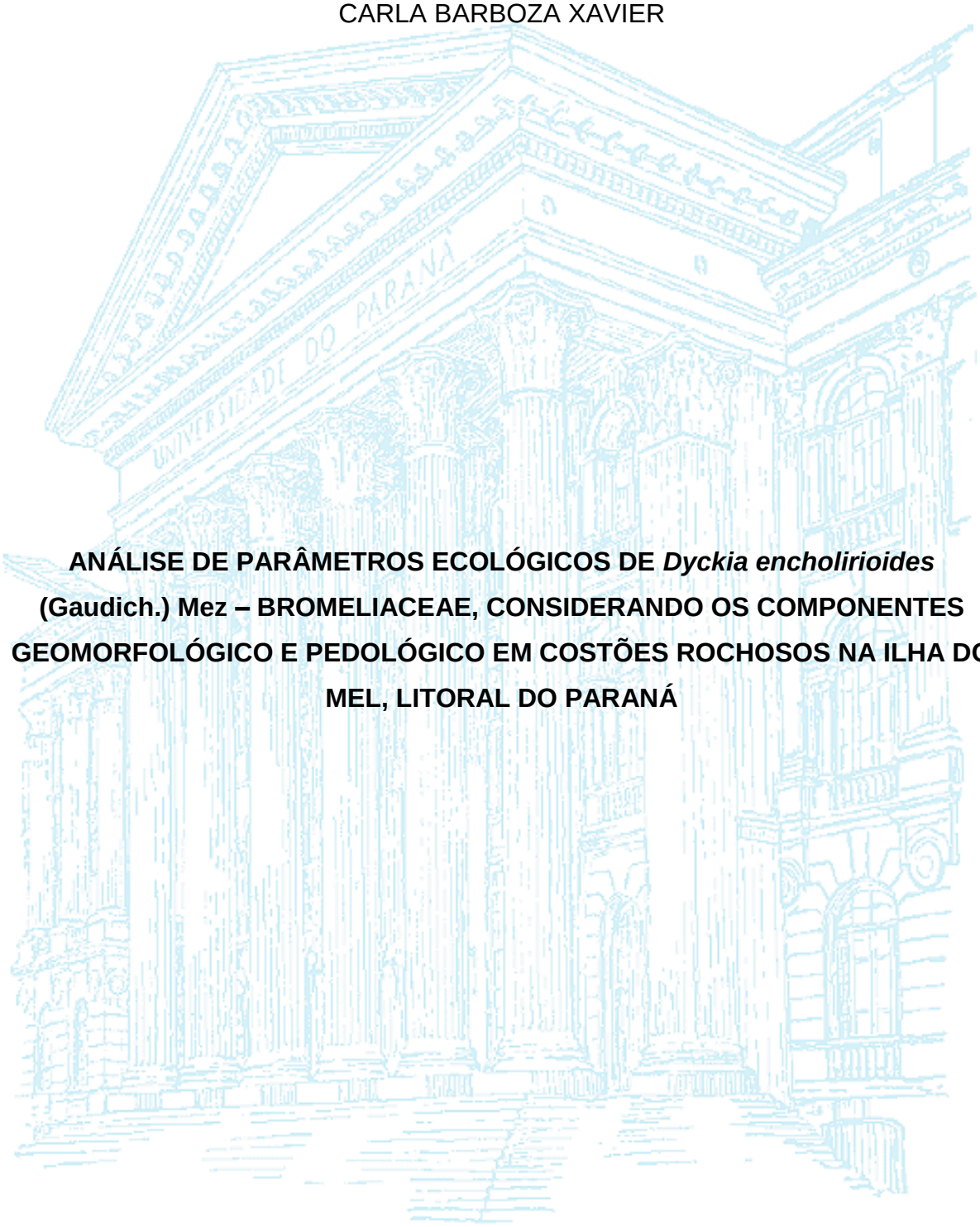
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CARLA BARBOZA XAVIER



ANÁLISE DE PARÂMETROS ECOLÓGICOS DE *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez – BROMELIACEAE, CONSIDERANDO OS COMPONENTES GEOMORFOLÓGICO E PEDOLÓGICO EM COSTÕES ROCHOSOS NA ILHA DO MEL, LITORAL DO PARANÁ

CURITIBA
2014

CARLA BARBOZA XAVIER

ANÁLISE DE PARÂMETROS ECOLÓGICOS DE *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez – BROMELIACEAE, CONSIDERANDO OS COMPONENTES GEOMORFOLÓGICO E PEDOLÓGICO EM COSTÕES ROCHOSOS NA ILHA DO MEL, LITORAL DO PARANÁ

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal, área de concentração em Conservação da Natureza.

Orientador: Dr. Gustavo Ribas Curcio

Co-orientadora: Dra. Annete Bonnet

CURITIBA
2014

Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR
Ficha catalográfica elaborada por Denis Uezu – CRB 1720/PR

Xavier, Carla Barboza
Análise de parâmetros ecológicos de *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez, Bromeliaceae, considerando componentes geomorfológico e pedológico em costões rochosos na Ilha do Mel, litoral do Paraná / Carla Barboza Xavier. – 2014
93 f. : il.

Orientador: Dr. Gustavo Ribas Curcio
Coorientadora: Dra. Annete Bonnet
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 31/03/2014.
Área de concentração: Conservação da Natureza

1. Ecologia florestal. 2. Bromeliacea - Paraná. 3. Plantas e solo. 4. Taludes (Geografia física). 5. Teses. I. Curcio, Gustavo Ribas. II. Bonnet, Annete. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDD – 634.9
CDU – 634.0.18

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

PARECER

Defesa nº. 1042

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após argüir o(a) mestrando(a) *Carla Barboza Xavier* em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "***Análise de parâmetros ecológicos de Dyckia encholirioides (Gaudich.) Mez - Bromeliaceae, considerando componentes geomorfológicos e pedológicos em costões rochosos na Ilha do Mel, litoral do Paraná***", é de parecer favorável à *APROVAÇÃO* do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Mestre* em Engenharia Florestal, área de concentração em CONSERVAÇÃO DA NATUREZA.

Dr. Alexandre Uhlmann
EMBRAPA / FLORESTAS
Primeiro examinador

Dr. Christopher Thomas Blum
Universidade Federal do Paraná
Segundo examinador

Dr. Gustavo Ribas Curcio
Embrapa/Florestas
Orientador e presidente da banca examinadora

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - U.F.P.R. - Curso de Pós Graduação em Engenharia Florestal - MESTRADO DOUTORADO - Setor de Ciências Agrárias

Curitiba, 31 de março de 2014.

Antonio Carlos Batista
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Aos amores da minha vida e
a exuberante Ilha do Mel...
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Sei que a realização deste estudo seria impossível sem o auxílio de muitas pessoas, consciente que a simples referência a seus nomes é apenas uma simples forma de expressar meu reconhecimento, gostaria de agradecer em especial:

A Deus!

Aos queridos orientadores Gustavo Ribas Curcio e Annete Bonnet por todo o profissionalismo, entusiasmo, atenção e carinho com que sempre me trataram, pelos preciosos ensinamentos, incentivo e paciência e, principalmente, por despertar em mim a cada dia a paixão pela pesquisa.

Ao meu amado, Ozeas Gonçalves, por sempre acreditar no meu potencial, por todo companheirismo, carinho, incentivo e com quem compartilho todos os momentos deste trabalho!

A minha amada família: a minha mãe, pelo seu amor, preocupação e suas orações e ao meu pai, de quem sinto imensa saudade, pelo seu amor à vida e por me ensinar a nunca desistir. Aos meus irmãos, sobrinhos, tios e primos por tudo que representam na minha vida, por compreenderem meus momentos de ausência e pela saudade diária que sinto deles.

A família Gonçalves, que eu adotei e me adotou...pela acolhida, carinho e por todo incentivo, em especial ao seu José, por toda a sua sensibilidade e preocupação com meu bem estar. Vocês são essenciais na minha vida!

Aos membros da banca examinadora Christopher Thomas Blum e Maurício Bergamini Scheer pelas oportunas sugestões que muito enriqueceram este trabalho e Alexandre Uhlmann, por todo conhecimento compartilhado, sugestões, incentivo, valiosos ensinamentos antes, durante e após a defesa, os quais acrescentaram muito nesta pesquisa.

A Osmir Lavoranti pela disponibilidade em repassar o seus conhecimentos e pelo essencial apoio na parte estatística do trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná pela oportunidade de realização do Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Instituto Ambiental do Paraná, pela licença concedida para esta pesquisa, ao coordenador da Ilha do Mel, Paulo Nogueira pelo apoio e ao Aneuri Moreira Lima, pela grande contribuição na acolhida da equipe de trabalho em sua casa.

A Secretaria Estadual da Educação do Paraná pela licença concedida para a dedicação exclusiva aos estudos, em especial a Vera Vidotti e Rosana Rocha.

Aos professores dessa Universidade: departamentos de Solos (Renato Marques, Volnei Pauletti, Antônio Carlos Vargas Motta, Marcelo Ricardo de Lima) e Ciências Florestais (Carlos Velloso Roderjan, Franklin Galvão, Yoshiko Saito Kuniyosh, Alessandro Camargo Angelo e Antônio Carlos Nogueira) pelos conhecimentos compartilhados, contribuição na minha formação e pelo apoio em diversas etapas da realização do trabalho.

Ao Reinaldo e David, da secretaria da pós, pela atenção, disponibilidade no atendimento e valiosas informações!

Ao Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, pela disponibilização dos laboratórios de biogeoquímica e fertilidade. Aos técnicos de laboratório Aldair Munhoz, Flori Roberto Barberi e Maria Aparecida de Carvalho por toda a contribuição e a disposição em auxiliar.

Ao pessoal do laboratório biogeoquímica, em especial a querida e prestativa Cristine Gobel Donha, por todo amparo no dia-a-dia do laboratório, valiosas informações e sugestões, pela delicadeza e gentileza em sempre socorrer a todos.
A Ettiene Winagraski, pela companhia no laboratório, compartilhando das tensões e alegrias dos resultados não esperados e dos "tão esperados" e por todos os demais momentos.
Aos colegas do curso pela convivência enriquecedora e aos amigos que fiz durante este período, os quais de muitas formas me ajudaram a concluir esta pesquisa, entre eles: Adriane Ribeiro da Silva, Eder Caglioni, Jeniffer Grabias, Mariane de Oliveira Pereira e Márcio Navroski, Letícia Pierri, Joema Carvalho, Dennis Saridakis, Sarah Lobato...
Ao pessoal da EMBRAPA (Biomas) Micheli Ramos, Andrea Kodma, Marcos Wigo, Renato Dedecek por toda atenção e carinho com que sempre me trataram.
A Eduardo e Gabi Curcio pela contribuição na primeira fase de campo e pelas palavras de incentivo!
A Eros Amaral Ferreira pela amizade, apoio e por todo o suporte na "logística" para a triagem do material e para a elaboração do manuscrito.
Aos sempre prestativos, queridos e exemplares funcionários do Herbário do MBM Curitiba, Joel, Juarez, Osmar, Eraldo, Clarice...
Ao pesquisador e amigo Francisco Paulo Chaimsohn (IAPAR) pelas palavras de apoio e fornecimento de dados climáticos.
A Marina Souza, pela valiosa contribuição no dia de coleta "mais sofrido", por ter participado e colocado a sobrinha Natália na "fria" da infinita triagem do material, e pelas demais contribuições.
As meninas da casa que tornaram a estádia em Curitiba muito mais agradável: Eliane, Elisana, Josiane, Sara e Vanessa, além das queridas Luciana e D. Silvia. Em especial, as amigas para todas as horas: Denise Ishikura (por todo apoio, sempre me "socorrer", e agradável companhia nos lanchinhos e almoços de domingo) e Nataly Alane (pela torcida e companheirismo)...vocês moram no meu coração!
Aos meus queridos amigos que, mesmo distante, sempre torceram por meu sucesso, compreenderam os motivos de minha ausência e, sempre me enviaram energias positivas... Vivian Serafim, Lilian Pawoski, Camila Rocha, Micheli, Katiuscia Demarchi, obrigada "migas" queridas!
Ao pessoal do "CEHAS", em especial aos amigos que sempre me apoiaram e acreditaram em mim.

A todos que, de alguma maneira contribuíram com esta pesquisa...

Muito obrigada!!!

RESUMO

O estudo de parâmetros ecológicos das populações de *Dyckia encholirioides* em costões rochosos da Ilha do Mel, litoral do Paraná, teve como objetivos identificar as variações nos parâmetros estruturais e biométricos desta espécie e relacioná-las com as características geomorfológicas e pedológicas de encostas distintas. Para tal, foram realizadas amostragens em três tipos de feições: convexa-divergente (CvD), convexa-retilínea (CvR) e côncava-convergente (CcC), as quais foram compartimentadas em terços superior, médio e inferior. As encostas convexas (divergentes e retilíneas) são constituídas dominantemente por Neossolo Litólico com baixa saturação por bases, enquanto a côncava-convergente, por Neossolo Regolítico com maiores teores em saturação por bases. Para o estudo dos parâmetros estruturais foram alocadas 10 parcelas de 1 m^2 por área de amostragem (terço da encosta), totalizando 90, e contabilizado os dados referentes à cobertura, densidade e frequência de *D. encholirioides*. No estudo da biometria da espécie, em cada área de amostragem foram coletadas 7 rosetas com seus respectivos rizomas, totalizando 63 indivíduos amostrados e mensurado a altura e diâmetro de projeção da roseta, também foram contabilizados o número e o comprimento das folhas, o comprimento e diâmetro do rizoma e mensuradas as biomassas fresca e seca da roseta, rizoma e total do indivíduo. Para verificar a interferência dos fatores pedológicos sobre a variação nos parâmetros estruturais e sobre a biometria das populações estudadas, os dados dos atributos do solo foram submetidos à análise de componentes principais (PCA) e os resultados foram expressos por meio de uma matriz de correlações, a qual teve como objetivo analisar a significância do coeficiente de correlação (r) entre os parâmetros estruturais e as variáveis biométricas dos indivíduos de *D. encholirioides* em relação aos atributos do solo. Complementarmente, os parâmetros estruturais e biométricos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Foram contabilizadas 169 rosetas de *D. encholirioides*, a cobertura da feição CcC e a densidade da população em CvD foi significativamente maior e menor que as demais encostas, respectivamente. A frequência foi considerada similar entre as encostas. Em relação à biometria os resultados demonstraram que as populações diferiram, ao menos entre duas encostas, nos parâmetros: altura e diâmetro da roseta, número e comprimento das folhas, massa seca da roseta e total do indivíduo, estas diferenças foram mais evidentes entre as encostas e discretas entre os terços. De maneira geral, as populações com menores indivíduos estão inseridas na feição CvR enquanto os maiores em CcC, ficando os intermediários em CvD. A conformação da encosta foi determinante quando associada às peculiaridades do solo para a diferenciação na ocupação e biometria de *D. encholirioides*.

Palavras-chave: Geomorfologia, solos, parâmetros estruturais, biometria, ecologia.

ABSTRACT

(Analysis of ecological parameters of *Dyckia encholirioides* – Bromeliaceae, considering the geomorphological and pedological components in rocky shores in Ilha do Mel, Coast of Paraná).

The study of ecological parameters of the populations of *Dyckia encholirioides* on rocky shores of Ilha do Mel, Paraná coast, aimed to identify the variations in the structural parameters and biometric in this species and relate them with the geomorphological and pedological characteristics of different slopes. For this purpose, three sampling types were carried out: convex-divergent, convex-rectilinear and convergent-concave, which were compartmentalized in upper, middle and lower thirds. The convex slopes (divergent and rectilinear) consist dominantly by Litholic Neosoil with low base saturation, while the concave-convergent, by Entisol with higher level of base saturation. For the study of structural parameters, 10 plots of 1 m^2 per sampling area (third of the slope) were installed, totaling 90, and accounting the data regarding coverage, density and frequency of *D. encholirioides*. In the study of biometrics of species, in each sampling area 7 rosettes with their respective rhizomes were collected, totaling 63 sampled individuals. Measuring the height and projection diameter of the rosettes, the research also accounted the number and the length of the leaves, the length and diameter of the rhizome. Measuring the fresh and dry biomass of the rosettes, rhizome and total of the individual. To check the interference of soil factors on the variation in the structural parameters and in the biometrics of the populations studied, the data of soil attributes to principal components analysis (PCA) and the results were expressed through a correlations matrix. This aimed to analyze the significance of the coefficient of correlation (r) between the structural parameters and the biometric variables of individuals of *D. encholirioides* in relation to soil attributes. In addition, the structural and biometric parameters were submitted to variance analysis (ANOVA). 169 rosettes of *D. encholirioides* were accounted, the coverage of populations in CcC and the density in CvD was significantly higher and lower than the other slopes, respectively. The frequency was similar between the slopes. Regarding biometrics, the results demonstrated that the populations differed, at least between two slopes, in the parameters: height and diameter of the rosette, number and length of the leaves, dry mass of the rosette and total individual, these differences were more evident between the slopes and discreet between the thirds. In General, the populations with lower individuals are inserted into the CvR lineament, while the largest in CcC, and the middle in CvD. The conformation of the slope was decisive when associated to peculiarities of the soil for differentiation in the occupation and biometrics of *D. encholirioides.*

Key words: Geomorphology, soils, structural parameters, biometry, ecology.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO, ILHA DO MEL, PARANÁ, BRASIL, COM DESTAQUE PARA AS ÁREAS DE AMOSTRAGEM..... 20

FIGURA 2 - UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DA ÁREA DE ESTUDO, DESTAQUE PARA OS COSTÕES ROCHOSOS AMOSTRADOS NA ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR..... 22

FIGURA 3 - CURVATURAS DAS ENCOSTAS CONVEXA-DIVERGENTE, CONVEXA-RETILÍNEA E CÔNCAVA-CONVERGENTE, ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR.. 23

FIGURA 4 - CROQUI DAS PARCELAS E ÁREAS AMOSTRAIS (TERÇOS) NA ENCOSTA.... 24

FIGURA 5 - AMOSTRADOR E PARCELA ALOCADA NA ENCOSTA, ILHA DO MEL, PARANAGUÁ- PR..... 25

FIGURA 6 - CONFORMAÇÃO DAS ENCOSTAS E TIPOS DE SOLOS – ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR..... 29

FIGURA 7 - DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO DERIVADO DA APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAL SOBRE A MATRIZ DE CORRELAÇÕES ENTRE AS 11 VARIÁVEIS ORIGINAIS..... 34

FIGURA 8 - COBERTURA DAS ENCOSTAS AMOSTRADAS NOS COSTÕES ROCHOSOS DA ILHA DO MEL, PARANAGUÁ - PR..... 35

FIGURA 9 - COBERTURA DE *Dyckia encholirioides*: ENTRE AS ENCOSTAS E ENTRE OS TERÇOS DA MESMA ENCOSTA - ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR..... 36

FIGURA 10 - DENSIDADE DE *Dyckia encholirioides*: ENTRE AS ENCOSTAS E ENTRE OS TERÇOS DA MESMA ENCOSTA - ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR..... 36

FIGURA 11 - FREQUÊNCIA DE *Dyckia encholirioides*: ENTRE AS ENCOSTAS E ENTRE OS TERÇOS DA MESMA ENCOSTA - ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR..... 37

FIGURA 12 - OCUPAÇÃO DE *Dyckia encholirioides* (COBERTURA E DENSIDADE) NAS ENCOSTAS AMOSTRADAS DE ACORDO COM A TROFIA DO SOLO, ILHA DO MEL, PARANAGUÁ – PR..... 39

CAPÍTULO 2

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO, ILHA DO MEL, PARANÁ, BRASIL, COM DESTAQUE PARA OS LOCAIS DE AMOSTRAGEM..... 51

FIGURA 2 - CURVATURAS DAS ENCOSTAS CONVEXA-RETILÍNEA, CONVEXA-DIVERGENTE E CÔNCAVA-CONVERGENTE NA ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR..... 54

FIGURA 3 - ROSETA, RIZOMA E FOLHAS APICAIS, INTERMEDIÁRIAS E BASAIS, ILHA DO MEL, PARANAGUÁ – PR..... 56

FIGURA 4 - DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO RESULTANTE DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS APLICADAS AS VARIÁVEIS BIOMÉTRICA DOS INDIVÍDUOS DE *Dyckia encholirioides*..... 64

FIGURA 5 - DIÂMETRO E ALTURA DA ROSETA DE *Dyckia encholirioides* ENTRE AS ENCOSTAS E ENTRE TERÇOS, ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR..... 65

FIGURA 6 - COMPRIMENTO E NÚMERO DE FOLHAS POR ROSETA DE *Dyckia encholirioides* ENTRE AS ENCOSTAS E ENTRE TERÇOS, ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR..... 67

FIGURA 7 - DIÂMETRO E COMPRIMENTO DO RIZOMA DE *Dyckia encholirioides* ENTRE AS ENCOSTAS E ENTRE TERÇOS, ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR..... 70

FIGURA 8 - BIOMASSA SECA (ROSETA, RIZOMA E INDIVÍDUO) DE *Dyckia encholirioides* ENTRE AS ENCOSTAS E ENTRE TERÇOS, ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR. 72

FIGURA 9 - BIOMASSA FRESCA E SECA DE *Dyckia encholirioides* NAS ENCOSTAS CONVEXA-DIVERGENTE, CONVEXA-RETILÍNEA E CÔNCAVA-CONVERGENTE, ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR..... 73

APÊNDICE

FIGURA 1 - ENCOSTA CONVEXA-DIVERGENTE E PERFIL: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A proeminente álico textura média 83

FIGURA 2 - ENCOSTA CONVEXA-RETILÍNEA E PERFIL: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A proeminente álico textura média..... 85

FIGURA 3 - ENCOSTA CÔNCAVA-CONVERGENTE, NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico solódico A chernozêmico textura média muito pedregosa fase conchífera..... 87

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DAS ENCOSTAS, CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS E SEUS RESPECTIVOS SÍMBOLOS, ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR..... 28

TABELA 2 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS SOLOS NAS ENCOSTAS AMOSTRADAS, ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PARANÁ..... 31

TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E GRANULOMÉTRICAS DOS SOLOS NAS ENCOSTAS AMOSTRADAS - ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PARANÁ..... 32

TABELA 4 - AUTOVALORES ASSOCIADOS A CADA COMPONENTE PRINCIPAL, VARIÂNCIA INDIVIDUAL E CUMULATIVAMENTE CONTIDA NOS COMPONENTES PRINCIPAIS EXTRAÍDOS A PARTIR DA MATRIZ DE CORRELAÇÕES ENTRE AS 11 VARIÁVEIS EDÁFICAS ANALISADAS..... 33

TABELA 5 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO (r) ENTRE OS ESCORES DOS DOIS PRIMEIROS COMPONENTES PRINCIPAIS E OS VALORES DAS VARIÁVEIS ORIGINAIS..... 33

CAPÍTULO 2

TABELA 1 - AUTOVALORES ASSOCIADOS A CADA COMPONENTE PRINCIPAL, VARIÂNCIA INDIVIDUAL E CUMULATIVAMENTE CONTIDA NOS COMPONENTES PRINCIPAIS EXTRAÍDOS A PARTIR DA MATRIZ DE CORRELAÇÕES ENTRE AS 11 VARIÁVEIS EDÁFICAS ANALISADAS..... 61

TABELA 2 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO (r) ENTRE OS ESCORES DOS DOIS PRIMEIROS COMPONENTES PRINCIPAIS E OS VALORES DAS VARIÁVEIS ORIGINAIS..... 62

TABELA 3 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE AS MÉDIAS DE VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS E OS ESCORES DOS DOIS PRIMEIROS EIXOS PRINCIPAIS EXTRAÍDOS A PARTIR DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS APLICADA À MATRIZ DE CORRELAÇÕES $P_{(pxp)}$ ENTRE AS 11 VARIÁVEIS DESCRITORAS DAS PROPRIEDADES DOS SOLOS..... 63

APÊNDICE

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS: AC 01..... 82

TABELA 2 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS: PERFIL 01.. 83

TABELA 3 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS: AC 02..... 84

TABELA 4 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS: AC 03..... 84

TABELA 5 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS: PERFIL 02.. 85

TABELA 6 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS: AC 06..... 86

TABELA 7 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS: AC 07..... 86

TABELA 8 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS: AC 08..... 86

TABELA 9 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS: AC 09..... 87

TABELA 10 - PARÂMETROS ESTRUTURAIS DE *D. encholirioides* ENTRE AS ENCOSTAS (VALOR DE P)..... 88

TABELA 11 - PARÂMETROS ESTRUTURAIS DE *D. encholirioides* E SEUS RESPECTIVOS PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ESTATÍSTICA E FUNÇÃO DE LIGAÇÃO..... 88

TABELA 12 - BIOMETRIA DE *Dyckia encholirioides* ENTRE AS ENCOSTAS (VALOR DE P)..... 88

TABELA 13 - BIOMETRIA DE *Dyckia encholirioides* ENTRE OS TERÇOS DA MESMA ENCOSTA (VALOR DE P)..... 89

TABELA 14 - PARÂMETROS BIOMÉTRICOS DE *D. encholirioides* E SUAS RESPECTIVAS DISTRIBUIÇÕES E FUNÇÕES DE LIGAÇÃO..... 89

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL 14

CAPÍTULO 1

PARÂMETROS ESTRUTURAIS DE POPULAÇÕES DE *Dyckia encholirioides* E SUAS RELAÇÕES COM O COMPONENTE PEDOLÓGICO EM DIFERENTES ENCOSTAS NOS COSTÕES ROCHOSOS NA ILHA DO MEL, LITORAL DO PARANÁ 15

RESUMO 15

ABSTRACT 16

1 INTRODUÇÃO 17

2 MATERIAL E MÉTODOS 20

2.1 Área de estudo 20

2.2 Procedimentos metodológicos 22

2.2.1 Análises estatísticas 26

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES 28

3.1 Componentes geomórficos e pedológicos dos costões 28

3.1.1 Análises estatísticas dos atributos do solo..... 32

3.2 Parâmetros Estruturais das Populações de *Dyckia encholirioides*..... 34

4 CONCLUSÕES 41

REFERÊNCIAS 42

CAPÍTULO 2

MORFOLOGIA E BIOMASSA DE POPULAÇÕES DE *Dyckia encholirioides* EM DIFERENTES FORMAS DE ENCOSTAS NOS COSTÕES ROCHOSOS NA ILHA DO MEL, LITORAL DO PARANÁ 46

RESUMO 46

ABSTRACT..... 47

1 INTRODUÇÃO..... 48

2 MATERIAL E MÉTODOS 51

2.1 Área de estudo 51

2.2 Procedimentos metodológicos..... 53

2.2.1 Análises estatísticas 56

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES 60

3.1 Análises dos componentes geomórficos e pedológicos das encostas . 60
3.2 Análises das variáveis biométricas de *Dyckia encholirioides* 62
4 CONCLUSÕES 75
CONCLUSÕES GERAIS 76
REFERÊNCIAS 77

APÊNDICE 1 - CLASSIFICAÇÃO DO SOLO 82
APÊNDICE 2 - RESULTADOS DAS ANÁLISES ESTATÍSTICAS 88
ANEXO 1 - LAUDO DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO 90
ANEXO 2 - LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO 91
ANEXO 3 - ANÁLISE DE SÓDIO NO SOLO 92
ANEXO 4 - AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO 93

INTRODUÇÃO GERAL

Bromeliaceae é uma família presente em diversos ecossistemas brasileiros. No litoral do Paraná, especificamente na Ilha do Mel, ocupa ambientes distintos, dentre os quais estão incluídos as restingas, mangues, morros e costões rochosos.

