sugere-se que o local de estudo 1 encontra-se em estágio sucessional mais avançado do que o local 2.

Contudo não é possível assegurar que esteja em estágio sucessional de regeneração, uma vez que, as espécies presentes em ambos locais são típicas de formações pioneiras da Mata Atlântica, além do que outros parâmetros como por exemplo, presença de epífitas, camada de serrapilheira espessa e recrutamento de plântulas, não foram verificados nos dois locais estudados.

Espécies nativas como *Clethra scabra*, *Myrsine coriacea*, *Tibouchina sellowiana* que ocorreram de forma comum entre os dois locais, assim como, *Myrcia splendens* e *Pera glabrata*, que ocorreram com alta frequência de indivíduos no local 1, podem assim, serem indicadas como potenciais espécies para recuperação de áreas degradadas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. S. **Recuperação Ambiental da Mata atlântica**. Ilhéus: Editus, 2000. p. 130.
- ALEXANDRE, N. Z. Diagnóstico ambiental da região carbonífera de Santa Catarina: degradação dos recursos naturais. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v. 5, n. 2, p. 35-50, 1999.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** **161**: 105-121.
- ARAÚJO, F. S.; MARTINS, S. V.; NETO, J. A. A. M.; LANI, J. L.; PIRES, I. E. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p.107-116, 2006.
- AUMOND, J. J. **Adoção de uma nova abordagem para a recuperação de área degradada pela mineração**. 2007. 266 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BECHARA, F. C. **Restauração ecológica de Restingas contaminadas por *Pinus* no Parque Estadual do Rio Vermelho, Florianópolis, SC**. 2003. 123 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BOFF, V. P.; CITADINI-ZANETTE, V. **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. 160 p.
- BRITO, A.; FERREIRA, M. Z.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. S. S.; OLIVEIRA, A. D.; ACERBI, F. W. Comparação entre os métodos de quadrantes e prodan para análises florística, fitossociológica e volumétrica. **Revista Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 399-405, 2007.
- CHADA, S. S.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.6, p.801-809, 2004
- CITADINI-ZANETTE, V. Diagnostico ambiental da região carbonífera no sul de Santa Catarina: Recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v. 5, n. 2, p. 51-62, 1999.
- CITADINI-ZANETTE, V.; SANTOS, R.; KLEIN, A. S.; MARTINS, R.; REMOR, R. **Composição florística e estrutura fitossociológica do componente arbustivo arbóreo de um remanescente de Floresta Ombrófila Densa**. In: Simpósio nacional sobre recuperação de áreas degradadas, 5., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SOBRADE, 2002. p. 117-118.
- CITADINI-ZANETTE, V.; SANTOS, R.; KLEIN, A. S.; MARTINS, R.; BRUM-FIGUEIRÓ, A. C. Vegetação arbustivo-arbórea em fragmentos florestais do sul de Santa

Catarina. In: MILIOLI, G. SANTOS, R. CITADINI-ZANETTE, V. (Org.). **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009. p. 107-142.

COLONETTI, S. **Floresta ombrófila densa submontana: florística, estrutura e efeitos do solo e da topografia, barragem do Rio São Bento, Siderópolis, SC**. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

COLONETTI, S.; CITADINI-ZANETTE, V.; MARTINS, R.; SANTOS, R. dos.; ROCHA, E.; JARENKOW, J. A.; **Florística e estrutura fitossociológica em floresta ombrófila densa submontana na barragem do rio São Bento, Siderópolis, Estado de Santa Catarina**. Acta Scientiarum. Biological Sciences. Vol. 31, n.º. 4, 2009, pp. 397-404. Universidade Estadual de Maringá, Brasil.

CORDEIRO, J. **Compartimentação pedológica-ambiental e sua influência sobre a florística e estrutura de um remanescente de floresta ombrófila mista na região centro-sul do Paraná**. 2010. 214 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

COSTA, S. **Estrutura da vegetação herbáceo-arbustiva dos solos construídos em áreas mineradas de carvão a céu aberto e a relação de *Axonopus obtusifolius* (Raddi) Chase com Mn e Pb** 2007. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

DE LUCA, F. J.; GASTALDON, M. C. Desenvolvimento sustentável e a recuperação das áreas degradadas abandonadas pela mineração do carvão na região sul do Estado de Santa Catarina. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v. 5, n. 2, p. 19-33, 1999.

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina S.A. **Dados e Informações da Unidade de Planejamento Regional Litoral Sul Catarinense – UPR 8**. Florianópolis, 2001.

FELFILI, J. M.; VENTUROLI, F. Tópicos em análise de vegetação. **Comunicações técnicas florestais**, Brasília, v.2 n.2, 34 p. 2000.

FREITAS, W. K.; MAGALHÃES, L. M. S. Métodos e Parâmetros para Estudo da Vegetação. **Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ, v. 19, n.4, p. 520-540, 2012.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2008-2010**. São Paulo. 2011. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas_200810_relatorio%20final_versao2_julho2011.pdf>. Acesso em: 24 abril. 2013.