Particularmente nos costões rochosos destaca-se *Dyckia encholirioides* - (Gaudich.) Mez, que é uma espécie de bromélia que coloniza o referido ambiente em diversos tipos de substrato e forma agrupamentos com densidade e configuração variada.

Conforme a feição geomorfológica é possível observar variações nos parâmetros estruturais e na morfologia das populações da citada espécie, que nos induz a refletir como a forma, declive, localização nos terços da encosta e as características pedológicas tendem/podem interferir e explicar tais diferenças.

Neste contexto, este estudo aborda a influência das condições do meio físico na organização estrutural, morfologia e incremento de biomassa em populações de *Dyckia encholirioides*. De outra maneira, busca preencher lacunas de conhecimentos por se tratar de um ambiente com poucas informações que incluem análises peculiares das relações existentes entre planta e meio físico.

Para facilitar o entendimento das temáticas abordadas, a presente dissertação foi fragmentada em dois capítulos redigidos na forma de artigos científicos.

O primeiro capítulo teve como objetivo descrever a organização das populações de *D. encholirioides*, por meio da análise de parâmetros estruturais (cobertura, densidade e frequência) em três encostas distintas (convexa-divergente, convexa-retilínea e côncava-convergente), diagnosticar as características do solo e analisar as relações e influências do meio físico sobre as populações desta espécie.

No capítulo 2, foi analisada a implicação dos atributos dos meio físicos (formas e localização na encosta) e tipos de solos sobre a biometria das referidas populações, para isto foram quantificados os parâmetros biométricos: diâmetro, altura e número de folhas de cada roseta, comprimento da folha e rizoma, diâmetro do rizoma, além de mensurado a biomassa da espécie.

CAPÍTULO 1

PARÂMETROS ESTRUTURAIS DE POPULAÇÕES DE *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez – BROMELIACEAE E SUAS RELAÇÕES COM O COMPONENTE PEDOLÓGICO EM DIFERENTES ENCOSTAS NOS COSTÕES ROCHOSOS NA ILHA DO MEL, LITORAL DO PARANÁ.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo identificar e caracterizar as formas de encostas e tipos de solos e sua influência sobre a configuração estrutural das populações de *Dyckia encholirioides* nos costões rochosos da Ilha do Mel, Paranaguá - PR. Foram realizadas amostragens em três tipos de encostas: convexa-divergente (CvD), convexa-retilínea (CvR) e côncava-convergente (CcC), as quais foram seccionadas em terços superior, médio e inferior. As encostas convexas (divergente e retilínea) são constituídas dominantemente por Neossolo Litólico com baixa saturação por bases, enquanto a côncava-convergente, por Neossolo Regolítico com maiores teores em saturação por bases. Para a caracterização dos parâmetros estruturais de *D. encholirioides* foram demarcadas áreas de amostragem de forma pedossequencial nos terços, cada qual constituído por 10 parcelas de 1 m^2, totalizando 30 por encosta. Foram contabilizados dados referentes à cobertura, densidade e frequência. Os dados dos atributos do solo foram submetidos à análise de componentes principais (ACP) e, para verificação da interferência dos fatores pedológicos sobre a variação da estrutura da vegetação, foi empregada a análise de correlação linear (Pearson). Os resultados foram expressos em uma matriz de correlações, cujo objetivo foi avaliar a significância do coeficiente de correlação (r) entre as variáveis da estrutura da vegetação e variação dos solos. Complementarmente, os parâmetros estruturais foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Foram contabilizadas 169 rosetas de *D. encholirioides*, sendo que a densidade foi menor na encosta CvD e a cobertura foi maior na encosta CcC. A frequência foi considerada similar entre as encostas. A forma, comprimento e declive da encosta em conjunto com as peculiaridades do solo foram determinantes, na diferenciação do modo de ocupação de *D. encholirioides* nas encostas estudadas.

Palavras-chave: Estrutura vegetacional, feições geomorfológicas, solo, Bromeliaceae.

STRUCTURAL PARAMETERS OF *Dyckia encholirioides* POPULATIONS (Gaudich.) Mez – BROMELIACEAE AND THEIR RELATIONSHIPS WITH THE PEDOLOGICAL COMPONENT ON DIFFERENT SLOPES ON ROCKY SHORES IN ILHA DO MEL, COAST OF PARANÁ.

ABSTRACT

This study aimed to identify and characterize the forms of slopes and soil types and their influence on the structural configuration of *Dyckia encholirioides* on rocky shores of Ilha do Mel, Paranaguá, PR. For this purpose, three sampling types were carried out: convex-divergent (CvD), convex-rectilinear (CvR) and convergent-concave (CcC), which were compartmentalized in upper, middle and lower thirds. The convex slopes (divergent and rectilinear) consist dominantly by Litholic Neosoil with low base saturation, while the concave-convergent, by Entisol with higher level of base saturation. For the characterization of the structural parameters of *D. encholirioides*, sampling areas were demarcated pedossequencially, each consisting of 10 plots of 1 m^2 per third, totaling 30 by slops, was contabilized density and frequency of species. The data of soil attributes, obtained through nine sampling points, were submitted to main components analysis (MCA), to check the interference of soil factors on the variation of vegetation structure, therefore, the linear correlation analysis (Pearson) was employed. The results were expressed through a correlations matrix. This aimed to analyze the significance of the coefficient of correlation (r) between the vegetation structure and the soil variations. In addition, the structural parameters were submitted to variance analysis (ANOVA). 169 rosettes of *D. encholirioides* were accounted; the density was smaller in the CvR and the coverage bigger in the CcC. The frequency was similar among the slopes. The shape, length and sloping of the slope were decisive in conjunction with the peculiarities of the soil, in the differentiation of occupation mode of *D. encholirioides* on the slopes studied.

Keywords: Vegetation structure, geomorphology, soil, Bromeliaceae.

1 INTRODUÇÃO

Bromeliaceae é um dos grupos taxonômicos mais relevantes na Floresta Atlântica, pelo seu alto grau de endemismo e expressivo valor ecológico (MARTINELLI *et al*., 2008).

No mundo é representada por aproximadamente 3.172 espécies, distribuídas em 58 gêneros (LUTHER, 2008). Ocorre nas Américas tropical e subtropical, com exceção de apenas uma espécie africana (SMITH e DOWNS 1974, BENZING, 2000). No Brasil a família é composta por 43 gêneros e 1.246 espécies, das quais 1.067 são endêmicas do território brasileiro (FORZZA *et al*., 2012).

A família dispõe espécies de hábito epifítico e terrestre, muitas delas adaptadas aos ambientes mésicos, semimésicos e xéricos (BENZING *et al*., 1980). Está subdivida em oito subfamílias: Bromelioideae, Tillandsioideae, Pitcairnioideae, Hechtioideae, Puyoideae, Lindmanioideae, Brochinioideae e Navioideae (GIVNISH *et al*., 2007).

A subfamília Pitcairnioideae é composta por 16 gêneros (FORZZA, 2001) e aproximadamente 678 espécies (SMITH e DOWNS, 1974). Incluída nesta subfamília está o gênero *Dyckia* Schult. f., com área de ocorrência apenas no sudeste da América do Sul (BENZING, 1980).

Dyckia, representado principalmente por bromélias terrícolas e rupícolas (SMITH e DOWNS, 1974), é composto por cerca de 130 espécies (LUTHER, 2008) e, dentre estas, está *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez, a qual tem despertado alto interesse para pesquisa e conservação por possuir valor econômico e declínio de população verificado/projetado (MARTINELLI e MORAES, 2013).

D. encholirioides é endêmica do litoral brasileiro e ocorre em faixas descontínuas desde o Estado do Rio de Janeiro até Santa Catarina (POMPELLI, 2006). No Paraná as populações são observadas nos ambientes litorâneos, predominantemente nos costões rochosos.

Os costões rochosos, parte componente dos morros, compreendem encostas com feições distintas, variantes de onduladas a escarpadas, situadas na transição entre os meios terrestre e marinho. Segundo Lewis (1964), são

constituídos por estruturas rochosas, rígidas e resistentes à ação mecânica das ondas e correntes marinhas.

Encostas são agrupadas em três formas básicas, côncava, convexa e retilínea, podendo assumir diversas configurações em razão das possíveis combinações (GUERRA e GUERRA, 2011), as quais influenciam na composição pedológica e estruturação das comunidades vegetais.

O componente pedológico dos costões rochosos, além de outras variáveis, é moldado pela ação das forças impostas pela declividade e pela forma da encosta. Normalmente é composto por uma camada fina de solo, com uma sucessão gradativa de rocha exposta para solos cada vez mais profundos, à medida que ocorrem desenvolvimento mais acentuado da vegetação (BRITEZ, 2005).

A vegetação presente nos costões rochosos foi classificada de maneiras distintas por diversos autores, em razão dos diferentes enfoques dados aos estudos que subsidiaram tais definições. Foi denominada comunidade litófita por Figueiredo (1954) e como vegetação pioneira litófita por Waechter (1985). Rizzini (1979) a incluiu no complexo da restinga. Veloso *et al*. (1991) considerou o ecossistema como sendo o centro de origem da restinga. Falkenberg (1999), do ponto de vista florístico, ecofisiológico e paleoecológico, corroborou com a inclusão dos costões rochosos como parte da restinga.

A descrição da estrutura de comunidades vegetais em superfícies rochosas é considerada como um desafio em razão da complexidade da paisagem (ESCUDEIRO, 1996) e da heterogeneidade de habitats (RIBEIRO, 2002).

A inclusão das peculiaridades geomorfológicas em estudos que abordam aspectos estruturais de comunidades vegetais é defendida por CURCIO (2006), e permite melhor compreensão das nuances de uma determinada espécie no ecossistema. A variabilidade do componente físico da paisagem ao longo de um gradiente ambiental pode resultar em diferenças e manifestar especificidades interativas com a estrutura da vegetação.

Estudos que abordam a caracterização da vegetação em costões rochosos com estabelecimento de relações das variáveis do meio físico sobre o modo de organização das espécies vegetais neles presentes são escassos.

Especificamente no caso de estudos que incluem *D. encholirioides* foram encontradas pesquisas sobre germinação (POMPELLI, 2006) e ecologia reprodutiva

(KRIECK, 2008) em costões rochosos em Florianópolis, SC. Vailati (2009) estudou a morfoanatomia da espécie em restingas também no Estado de Santa Catarina.

Entende-se de maneira hipotética, que a heterogeneidade geomorfológica da paisagem condiciona as variáveis físicas e químicas dos demais componentes a ela subordinados e, consequentemente, influencia na dinâmica da ocupação (estrutura) das populações de *Dyckia encholirioides* nela presentes.

Diante desta hipótese, o presente estudo teve como objetivos: analisar as possíveis variações nos parâmetros estruturais (densidade, cobertura e frequência) das populações de *Dyckia encholirioides*, determinar o tipo de solo e analisar os atributos químicos e granulométricos em três encostas distintas e; relacionar a influência das particularidades do meio físico (forma da encosta, posicionamento nos terços e tipos de solos) sobre a estrutura dessas populações nos costões rochosos da Ilha do Mel, litoral do Paraná.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A Ilha do Mel, com perímetro de 35 km e área total de 2.894 ha (BRITEZ e MARQUES, 2005), está situada no canal de entrada da Baía de Paranaguá, pertencente ao município homônimo.

O presente estudo foi realizado nos costões rochosos do Morro do Farol e Morro do Joaquim, ambos situados na porção oriental da Ilha, nas coordenadas UTM 772577 W – 7172688 S, no Parque Estadual Ilha do Mel (FIGURA 1).

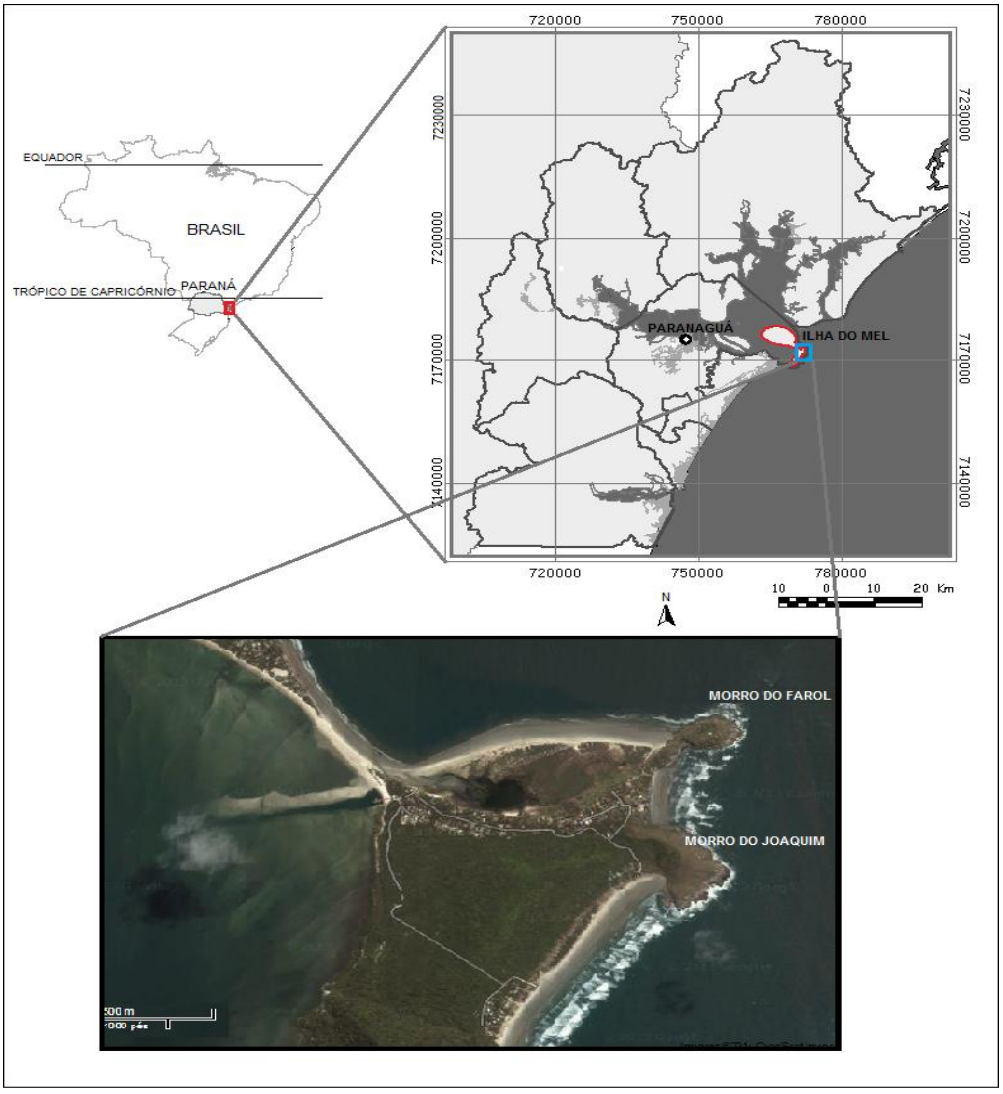


FIGURA 1- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO, ILHA DO MEL, PARANÁ, BRASIL, COM DESTAQUE PARA AS ÁREAS DE AMOSTRAGEM.
FONTE: Google Earth (2014) - adaptado.

O clima na região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa (subtropical). A temperatura média no trimestre mais frio é de 17ºC e, no trimestre mais quente, é de 27ºC. A precipitação anual é de 2.250 mm, o trimestre de dezembro a fevereiro é o mais chuvoso, com médias de 900 a 1000 mm, e o trimestre mais seco é de junho a agosto, com médias de 250 a 350 mm. A umidade relativa do ar é de 85% (CAVIGLIONE *et al.*, 2000). Os ventos dominantes atingem velocidade média de 4,0 $m.s^{-1}$ e máxima de 25,0 $m.s^{-1}$ (LANA *et al*., 2000).

A maior porção territorial da ilha encontra-se próximas ao nível do mar, com planícies formadas por sedimentos inconsolidados de origem marinha no período quaternário (MINEROPAR, 2001; BRITEZ e MARQUES, 2005).

Dispõe poucas regiões elevadas, sendo significativas as áreas que compõem os Morros: do Bento Alves, com 158 m; do Meio, com 100 m; da Baleia, com 78 m; das Encantadas, com 68 m; do Joaquim, com 65 m, e; do Farol das Conchas, com 50 m (SEMA/IAP, 2012).

Os morros e parte dos afloramentos rochosos são constituídos, principalmente, por terrenos granitoides do embasamento cristalino (ANGULO, 1992) em maior parte por migmatitos estromáticos com paleossoma de biotita-hornblenda gnaisse, mica-quartzo xisto, ultrabasitos, metabasitos e anfibolitos do Complexo Gnáissico Migmático Costeiro do Proterozóico Inferior (MINEROPAR, 2001).

Os costões rochosos, além da ação de outras forças naturais, são moldados pela influência da declividade e pela forma da encosta, nos quais há predisposição da existência de solos pouco desenvolvidos, como os Neossolos Litólicos e Regolíticos (Gustavo Ribas Curcio[1], comunicação pessoal).

De acordo com o histórico de uso não há registros da ação de fogo ou uso para fins agrícolas nas áreas amostradas (SEMA/IAP, 2012).

A vegetação da Ilha do Mel é constituída por Formações Pioneiras de Influência Marinha (Restingas), Fluviomarinha (Manguezais) e Fluvial, além dos remanescentes de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Submontana. Incluídas na Restinga, destaca-se a vegetação dos costões rochosos, constituída principalmente por espécies herbáceas, como: *Aechmea organensis* e *Dyckia encholirioides* (Bromeliaceae), *Epidendrum fulgens* (Orchidaceae), *Rumohra adiantiformis* (Dryopteridaceae), também são observadas algumas espécies

[1]Pesquisador da EMBRAPA CNPF.

arbustivas como: *Rapanea parvifolia* (Primulaceae), *Guapira opposita* (Nyctaginaceae), *Senna bicapsularis* e *Sophora tomentosa* (Fabaceae) e *Tibouchina clavata* (Melastomataceae) (SILVA, 1998; SEMA/IAP, 2012).

2.2 Procedimento Metodológico

Para verificar a ocorrência ou ausências de diferenças nos parâmetros estruturais (ocupação) das populações de *D. encholirioides*, sob o aspecto geomorfológico dos costões rochosos, optou-se por amostrar três formas distintas de encostas: convexa-divergente (CvD) e convexa-retilínea (CvR), ambas no Morro do Joaquim e côncava-convergente (CcC) no Morro do Farol (FIGURA 2 e 3), as quais foram seccionadas em terços superior, médio e inferior.

Nesta pesquisa, por questões peculiares relacionadas a localização e posicionamento na paisagem, as áreas amostradas foram denominadas como costão rochoso, por comporem encostas rochosas posicionadas de encontro e sob a influência direta da ação das variáveis físicas e ambientais do oceano atlântico (FIGURA 2).

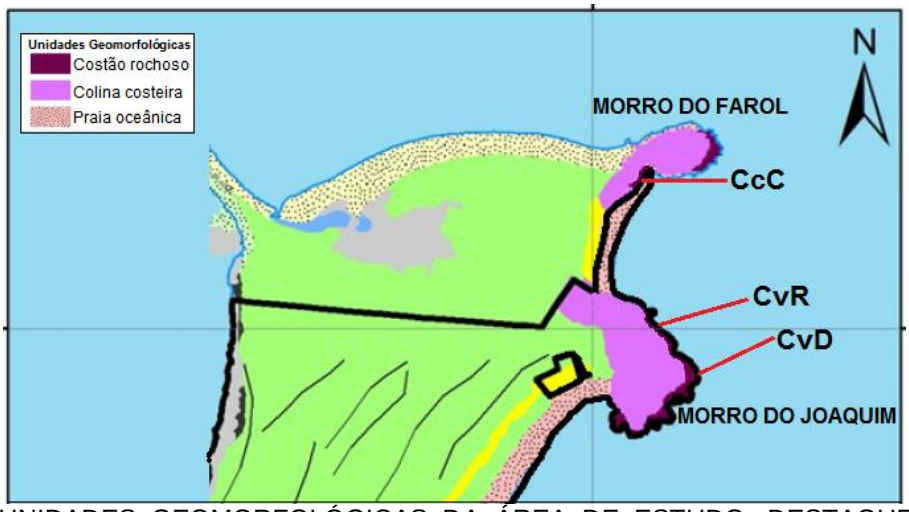


FIGURA 2- UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DA ÁREA DE ESTUDO, DESTAQUE PARA OS COSTÕES ROCHOSOS AMOSTRADOS NA ILHA DO MEL, PARANAGUÁ - PR. CvD: encosta convexa-divergente, CvR: encosta convexa-retilínea e CcC: encosta côncava-convergente.
FONTE: SEMA/IAP (2012) - adaptado.

A encosta convexa-divergente (CvD) apresenta rugosidade moderada, áreas com afloramentos de rochas, relevo com declividade que varia de montanhosa, nos terço superior e inferior, e escarpada, no terço médio. (FIGURA 3 a, b).

A encosta convexa-retilínea (CvR) apresenta inexpressiva rugosidade, com exposições de rochas isoladas, declividades elevadas, variando de montanhosa (terço médio) a escarpada nos demais terços (FIGURA 3 c, d).

A encosta côncava-convergente (CcC) apresenta declividade variada, sendo escarpada no terços mais altos e ondulada no terço inferior. Nesta encosta não houve registro de áreas com afloramento de rocha (FIGURA 3 e, f).

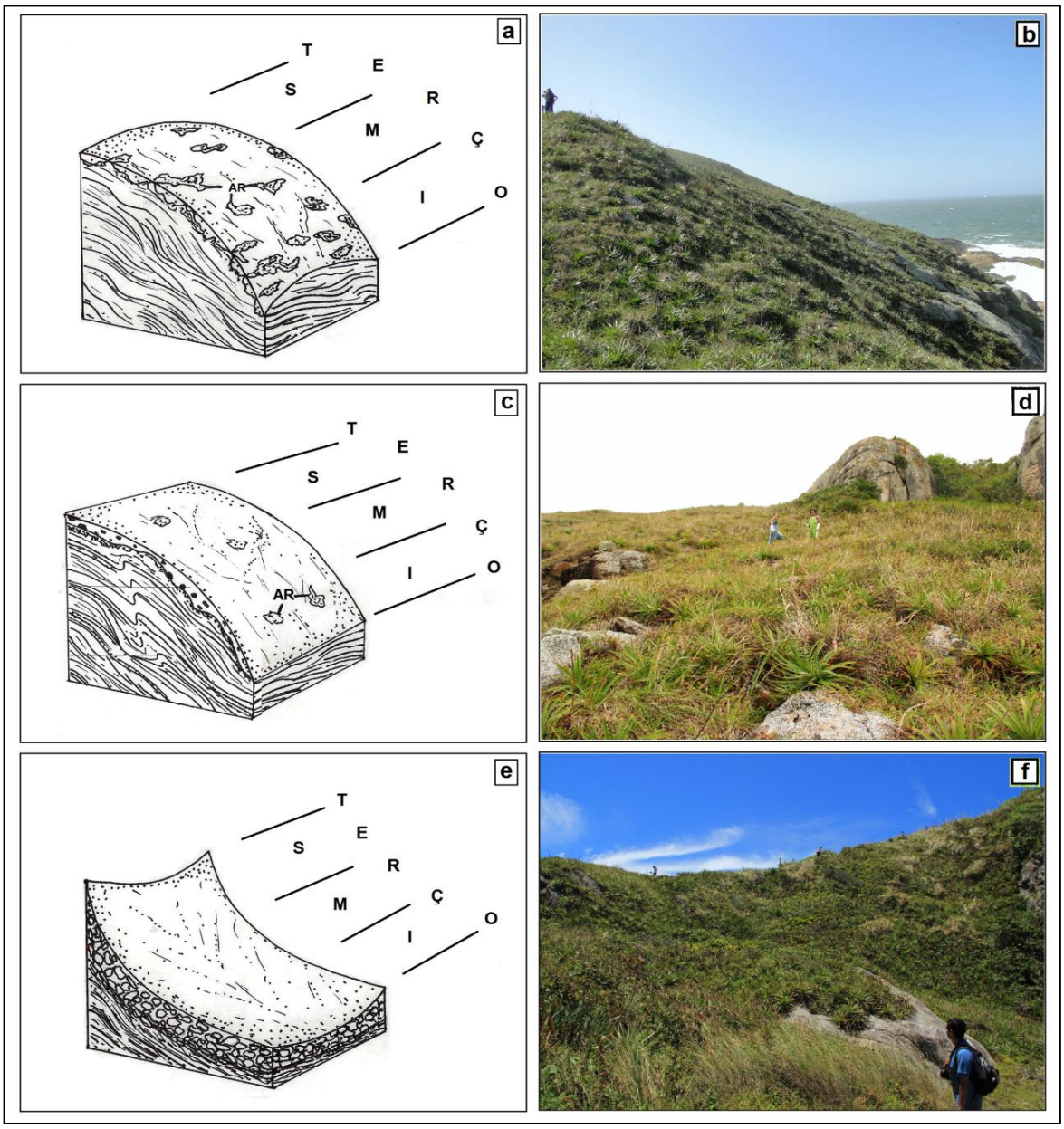


FIGURA 3- CURVATURAS DAS ENCOSTAS CONVEXA-DIVERGENTE (a, b), CONVEXA-RETILÍNEA (c, d) E CÔNCAVA-CONVERGENTE (e, f) NA ILHA DO MEL, PARANAGUÁ – PR. S: superior, M: médio e I: inferior, AR: afloramento de rocha. Ilustração: Gustavo Ribas Curcio – adaptado

Nas encostas foram realizadas prospecções pedossequenciais, uma por área amostral (terços, com 10 m²). Foi aberto um perfil e coletadas amostras de solo deste nos terços médios e, nos demais terços, foram coletadas amostras complementares com um trado. Na feição côncava-convergente, em razão da grande quantidade de fragmentos de rochas, foi possível coletar apenas amostras complementares de solo.

Os procedimentos de coleta e descrição dos solos seguiram à metodologia proposta por Lemos e Santos (1996) e, o de classificação, os critérios estabelecidos por Santos *et al.* (2006).

As análises químicas e granulométricas das amostras de solo foram realizadas no Laboratório do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná – UFPR, conforme metodologia elaborada por Donagema *et al*. (2011). Para a caracterização dos atributos do solo, foram analisados o pH, as concentrações disponíveis de Ca^{+2}, Mg^{+2}, K^{+}, Na^{+}, H^{+}, Al^{+3}, P, C e a composição granulométrica das frações areia grossa, areia fina, silte e argila.

O percentual de declividade das encostas foi medido com clinômetro.

Para a coleta de dados referentes aos parâmetros estruturais das populações da espécie em foco, foi adotado o método de parcelas múltiplas (MUELLER-DOMBOIS e ELLEMBERG, 1974). Nos terços da encosta, considerados como áreas amostrais, foram alocadas, de forma sistemática e não contínua, 10 parcelas de 1 m^2 cada com espaçamento regular de 1 m entre elas, totalizando 30 parcelas em cada encosta (FIGURA 4).

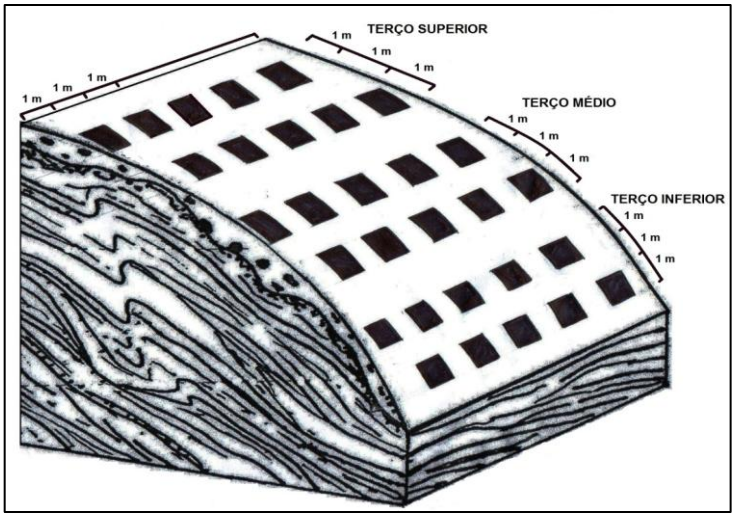


FIGURA 4– CROQUI DAS PARCELAS E ÁREAS AMOSTRAIS (TERÇOS) NA ENCOSTA. Ilustração: Gustavo Ribas Curcio - adaptado.

O amostrador foi montado com 4 hastes de alumínio de 1 m e subdividido com cordões de barbante em 16 quadrantes, para melhor visualização e quantificação dos parâmetros estruturais (FIGURA 5).

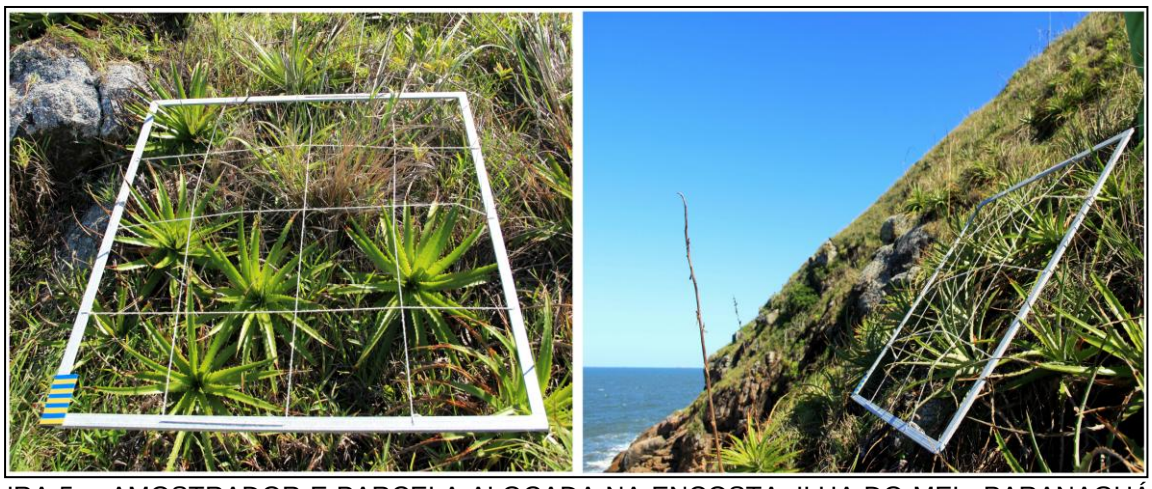


FIGURA 5- AMOSTRADOR E PARCELA ALOCADA NA ENCOSTA, ILHA DO MEL, PARANAGUÁ-PR.

Um testemunho de *D. encholirioides*, voucher nº 347170, foi depositado no Herbário do Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM) para tombamento e depósito como acervo.

Neste estudo cada roseta de *D. encholirioides* (exceto plântulas incipientes, morfologicamente distintas das rosetas adultas) foi contabilizada como sendo um indivíduo, em razão da dificuldade de individualizar os espécimes (clones) em campo, os quais formam grupamentos com diversas rosetas (*ramets*).

Os parâmetros estruturais consistiram em: cobertura, densidade absoluta e frequência absoluta, que foram definidos da seguinte maneira:

I. A cobertura correspondeu a porcentagem da área de projeção das rosetas. Simultaneamente foi dimensionada a área ocupada por espécies de outras famílias botânicas e exposição de rocha (área desprovida de vegetação).

II. A densidade absoluta (DA) consistiu o número total de rosetas por unidade de área. DA = r/a, sendo: r = número de rosetas e a = área m².

III. A frequência absoluta (FA) correspondeu ao percentual referente à quantidade de parcelas com ocorrência de roseta, FA = (Pr/P).100, Onde: Pr = número de parcelas com ocorrência de *D. encholirioides* e P = número total de parcelas.

2.2.1 Análises Estatísticas

Os dados de solos, oriundos de nove pontos de prospecção pedológica realizadas nos terços inferior, médio e superior de cada uma das três encostas, permitiram a obtenção de 15 variáveis quantitativas dos solos: Ca^{+2}, Mg^{+2}, K^{+}, Na^{+}, P, Valor S, $H^{+}+Al^{+3}$, Valor T, Na/T, pH ($CaCl_2$), Valor V%, Valor m%, espessura do solo, teor de argila e teor de carbono. A partir destes dados, foi construída uma matriz constituída por nove observações e 15 variáveis (matriz A_{nxp}). Após a obtenção da matriz de correlações (ρ_{pxp}) entre estas variáveis, a análise de componentes principais permitiu a extração de autovetores e seus respectivos autovalores e, dentre aqueles, somente quatro apresentaram valor maior que um, mas resumiram cerca de 95% da variância original dos dados. Por reunirem 76,6% da variância original, somente os dois primeiros componentes principais foram mantidos nos passos seguintes da análise, sendo então analisadas suas comunalidades acumuladas com os fatores originais. Através deste procedimento, foram eliminadas todas as variáveis com valor de comunalidade acumulada inferior a 0,7. Como resultado, foram eliminadas as variáveis K^{+}, Na^{+}, P e teor de argila, sendo a baixa comunalidade uma expressão da pequena contribuição destas variáveis na variância absorvida pelos componentes principais.

Ao final, a matriz foi reduzida a somente 11 variáveis e oito observações, extraindo-se uma vez mais a matriz de correlações a qual foi também submetida à análise de componentes principais. Os autovalores foram utilizados para indicar a variância capturada em cada componente principal. Somente dois destes foram maiores que um, mas absorveram cerca de 91% da variância original. Diagramas de ordenação foram construídos a fim de apresentar a distribuição das observações, bem como das variáveis contidas na matriz A, de modo sinótico. Este mesmo dispositivo permitiu a visualização das correlações entre estas variáveis e as componentes principais. Desta maneira, foi possível avaliar visualmente como as variáveis relacionam-se com os componentes principais, bem como com as observações, neste caso representadas pelos nove pontos de amostragem distribuídos ao longo do plano bidimensional de ordenação.

Ao mesmo tempo, admitindo que os componentes principais representam novas combinações lineares dos descritores ou variáveis originais, os quais foram gerados a partir da rotação ortogonal dos eixos originais, seus escores representam

novas coordenadas das observações, neste caso, das nove amostras de solos. Quanto maior for a proporção da variância explicada nos eixos dos componentes principais utilizados na ordenação, menor é a perda de informações, havendo preservação das distâncias euclidianas originais entre as observações (LEGENDRE e LEGENDRE, 1998).

Compreendidos assim, estes escores foram utilizados em substituição aos valores das variáveis originais, pois desde que haja forte associação entre um dado componente principal e uma ou mais variáveis, estes escores, por colapsar em um só número as informações de muitos descritores, podem tornar a análise mais parcimoniosa. Diante disso, resolveu-se utilizar os escores dos dois primeiros componentes principais para verificar a interferência dos fatores pedológicos (descritores ou variáveis originais) sobre a variação da estrutura da vegetação. Para atingir a este objetivo, foi empregada a análise de correlação linear (produto momento de Pearson). Esta análise utilizou uma matriz original composta pelos dados de cobertura e densidade média de cada terço (inferior, médio e superior) de cada encosta, somados aos escores dos dois primeiros componentes principais. Os resultados foram expressos através de uma matriz de correlações cujo objetivo foi avaliar a significância do coeficiente de correlação (r) entre as variáveis que apresentaram-se significativas da estrutura da vegetação (densidade e cobertura) e aquelas relacionadas com a variação dos solos (escores dos dois primeiros componentes principais). Neste caso, foi adotado um nível de significância de 5%.

Aplicou-se a Análise de Variância (ANOVA) para a verificação das diferenças observadas nos parâmetros estruturais de *D. encholirioides,* tratando como variável independente as três formas de encosta e os três terços de cada uma delas. Na mesma análise, foram consideradas como variáveis dependentes os parâmetros populacionais da espécie, densidade, cobertura e frequência. O nível de significância adotado nas análises foi menor que 5% ($p \leq 0,05$) de probabilidade e esta foi ajustada à natureza da distribuição dos dados através de modelos lineares generalizados (MCCULLAGH e NELDER, 1989) (APÊNDICE 2).

As análises foram realizadas por meio do programa estatístico denominado SAS® 9.1 (SAS, 2002), licenciado pela EMBRAPA e, as análises gráficas, foram construídas por meio do software STATISTICA® 6.0 (STATSOFT, 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Componentes geomórficos e pedológicos das encostas

Os costões são constituídos essencialmente por solos minerais pouco desenvolvidos, com fertilidade variável, pertencentes à ordem dos Neossolos, com variação para as subordens Litólico e Regolítico (TABELA 1 e FIGURA 6).

TABELA 1- CARACTERÍSTICAS DAS ENCOSTAS, CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS E SEUS RESPECTIVOS SÍMBOLOS, ILHA DO MEL, PARANAGUÁ – PR.

FEIÇÃO	TERÇO	DECLIVIDADE RELEVO	CLASSIFICAÇÃO	SIMB.*
CvD	Superior	36% - Forte ondulado	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A proeminente álico textura média	RL
	Médio	37% - Forte ondulado	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A proeminente álico textura média	RL
	Inferior	47% - Montanhoso	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A proeminente álico textura média	RL
CvR	Superior	77% – Montanhoso	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A proeminente textura média	RL
	Médio	67% - Escarpado	NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico típico A proeminente textura média	RR
	Inferior	75% – Montanhoso	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A proeminente textura média	RL
CcC	Superior	88% - Escarpado	NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico solódico A chernozêmico textura média muito pedregosa	RR
	Médio	76% – Escarpado	NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico típico A proeminente textura média muito pedregosa.	RR
	Inferior	13% - Ondulado	NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico solódico A chernozêmico textura média muito pedregosa fase conchífera.	RR

* SIMB. – Simbologia para as classes de solos de primeiro e segundo níveis categóricos, de acordo com Santos *et al*. (2006).

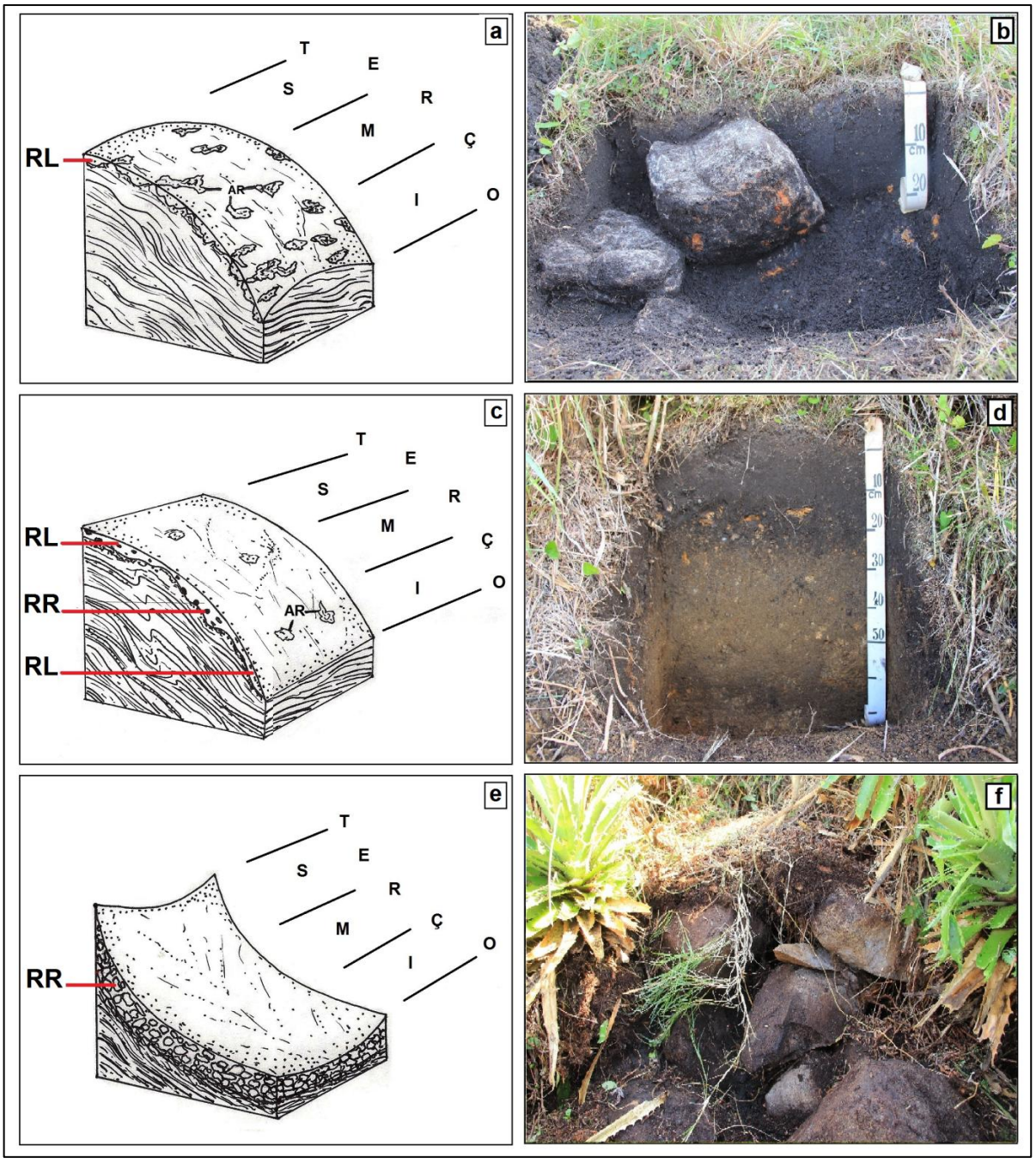


FIGURA 6- CONFORMAÇÃO DAS ENCOSTAS E TIPOS DE SOLOS – ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR. a) encosta convexa-divergente e b) Neossolo Litólico (RL), c) encosta convexa-retilínea e d) Neossolo Regolítico (RR), e) encosta côncava-convergente e f) Neossolo Regolítico (RR); S: superior, M: médio e I: inferior; AR: afloramento de rocha. Ilustração: Gustavo Ribas Curcio – adaptado.

A encosta convexa-divergente (CvD) é constituída por solo com pequeno desenvolvimento pedogenético e baixa saturação por bases sendo, portanto, classificado como Neossolo Litólico distrófico (FIGURA 6 a, b), condizente com as características geomorfológicas deste tipo de encosta. A saturação por alumínio trocável esteve acima de 50%, condicionando caráter álico (TABELA 2).

A encosta convexa-retilínea (CvR) é composta, quase que inteiramente, por Neossolo Litólico, com exceção de alguns pontos localizados no terço médio, onde há Neossolo Regolítico (FIGURA 6 c, d), neste caso, em razão da maior espessura. Nesta encosta ficou muito evidente a influência da elevada declividade na determinação da espessura/profundidade dos solos (TABELA 3).

Na feição CvR, o solo é distrófico e com considerável saturação por alumínio (TABELA 2). A elevada declividade e a inexistência de barreiras físicas significativas, associadas à pequena espessura, determinaram este tipo de trofia.

Ambas as feições convexas promovem fluxos hídricos laterais difusos (UHLMANN, 2003). Certamente a forma, assim como as declividades elevadas incidiram na espessura do solo (raso) e na lixiviação das bases trocáveis, resultado que favoreceu a distrofia do solo, observado nestas encostas (TABELA 2). Melo e Alleoni (2009) mencionaram que bases trocáveis estão comumente disponíveis no solo para absorção e adsorção e, portanto, são removidas facilmente do sistema pela ação do processo de lixiviação. Guerra e Cunha (2013), afirmaram que as características físicas da encosta tendem a contribuir com processos erosivos, que também podem refletir na dissipação de íons.

Em estudos de solos a identificação da forma côncava-convergente (CcC) nas encostas é muito importante, porque esta direciona os fluxos hídricos superficiais e subsuperficiais das extremidades superiores e laterais para as porções centrais e mais baixas da encosta. Esta dinâmica, normalmente, exerce função inversa às existentes em encostas de conformação convexa, que incorrem em expressivas diferenciações pedológicas.

Nesta pesquisa a configuração CcC favoreceu, predominantemente, a formação de Neossolo Regolítico, que se desenvolveu entre considerável quantidade de fragmentos de rochas (calhaus a matacões) em toda a extensão da feição (FIGURA 6 e, f), designado como pedregoso. Não houve o registro de áreas com afloramento de rocha.

Na feição CcC, foram identificadas as maiores concentrações iônicas nos solos dos terços superior e inferior, caracterizado como eutrófico e solódico com presença de horizonte A chernozêmico, este último dependente de outros atributos concomitantes, como graus de estrutura/consistência e espessura (TABELA 2 e 3).

Nesta encosta, foi observada significativa rugosidade superficial, constituída essencialmente por rizomas de bromélia e fragmentos de rocha, os quais juntamente

com a visível umidade proporcionaram maior concentração de carbono no solo no terço médio, secção em que foi observada queda brusca de declividade. A saturação por bases, em geral, foi maior, quando comparada às outras duas feições fato, sem dúvida, favorecido pela concavidade (TABELA 2).

Os atributos do solo do terço inferior exprimem e refletem a descrição de Alves e Ribeiro (1995), os quais comentaram que a posição do solo na encosta possui influência nas suas características. Localizado a poucos metros do nível das marés, dispõe acúmulo de sedimentos e nutrientes provenientes dos terços mais altos da encosta favorecido pela reduzida declividade (13%). A riqueza em fragmentos conchíferos, condicionou o maior teor de cálcio e, por conseguinte, elevada soma de bases (TABELA 2).

Assim, o entendimento das interações que incluem geomorfologia e pedologia corrobora a declaração de Daniels e Nelson (1987), que afirmaram que os solos não são entidades independentes que ocorrem em pontos específicos da paisagem. Somente depois da compreensão de processos que conduzem à variabilidade destes, é possível realizar inferências e conclusões de um dado conjunto de condições ambientais, mormente quando relacionado com o componente vegetal.

TABELA 2– COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS SOLOS NAS ENCOSTAS AMOSTRADAS – ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PARANÁ. SB (soma de bases), T (capacidade de troca catiônica), V% (saturação por bases), m % (saturação por alumínio), Na/T (saturação por sódio).

ENCOSTA	TERÇO	SOLO	HORIZONTE	pH	C	VALORES				
						SB	T	V	m	100Na/T
				($CaCl_2$)	g dm^{-3}	$cmol_c\ kg^{-1}$			%	
CvD	Superior	RL	A	4,00	34,0	1,9	14	14	56	1,6
	Médio	RL	A	4,00	38,6	2,14	14,24	15	54	2,0
	Inferior	RL	A	3,90	37,4	1,8	13,9	13	60	2,0
CvR	Superior	RL	A	4,30	24,3	2,57	10,97	23	34	4,4
	Médio	RR	A	4,40	30,7	4,28	12,08	35	21	4,2
			C_1	4,50	9,6	2,14	6,74	32	35	4,2
			C_2	4,60	6,9	2,26	6,86	33	50	5,5
	Inferior	RL	A	4,30	31,8	2,82	10,02	28	27	4,2
CcC	Superior	RR	A	5,70	29,6	11,09	15,09	73	1	8,9
	Médio	RR	A	4,60	45,7	9,27	20,57	45	8	5,6
	Inferior	RR	A	6,70	29,6	13,04	14,84	88	0	8,1

As encostas deste estudo estão constantemente sujeitas a influência dos aerossóis marinhos em razão da proximidade com o oceano, que são considerados

como uma das fontes de entrada nutrientes em costões rochosos. Araújo e Lacerda (1987) e Leão e Domingues (2000) relataram que nas restingas arenosas, ecossistema associado aos costões, os processos de entrada de nutrientes ocorrem, principalmente, desta maneira.

Em razão da inclusão dos costões rochosos no ecossistema restinga por diferentes autores (referenciados na introdução deste capítulo), como informação complementar, foi verificado por Britez (1994) que diversos estudos realizados neste ambiente são unânimes em caracterizar os solos como sendo de baixa fertilidade pelo predomínio de textura arenosa (sedimentos de origem marinha), que dificulta a retenção de íons e de água; condição completamente diferente dos costões estudados, que apresentaram solos com textura média, ou seja, com maior capacidade de retenção de íons (TABELA 3).

TABELA 3– CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E GRANULOMÉTRICAS DOS SOLOS NAS ENCOSTAS AMOSTRADAS - ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PARANÁ.

ENCOSTA	TERÇO	SOLO	HORIZONTE		ARGILA	SILTE	AREIA GROSSA	AREIA FINA
			Simb.	Prof. (cm)	g kg^{-1}			
CvD	Superior	RL	A	0-20	138	275	386	202
	Médio	RL	A	0-20	100	263	403	234
	Inferior	RL	A	0-20	113	288	392	208
CvR	Superior	RL	A	0-20	125	288	441	146
	Médio	RR	A	0-22	100	263	495	142
			C_1	22-55	163	200	534	103
			C_2	55-75	113	225	553	109
	Inferior	RL	A	0-25	125	250	498	127
CcC	Superior	RR	A	0-20*	138	275	432	156
	Médio	RR	A	0-20*	113	288	461	139
	Inferior	RR	A	0-20*	88	225	129	558

* Profundidade estimada de solo de aproximadamente 70 cm. A pedregosidade impediu a coleta de solo abaixo de 20 cm.

3.1.1 Análises estatísticas dos atributos do solo

Os autovalores extraídos da análise de componentes principais (ACP) aplicada aos descritores das variáveis edáficas indicaram que os dois primeiros componentes absorveram aproximadamente 91% da variância original dos dados, os quais apresentaram autovalores maiores que 1 (TABELA 4) sendo estes, eixos principais suficientes para sumarizar os dados originais, admitindo uma perda de 9% da variância original em favor da parcimônia.

TABELA 4– AUTOVALORES ASSOCIADOS A CADA COMPONENTE PRINCIPAL, VARIÂNCIA INDIVIDUAL E CUMULATIVAMENTE CONTIDA NOS COMPONENTES PRINCIPAIS EXTRAÍDOS A PARTIR DA MATRIZ DE CORRELAÇÕES ENTRE AS 11 VARIÁVEIS EDÁFICAS ANALISADAS.

COMPONENTE PRINCIPAL (CP)	**AUTOVALOR**	**VARIÂNCIA EXPLICADA PELA CP**	
		% Variância	% Cumulativo
1	7,75	70,42	70,42
2	2,26	20,55	90,97
3	0,58	5,25	96,22
4	0,24	2,20	98,42
5	0,12	1,08	99,50
6	0,05	0,45	99,95
7	0,00	0,05	100
8	0,00	0,00	100

Os dados contidos na Tabela 5 indicam que as variáveis Valor V, Valor S, razão Na/T, pH, Ca, espessura do solo e Mg apresentam forte e positiva associação com o primeiro eixo principal, enquanto os teores de íons H+Al e valor m% apresentam relação inversamente proporcional aos escores deste mesmo eixo.

O segundo eixo apresentou forte e positiva associação com as variáveis teor de carbono e valor T. Estes valores permitem interpretar que o primeiro eixo resume as informações relacionadas com a trofia do solo (fertilidade dos solos), enquanto o segundo eixo representa a variação da carga do solo, neste caso influenciada pelo teor de matéria orgânica nos perfis.

É importante registrar que o sódio, quando analisado de maneira isolada, foi descartado pelo critério de comunalidade e, no entanto, demonstrou sua funcionalidade quando analisado em arranjos com outros íons (Na/T).

TABELA 5– COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO (r) ENTRE OS ESCORES DOS DOIS PRIMEIROS COMPONENTES PRINCIPAIS E OS VALORES DAS VARIÁVEIS ORIGINAIS.

VARIÁVEIS ORIGINAIS	**COMPONENTE PRINCIPAL**	
	1º	2º
Ca^{+2}	**0,91**	0,00
Mg^{+2}	**0,81**	0,40
Valor S	**0,98**	0,15
$H^{+} + Al^{+3}$	**-0,83**	0,54
Valor T	0,40	**0,89**
Na/T	**0,97**	-0,12
pH	**0,94**	-0,20
Valor V%	**0,99**	-0,08
Valor m%	**-0,94**	0,01
Espessura (cm)	**0,85**	0,22
Carbono	-0,17	**0,94**

Estas mesmas correlações podem ser vistas na Figura 7, que além de apresentar as posições dos eixos das variáveis originais, indicando visualmente suas relações com os dois primeiros eixos principais, ainda demonstra as posições das observações e suas relações tanto com as variáveis originais, quanto com os componentes principais.