GEOLÓGICA. Engenharia Ambiental LTDA. **Projeto Conceitual de Recuperação de Área Degradada do Campo Vila Funil – Siderópolis / SC**. Criciúma, 2008. Disponível em: <https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/portal/conteudo_portal/conteudo.php?cat=174> Acesso em: 02 fevereiro. 2013.

HERRERA, H. A. R.; ROSOT, N. C.; ROSOT, M. A. D.; OLIVEIRA, Y. M.M. Análise florística e fitossociológica do componente arbóreo da Floresta Ombrófila Mista presente na

reserva florestal Embrapa/Epagri, Caçador, SC – Brasil. **Floresta**, Curitiba, PR, v.39, n.3 p.485 - 500, jul/set 2009.

HULLER, A.; RAUBER, A.; WOLSKI, M. S.; ALMEIDA, N. L.; WOLSKI R. S. R.; Regeneração natural do componente arbóreo e arbustivo do parque natural municipal de santo Ângelo – RS. **REVSBAU**, Piracicaba, v. 6, n. 1, p. 25-35, 2011.

KARNAUKHOVA, E. **A intensidade de transformação antrópica da paisagem como um indicador para análise e gestão ambiental**. 2000. 222f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

KLEIN, A. S. **Áreas degradadas pela mineração de carvão no sul de Santa Catarina: vegetação versus substrato**. 2006. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

KLEIN, R. M. Importância prática da fitossociologia para a silvicultura Sul-Brasileira. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n. 10,11,12,13,14,15, p. 269-280, 1964.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. *In*: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. v. 2, p.113-150.

LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no sul do Brasil**. 1980. 198f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba.

LOPES, R. P.; SANTO, E. L.; GALATTO, S. L. Mineração de carvão em Santa Catarina: geologia, geoquímica e impactos ambientais. *In*: MILIOLI, G. SANTOS, R. CITADINI-ZANETTE, V (Org.). **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009. p. 51-70.

MARTINS, R. **Florística, estrutura fitossociológica e interações interespecíficas de um remanescente de floresta ombrófila densa como subsídio para recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão, Siderópolis, SC** 2005. 101 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetacios ecology**. John Wiley & Sons, New York, 1974. 574 p.

PAIS, M. P. **Artrópodos e suas relações de herbivoria como bioindicadores nos primeiros estágios de uma recomposição de floresta estacional semidecidual em Ribeirão Preto, SP**. 2003. 125 f. Tese (Doutorado em Ciências). Área de concentração: Entomologia - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. **Matas ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo: Edusp/FAPESP. 2000. p. 249-269.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento. Subsecretaria de Estudos Geográficos e Estatísticos. **Atlas escolar de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro/IOESC, 1991. 136 p.

SANTOS, R. **Reabilitação de ecossistemas degradados pela mineração de carvão a céu aberto em Santa Catarina, Brasil.** 2003. 115 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo, São Paulo.

SHEIBE, L. F. O carvão de Santa Catarina: mineração e conseqüências ambientais. In: TEIXEIRA, E. C. (Coord.). **Meio Ambiente e Carvão: Impactos da exploração e utilização.** Porto Alegre: FINEP/CAPES/PADCT/GTM/PUCRS/UFSC/FEPAM, 2002. 498p. (Cadernos de planejamento e gestão ambiental).

SCHILLING, A. C.; BATISTA, J. L. F. Suficiência amostral em florestas tropicais. **Revista Brasil. Bot.**, v.31, n.1, p.179-187, 2008.

SILVA, G. F.; CURTO, R. A.; SOARES, C. P. B.; PIASSI, L. C. Avaliação de métodos de medição de altura em florestas naturais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.2, p.341-348, 2012.

SILVESTRE, R. **Comparação da florística, estrutura e padrão espacial em três fragmentos de floresta ombrófila mista no estado do Paraná.** 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SMITH, A. R.; PRYER, K. M.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P. G. A classification for extant ferns. **Taxon**, v. 55, n. 3, p. 705-731, 2006.

SOUZA, P. B.; SOUZA, A. L.; NETO, J. A. A. M. Estrutura diamétrica dos estratos e grupos ecológicos de uma área de Floresta Estacional Semidecidual, em Dionísio, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.1, p.151-160, 2012.

SOUZA, P. Z. de. **Estrutura vegetacional e a qualidade da água de wetlands construídos em áreas mineradas de carvão a céu aberto recuperadas, em Siderópolis, SC, Brasil.** 2007. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

SPIEGEL, M. R. **Estatística.** McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1987. 580p.

SYDOW, V. G.; **Vegetação de sub-bosque em monocultura de *Eucalyptus Saligna* Sm. (Myrtaceae).** 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ZILLER, S. R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 30, n. 178, p. 77-79, 2001.

ZOCHE, J. J. **Comunidades vegetais de savana sobre estruturas mineralizadas de cobre, na Mina volta Grande, Lavras do Sul, RS.** 2002. 248 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.