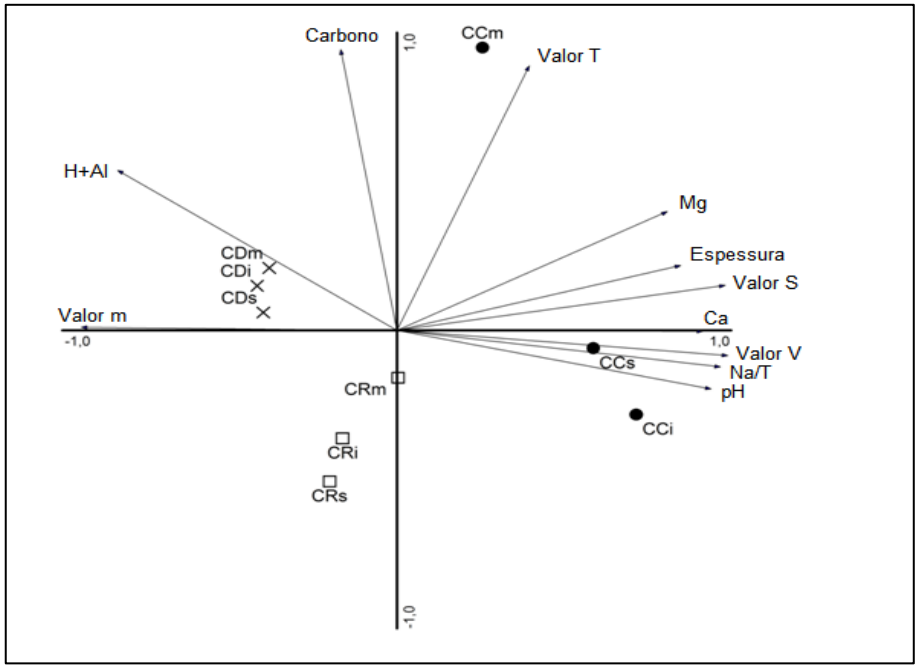


FIGURA 7– DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO DERIVADO DA APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAL SOBRE A MATRIZ DE CORRELAÇÕES (P_{pxp}) ENTRE AS 11 VARIÁVEIS ORIGINAIS. SÃO APRESENTADOS OS EIXOS DAS VARIÁVEIS ORIGINAIS, BEM COMO AS POSIÇÕES DAS OBSERVAÇÕES. CvD: convexa-divergente, CvR: convexa-retilínea, CcC: côncava-convergente; i: terço inferior, m: terço médio, s: terço superior.

3.2 Parâmetros Estruturais das Populações de *Dyckia encholirioides*

A análise de correlação entre os escores dos dois primeiros componentes principais do solo (FIGURA 7) e os parâmetros estruturais da população de *D. encholirioides* indicaram haver correlação estatística significativa entre os escores do primeiro componente principal e os valores de cobertura (r=0,85, p<0,05). Este resultado demonstra que a cobertura promovida pelas rosetas das bromélias na encosta tende a ser maior quanto maior for trofia a dos solos (fertilidade), cujos valores, neste caso, são representados pelos escores do primeiro eixo principal. Contudo, não houve correlação significativa estatística entre a densidade e os

escores de ambos os eixos, assim como entre a cobertura e o segundo eixo da análise.

As encostas convexa-divergente e convexa-retilínea apresentaram, em média, 70 % das suas áreas, colonizadas por espécies de outras famílias botânicas, como: Orchidaceae, Poaceae, Cyperaceae e outras. Portanto, possuem as menores áreas de cobertura de *D. encholirioides*, além de, em CvR, pequena expressão de afloramentos rochosos (FIGURA 8).

A encosta côncava-convergente apresentou a maior área de cobertura de *D. encholirioides* (45%), parâmetro que relaciona-se com tamanho das rosetas (maior) a qual ocupou uma superfície expressiva do substrato e contribuiu com inexistência de exposições de rochas (FIGURA 8).

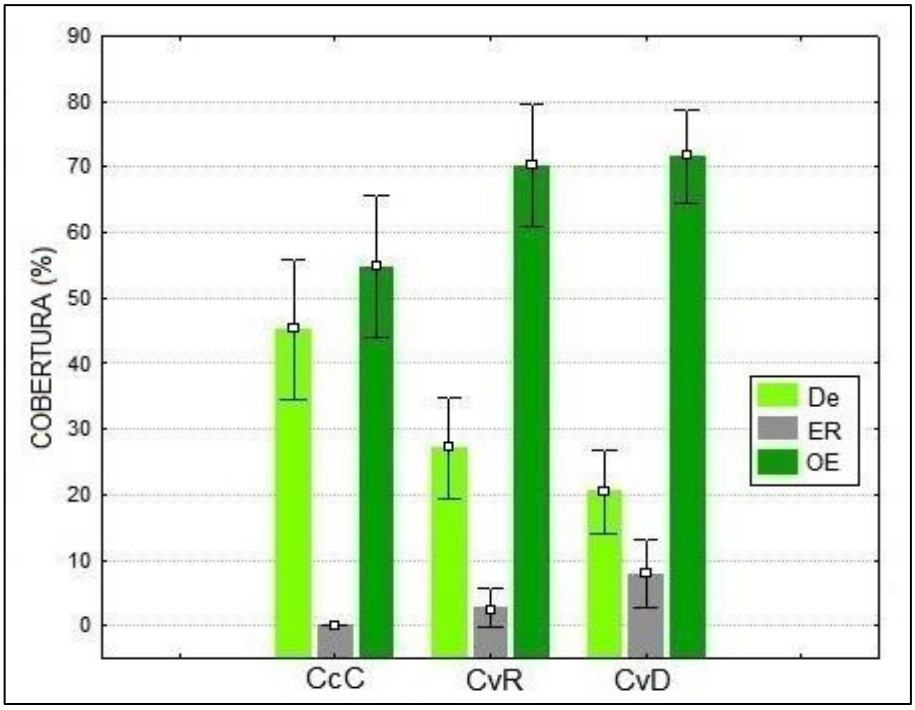


FIGURA 8– COBERTURA DAS ENCOSTAS AMOSTRADAS NOS COSTÕES ROCHOSOS DA ILHA DO MEL, PARANAGUÁ - PR. Média (▫), desvio padrão (I); *Dyckia encholirioides* (De); exposição de rochas (ER), outras espécies botânicas (OE); CvD: convexa-divergente, CvR: convexa-retilínea e CcC: côncava-convergente;

A cobertura das populações de *D. encholirioides* foi significativamente maior que as demais encostas na feição CcC (p valor = 0,0004). Entre os terços não houve variações significativas neste parâmetro. Pode-se perceber que a cobertura tende a ser maior em CcC, enquanto a densidade menor em CvD (FIGURA 9 e 10).

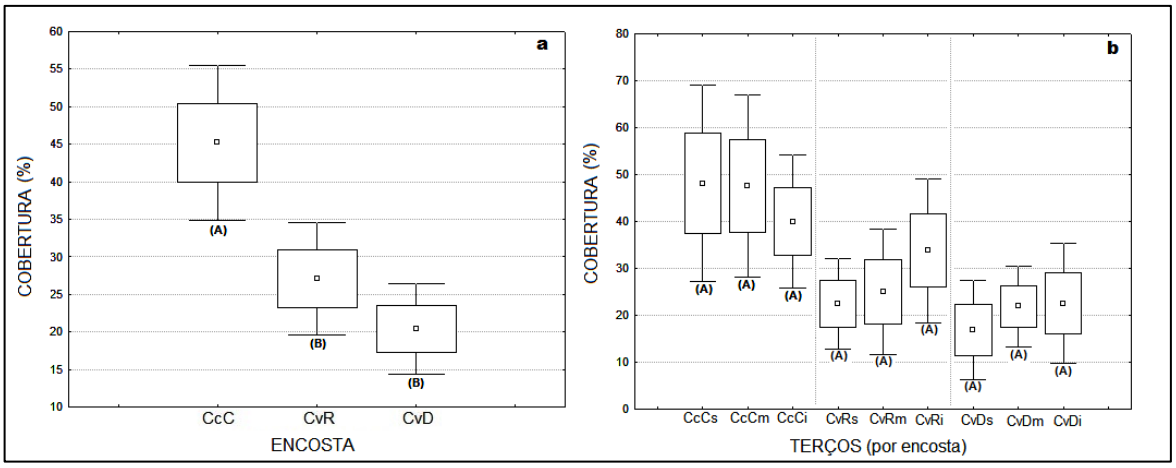


FIGURA 9- COBERTURA DE *Dyckia encholirioides*: (a) ENTRE AS ENCOSTAS E (b) ENTRE OS TERÇOS DA MESMA ENCOSTA - ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR. Média (▫), erro padrão das médias (□) e desvios padrão (⌶); CvD: convexa-divergente, CvR: convexa-retilínea, CcC: côncava-convergente, i: terço inferior; m: terço médio; s: terço superior. Letras entre parênteses iguais indicam que não houve diferenças significativas entre as encostas.

Nas 90 parcelas amostradas foram contabilizadas 169 rosetas *de Dyckia encholirioides* totalizando aproximadamente 1,88 plantas por metro quadrado. As densidades, em ordem decrescente, foram identificadas nas encostas CvR, CcC e CvD, sendo significativamente maior somente densidade da população presente na encosta CvR em relação da encosta CvD (p valor = 0,0009). A amplitude dos desvios padrão da densidade, demonstraram pequena diferença entre os terços (FIGURA 10).

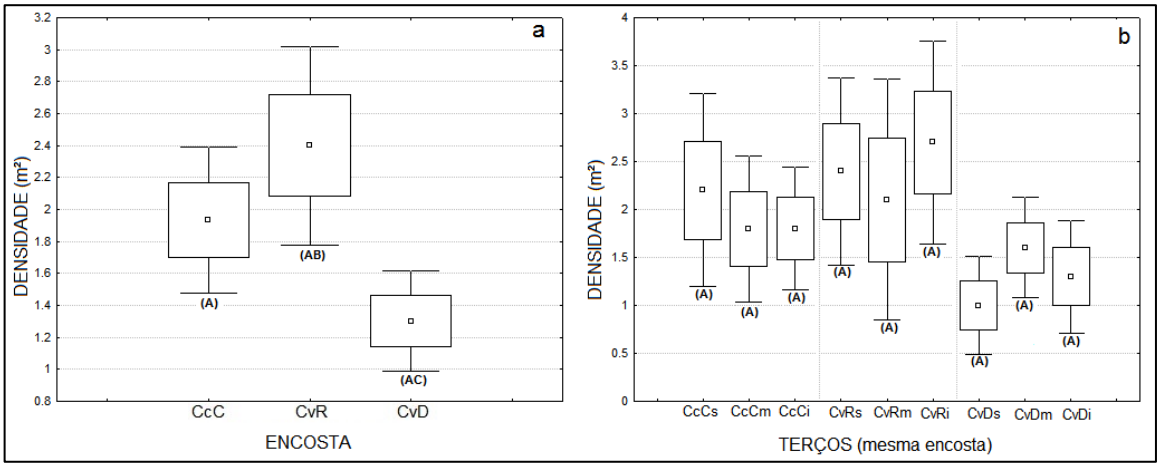


FIGURA 10- DENSIDADE DE *Dyckia encholirioides*: (a) ENTRE AS ENCOSTAS E (b) ENTRE OS TERÇOS DA MESMA ENCOSTA - ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR. Média (▫), erro padrão das médias (□) e desvios padrão (⌶); CvD: convexa-divergente, CvR: convexa-retilínea, CcC: côncava-convergente, i: terço inferior; m: terço médio; s: terço superior. Letras entre parênteses iguais indicam que não houve diferenças significativas entre as encostas.

O parâmetro frequência absoluta de *D. encholirioides* foi alto e similar em todas as rampas. Não houve diferenças significativas entre as encostas e entre entre os terços (FIGURA 11).

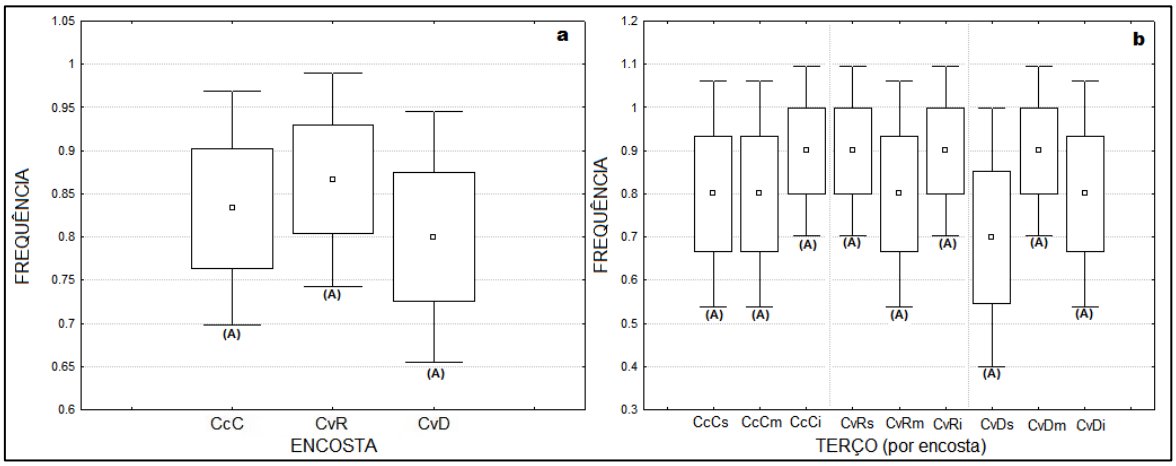


FIGURA 11- FREQUÊNCIA DE *Dyckia encholirioides*: (a) ENTRE AS ENCOSTAS E (b) ENTRE OS TERÇOS DA MESMA ENCOSTA - ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR. Média (▫), erro padrão das médias (□) e desvios padrão (⌶); CvD: convexa-divergente, CvR: convexa-retilínea, CcC: côncava-convergente, i: terço inferior; m: terço médio; s: terço superior. Letras entre parênteses iguais indicam que não houve diferenças significativas entre as encostas.

As forças impostas pela associação das curvaturas, declividade acentuada e comprimento da encosta não favoreceram o desenvolvimento de solos com melhor estrutura física e química em CvD e a condicionaram como sendo um ambiente com limitações significativas para o estabelecimento de *D. encholirioides.* Tal característica pode ter refletido na densidade e menor cobertura da espécie nesta encosta.

Embora pouco expressivas, esta feição dispôs ondulações e rochas expostas (FIGURA 8) que, provavelmente, promoveram o acúmulo de sedimentos e favoreceram a formação pontos/regiões com melhor estabilidade pedológica onde foram observados agrupamentos de indivíduos de tamanhos variados.

Os menores valores dos parâmetros estruturais podem estar relacionados com a estratégia de ocupação de *D. encholirioides*, a qual apropriou-se, principalmente, dos microambientes mais rugosos associados a exposição de rochas, nos quais a competição por interferência tende a ser menor. Nestes locais, observou-se que a espécie investiu seu sistema radical em áreas fissurais aproveitando a maior disponibilidade iônica.

Para Larson *et al.* (2000) em ambientes rochosos as características microtopográficas como a conformação da superfície e a rugosidade condicionam a vegetação ao promover barreiras físicas, as quais proporcionam melhor condição para fixação das plantas, retenção de água e nutrientes.

Na feição CvR, os parâmetros estruturais analisados demonstraram a influência da associação das forças oriundas das características desta encosta, como: a retilineidade da superfície (eixo horizontal), às declividades acentuadas (montanhosa e escarpada) e o comprimento da rampa, que dificultaram a formação de solo com melhor estrutura físico-química e promoveram a dissipação dos íons de maneira menos desiguais no eixo horizontal da encosta.

A pequena saturação por bases e os baixos valores de T, provavelmente, não propiciaram ao desenvolvimento de indivíduos de grande porte. A constatação de poucos pontos isolados com pequena área de exposição de rocha não contribuiu com a formação de microambientes com provável acúmulo de sedimentos e concentrações iônicas maiores, assim como, não formaram barreiras físicas, as quais poderiam favorecer a fixação de indivíduos maiores. Em razão disto infere-se à estratégia de ocupação da planta no maior investimento em abundância e menor investimento em porte da roseta, que pode ser constatado pela maior densidade da população registrada nesta encosta sem reflexo na cobertura (FIGURA 9 e 10).

A concavidade da encosta CcC, associada a pedregosidade facilitaram o acúmulo de solos com melhor composição física e química (TABELA 2 e 3) e proporcionaram um ambiente com melhor condição para o desenvolvimento de *D. encholirioides*, que ocupou 45% da área, com cobertura significativamente maior que a das populações das outras encostas (FIGURA 9).

Segundo Uhlmann (2003) em rampas CcC a movimentação hídrica de subsuperfície é convergente e pode provocar excesso hídrico a poucos metros de profundidade. Pressupõe-se a ocorrência da mesma dinâmica do escoamento superficial e subsuperficial dos fluxos hídricos nesta feição em discussão, sendo plausível relacionar a influência da maior disponibilidade hídrica com as maiores concentrações iônica e saturação por bases observadas, que teve como resultante a melhor condição de trofia do solo.

Nesta feição observou-se forte tendência na dominância desta espécie, demonstrada pela cobertura (FIGURA 8). Pode-se pressupor que a condição física e a maior saturação por bases do solo da encosta côncava-convergente contribuiram

para o investimento da população de *D. encholirioides* em tamanho que pode ser comprovado pela maior área de cobertura, mesmo não apresentando a maior densidade entre as encostas (FIGURA 10).

A figura 12 ilustra as diferenças nas populações de *D. encholirioides* nas feições amostradas. Verificou-se uma tendência no aumento da densidade e/ou cobertura à medida que o solo torna-se mais estável, ou seja, houve proporcionalidade entre os referidos parâmetros e a condição de trofia do solo. Segundo Zanine e Santos (2004) densidades distintas de plantas em uma determinada área, refletem em desenvolvimento diferenciado em função de competição por espaços, água, luz e nutrientes.

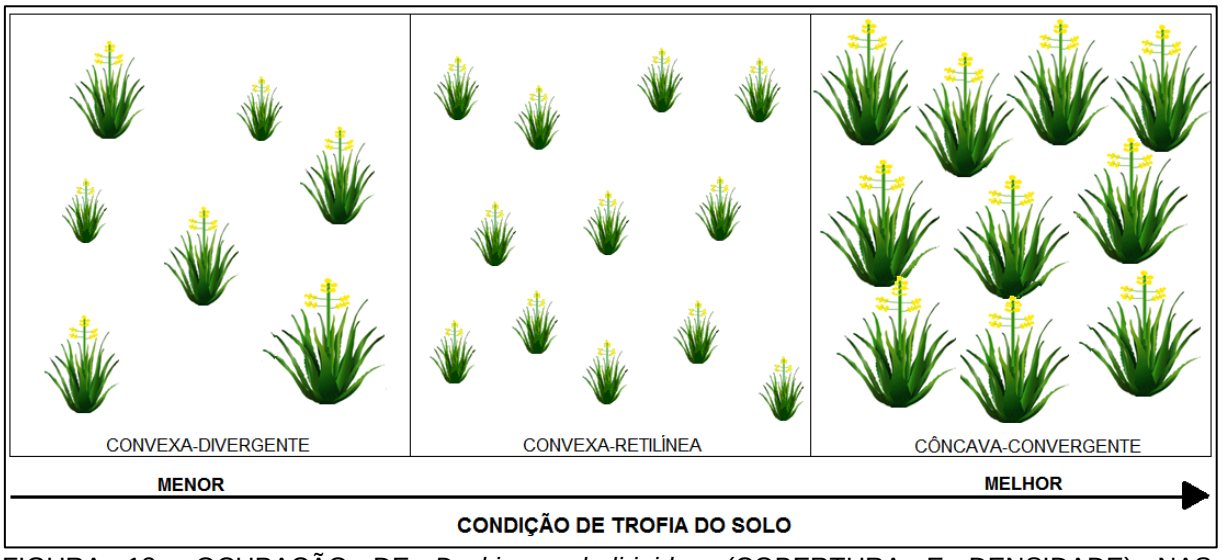


FIGURA 12– OCUPAÇÃO DE *Dyckia encholirioides* (COBERTURA E DENSIDADE) NAS ENCOSTAS AMOSTRADAS DE ACORDO COM A TROFIA DO SOLO, ILHA DO MEL, PARANAGUÁ – PR.

A declividade, a forma e o tamanho da encosta, associadas a outras variáveis ambientais, podem refletir na desuniformidade dos nutrientes no solo e, consequentemente, influenciar em diferenças no padrão de organização das populações vegetais. Cardoso e Schiavin (2002) afirmam que, dentre os fatores que atuam na disposição das espécies em determinado ecossistema estão, em conjunto com o componente hidrológico e a luminosidade, o relevo, o solo e seus atributos.

Uhlmann (2003), no estudo da estrutura da vegetação savânica (Cerrado) no município de Jaguariaíva - PR, ressaltou que a variação estrutural da vegetação é resultado, ao menos em parte, da ação conjunta de padrões geomórficos, dos atributos pedológico e do regime hídrico em superfície. Destacou ainda que a

variabilidade de um fator físico ao longo de um gradiente ambiental pode resultar em diferenças na disponibilidade de um recurso, interferindo na habilidade e potencial de uma espécie competir por nutrientes; assim, cada espécie terá máximo desenvolvimento em diferentes posições ao longo do gradiente.

Gandolfi (2000), no estudo em Floresta Estacional Semidecidual em Campinas – SP observou que a interação da declividade da superfície do solo com outros fatores ambientais, é responsável por uma variedade de situações dentre as quais destacam-se: gradientes de umidade no solo entre o topo e a base da encosta, favorecimento do transporte de partículas ao longo do perfil e consequente influência na organização vertical do dossel da vegetação.

Pelo exposto, as populações de *Dyckia encholirioides* apresentaram diferenças na composição estrutural entre as encostas analisadas, as quais tendem a estarem condicionadas, principalmente, pela influência da ação sinergética dos componentes geomórficos e pedológicos.

A carência de estudos com o mesmo enfoque desta pesquisa impossibilitou a realização de comparações com outros ambientes similares, os quais poderiam subsidiar no acréscimo de informações sobre o referido ecossistema. Para Moura *et. al.* (2011), estudos com vegetação em ambientes rochosos têm aumentado nos últimos anos no Brasil. Todavia, ainda há lacunas de pesquisas sobre a relação da vegetação com fatores físicos da paisagem que caracterizam e legitimam, em grande parte, o funcionamento do ecossistema.

4 CONCLUSÕES

A heterogeneidade geomorfológica da paisagem influenciou na diferenciação dos atributos físicos e químicos do solo e, por conseguinte na estrutura das populações de *Dyckia encholirioides.*

As estratégias de ocupação adotadas pelas populações de *D. encholirioides*, resultaram em diferenças significativas nos parâmetros densidade e cobertura entre as encostas.

Os parâmetros estruturais não diferiram entre os terços da mesma encosta.

O parâmetro frequência não contribuiu na detecção de diferenças nas populações estudadas.

A condição pedogenética (solo raso e distrófico) das encostas convexas (retilínea e divergente) evidenciou-as como ambientes concernentes à baixa trofia.

A densidade das populações de *D. encholirioides* tende a ser menor na encosta convexa-divergente e a cobertura maior na encosta côncava-convergente.

A conformação côncava-convergente apresentou estrutura pedológica e sistema com a melhor condição de trofia.

A cobertura das rosetas das bromélias tende a ser proporcional a condição de trofia do solo.

A inclusão dos componentes geomorfológico e pedológico e a execução de análises interativas destes contribuíram de maneira significativa no entendimento da estrutura das populações de *Dyckia encholirioides* nos costões estudados.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. J. O.; RIBEIRO, M. R. Caracterização e gênese dos solos de uma topossequência na microrregião da Mata Seca de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, p.297-305, 1995.

ANGULO, R. J. **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná.** 1992. 315 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo. 1992.

ARAÚJO, D.S.D. e LACERDA, L.D. A natureza das restingas. **Ciência Hoje 6** (33): p. 42-48, 1987.

BENZING, D. H. **The biology of the bromeliads**. Mad River Press, California, 1980.

BENZING, D.H. **Bromeliaceae: Profile of an adaptive radiation**. Cambridge, 2000.

BRITEZ, R.M. **Ciclagem de nutrientes minerais em duas florestas da Planície Litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR**. 1994. Dissertação de mestrado (Ciências do solo), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

BRITEZ, R. M. Solos. In: MARQUES, M. C.; BRITEZ, R. M (Orgs). **História natural e conservação da Ilha do Mel.** Curitiba: Editora da UFPR, 2005. p. 35-46.

BRITEZ, R. M.; MARQUES, M. C. Caracterização geral. In: MARQUES, M. C e BRITEZ, R. M (orgs.). **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: Editora da UFPR, 2005. p. 13-17.

CARDOSO, E; SCHIAVINI, I. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga. **Revista brasileira de Botânica**. v.25, n.3, São Paulo. 2002.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná.** Londrina: IAPAR, 2000.

CURCIO, G. R. **Relações entre geologia, geomorfologia, pedologia e fitossociologia nas planícies fluviais do rio Iguaçu, Paraná, Brasil.** 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006.

DANIELS, R.B. e NELSON, L.A. **Soil variability and productivity: future developments.** In: FUTURE development in soil science research. Madison, Soil Science Society of America, Golden Anniversary Publication, 1987. p. 279-292.

DONAGEMA, G. K. et al. (Org.). **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Documento / Embrapa Solos; 132p).

ESCUDEIRO A. Community patterns on exposed cliffs in a Mediterranean calcareous mountain. **Vegetatio** 125: 99-110, 1996.

FALKENBERG, D.B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Insula** 28:1-30, 1999.

FIGUEREDO, J. C. **Contribuição à geografia da Ilha do Mel (litoral do estado do Paraná).** 1954. 181 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1954.

FORZZA, R.C. **Filogenia da tribo Puyeae Wittm. e revisão taxonômica do gênero Encholirium Mart. ex Schult. & Schult. F. (Pitcairnioideae-Bromeliaceae).** Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade de São Paulo, USP, São Paulo. 2001.

FORZZA, R.C.; LEITMAN, P.M.; COSTA, A.F.; CARVALHO JR., A.A.; PEIXOTO, A.L.; WALTER, B.M.T.; BICUDO, C.; ZAPPI, D.; COSTA, D.P.; LLERAS, E.; MARTINELLI, G.; LIMA, H.C.; PRADO, J.; STEHMANN, J.R.; BAUMGRATZ, J.F.A.; PIRANI, J.R.; SYLVESTRE, L.; MAIA, L.C.; LOHMANN, L.G.; QUEIROZ, L.P.; SILVEIRA, M.; COELHO, M.N.; MAMEDE, M.C.; BASTOS, M.N.C.; MORIM, M.P.; BARBOSA, M..; MENEZES, M.; HOPKINS, M.; SECCO, R.; CAVALCANTI, T. B. e SOUZA, V.C. 2012. Introdução. *In:* **Lista de Espécies da Flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/ (Acesso em 25/07/2012).

FRANSEN, B.; KROON, H.; BERENDSE, F. **Soil nutrient heterogeneity alters competition between two perennial grass species**. Ecology. V. 82, n.9, p.2534-2546, 2001.

GANDOLFI, S. **História natural de uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil).** 2000. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

GIVINISH, T.J.; MILLAM, K.C.; BERRY, P.E. e SYTSMA, K.J. Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography of Bromeliaceae inferred from ndhF sequence data. *In:* Colombus, J.T. *et al.* (eds.). **Monocots: comparative biology and evolution – Poales.** Rancho Santa Ana Botanic Garden, Claremont. 2007.Pp. 3-26

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, A.T.; CUNHA, S.B.de. **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

KRIECK, C**. Ecologia Reprodutiva de *Dyckia encholirioides* var. *encholirioides* (Gaud) Mez. (Bromeliaceae) em costões oceânicos em Florianópolis, Santa Catarina.** 2008. 67 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2008.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. In: SEELIGER, U.; KJERFVE, B. (Eds). **Ecological studies, coastal marine ecosystems of Latin America.** Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, p. 131-145, 2000.

LARSON, D. W.; MATTHES, U.; KELLY, P. E. **Cliff ecology: p**attern and process in cliff ecosystems. Cambridge: Cambridge Studies in Ecology. Cambridge University Press, 2000. 340 p.

LEÃO, Z.M.A.N.; DOMINGUEZ, J.M.L. 2000. Tropical coast of Brazil. **Marine Pollution**, 41:112-122.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. 2nd edition. Amsterdan: Elsevier Science, 1998.

LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996.

LEWIS, J.R. **The ecology of rocky shores**. London, English Univ. Press, 323p., 1964.

LUTHER, H.E. **An alphabetical list of Bromeliad binomials**. 2008. http://www.selby.org/sites/all/files/Bromeliad_Binomial_List_For_Web.pdf (Acessado em 05 de setembro de 2013).

MARTINELLI, G.; VIEIRA, C. M.; GONZALEZ, M.; LEITMAN, P.; PIRATININGA, A.; COSTA, A. F.; FORZZA, R. C. Bromeliaceae da Mata Atlântica Brasileira: Lista de Espécies, Distribuição e Conservação. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 1, p. 209-258, 2008.

MARTINELLI, G.; MORAES, M.A. (Orgs.) **Livro vermelho da flora do Brasil.** 1.ed. Rio de Janeiro: Andrea Jacoksson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013. 1100p.

MCCULLAGH, P.; NELDER, J.A. **Generalized linear models.** 2 ed. London: Chapman and Hall, 1989. 511p.

MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F. **Química e mineralogia do solo**. Visoça, MG: SBCS, 2009. 695p.

MINEROPAR. **Atlas Geológico do Estado do Paraná**. Curitiba, 2001.

MOURA, I. O.; RIBEIRO, K. T.; TAKAHASI, A. Amostragem da vegetação em ambientes rochosos. In: FELFILI, M. J.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; NETO, J. A. A. M. (Eds). **Fitossociologia no Brasil:** métodos e estudos de casos. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2011. p. 255-294.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG. H. **Aims and methods of vegetation ecology.** New York: John Wiley e Sons, 1974. 547 p.

POMPELLI, M.F. 2006. Germinação de *Dyckia encholirioides* var *encholirioides* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae). **Floresta e Ambiente, 13:** 01-09.
RIBEIRO, K.T. **Estrutura, dinâmica e biogeografia de ilhas de vegetação rupícola do Planalto do Itatiaia, RJ.** Tese Doutorado (Curso de Pós-graduação em Ecologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ. 2002.

RIZZINI, C.T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil. Volume II – Aspectos sociológicos e florísticos.** HUCITEC. São Paulo. 328p, 1979.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.).**Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

SAS. STATSOFT, I. STATISTICA (data analysis software system), 2007.

SEMA/IAP. **Plano de Manejo do Parque Estadual Ilha do Mel – PR**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente / Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, 2012.

SILVA. S.,M; **As Formações Vegetais da Planície Litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil: Composição florística e principais características estruturais**. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). UNICAMP. Campinas – SP. 262p., 1998.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. Bromeliaceae (Pitcarnioideae). **Flora Neotropica Monograph**, New York, v. 14, p. 1-662, 1974.

UHLMANN, A. **Análise de duas áreas de vegetação savânica (cerrado) sob influência de gradientes ambientais complexos**. Campinas, 2003. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, São Paulo, 2003.

VAILATI, M.V. **Morfoanatomia de três espécies de Bromeliaceae de restingas do Estado de Santa Catatina, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis. 93p., 2009.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. **A. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.

WAECHTER, J. L. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comun. Mus. Ci**. PUCRS, sér. Bot. 33: 49-68, 1985.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v.11, n.1, p.10-30, 2004.

CAPÍTULO 2

MORFOLOGIA E BIOMASSA DE POPULAÇÕES DE *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez – BROMELIACEAE, EM DIFERENTES FORMAS DE ENCOSTAS NOS COSTÕES ROCHOSOS NA ILHA DO MEL, LITORAL DO PARANÁ.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi verificar a ocorrência de diferenças na morfologia e biomassa das populações de *Dyckia encholirioides* presentes em distintas feições nos costões rochosos localizados na Ilha do Mel, Paranaguá – PR e relacionar as possíveis variações às características geomorfológica e pedológica dos referidos ambientes. Foram selecionadas três formas de encostas: convexa-retilínea (CvR), convexa-divergente (CvD) e côncava-convergente (CcC), compartimentadas em terços superior, médio e inferior, dos quais foram coletados e analisados os atributos do solo. Em campo foram mensuradas a altura e diâmetro de projeção das rosetas e coletadas sete unidades por terço da encosta, com seus respectivos rizomas, compreendendo 63 indivíduos amostrados. Foram contabilizados o número e o comprimento das folhas, o comprimento e diâmetro do rizoma e mensuradas as biomassas fresca e seca da roseta, rizoma e total do indivíduo. Os dados dos atributos do solo foram submetidos à análise de componentes principais (ACP) e os resultados foram expressos por meio de uma matriz de correlações, cujo objetivo foi avaliar a significância do coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis biométricas dos indivíduos de *D. encholirioides* e as variáveis relacionadas aos atributos dos solos, também foi aplicada a análise de componentes principais aos dados biométricos para estabelecer quais variáveis poderiam estar contribuindo de modo mais significativo para a determinação da ordenação dos indivíduos. Complementarmente, os parâmetros biométricos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Os resultados demonstraram que as populações de *D. encholirioides* se diferenciam significativamente, ao menos entre duas encostas, em relação aos parâmetros: altura e diâmetro da roseta, número e comprimento das folhas, massa seca da roseta e total do indivíduo, estas diferenças foram mais evidentes entre as encostas e discretas entre os terços. De maneira geral, as populações com menores indivíduos estão inseridas em CvR enquanto os maiores em CcC, ficando os intermediários em CvD, houve a mesma tendência no tamanho das populações em relação à biomassa, no entanto, sem diferenças significativas entre as feições CcC e CvD. A conformação da encosta foi determinante quando associada às peculiaridades do solo para a diferenciação na biometria de *D. encholirioides*

Palavras-chave: Solos, geomorfologia, morfologia, biomassa, encosta.

MORPHOLOGY AND BIOMASS OF *Dyckia encholirioides POPULATIONS* (Gaudich.) Mez – BROMELIACEAE, IN DIFFERENT FORMS OF SLOPES IN THE ROCKY SHORES IN ILHA DO MEL, COAST OF PARANÁ.

ABSTRACT

The objective of this study was to verify the occurrence of differences in morphology and biomass of populations of *Dyckia encholirioides* distinguishing features in of shape incorporated into rocky shores located on Ilha do Mel, Paranaguá – PR and relate the possible variations to the geomorphological and pedological characteristics of those environments. Three slope sampling types were carried out for soil attributes: convex-divergent (CvD), convex-rectilinear (CvR) and convergent-concave (CcC), which were compartmentalized in upper, middle and lower thirds. In the field the height and projection diameter of rosettes were measured and seven units per third of slope collected, with their respective rhizomes, comprising 63 individuals sampled. The research also accounted the number and the length of the leaves, the length and diameter of the rhizome and measuring the fresh and dry biomass of the rosettes, rhizome and total of the individual. The data of soil attributes main components were analyzed (MCA) and the results were expressed through a correlations matrix. This aimed to analyze the significance of the Pearson coefficient of correlation (r) between the biometric variables of individuals of *D. encholirioides* and the variables related to the soils attributes. The main components analysis was also applied to biometrics to establish which variables could be contributing more significant to determine the ordering of the individuals. In addition, the biometric parameters were submitted to variance analysis (ANOVA). The results showed that populations of *D. encholirioides* differ significantly, at least between two slopes, in relation to parameters: height and diameter of the rosette, number and length of the leaves, dry mass of the rosette and total individual, these differences were more evident between the slopes and discreet between the thirds. In general, the populations with lower individuals are inserted into the CvR lineament, while the largest in CcC, and the middle in CvD, there was the same trend in the size of populations in relation to biomass, however, without significant differences between CcC and CvD lineament. The conformation of the slope was decisive when associated to peculiarities of the soil for differentiation in the biometrics of *D. encholirioides.*

Keywords: Soils, geomorphology, morphology, biomass, slope

1 INTRODUÇÃO

Bromeliaceae, uma das famílias mais representativas da flora neotropical, é composta por aproximadamente 3.172 espécies distribuídas em 58 gêneros (LUTHER, 2008). Está subdividida em oito subfamílias: Bromelioideae, Tillandsioideae, Pitcairnioideae, Hechtioideae, Puyoideae, Lindmanioideae, Brochinioideae e Navioideae (GIVNISH *et al*., 2007).

As bromeliáceas exibem morfologia e fisiologia diversificadas que favorecem sua ocorrência em diferentes tipos de habitats (NIEVOLA *et al.,* 2001), como o metabolismo CAM (Metabolismo Ácido das Crassulaceae), xeromorfia foliar, suculência e capacidade de acumular água e detritos entre as folhas (BENZING, 2000). Estas características lhes proporcionam plasticidade no estabelecimento e sobrevivência sob condições ambientais adversas para a vida vegetal.

O gênero *Dyckia* Schult.f. pertence à subfamília Pitcairnioideae e é composto por aproximadamente 130 espécies, todas terrestres (SMITH e DOWNS, 1974; LUTHER, 2008). Dentre estas inclui-se *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez que, segundo Pittendrigh (1948), de acordo com o hábito de vida e tipo ecofisiológico, se enquadra no grupo denominado solo-raiz, o qual abrange espécies providas de sistema radical funcional para a absorção de água e nutrientes do solo e lâminas foliares com escamas peltadas com reduzida capacidade de absorção.

D. encholirioides é uma espécie heliófita que desenvolve-se, preferencialmente, em costões rochosos (REITZ, 1983), com área de ocorrência em faixas descontínuas entre os Estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina (POMPELLI, 2006). No Estado do Paraná é encontrada na região costeira, dominantemente nos costões rochosos.

Parte componente dos morros, os costões rochosos compreendem encostas com distintas feições. Geralmente apresentam relevo dissecado, que variam de ondulado a escarpado e localizam-se na transição entre os ambientes terrestres e oceânicos. São estruturas rochosas, rígidas e resistentes à ação mecânica das ondas e correntes marinhas (LEWIS, 1964).

Segundo Guerra e Guerra (2011), as encostas configuram-se em três formas básicas, a côncava, a convexa e a retilínea, com diversas formas em razão das

possíveis combinações entre estas, as quais influenciam nos processos relacionados à formação e composição estrutural do solo e dos vegetais.

Os costões apresentam normalmente uma camada fina de solo, com uma sucessão gradativa de rocha exposta para solos cada vez mais profundos, à medida que ocorre desenvolvimento mais acentuado da vegetação (BRITEZ, 2005).

Os ambientes rochosos tendem a ser compostos por vegetação distinta da encontrada em áreas adjacentes, em razão das suas particularidades (LARSON *et al*., 2000), como sua geomorfologia (forma e comprimento da encosta e declividade), composição pedológica (atributos físicos e químicos do solo), além da influência dos fatores climáticos (temperatura, ventos e luminosidade).

Determinada espécie vegetal, quando presente ao longo de um gradiente ambiental, permanece sob influência e suscetível às condições adversas. Segundo Begon *et al.* (2007) tal suscetibilidade é influenciada pela pressão seletiva diferenciada, a qual induz ao individuo a ajustes fenotípicos variados em diferentes pontos do gradiente. Neste sentido, a diferenciação morfológica de uma planta pode ser resultante da plasticidade fenotípica, em resposta as condições das variáveis ambientais (GUREVITCH *et al.*, 2009).

Dentre as estratégias manifestadas nos vegetais, resultante de um ou mais processo de adaptação em ambientes rochosos, temos mudanças na morfologia, que tende a estreita relação com fatores ambientais (GRIME e MACKEY, 2002).

Diferenças morfológicas nas plantas tendem a refletirem no teor de biomassa, a qual pode ser definida como a quantidade em unidade de massa do material vegetal, expressa por massa verde, ou seja, material fresco contendo uma variável proporção de água e, massa seca, que representa a biomassa resultante após processo de secagem (MARTINELLI *et al*., 1994, CALDEIRA, 2003).

Sob o enfoque científico, a Ilha do Mel destaca-se, dentre as demais regiões litorâneas do Paraná, pelas diversas pesquisas realizadas em seus ecossistemas terrestres, dentre as quais estão os estudos sobre a sua geologia e geomorfologia (ANGULO e SOUZA, 2005); solos (BRITEZ, 2005), florística (KERSTEN e SILVA, 2001; KERSTEN e SILVA, 2005; SALINO *et al.*, 2005), estrutura do sub-bosque Floresta Ombrófila Litorânea (KOZERA e RODRIGUES, 2005), estudos da serapilheira na restinga (PIRES *et al*., 2006) e fenologia de espécies de florestas de restinga (MARQUES e OLIVEIRA, 2004). Silva e Britez (2005) propuseram critérios para classificação da vegetação da planície, Britez *et al*. (2005) trabalharam com

ciclagem de nutrientes, Athayde e Britez (2005) caracterizaram as unidades de conservação e Lima (2005) realizou estudo sobre conhecimento etnobotânico.

Em observações de populações de *D. encholirioides* nos costões dos morros da Ilha do Mel, foram notadas evidentes diferenças morfológicas e volumétricas nos indivíduos presentes nas diferentes encostas e inferiu-se, uma provável relação destas diferenças com fatores geomorfológicos e pedológicos, além de outros.

A geomorfologia da encosta e os atributos do solo podem afetar diretamente na morfologia e biomassa das populações de *Dyckia encholirioides*. Tal hipótese nos remete a outros questionamentos relacionados às influências da forma, posicionamento nos terços e declividade das encostas em diferenciações:

a. na disponibilidade de nutrientes no solo;
b. na estrutura morfológica dos indivíduos, e;
c. no teor de biomassa dos indivíduos.

Sob estes enfoques, esta pesquisa propõe-se a verificar ocorrência de diferenças biométricas nas populações de *Dyckia encholirioides* presentes em três diferentes encostas nos costões rochosos da Ilha do Mel, litoral do Paraná, e relacionar tais variações às características geomorfológica e pedológica.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A Ilha do Mel localiza-se na entrada da baia de Paranaguá, no litoral do Estado do Paraná, possui aproximadamente 2.894 ha de área e perímetro de 35 km (BRITEZ e MARQUES, 2005).

As áreas de amostragem situam-se nos costões rochosos dos morros do Farol, com 50 m de altura e do Joaquim, com 65 m (SEMA/IAP, 2012), na porção oriental da Ilha, localizados no Parque Estadual Ilha do Mel (PEIM), entre as coordenadas UTM 772577 W – 7172688 S (FIGURA 1).

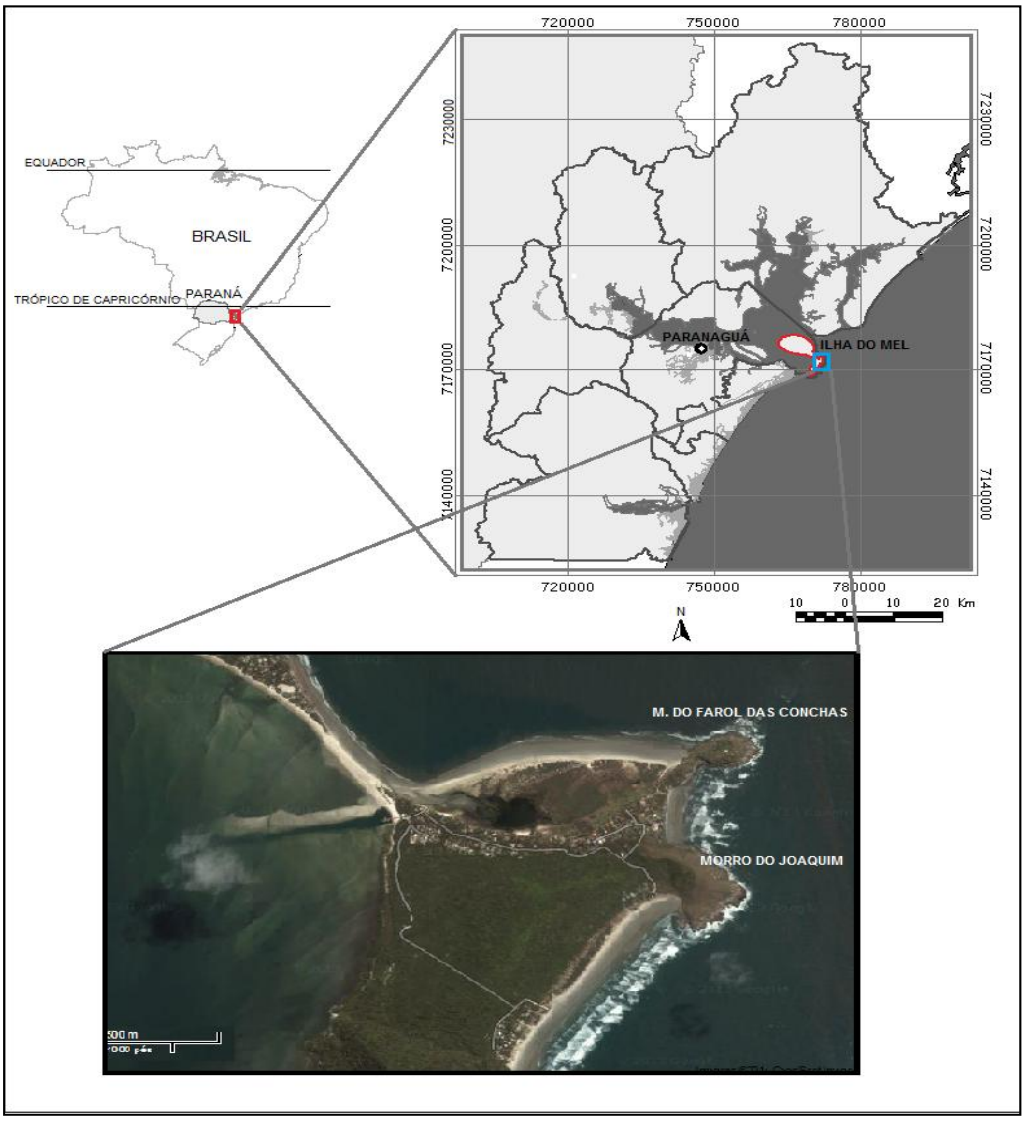


FIGURA 1- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO, ILHA DO MEL, PARANÁ, BRASIL, COM DESTAQUE PARA OS LOCAIS DE AMOSTRAGEM.
FONTE: Google Earth (2014) - adaptado.

Segundo a classificação de Köppen, o clima na região é do tipo Cfa (subtropical), com temperatura média no trimestre mais frio de 17ºC e, no trimestre mais quente, 27ºC. A precipitação anual é de 2.250 mm, sendo o trimestre de dezembro a fevereiro o mais chuvoso, com médias de 900 a 1000 mm, e o trimestre mais seco, junho a agosto, com médias de 250 a 350 mm. A umidade relativa do ar é de 85% (CAVIGLIONE *et al.*, 2000). Os ventos dominantes atingem velocidade média de 4,0 $m.s^{-1}$ e máxima de 25,0 $m.s^{-1}$ (LANA *et al*., 2000).

As planícies constituem a maior porção territorial da ilha. São formadas por sedimentos inconsolidados de origem marinha, com gênese no período quaternário (MINEROPAR, 2001; BRITEZ e MARQUES, 2005).

Os morros e parte dos afloramentos rochosos são constituídos, principalmente, por terrenos granitoides do embasamento cristalino pertencentes ao Proterozoico (ANGULO, 1992), mais especificamente, ao Complexo Gnáissico Migmático Costeiro (MINEROPAR, 2001).

Os costões rochosos presentes na Ilha, além da ação de outras forças de natureza ambiental, são moldados pela influência da declividade e pela forma da encosta, nas quais há grande predisposição da existência de solos pouco desenvolvidos, como os Neossolos Litólicos e Regolíticos (Gustavo Ribas Curcio[1], comunicação pessoal).

A cobertura vegetal da Ilha do Mel é composta pelas Formações Pioneiras de Influência Marinha (Restingas) e Fluviomarinha (Manguezais), além dos remanescentes de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Submontana. Nos costões rochosos, destacam-se as espécies herbáceas, como: *Aechmea organensis* e *Dyckia encholirioides* (Bromeliaceae), *Epidendrum fulgens* (Orchidaceae), *Rumohra adiantiformis* (Dryopteridaceae). Espécies arbustivas como *Rapanea parvifolia* (Primulaceae), *Guapira opposita* (Nyctaginaceae), *Senna bicapsularis* e *Sophora tomentosa* (Fabaceae) e *Tibouchina clavata* (Melastomataceae) também são observadas nestes ambientes (SILVA, 1998; SEMA/IAP, 2012).

Segundo dados do Plano de Manejo do PEIM não foram registrados a ação de fogo ou uso para fins agrícolas nas encostas selecionadas para o estudo SEMA/IAP (2012).

[1]Pesquisador da EMBRAPA CNPF.

Para a quantificação da biomassa, realização da biometria e coleta *Dyckia encholirioides* nos costões rochosos, foram selecionadas as mesmas áreas amostradas no estudo dos parâmetros estruturais, objeto do Capítulo 1.

As encostas foram enquadradas nas seguintes formas de relevo: convexa-retilínea e convexa-divergente, ambas no Morro do Joaquim e côncava-convergente, no Morro do Farol (FIGURA 2). Estas foram compartimentadas em terços superior, médio e inferior, nos quais foram realizadas medições do percentual da declividade com clinômetro.

A encosta convexa-retilínea (CvR) apresenta inexpressiva rugosidade, com exposições de rochas isoladas, declividades elevadas, que variam de montanhosa (terço médio) a escarpada nos demais terços (FIGURA 2 a, b).

A encosta convexa-divergente (CvD) apresenta rugosidade moderada com afloramentos de rocha, relevo com declividade que variam de montanhosa, nos terço superior e inferior, e escarpada, no terço médio (FIGURA 2 c, d).

A encosta côncava-convergente (CcC) apresenta declividade variada, sendo escarpada no terços mais altos e ondulada no terço inferior. Nesta encosta não houve registro de áreas com afloramento de rocha (FIGURA 2 e, f).

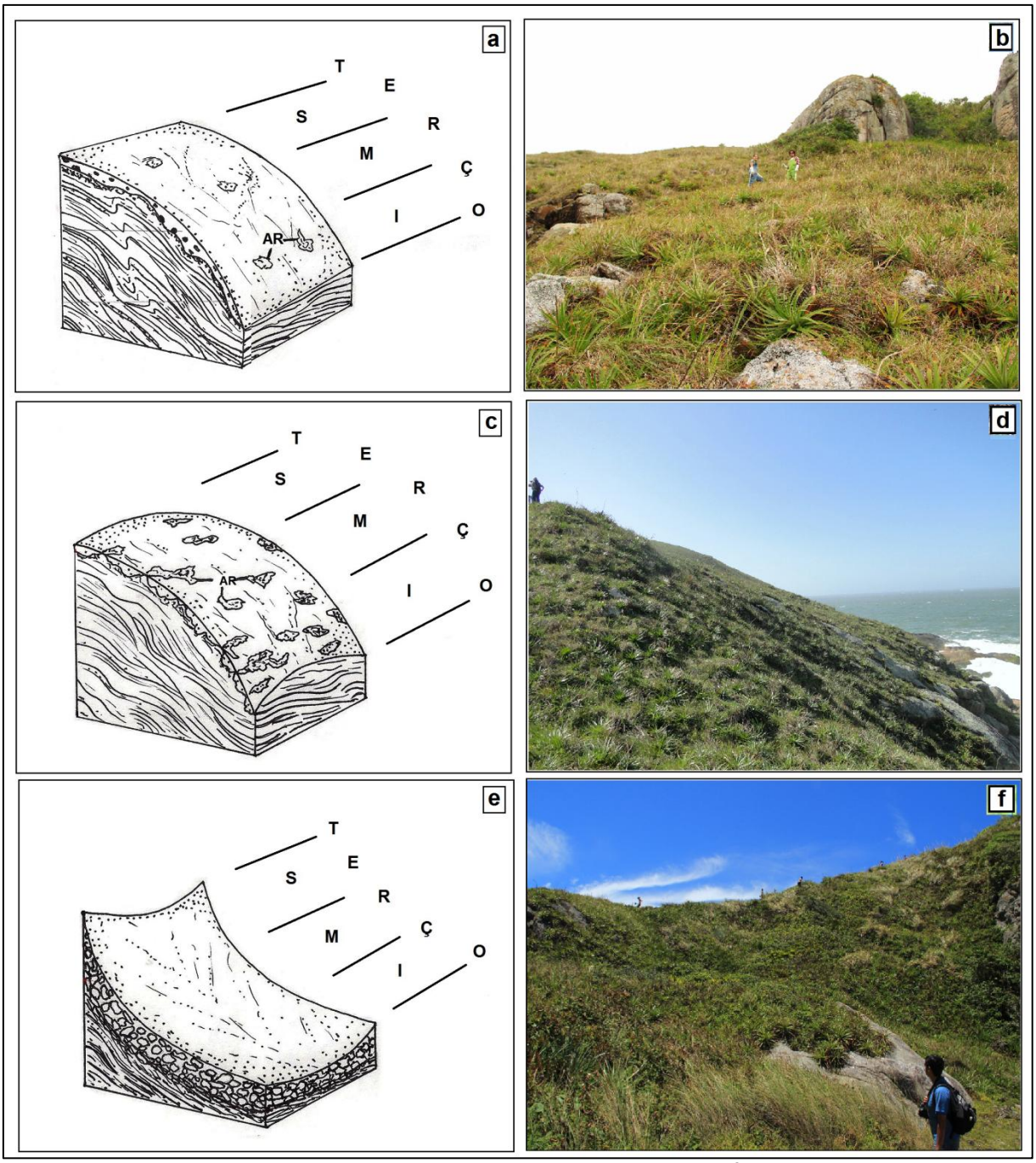


FIGURA 2- CURVATURAS DAS ENCOSTAS CONVEXA-RETILÍNEA (a, b), CONVEXA-DIVERGENTE (c, d) E CÔNCAVA-CONVERGENTE (e, f) NA ILHA DO MEL, PARANAGUÁ – PR. S: superior, M: médio e I: inferior, AR: afloramento de rocha. Ilustração: Gustavo Ribas Curcio – adaptado.

Nesta pesquisa, por questões peculiares relacionadas a localização e posicionamento na paisagem, as áreas amostradas foram denominadas como costão rochoso, por disporem encostas posicionadas de encontro e sob a influência direta da ação das variáveis físicas e ambientais do oceano atlântico.

Foram realizadas prospecções pedológicas, uma por área amostral (terços, com 10 m²), para tal, foi aberto um perfil e coletadas amostras de solo nos terços médios e, nos demais terços, foram coletadas amostras complementares com auxílio de um trado, totalizando nove amostras. Na encosta côncava-convergente, em razão da abundante presença de fragmentos de rochas, foi possível coletar apenas amostras complementares de solo.

A metodologia adotada para a coleta e descrição dos solos foi a proposta por Lemos e Santos (1996) e, a de classificação, seguiu os critérios estabelecidos por Santos *et al.* (2006).

As análises químicas e granulométricas das amostras de solo foram realizadas no Laboratório do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná – UFPR, conforme metodologia elaborada por Donagema *et al*. (2011). Para a caracterização dos atributos do solo, foram analisados o pH, as concentrações disponíveis de Ca^{+2}, Mg^{+2}, K^{+}, Na^{+}, H^{+}, Al^{+3}, P, C e a composição granulométrica das frações areia grossa, areia fina, silte e argila.

Nos terços de cada encosta foram coletados de maneira aleatória sete indivíduos (roseta e rizoma), totalizando 21 unidades por encosta e 63 no total e mensurado, antes da coleta, a projeção da altura e diâmetro das rosetas. O rizoma, composto pelo caule e fragmentos de bainhas foliares senescentes, compreendeu o segmento da planta desde base da folha mais externa, até o ponto de união com outro rizoma ou com o substrato (FIGURA 3 a).

Em laboratório, foram realizados os seguintes procedimentos em todas as rosetas e rizomas:

a. a contagem do número de folhas;
b. mensurado o comprimento (distância entre a base da bainha até o ápice da lâmina) de três folhas das três regiões da roseta, sendo: região apical, folhas da porção superior do caule, ou seja, as mais jovens, com bainha esbranquiçada; região intermediária, folhas que crescem na porção central do caule com evidente faixa marrom na bainha, e; região basal, folhas maduras que crescem na parte inferior do caule com bainhas preenchidas por completo na cor marrom envernizado (FIGURA 3b);
c. mensurados o comprimento e diâmetro do rizoma, e;
d. mensurados os pesos fresco e seco da roseta e do rizoma.

A biomassa seca foi obtida por meio de amostras proporcionais de cada uma das rosetas (fragmentos de folhas das regiões apical, intermediaria e basal) e de cada um dos rizomas (fragmentos deste).

As amostras foram acondicionadas em cartuchos de papel Kraft, identificadas quanto à encosta e terço de origem e secadas em estufa elétrica com circulação forçada de ar a 60°C, onde permaneceram até obtenção de peso constante, período que variou de 4 a 6 dias. As pesagens, na condição fresca e seca, foram realizadas em uma balança digital com precisão de três dígitos e peso mínimo até unidades de grama.

Complementarmente, para a obtenção do volume médio de projeção da roseta, foi considerado o formato do tronco de cone e para mensurar o volume do rizoma, foi considerada a forma de um cilindro.

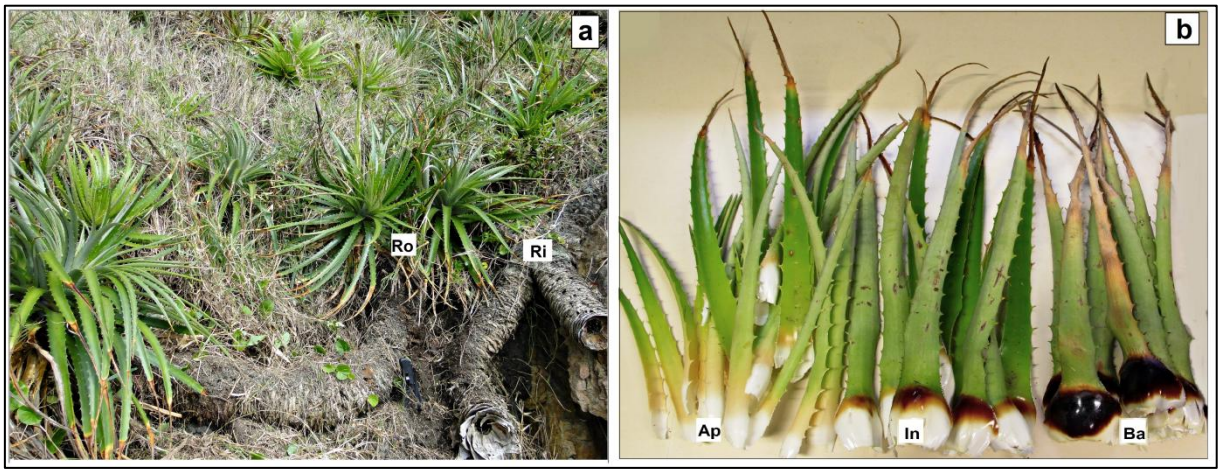


FIGURA 3- a: ROSETA (Ro) E RIZOMAS (Ri); b: FOLHAS APICAIS (Ap), FOLHAS INTERMEDIÁRIAS (In) E FOLHAS BASAIS (Ba), ILHA DO MEL, PARANAGUÁ - PR.

2.2.1 Análises Estatísticas

Os dados das prospecções pedológicas permitiram a obtenção de 15 variáveis quantitativas dos solos, sendo elas: Ca^{+2}, Mg^{+2}, K^{+}, Na^{+}, P, Valor S, $H^{+}+Al^{+3}$, Valor T, Na/T, pH ($CaCl_2$), Valor V%, Valor m%, espessura do solo, teor de argila e teor de carbono, com os quais foi construída uma matriz constituída por nove observações e 15 variáveis (matriz A_{nxp}).

Após a obtenção da matriz de correlações (ρ_{pxp}) entre estas variáveis, a análise de componentes principais permitiu a extração de autovalores e seus

respectivos autovetores e, dentre aqueles, somente quatro apresentaram valor maior que um, mas resumiram cerca de 95% da variância original dos dados.

Por reunirem 76,6% da variância original dos dados, somente os dois primeiros componentes principais foram mantidos nos passos seguintes da análise, sendo então analisadas suas comunalidades acumuladas com os fatores originais. Desta maneira, foram eliminadas todas as variáveis com valor de comunalidade acumulada inferior a 0,7, dentre estas as variáveis K^+, Na^+, P e teor de argila, sendo a baixa comunalidade uma expressão da pequena contribuição destas variáveis na variância absorvida pelos componentes principais.

Ao final, a matriz foi reduzida a somente 11 variáveis e oito observações, extraindo-se uma vez mais a matriz de correlações a qual foi também submetida à análise de componentes principais. Os autovalores foram utilizados para indicar a variância capturada em cada componente principal. Somente dois destes foram maiores que um, mas absorveram cerca de 90% da variância original.

Diagramas de ordenação foram construídos a fim de apresentar a distribuição das observações, bem como das variáveis contidas na matriz A, de modo sinótico. Este mesmo dispositivo permitiu a visualização das correlações entre estas variáveis e as componentes principais. Desta maneira, foi possível visualizar e analisar como as variáveis relacionam-se com os componentes principais, bem como com as observações, neste caso, representadas pelos nove pontos de amostragem distribuídos ao longo do plano bidimensional de ordenação.

Ao mesmo tempo, admitindo que os componentes principais representem novas combinações lineares dos descritores ou variáveis originais, os quais foram gerados a partir da rotação ortogonal dos eixos originais e seus escores representam novas coordenadas das observações, neste caso, das nove amostras de solos. Quanto maior for a proporção da variância explicada nos eixos dos componentes principais utilizados na ordenação, menor é a perda de informações, havendo preservação das distâncias euclidianas originais entre as observações (LEGENDRE e LEGENDRE 1998).

Compreendidos assim, estes escores foram utilizados em substituição aos valores das variáveis originais, pois desde que haja forte associação entre um dado componente principal e uma ou mais variáveis, estes escores, por colapsar em um só número as informações de muitos descritores, podem tornar a análise mais parcimoniosa.

Diante disso, resolveu-se utilizar os escores dos dois primeiros componentes principais para verificar a interferência dos fatores pedológicos (descritores ou variáveis originais) sobre a variação dos dados de biometria dos indivíduos de *Dyckia encholirioides*. Para atingir a este objetivo, foi empregada a análise de correlação linear, na qual utilizou-se uma matriz original composta pelos dados de médias de altura da roseta, diâmetro da roseta, número folhas de cada roseta, comprimento das folhas, diâmetro do rizoma, comprimento do rizoma, massa seca da roseta, massa seca do rizoma e massa seca do indivíduo em todos os terços de cada encosta, somados aos escores dos dois primeiros componentes principais.

Os resultados foram expressos por meio de uma matriz de correlações cujo objetivo foi avaliar a significância do coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis biométricas dos indivíduos de *D. encholirioides* e aquelas relacionadas com a variação dos solos (escores dos dois primeiros componentes principais). Para estes testes, foi adotado um nível de significância de 5%.

Complementarmente, uma análise de componentes principais foi aplicada aos dados biométricos. A matriz (A_{nxp}) de dados biométricos foi constituída por nove descritores ou variáveis (já denominados acima) e sete observações em cada terço (indivíduos de *D. encholirioides* coletados), resultando em 63 amostras no total. Desta matriz A, derivou uma matriz de correlações (ρ_{pxp}) entre os descritores biométricos sobre a qual se aplicou a análise de componentes principais. Esta análise teve por objetivo ordenar as amostras em espaço de menor dimensão, de modo a simplificar a visualização daquelas mais assemelhadas e determinar quais variáveis poderiam estar contribuindo de modo mais significativo para a determinação da ordenação.

Adotando-se os mesmos procedimentos aplicados aos dados de solos, uma primeira análise foi feita a fim de eliminar aquelas variáveis com comunalidades cumulativa entre os dois primeiros componentes principais abaixo de 0,7, desta maneira foram eliminadas as variáveis: número médio de folhas por roseta, comprimento e diâmetro do rizoma. Desta feita, a matriz (A_{nxp}) foi reduzida para cinco variáveis e uma nova análise foi aplicada à matriz de correlações entre as variáveis contidas em A. O percentual de variância extraído pelos eixos foi obtido por meio dos autovalores a eles associados e como resultado da análise, foi construído um diagrama bidimensional de ordenação (biplot).

Para verificar a existência de diferenças significativas na morfologia e biomassa entre os terços e encostas foi realizada análise de variância (ANOVA). O nível de significância estabelecido foi menor que 5% ($p \leq 0,05$) de probabilidade e ajustados ao tipo de distribuição dos dados por meio do uso de modelos lineares generalizados (MCCULLAGH e NELDER, 1989) (APÊNDICE 2).

As análises foram realizadas por meio do programa estatístico denominado SAS® 9.1 (SAS, 2002), licenciado pela EMBRAPA e, as análises gráficas, foram construídas por meio do software STATISTICA® 6.0 (STATSOFT, 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análises dos componentes geomórficos e pedológicos das encostas

Os costões amostrados são constituídos essencialmente por solos minerais pouco desenvolvidos, com fertilidade variável, pertencentes à ordem dos Neossolos, com variação para as subordens Litólico e Regolítico. As análises químicas e granulométricas encontram-se no Apêndice 1 e nos Anexos 1, 2 e 3.

A encosta convexa-retilínea (CvR) apresentou declividades elevadas, variando de montanhosa (67% terço médio) a escarpada (77% e 75%) respectivamente nos terços superior e inferior e, nestes últimos, houve predomínio de Neossolo Litólico Distrófico típico com horizonte A proeminente e textura média. O terço médio, com pontos isolados de maior espessura, favoreceu a formação de solo classificado como Neossolo Regolítico Distrófico típico com horizonte A proeminente e textura média. De maneira geral, o solo desta encosta apresentou baixa saturação por bases e considerável saturação por alumínio.

A encosta convexa-divergente (CvD) apresentou declividades com 36% e 37% (forte-ondulada) nos terços superior e médio, respectivamente e, 47% (montanhosa) no terço inferior. Houve predomínio de Neossolo Litólico Distrófico típico com horizonte A proeminente e textura média. O pequeno desenvolvimento pedogenético corroborou com a reduzida saturação por bases e com o caráter álico.

A encosta côncava-convergente (CcC) apresentou declividades variadas, sendo escarpada no terços mais altos (88% superior e 76% médio) e ondulada no terço inferior (13%) e favoreceu, predominantemente, a formação de solos classificados como:

- Neossolo Regolítico Eutrófico solódico com horizonte A chernozêmico e textura média no terço superior;
- Neossolo Regolítico Distrófico típico com horizonte A proeminente e textura média muito pedregosa no terço médio, e;
- Neossolo Regolítico Eutrófico solódico com horizonte A chernozêmico e textura média muito pedregosa fase conchífera, no terço inferior.

Nesta feição o solo encontra-se inserido entre fragmentos de rochas (calhaus e matacões), considerado pedregoso na sua maior extensão. Os resultados

referentes à concentração iônica e saturação por bases foram, em geral, maiores, quando comparados aos dados destes parâmetros das outras duas encostas.

Segundo resultado da Análise de Componentes Principais (PCA) dos atributos do solo, os dois primeiros componentes extraídos representaram 91% da variância original dos dados, sendo estes os únicos a apresentarem autovalores maiores que 1 (TABELA 1). Admitiu-se, portanto, uma perda de 9% da variância original em favor da parcimônia.

TABELA 1– AUTOVALORES ASSOCIADOS A CADA COMPONENTE PRINCIPAL, VARIÂNCIA INDIVIDUAL E CUMULATIVAMENTE CONTIDA NOS COMPONENTES PRINCIPAIS EXTRAÍDOS A PARTIR DA MATRIZ DE CORRELAÇÕES ENTRE AS 11 VARIÁVEIS EDÁFICAS ANALISADAS.

COMPONENTE PRINCIPAL (CP)	**AUTOVALOR**	**VARIÂNCIA EXPLICADA PELA CP**	
		% Variância	% Cumulativo
1	7,75	70,42	70,42
2	2,26	20,55	90,97
3	0,58	5,25	96,22
4	0,24	2,20	98,42
5	0,12	1,08	99,50
6	0,05	0,45	99,95
7	0,00	0,05	100
8	0,00	0,00	100

As variáveis Valor V, Valor S, razão Na/T, pH, Ca, espessura do solo e Mg apresentaram forte e positiva associação com o primeiro eixo principal, enquanto os teores de íons H+Al e Valor m% apresentam relação inversamente proporcional aos escores deste mesmo eixo. O segundo eixo apresentou forte e positiva associação com as variáveis teor de carbono e valor T. Portanto, o primeiro eixo resume as informações relacionadas com trofia do solo (fertilidade), enquanto o segundo eixo representa a variação da carga do solo, neste caso influenciada pelo teor de matéria orgânica nos perfis (TABELA 2).

TABELA 2– COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO (r) ENTRE OS ESCORES DOS DOIS PRIMEIROS COMPONENTES PRINCIPAIS E OS VALORES DAS VARIÁVEIS ORIGINAIS.

VARIÁVEIS ORIGINAIS	**COMPONENTE PRINCIPAL**	
	1º EIXO	2º EIXO
Ca^{+2}	**0,91**	0,00
Mg^{+2}	**0,81**	0,40
Valor S	**0,98**	0,15
$H^{+}+Al^{+3}$	**-0,83**	0,54
Valor T	0,40	**0,89**
Na/T	**0,97**	-0,12
pH ($CaCl_2$)	**0,94**	-0,20
Valor V%	**0,99**	-0,08
Valor m%	**-0,94**	0,01
Espessura (cm)	**0,85**	0,22
Carbono	-0,17	**0,94**

3.2 Análises das variáveis biométricas de *Dyckia encholirioides*

A análise de correlação entre os escores dos dois primeiros componentes principais e os parâmetros biométricos de *D. encholirioides* indicaram haver correlação estatisticamente significativa entre os escores do primeiro componente principal (extraídos a partir da matriz de parâmetros pedológicos) e a altura e o diâmetro médio da roseta (r igual a 0,85 e 0,72, respectivamente), enquanto o diâmetro do rizoma mostrou-se significativamente correlacionado com os escores do segundo eixo principal (r=0,73). Este resultado demonstra que a altura e o diâmetro das rosetas tende a ser maior quanto maior for a trofia (fertilidade) dos solos subjacentes. Já a correlação existente entre o diâmetro do rizoma e os escores do segundo eixo é de mais difícil interpretação, tendo em vista que este eixo é determinado principalmente pelos maiores valores de carbono e carga do solo (valor T). Nenhum outro parâmetro biométrico apresentou correlação significativa com os escores dos dois primeiros eixos (TABELA 3).

TABELA 3– COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE AS MÉDIAS DE VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS E OS ESCORES DOS DOIS PRIMEIROS EIXOS PRINCIPAIS EXTRAÍDOS A PARTIR DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS APLICADA À MATRIZ DE CORRELAÇÕES $P_{(pxp)}$ ENTRE AS 11 VARIÁVEIS DESCRITORAS DAS PROPRIEDADES DOS SOLOS.

PARÂMETROS BIOMÉTRICOS	**ESCORES DOS COMPONENTES PRINCIPAIS**	
	1º	2°
Altura da roseta	0,85*****	0,22
Diâmetro da roseta	0,72*****	0,47
Número médio de folhas/roseta	-0,06	0,59
Comprimento médio das folhas/roseta	0,62	0,55
Diâmetro do rizoma	-0,06	0,73*****
Comprimento do rizoma	0,34	0,21
Massa seca roseta	0,23	0,5
Massa seca rizoma	-0,14	0,37
Massa seca do indivíduo	0,08	0,48

O asterisco (*) denota correlação significativa estatisticamente entre as variáveis.

A análise de componentes principais aplicada aos dados da matriz $A_{(nxp)}$, contendo as variáveis biométricas resultou na extração de somente dois eixos com autovalores maiores que um. Estes somaram aproximadamente 85,7% da variância original, da qual 62% foram atribuídos somente ao primeiro eixo.

Em ordem decrescente, as maiores correlações com o primeiro eixo principal foram obtidas pelas variáveis: massa seca da roseta (r = 0,87), diâmetro da roseta (r= 0,86), massa seca do indivíduo (r = 0,83), comprimento médio das folhas (r= 0,83) e altura da roseta (r= 0,73). Por sua vez, o segundo eixo apresentou maior coeficiente de correlação com a massa seca do rizoma (r = 0,76).

A figura 4 permite perceber estas relações e ainda esclarece que os indivíduos amostrados na encosta côncava-convergente tendem a possuírem rosetas com maior massa (tanto da roseta quanto do indivíduo), maiores diâmetro e altura, além de disporem folhas de maior comprimento médio, enquanto as médias destes mesmos parâmetros tendem a ser menores dentre os indivíduos amostrados sobre a feição convexa-retilínea.

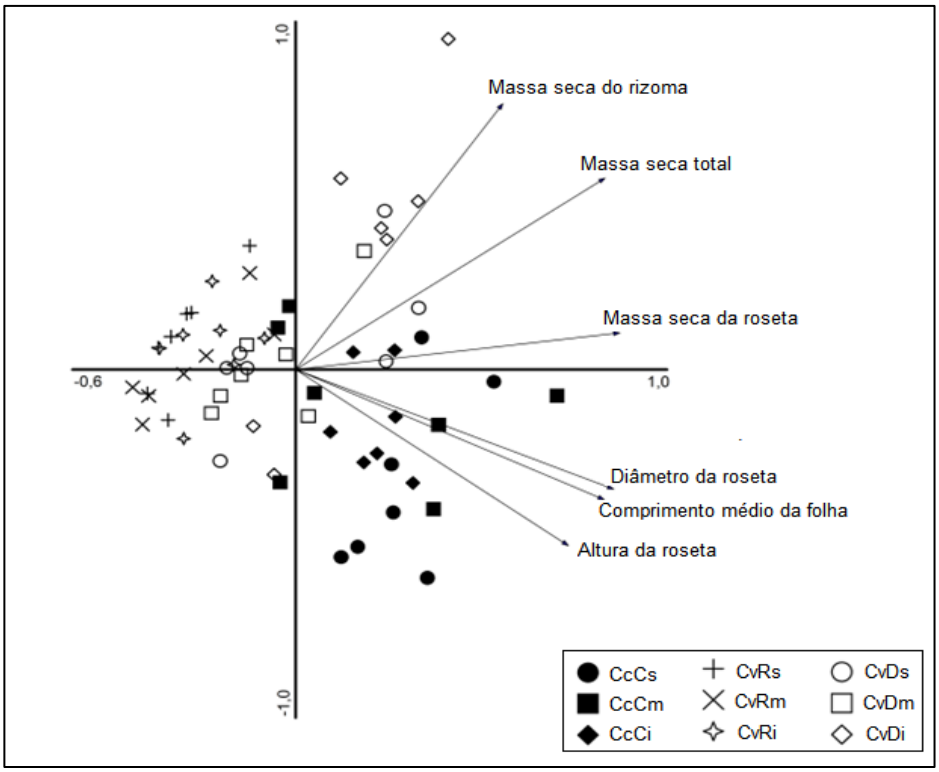


FIGURA 4– DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO RESULTANTE DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS APLICADAS AS VARIÁVEIS BIOMÉTRICA DOS INDIVÍDUOS DE *Dyckia encholirioides*. CvD: convexa-divergente, CvR: convexa-retilínea, CcC: côncava-convergente, i: terço inferior; m: terço médio; s: terço superior.

Os resultados possibilitaram classificar os indivíduos por tamanho (menor, mediano e maior) e relacionar as diferenças biométricas às características das encostas e aos atributos de solo. Também evidenciaram a tendência da existência de populações de *D. encholirioides* distintas, ao menos entre duas encostas, nas variáveis altura e diâmetro da roseta, diâmetro do rizoma, número e comprimento das folhas e, massa seca da roseta, rizoma e do indivíduo, as quais foram evidentes entre as encostas e discretas entre os terços. Somente o comprimento do rizoma não apresentou diferenças significativas entre os terços e entre as feições estudadas (FIGURAS 5, 6, 7 e 8).

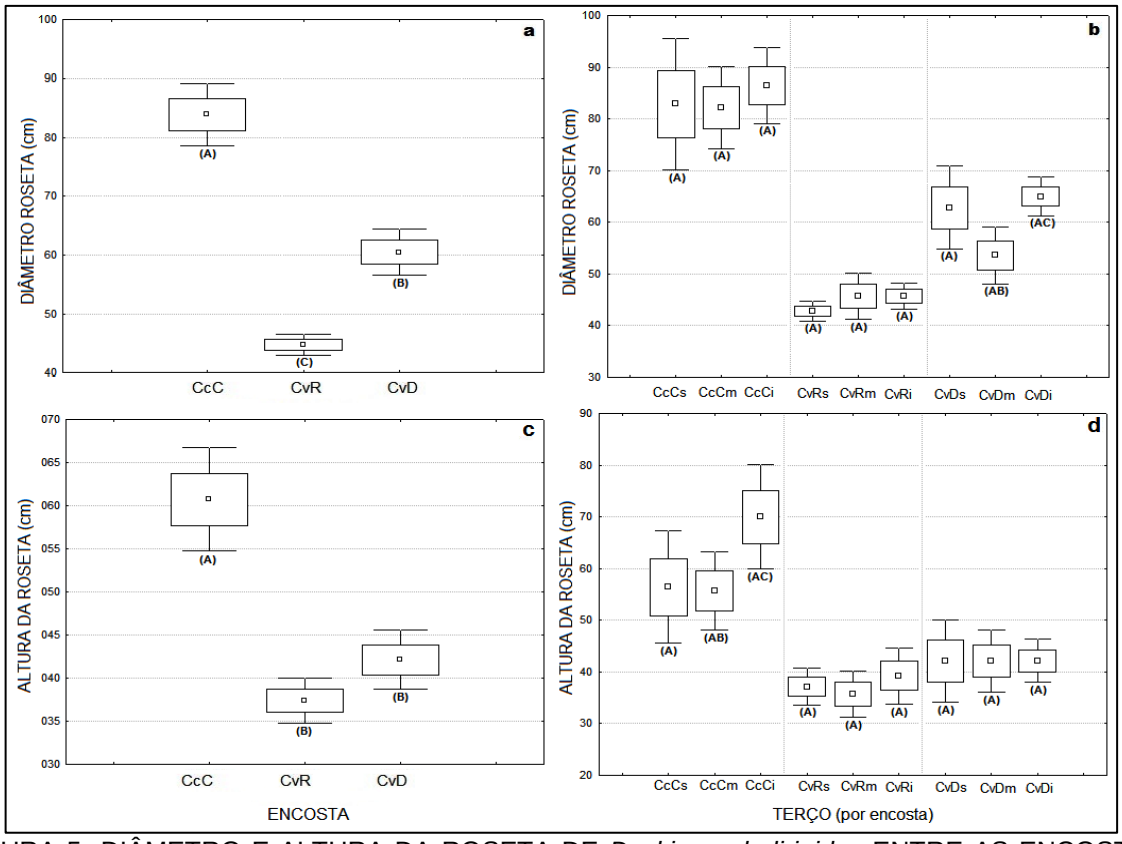


FIGURA 5- DIÂMETRO E ALTURA DA ROSETA DE *Dyckia encholirioides* ENTRE AS ENCOSTAS (a, c) E ENTRE TERÇOS (b, d) – ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR. Médias (▫), erro padrão das médias (□) e desvios padrão (⌶); CvD: convexa-divergente, CvR: convexa-retilínea, CcC: côncava-convergente, i: terço inferior; m: terço médio; s: terço superior. Letras entre parênteses iguais indicam que não houve diferenças significativas entre as encostas.

A análise de variância exprimiu que a encosta CvR dispõe população de *D. encholirioides* com os menores indivíduos, como comprovado pelos valores das variáveis: diâmetro da roseta e do rizoma, número e comprimento das folhas e biomassas das rosetas e dos indivíduos, os quais diferiram significativamente dos indivíduos das outras duas encostas (FIGURAS 5 a; 6 a, b; 7 a; 8 a, g - APÊNDICE 2).

A população estabelecida em CvR é composta por rosetas com altura média de 37 cm, diâmetro de 45 cm e volume de projeção com média de 0,026 m³, os quais não resultaram em diferenças significativas entre os terços da encosta (FIGURA 5 b, d). É composta em média por 58 folhas (significativamente maior no terço inferior) com 44 cm de comprimento (FIGURA 6 c, d - APÊNDICE 2).

As médias de 23 cm de comprimento e 11 cm de diâmetro determinaram os menores rizomas, com 0,002 m³ (FIGURA 7).

Em CvR foram obtidos os menores valores médios de biomassa, com valores: da roseta 188 g, do rizoma 312 g e do indivíduo 500 g. O terço inferior

apresentou rosetas com biomassa significativamente maior que as do terço médio (FIGURA 8 b – APÊNDICE 2). A quantidade de biomassa por unidade de área (densidade, Capítulo 1) resultou em aproximadamente 12 $Mg.Ha^{-1}$ nesta feição.

Tais resultados corroboraram com a análise de componentes principais, a qual demonstrou que há correlação entre o tamanho dos indivíduos e os atributos do solo desta encosta com sistema de baixa trofia (TABELA 3).

A pequena espessura do solo na maior extensão da encosta associada à distrofia e o baixo valor de T, a elevada declividade e inexpressiva presença de barreiras físicas como afloramentos de rocha (rugosidade superficial), podem ter dificultado a fixação de indivíduos com maior porte e desfavorecido o desenvolvimento vegetativo.

Frequentemente, plantas de uma mesma espécie que crescem em ambientes pobres em recursos possuem morfologia diferente daquelas que estão inseridas em micro-hábitats mais ricos em nutrientes (GUREVITCH *et al.*, 2009). Santos *et al*. (2012) afirmaram que as bromélias apresentam estratégias que as tornam aptas a sobreviver em ambientes com limitações nutricionais, do mesmo modo como constatado na população estabelecida na encosta convexa-retilínea.

Apesar da não aferição, pressupõe-se que o teor de umidade e consequente disponibilidade de nutrientes são maiores no terço inferior da encosta, com provável influência das variáveis geomórfica e pedológica, os quais, certamente, refletiram na maior proporção do número de folhas e biomassa das rosetas deste local.

Demattê *et al.* (1996) afirmaram que o escoamento superficial e fluxo hídrico subsuperficial direcionam as maiores concentrações de umidade para as posições inferiores da encosta. Neste mesmo sentido, Uhlmann (2003), afirmou que a feição convexa-retilíena conduz os fluxos hídricos laterais de forma difusa e favorece maior concentração de água no terço inferior da encosta.

Com base no parâmetro densidade desta população, infere-se a ocorrência de maior investimento da planta em propagação de rosetas como estratégia de permanência da espécie no ambiente e, menor investimento em tamanho (rosetas miúdas), que facilitaria a fixação e sucesso no estabelecimento.

Rogalski (2007) observou comportamento semelhante em uma bromélia reófita e descreveu que o investimento em propagação clonal pode ser extremamente importante para uma espécie que vive em um ambiente com

condições adversas (com exposição de rochas e períodos de seca), tanto para o seu estabelecimento, quanto para manutenção da sua população.

A constatação de indivíduos com rizoma longo e maior proporção do percentual da biomassa do indivíduo (63%) em CvR, nos induz a inferir na tendência no aumento da demanda por nutrientes para a emissão de novas folhas e consequente aceleração do processo de senescência das folhas mais antigas. Segundo George *et al.* (1989), ao longo do ciclo de vida da planta, ocorre a translocação de nutrientes de órgãos senescentes para as regiões de crescimento, como folhas novas e estruturas reprodutivas.

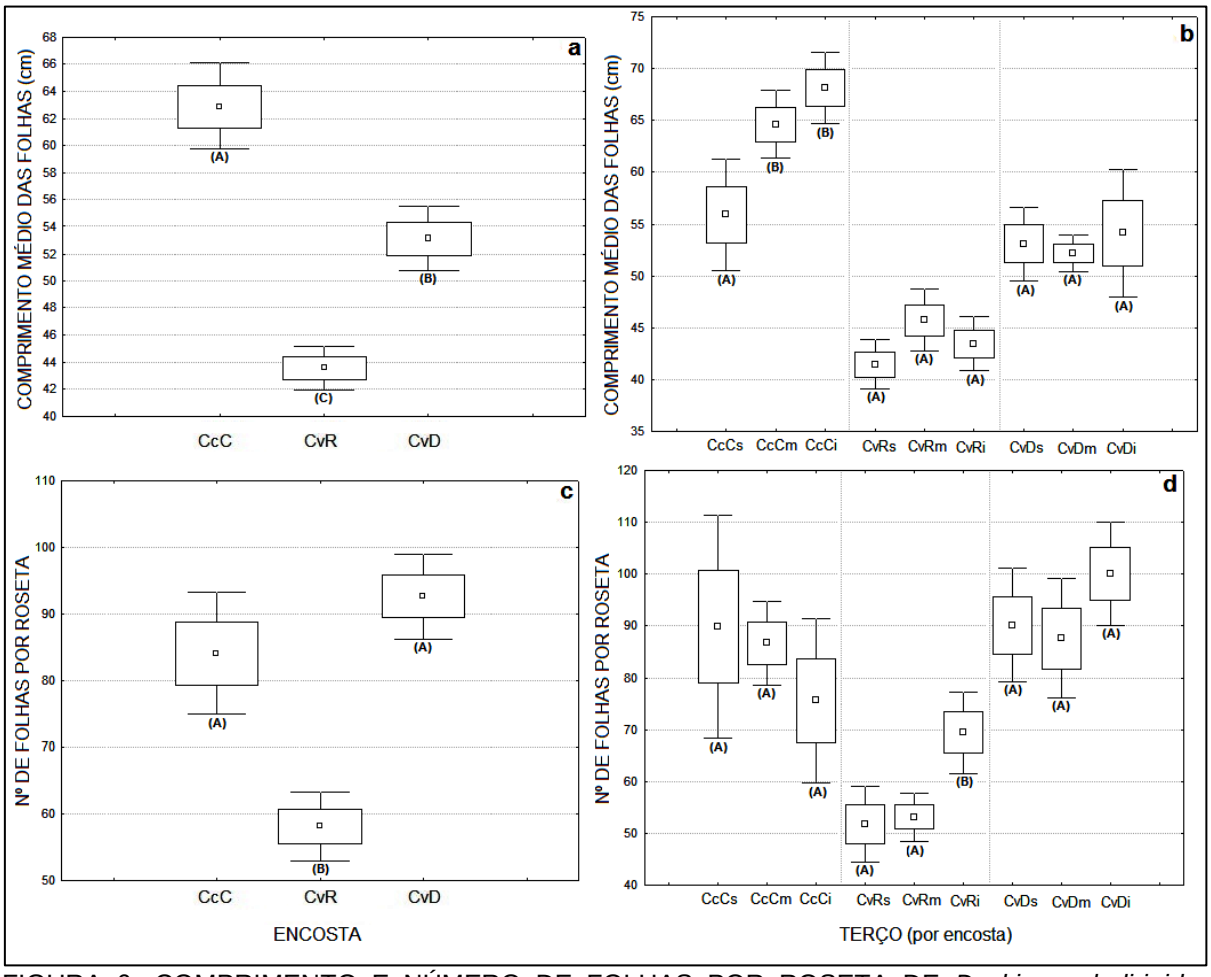


FIGURA 6- COMPRIMENTO E NÚMERO DE FOLHAS POR ROSETA DE *Dyckia encholirioides* ENTRE AS ENCOSTAS (a, c) E ENTRE TERÇOS (b, d) – ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR. Médias (▫), erro padrão das médias (□) e desvios padrão (⌶); CvD: convexa-divergente, CvR: convexa-retilínea, CcC: côncava-convergente, i: terço inferior; m: terço médio; s: terço superior. Letras entre parênteses iguais indicam que não houve diferenças significativas entre as encostas.

Compreende-se que a população de *D. encholirioides* estabelecida em CvD, segundo a ANOVA, é composta por plantas medianas, ou seja, os indivíduos

presentes em CvR são menores que os de CvD e, os desta, são menores que os da feição CcC. Esta população diferiu significativamente das populações das outras duas encostas nas variáveis: diâmetro da roseta e comprimento médio das folhas, (FIGURAS 5 a, 6 a - APÊNDICE 2).

Algumas das características biométricas são semelhantes as das populações presentes nas encostas CvR e CcC (FIGURAS 5 c; 6 c; 7 a; 8 a, c, e):

a. a altura da roseta é similar a dos indivíduos presentes na encosta CvR;
b. nos parâmetros número de folhas, diâmetro do rizoma e biomassas da roseta, rizoma e do indivíduo assemelham-se aos valores dos indivíduos estabelecidos na feição CcC.

Nesta encosta as médias dos parâmetros biométricos das rosetas de *D. encholirioides* foram: altura 42 cm, diâmetro 60 cm e volume projetado 0,051 m³, número de folhas 93 com 53 cm de comprimento. O diâmetro da roseta foi menor no terço médio e significativamente diferente apenas das rosetas presentes no terço inferior (FIGURAS 5 a, b, c - APÊNDICE 2).

O comprimento e o diâmetro médio do rizoma foram respectivamente, 28 cm e 14 cm e o volume projetado correspondeu a 0,004 m^3. Nos terços o comprimento do rizoma apresentou elevada amplitude de variação (FIGURA 7).

As médias referentes à massa seca do rizoma, do indivíduo e da roseta foram de 433 g, 847 g, 413 g, respectivamente. A maior biomassa foi verificada no terço inferior, sendo significativamente maior nestes parâmetros que a massa dos indivíduos do terço médio (FIGURA 8 - APÊNDICE 2).

Como complemento, em termos de quantidade de biomassa por unidade de área (densidade, Capítulo 1), esta encosta dispôs aproximadamente 11 $Mg.Ha^{-1}$ de massa seca de *D. encholirioides*, sendo similar ao valor da biomassa dos indivíduos presentes na encosta da CvR, que foi de 12 $Mg.Ha^{-1}$.

Foi verificado por meio da ANOVA e pela PCA (FIGURA 4) que a população de *D. encholirioides* estabelecida em CvD apresenta indivíduos de diferentes tamanhos. Ao considerar apenas o componente pedológico (APÊNDICE 1), poder-se-ia supor que os dados biométricos dos maiores indivíduos não estão em coerência com as características físicas e químicas do solo (raso, com baixa trofia e alta saturação por alumínio).

Foi observada a predominância na ocupação de áreas com exposições de rocha pelos indivíduos robustos. Os maiores valores de diâmetro e altura da roseta,

massa seca e número de folhas foram registrados nos indivíduos localizados no terço inferior desta encosta, a qual possui maior área com exposição de rocha.

A presença desses ambientes pode ser justificada pela influência da conformação esferoidal desta encosta, que tende a facilitar o escoamento de água e sedimentos em todas as direções, promover erosões e consequentes exposições de rocha e formar microambientes com acúmulo de solo e água com maior concentração e disponibilidade iônica.

MESSIAS (2011) em estudo com vegetação em campos rupestres constatou a ocorrência de espécies, principalmente, em fendas e entre blocos de rochas onde normalmente há acúmulo de solo. Para Larson *et al.* (2000) em ambientes rochosos, as características microtopográficas como a rugosidade e conformação da superfície proporcionam a retenção de nutrientes e água e facilita a fixação das plantas.

Presume-se que a elevada concentração de alumínio trocável (APÊNDICE 1) não refletiu em reações adversas significativas no tamanho dos indivíduos da população desta encosta. Segundo Scarano (2002), algumas bromeliáceas possuem adaptações anatômicas e ecofisiológicas para a sobrevivência, desenvolvidas em função das peculiaridades adversas de ambientes rochosos.

Conforme observações infere-se a ocorrência de êxito na competição interespecífica das populações de *D. encholirioides* nos microambientes onde, possivelmente, houve menor competição por espaço. Segundo Gurevitch *et a*l. (2009), os ambientes com menor densidade de espécies vegetais contribuem para o desenvolvimento de indivíduos maiores.

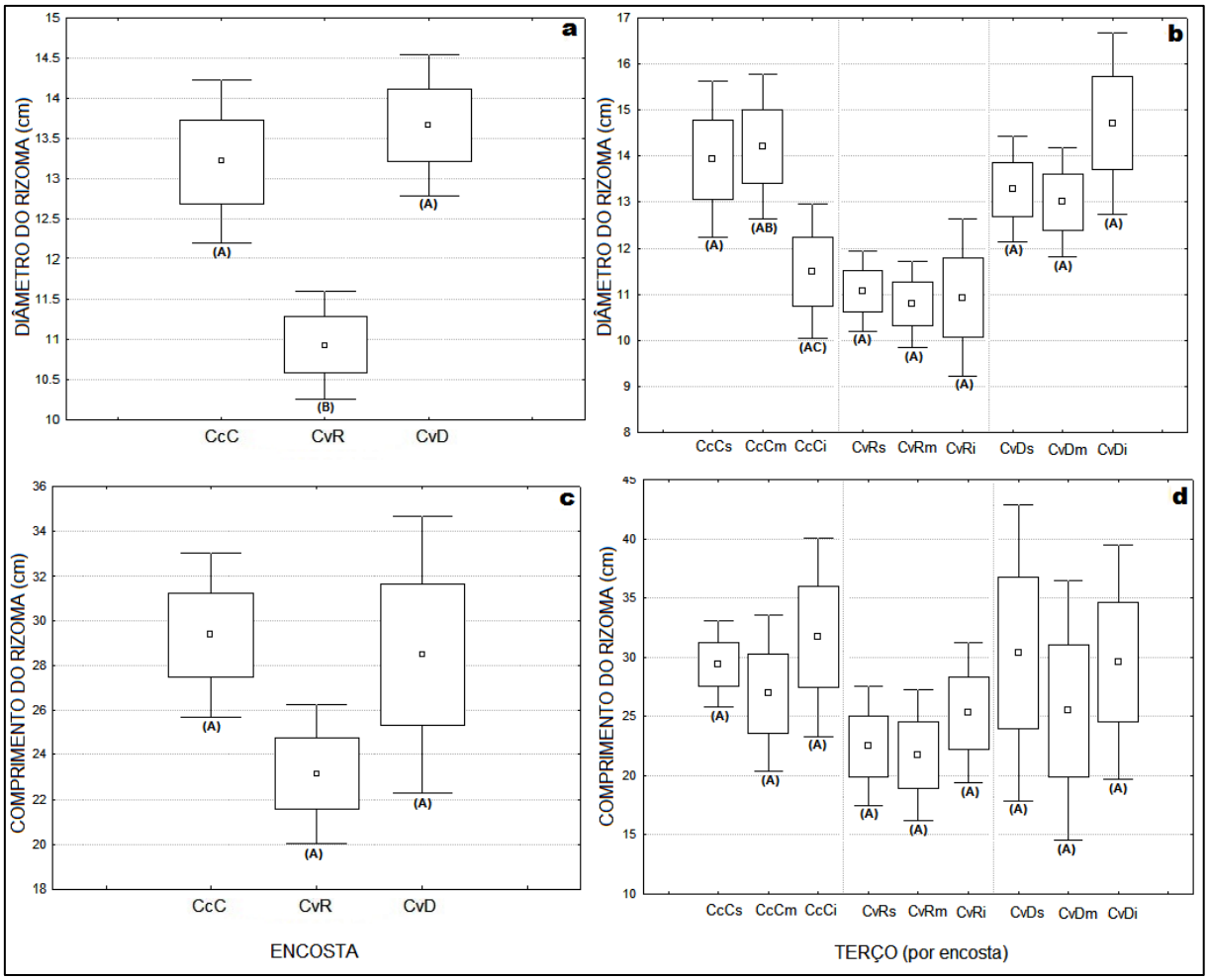


FIGURA 7- DIÂMETRO E COMPRIMENTO DO RIZOMA DE *Dyckia encholirioides* ENTRE AS ENCOSTAS (a, c) E ENTRE TERÇOS (b, d) – ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR. Médias (▫), erro padrão das médias (□) e desvios padrão (⌶); CvD: convexa-divergente, CvR: convexa-retilínea, CcC: côncava-convergente, i: terço inferior; m: terço médio; s: terço superior. Letras entre parênteses iguais indicam que não houve diferenças significativas entre as encostas.

A análise de variância revelou que na encosta CcC a população de *D. encholirioides* é composta, predominantemente, pelos maiores indivíduos, os quais diferiram de maneira significativa dos indivíduos das demais encostas nos parâmetros diâmetro e altura da roseta e comprimento das folhas (FIGURAS 5 a, c; 6 a - APÊNDICE 2).

As rosetas em CcC possuem médias de 61 cm de altura, 84 cm de diâmetro e projeção de 0,133 m³. O terço inferior dispôs as rosetas significativamente mais altas (FIGURA 5 d). O número médio de folhas foi 84 com 63 cm de comprimento e, em relação aos terços, o superior diferiu significativamente dos demais por apresentar rosetas com folhas mais curtas (FIGURA 6 b).

As médias do comprimento (29 cm) e diâmetro (13 cm) demonstraram que a feição CcC detém, assim como CvD, os maiores rizomas e volume de 0,004 m^3; nos terços, estes demonstraram diferenças insignificantes (FIGURA 7).

A massa seca da roseta foi em média 422 g, as do rizoma e do indivíduo foram de 390 g e 812 g, respectivamente, sendo significativamente maior que CvR e semelhante a CvD (FIGURA 8).

A relação biomassa por unidade de área (densidade, Capítulo 1) de *D. encholirioides*, resultou em 15 $Mg.Ha^{-1}$ de massa seca, sendo a maior quantidade de biomassa por hectare entre as encostas.

Do mesmo modo como verificada pela Análise de variância a PCA também exprimiu forte tendência na ocorrência dos indivíduos maiores nesta feição; esta ultima análise detectou estreita correlação estatística do maior porte dos indivíduos com a melhor condição de trofia do solo (TABELA 3).

A conformação côncava, que direciona os fluxos hídricos e de sedimentos para as regiões centrais e mais baixas da encosta, associada à pedregosidade, que favoreceu o acúmulo de partículas de solo e matéria orgânica em diversos estádios de decomposição nas cavidades entre as rochas, indubitavelmente, proporcionaram a formação de solo com melhores estrutura e saturação por bases e maior espessura (APÊNDICE 1), o qual exerceu função determinante para o estabelecimento de indivíduos robustos.

Juhász (2005) afirma que os solos mais profundos oferecem melhores condições para o estabelecimento de raízes que proporcionam maior estabilidade às espécies de maior porte.

Em estudo com bromeliáceas reófitas, Rogalski (2007) também constatou uma provável relação entre a variação no tamanho das rosetas de *Dyckia brevifolia* e a disponibilidade de nutrientes.

Algumas variações na morfologia de *D. encholirioides* podem estar relacionadas com as características pedológicas de cada terço de CcC, como observado no terço inferior, o qual dispôs as rosetas mais altas, que pode ser justificada pela maior soma de bases entre todos os terços analisados e, no terço superior, a ocorrência de rosetas com folhas com menor comprimento, podem estar relacionadas ao caráter solódico, que foi maior neste terço (APÊNDICE 1).

Sugere-se que o caráter solódico dos solos (APÊNDICE 1), quando presente em sítios com alta saturação por bases, ou seja, associado aos demais íons (Ca, Mg, K), não resulta em efeitos potencialmente tóxicos em *D. encholirioides*.

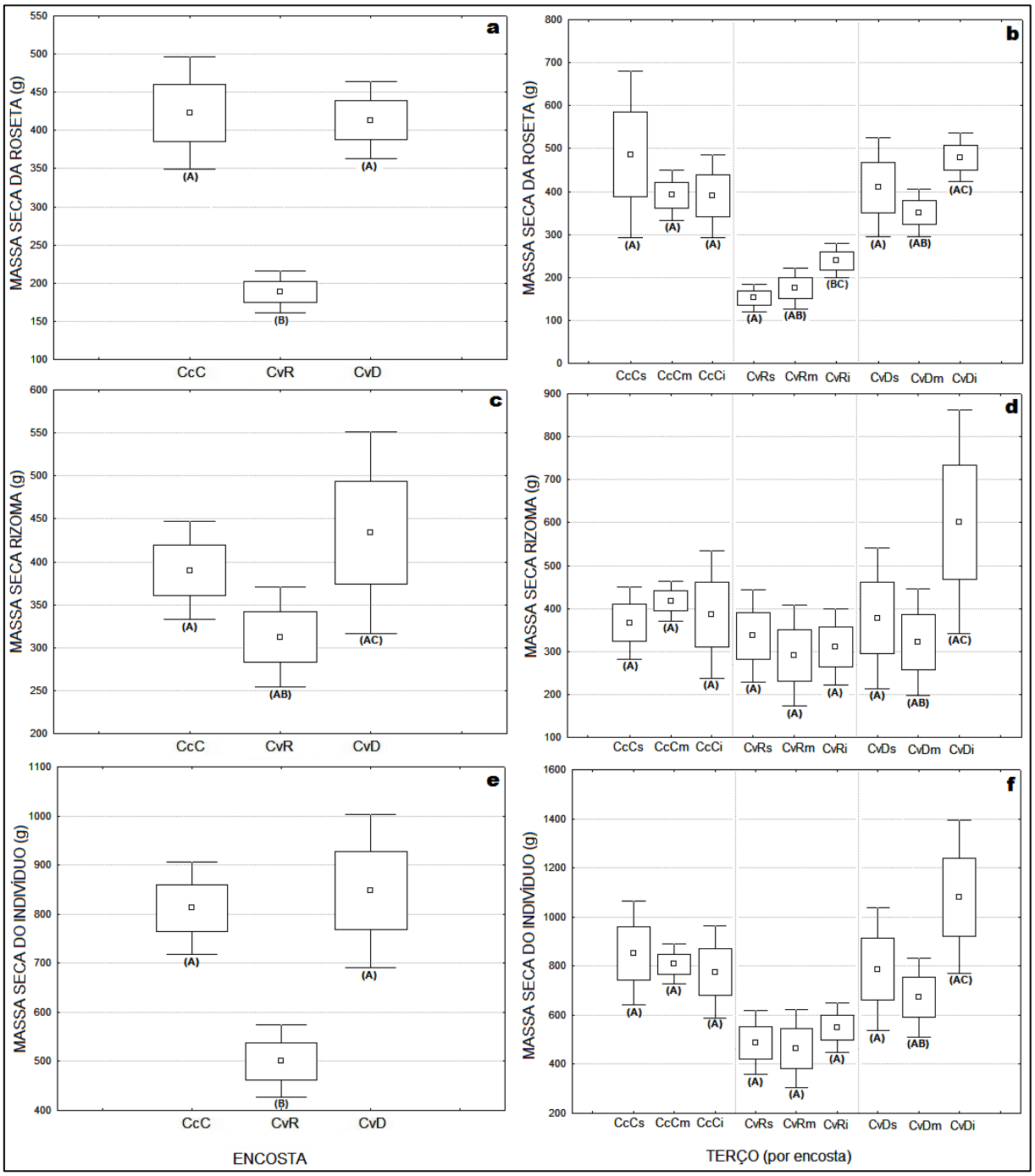


FIGURA 8- BIOMASSA SECA (ROSETA, RIZOMA E INDIVÍDUO) DE *Dyckia encholirioides* ENTRE AS ENCOSTAS (a, c, e) E ENTRE TERÇOS (b, d, f) – ILHA DO MEL, PARANAGUÁ, PR. Médias (▫), erro padrão das médias (□) e desvios padrão (⌶); CvD: convexa-divergente, CvR: convexa-retilínea, CcC: côncava-convergente, i: terço inferior; m: terço médio; s: terço superior. Letras entre parênteses iguais indicam que não houve diferenças significativas entre as encostas.

De maneira geral, ao confrontar o potencial competitivo de plantas de diferentes tamanhos, Fransen *et al*. (2001) afirmam que as maiores detém melhor capacidade do que as menores na absorção de nutrientes em sítios de solo mais ricos em nutrientes e, a diferença no tamanho destas, tenderia a evidenciar a superioridade competitiva das maiores. Na hipótese do maior potencial de propagação das plantas menores, estas tenderiam ao acesso a maior quantidade de sítios de solos abundantes em nutrientes, não disponíveis para as plantas maiores, igualando a habilidade competitiva.

Complementarmente, a análise da biomassa fresca demonstrou o elevado percentual de água presente nos tecidos foliares de *D. encholirioides* (FIGURA 9), ratificando a informação de Benzing (2000), que afirma que a suculência é uma das características das folhas de Bromeliaceae. A família possui representantes xerófitos que retêm água nos tecidos internos como reserva, de maneira obrigatória ou facultativa (TOMLINSON, 1969). A suculência das folhas é uma estratégia que permite às plantas estocar o recurso limitante e resistir aos períodos de estiagem (MANTUANO, 2008).

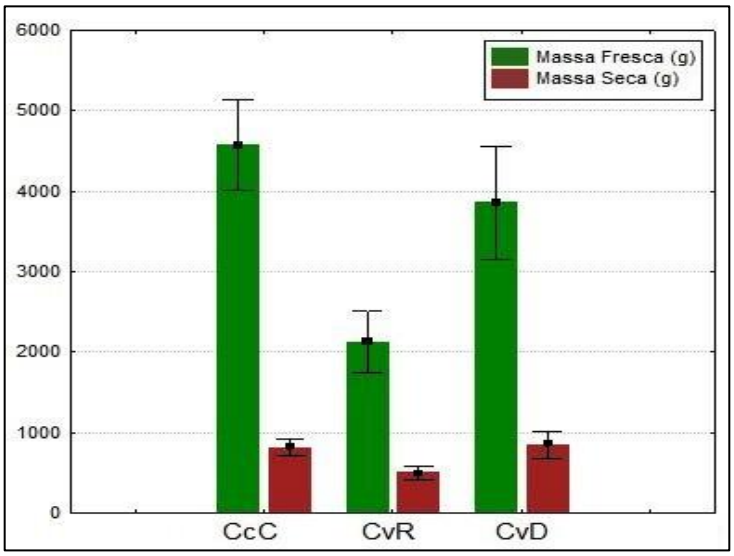


FIGURA 9 – BIOMASSA FRESCA E SECA DE *Dyckia encholirioides* NAS ENCOSTAS CONVEXA-DIVERGENTE (CvD), CONVEXA-RETILÍNEA (CvR) E CÔNCAVA-CONVERGENTE (CcC) – ILHA DO MEL, PARANAGUÁ – PR. Médias (▫), Erro padrão das médias (□) e Desvio padrão (⌶).

A presença de íons como o sódio e alumínio não aparenta ter influência na morfologia das populações estudadas. Segundo Larcher (2000), a suculência foliar é uma importante resposta morfofisiológica envolvida na aclimatação da planta ao

estresse salino, promovendo a diluição de íons potencialmente tóxicos e, deste, modo reduzindo seus efeitos indesejáveis.

As populações de *Dyckia encholirioides* demonstraram diferentes estratégias de adaptação frente às peculiaridades das encostas. A maneira como as plantas respondem às variações na disponibilidade de recursos ambientais pode ser atribuída à sua plasticidade, que optam em alocar diferentes concentrações de recursos nas suas diversas estruturas (SUN *et al*., 2006). As diferenças do ambiente e da natureza do substrato influenciam amplamente na variação da morfologia da planta, principalmente no tamanho (RIZZINI, 1997; BENZING, 2000).

4 CONCLUSÕES

As influências das particularidades geomorfológicas da encosta e dos atributos do solo refletiram em diferenças notáveis nos parâmetros biométricos das populações de *Dyckia encholirioides*.

As diferenças manifestadas na morfologia das populações são reflexos da propriedade plástica e consideradas como estratégia de adaptação às peculiaridades físicas das encostas e dos atributos dos solos.

O pequeno desenvolvimento pedogenético das feições CvR e CvD evidenciou a distrofia do solo e a ocorrência de indivíduos pequenos e medianos, respectivamente.

A feição CvD dispôs da população com indivíduos de tamanhos diversificados e biomassa similar a da população presente em CcC.

A melhor condição de trofia do sistema na encosta CcC favoreceu no incremento de biomassa e o desenvolvimento de indivíduos mais robustos.

Os dados biométricos dos indivíduos por terços mostrou diferenças significativas em parâmetros que, no contexto da dinâmica da encosta, não revelaram alterações discrepantes no padrão biométrico das populações.

CONCLUSÕES GERAIS

As características dos componentes geomórfico e pedológico foram determinantes na diferenciação das populações de *Dyckia encholirioides* nas encostas estudadas.

Os parâmetros biométricos e estruturais das populações resultaram em diferenças extensas entre as encostas e discretas entre os terços da mesma encosta.

D. encholirioides tende a responder às diferenças geomórficas e pedológicas da paisagem por meio de estratégias de ocupação e adaptações morfológicas diferenciadas, as quais foram fundamentais para a sua manutenção em encostas com características distintas, mesmo inseridas em ambientes com igual condição climática e formação geológica.

A adoção da metodologia de compartimentação geomorfológica da paisagem permitiu dimensionar as parcelas de contribuição das formas das encostas e dos solos e associá-los às estratégias de adaptação adotadas pelas populações estudadas.

Estudos futuros nos costões rochosos com enfoques em outros parâmetros como a análise do fluxo hídrico e a nutrição das plantas são importantes e necessários para complementar e enriquecer o entendimento deste ecossistema.

REFERÊNCIAS

ANGULO, R. J. **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná.** 1992. 315 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo. 1992.

ANGULO, R.J. SOUZA, M.C. Geologia e geomorfologia. *In*: **História natural e conservação da Ilha do Mel**, orgs. M.C. Marques e R.M. Britez, Editora da UFPR, Curitiba, p. 19-33, 2005.

ATHAYDE, S.F. BRITEZ, R.M. As unidades de conservação. *In:* **História natural e conservação da Ilha do Mel**, orgs. M.C. Marques e R.M. Britez, Editora da UFPR, Curitiba, p. 229-248, 2005.

BEGON, M.; Townsend, C.R. & Harper, J.L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2007. 752 p

BENZING, D.H. 2000. **Bromeliaceae: Profile of an adaptive radiation**. Cambridge.

BRITEZ, R. M. Solos. In: MARQUES, M. C.; BRITEZ, R. M (Orgs). **História natural e conservação da Ilha do Mel.** Curitiba: Editora da UFPR, 2005. p. 35-46.

BRITEZ, R. M.; MARQUES, M. C. Caracterização geral. In: MARQUES, M. C e BRITEZ, R. M (orgs.). **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: Editora da UFPR, 2005. p. 13-17.

BRITEZ, R.M.; PIRES, L.A.; REISSMANN, C.B.; PAGANO, S.N.; SILVA, S.M.; ATHAYDE, S.F.; LIMA, R.X. Ciclagem de nutrientes na planície costeira. *In*: MARQUES, M.C.M.; BRITEZ, R.M. (orgs.). **História Natural e Conservação da Ilha Mel.** Curitiba: Editora da UFPR, 2005. p. 145-167.

CALDEIRA, M.V.W. **Determinação de biomassa e nutrientes em uma floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro, Paraná**. Curitiba: UFPR, 2003. 176p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, 2003.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná.** Londrina: IAPAR, 2000.

DEMATTÊ, J. L. I.; MAZZA, J. A.; DEMATTE, J. A. M. Caracterização e gênese de uma toposseqüência Latossolo Amarelo-Podzol originado de material da Formação Barreiras - Estado de Alagoas. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.53, p.20-30, 1996.

DONAGEMA, G. K. et al. (Org.). **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Documento / Embrapa Solos; 132p).

FRANSEN, B.; KROON, H.; BERENDSE, F. **Soil nutrient heterogeneity alters competition between two perennial grass species**. Ecology. V. 82, n.9, p.2534-2546, 2001.

GEORGE, A. P.; NISSEN, R. J.; CARSELDINE, M. L. Effect of season (vegetative flushing) and leaf position on the leaf nutrient compositon of*Annona* spp. Hybrid cv. Pink's Mammoth in south-eastern Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.29, p.587-595, 1989.

GIVINISH, T.J.; MILLAM, K.C.; BERRY, P.E. e SYTSMA, K.J. Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography of Bromeliaceae inferred from ndhF sequence data. ***In:*** **Colombus**, J.T. *et al.* (eds.). Monocots: comparative biology and evolution – Poales. Rancho Santa Ana Botanic Garden, Claremont. 2007.Pp. 3-26

GRIME, J.O. e MACKEY, J.M.L. 2002. The role of plasticity in resource capture by plants. **Evolutionary Ecology** 16:299-307.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUREVITCH, J; SCHNEIDER, SM e FOX, GA. **Ecologia Vegetal**. 2a Ed. Artmed. Porto Alegre, 2009.

JUHÁSZ, C. E. P. **Relação solo-água-vegetação em uma topossequência localizada na Estação Ecológica de Assis, SP**. 105 p. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba/SP. 2005.

KERSTEN, R. de A.; SILVA, S. M. Composição florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta da planície litorânea na Ilha do Mel, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p. 213-226, 2001.

KERSTEN, R.; SILVA, S. M. Florística e estrutura de comunidades de epífitas vasculares da planície litorânea. *In*: MARQUES, M.C.M.; BRITEZ, R.M. (orgs.). **História Natural e Conservação da Ilha do Mel.** Curitiba: Ed. UFPR, 2005. p. 125-143.

KOZERA, C.; RODRIGUES, R.R. Flora Ombrófila Densa Submontana: florística e estrutura do estrato inferior. *In*: MARQUES, M.C.M.; BRITEZ, R.M. (orgs.). **História Natural e Conservação da Ilha do Mel.** Curitiba: Ed. UFPR, 2005. p. 103-123.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. In: SEELIGER, U.; KJERFVE, B. (Eds). **Ecological studies, coastal marine ecosystems of Latin America.** Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, p. 131-145, 2000.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2000. p. 531.

LARSON, D. W.; MATTHES, U.; KELLY, P. E. **Cliff ecology.** Pattern and process in Cliff Ecosystems. Cambridge: Cambridge Studies in Ecology. Cambridge University Press, 2000. 340 p.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. 2nd edition. Amsterdan: Elsevier Science, 1998.

LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996.

LEWIS, J.R. **The ecology of rocky shores**. London, English Univ. Press, 323p., 1964.

LIMA, R.X. Conhecimento etnobotânico. *In*: MARQUES, M.C.M.; BRITEZ, R.M. (orgs.). **História Natural e Conservação da Ilha do Mel.** Curitiba: Ed. UFPR, 2005. p. 103-123.

LUTHER, H.E. 2008. **An alphabetical list of Bromeliad binomials**. http://www.selby.org/sites/all/files/Bromeliad_Binomial_List_For_Web.pdf (Acessado em 05 de setembro de 2013).

MANTUANO, G.D. Crescimento clonal em *Neoregelia cruenta* na Restinga de Jurubatiba: estrutura populacional, plasticidade morfo-anatômica e integração fisiológica**. Tese** (Doutorado em Botânica) – Escola Nacional de Botânica do Instituo de Pesquisas do Jardim Botânico, Rio de Janeiro. 2008.

MARQUES, M.C.M.; OLIVEIRA, P.E.A.M. Fenologia de espécies de dossel e do subbosque de duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. **Revta. brasil. Bot.**, v.27, n.4, p.713-723. Out./dez., 2004.

MARTINELLI, L. A. *et al*. Incertezas associadas às estimativas de biomassa em florestas tropicais.SEMINÁRIO EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO2 – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOSPARA O BRASIL, Rio De Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CURD, 1994, p. 197-221.

MCCULLAGH, P.; NELDER, J.A. **Generalized linear models.** 2 ed. London: Chapman and Hall, 1989. 511p.

MESSIAS, M. C. T. Fatores ambientais condicionantes da diversidade florística em campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. 2011. 156p. Tese (Doutorado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011. Disponível em: **http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2109** (Acesso em 23/11/2012).

MINEROPAR. **Atlas Geológico do Estado do Paraná**. Curitiba, 2001.

NIEVOLA, C.C.; MERCIER, H.; MAJEROWICZ, N. Levels of nitrogen assimilation in bromeliads with different growth habits. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 24, p. 1387-1398, 2001.

PIRES, L.A.; BRITEZ, R.M.; MARTEL, G.; PAGANO, S.N. Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. **Acta bot. bras.**, v.20, n.1, p.173-184. 2006.

PITTENDRIGH, C. S. 1948. The bromeliad-anopheles-malaria complex in Trinidad. I-The bromeliad flora. **Evolution, 2:** 58-89.

POMPELLI, M.F. 2006. Germinação de *Dyckia encholirioides* var *encholirioides* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae). **Floresta e Ambiente, 13:** 01-09.

REITZ, R. Bromeliáceas e a malária – bromélia endêmica. In **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, fasc. BROM., 1983. 559p.

RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Rio de Janeiro, Âmbito Cultural Edições Ltda. 1997. 747p.

ROGALSKI, J. M. Biologia da Conservação da reófita *Dyckia* brevifolia Baker (Bromeliaceae), Rio Itajaí-Açu, SC. **Dissertação** (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, 93p., 2007.

SALINO, A.; SILVA, S.M.; DITTRICH, V.A.O.; BRITEZ, R.M. Flora pteridofítica. *In*: MARQUES, M.C.M.; BRITEZ, R.M. (orgs.). **História Natural e Conservação da Ilha do Mel.** Curitiba: Ed. UFPR, 2005. p. 85-101.

SANTOS, FHSS. ALMEIDA, EFAA. FRAZÃO, JEM. SANTOS, ACP dos. Nutrição nitrogenada de bromélias. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. V.18. N°1, 2012.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.).**Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

SAS. STATSOFT, I. STATISTICA (data analysis software system), 2007.

SCARANO, F.R. Structure, Function and Floristic Relationships of Plant Communities in stressful Habitats to the Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany.** v. 90, p.517-524. 2002.

SEMA/IAP. **Plano de Manejo do Parque Estadual Ilha do Mel – PR**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente / Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, 2012.

SILVA, S. M.; BRITEZ, R.M. A vegetação da planície costeira. *In*: Marques, M.C.M.; Britez, R.M. (orgs.). **História Natural e Conservação da Ilha do Mel.** Curitiba: Ed. UFPR. 2005. p. 49-84.

SILVA. S.,M; **As Formações Vegetais da Planície Litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil: Composição florística e principais características estruturais**. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). UNICAMP. Campinas – SP. 262p., 1998.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. Bromeliaceae (Pitcarnioideae). **Flora Neotropica Monograph**, New York, v. 14, p. 1-662, 1974.

SUN, Q.; ROST, T.L.; MATTHEWS, M.A. Pruning-induced tylose development in stems of current-year shoots of *Vitis vinifera* (Vitaceae). **American Journal of Botany**. Columbus, v.93, n.11, p.1629-1636, 2006.

TOMLINSON, P.B. Commelinales-Zingiberales. **In: Metcalfe**, C.R. (ed.) Anatomy of the Monocotyledons. Oxford: Clarendon Press. Vol. 3, p. 1-446, 1969.

UHLMANN, A. **Análise de duas áreas de vegetação savânica (cerrado) sob influência de gradientes ambientais complexos**. Campinas, 2003. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, São Paulo, 2003.

APÊNDICE 1 – CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

AMOSTRA COMPLEMENTAR – 01

Classificação: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A proeminente álico textura média.
Relevo: forte ondulado
Declividade: 36%
Forma de rampa: convexa divergente
Posição geomorfológica: terço superior da encosta

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS – AC 01

Horizonte		Argila	Silte	Areia grossa	Areia fina	pH	C	Valores				
								S	CTC	V	m	100Na/T
Simb.	Prof. (cm)	g kg^{-1}				($CaCl_2$)	g dm^{-3}	$cmol_c$ kg^{-1}		%		
A	0-20	138	275	386	202	4,00	34,0	1,9	14	14	56	1,6

PERFIL - 01

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A proeminente álico textura média
RELEVO: forte ondulado
DECLIVE: 37%
MUNICÍPIO: Paranaguá
LOCALIDADE: Ilha do Mel
LITOTIPIA: Complexo Gnáissico Migmático Costeiro
MATERIAL DE ORIGEM: Produtos de alteração das rochas supracitada
ALTITUDE: 15 m
DRENAGEM: bem drenado
EROSÃO: não aparente
FORMA DE RAMPA: convexa divergente
POSIÇÃO GEOMÓRFICA: terço médio de encosta
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Ombrófila Densa

Descrição morfológica

A - 0-20 cm; preto (10YR 2/1); textura média; moderada/forte pequena e muito pequena granular, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e ondulada.
R - 20 cm^{+}.

TABELA 2 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS – PERFIL 01.

Horizonte		Composição Granulométrica ($g.kg^{-1}$)				pH ($CaCl_2$)	
Simb.	Prof. (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
A	0-20	403,0	234,0	263,0	100,0	4,00	
Horizonte		C g/dm^3	Valor S	Valor T	Valor V %	Valor m%	$\frac{100Na}{T\%}$
Simb.	Prof. (cm)						
A	0-20	38,6	2,14	14,24	15	54	2,0

FIGURA 1 - (A) ENCOSTA CONVEXA-DIVERGENTE E PERFIL 1 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A proeminente álico textura média.
Imagens: (A) BONNET, A. (B) a autora (2013).

AMOSTRA COMPLEMENTAR - 02

Classificação: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A proeminente álico textura média
Relevo: montanhoso
Declividade: 47%
Forma de rampa: convexa divergente
Posição geomorfológica: terço inferior da encosta

TABELA 3 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS – AC 02

Horizonte		Argila	Silte	Areia grossa	Areia fina	pH	C	Valores				
								S	CTC	V	m	100Na/T
Simb.	Prof. (cm)	g kg^{-1}				($CaCl_2$)	g dm^{-3}	$cmol_c$ kg^{-1}		%		
A	0-20	113	288	392	208	3,90	37,4	1,8	13,9	13	60	2,0

AMOSTRA COMPLEMENTAR - 03

Classificação: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A proeminente textura média
Relevo: montanhoso
Declividade: 75%
Forma de rampa: convexa retilínea
Posição geomorfológica: terço superior da encosta

TABELA 4 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS – AC 03

Horizonte		Argila	Silte	Areia grossa	Areia fina	pH	C	Valores				
								S	CTC	V	m	100Na/T
Simb.	Prof. (cm)	g kg^{-1}				($CaCl_2$)	g dm^{-3}	$cmol_c$ kg^{-1}		%		
A	0-20	125	288	441	146	4,30	24,3	2,57	10,97	23	34	4,4

PERFIL - 02

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico típico A proeminente textura média.
RELEVO: escarpado
DECLIVE: 77%
MUNICÍPIO: Paranaguá
LOCALIDADE: Ilha do Mel
LITOTIPIA: Complexo Gnáissico Migmático Costeiro
MATERIAL DE ORIGEM: Produtos de alteração das rochas supracitada
DRENAGEM: bem drenado
EROSÃO: não aparente
FORMA DE RAMPA: convexa retilínea
POSIÇÃO GEOMÓRFICA: terço médio da encosta
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Ombrófila Densa

Descrição morfológica

A - 0-22 cm; preto (10YR 2/1); textura média; moderada pequena e muito pequena granular; firme, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada.

C1 - 22-55 cm, bruno-amarelado a bruno-amarelado-escuro (10YR 4,5/4); textura média; moderada fraca média blocos subangulares; firme a friável; ligeiramente plástico e pegajoso; transição clara e ondulada.

C2- 55-75 cm^{+}; bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4); textura média; fraca média blocos subangulares; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

TABELA 5 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS – PERFIL 02.

Horizonte		Composição Granulométrica ($g.kg^{-1}$)				pH ($CaCl_2$)	
Simb.	Prof. (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		
Ap	0-22	495	142	263	100	4,40	
C_1	22-55	534	103	200	163	4,50	
C_2	55-75	553	109	225	113	4,60	
Horizonte		C g/dm^3	Valor S	Valor T	Valor V %	Valor m %	$\frac{100Na}{T}$ %
Simb.	Prof. (cm)						
Ap	0-22	30,7	4,28	12,08	35	21	4,2
C_1	22-55	9,6	2,14	6,74	32	35	4,2
C_2	55-75	6,9	2,26	6,86	33	50	5,5

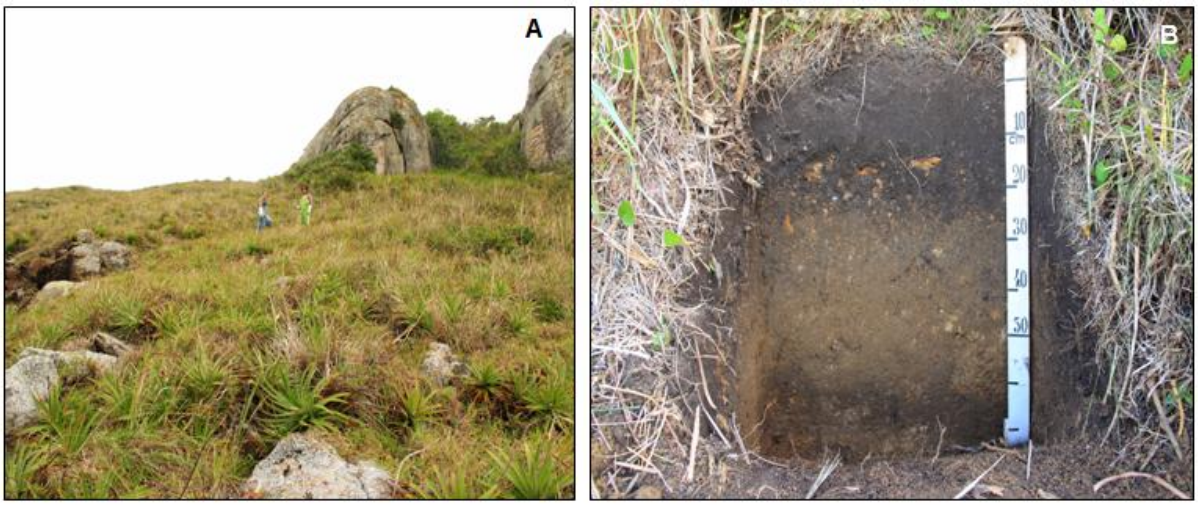


FIGURA 2 - (A) ENCOSTA CONVEXA-RETILÍNEA E PERFIL 2 -NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A proeminente álico textura média. FONTE: a autora (2013).

AMOSTRA COMPLEMENTAR - 06

Classificação: NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A proeminente textura média
Relevo: montanhoso
Declividade: 67%
Forma de rampa: convexa retilínea
Posição geomorfológica: terço inferior da encosta

TABELA 6 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS – AC 06

Horizonte		Argila	Silte	Areia grossa	Areia fina	pH	C	Valores				
								S	CTC	V	m	100Na/T
Simb.	Prof. (cm)	g kg^{-1}				($CaCl_2$)	g dm^{-3}	$cmol_c$ kg^{-1}		%		
A	0-25	125	250	498	127	4,30	31,8	2,82	10,02	28	27	4,2

AMOSTRA COMPLEMENTAR – 07

Classificação: NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico solódico A chernozêmico textura média muito pedregosa.
Relevo: escarpado
Declividade: 88%
Forma de rampa: côncava convergente
Posição geomorfológica: terço superior da encosta

TABELA 7 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS – AC 07

Horizonte		Argila	Silte	Areia grossa	Areia fina	pH	C	Valores				
								S	CTC	V	m	100Na/T
Simb.	Prof. (cm)	g kg^{-1}				($CaCl_2$)	g dm^{-3}	$cmol_c$ kg^{-1}		%		
A	0-20	138	275	432	156	5,70	29,6	11,09	15,09	73	1	8,9

Obs.: profundidade estimada de solo em torno de 70 cm, contudo, a extrema pedregosidade presente impediu a coleta de solo abaixo de 20 cm.

AMOSTRA COMPLEMENTAR - 08

Classificação: NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico A chernozêmico textura média muito pedregosa.
Relevo: escarpado
Declividade: 76%
Forma de rampa: côncava convergente
Posição geomorfológica: terço médio da encosta

TABELA 8 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS – AC 08

Horizonte		Argila	Silte	Areia grossa	Areia fina	pH	C	Valores				
								S	CTC	V	m	100Na/T
Simb.	Prof. (cm)	g kg^{-1}				($CaCl_2$)	g dm^{-3}	$cmol_c$ kg^{-1}		%		
A	0-20	113	288	461	139	4,60	45,7	9,27	20,57	45	8	5,6

Obs.: profundidade estimada de solo em torno de 70 cm, contudo, a extrema pedregosidade presente impediu a coleta de solo abaixo de 20 cm.

AMOSTRA COMPLEMENTAR - 09

Classificação: NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico solódico A chernozêmico textura média muito pedregosa fase conchífera.
Relevo: ondulado
Declividade: 13%
Forma de rampa: côncava convergente
Posição geomorfológica: terço inferior da encosta

TABELA 9 - COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA E PARÂMETROS QUÍMICOS – AC 09

Horizonte		Argila	Silte	Areia grossa	Areia fina	pH	C	Valores				
								S	CTC	V	m	100Na/T
Simb.	Prof. (cm)	g kg^{-1}				($CaCl_2$)	g dm^{-3}	$cmol_c$ kg^{-1}		%		
A	0-20	88	225	129	558	6,70	29,6	13,04	14,84	88	0	8,1

Obs.: profundidade estimada de solo em torno de 70 cm, contudo, a extrema pedregosidade presente impediu a coleta de solo abaixo de 20 cm.

FIGURA 3 - (A) ENCOSTA CÔNCAVA-CONVERGENTE, (B e C) NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico solódico A chernozêmico textura média muito pedregosa fase conchífera.

ANEXO 2 – RESULTADO DAS ANÁLISES ESTATÍSTICAS – p Valor

TABELA 10- PARÂMETROS ESTRUTURAIS DE *Dyckia encholirioides* ENTRE AS ENCOSTAS (VALOR DE P).

VARIÁVEL	Valor de p	
Densidade	CcC vs CvR e CvD	0,5646
	CvR vs CvD	**0,0009**
Cobertura	CcC vs CvR e CvD	**<.0001**
	CvR vs CvD	0,0738
Frequência	CcC vs CvR e CvD	0,9741
	CvR vs CvD	0,4872

TABELA 11- PARÂMETROS ESTRUTURAIS DE *Dyckia encholirioides* E SEUS RESPECTIVOS PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ESTATÍSTICA E FUNÇÃO DE LIGAÇÃO [f(x)].

VARIÁVEL	DISTRIBUIÇÃO	f(x)
Densidade	Poisson	Logarítmica
Cobertura	Gama	Exponencial negativa
Frequência	Binominal	Logit

TABELA 12- BIOMETRIA DE *Dyckia encholirioides* ENTRE AS ENCOSTAS (VALOR DE P).

VARIÁVEL	Valor de p	
Altura Roseta	CcC vs CvR e CvD	**<.0001**
	CvR vs CvD	0,1204
Diâmetro Roseta	CcC vs CvR e CvD	**<.0001**
	CvR vs CvD	**<.0001**
Número de folhas	CcC vs CvR e CvD	**0,0152**
	CvR vs CvD	**<.0001**
Comprimento folhas	CcC vs CvR e CvD	**<.0001**
	CvR vs CvD	**<.0001**
Diâmetro Rizoma	CcC vs CvR e CvD	0,0908
	CvR vs CvD	**<.0001**
Comprimento Rizoma	CcC vs CvR e CvD	0,2104
	CvR vs CvD	0,1021
Massa Roseta	CcC vs CvR e CvD	**0,0003**
	CvR vs CvD	**<.0001**
Massa Rizoma	CvC vs CvR e CvD	0,7440
	CvR vs CvD	**0,0414**
Massa do indivíduo	CcC vs CvR e CvD	0,0509
	CvR vs CvD	**<.0001**

TABELA 13 - BIOMETRIA DE *Dyckia encholirioides* ENTRE OS TERÇOS DA MESMA ENCOSTA (VALOR DE P).

VARIÁVEL	CcC		CvD		CvR	
Altura Roseta	SUP vs MED e INF	0,2826	SUP vs MED e INF	1.0000	SUP vs MED e INF	0,9005
	MED vs INF	**0,0387**	MED vs INF	1.0000	MED vs INF	0,2790
Diâmetro Roseta	SUP vs MED e INF	0,8117	SUP vs MED e INF	0,3404	SUP vs MED e INF	0,1530
	MED vs INF	0,5360	MED vs INF	**0,0082**	MED vs INF	1.0000
Número de folhas	SUP vs MED e INF	0,3757	SUP vs MED e INF	0,6059	SUP vs MED e INF	**0,0291**
	MED vs INF	0,3259	MED vs INF	0,1120	MED vs INF	**0,0010**
Comprimento folhas	SUP vs MED e INF	**<.0001**	SUP vs MED e INF	0,9721	SUP vs MED e INF	0,0591
	MED vs INF	0,2427	MED vs INF	0,5226	MED vs INF	0,2345
Diâmetro Rizoma	SUP vs MED e INF	0,2771	SUP vs MED e INF	0,5381	SUP vs MED e INF	0,7802
	MED vs INF	**0,0171**	MED vs INF	0,1097	MED vs INF	0,8720
Comprimento Rizoma	SUP vs MED e INF	0,979	SUP vs MED e INF	0,6828	SUP vs MED e INF	0,7651
	MED vs INF	0,3079	MED vs INF	0,6132	MED vs INF	0,3690
Massa Roseta	SUP vs MED e INF	0,2372	SUP vs MED e INF	0,9119	SUP vs MED e INF	**0,0324**
	MED vs INF	0,9838	MED vs INF	**0,0277**	MED vs INF	**0,0275**
Massa Rizoma	SUP vs MED e INF	0,5849	SUP vs MED e INF	0,4820	SUP vs MED e INF	0,5869
	MED vs INF	0,6698	MED vs INF	**0,0430**	MED vs INF	0,7899
Massa do indivíduo	SUP vs MED e INF	0,5667	SUP vs MED e INF	0,5642	SUP vs MED e INF	0,8219
	MED vs INF	0,7857	MED vs INF	**0,0232**	MED vs INF	0,3734

TABELA 14- PARÂMETROS BIOMÉTRICOS DE *D. encholirioides* E SUAS RESPECTIVAS DISTRIBUIÇÕES E FUNÇÕES DE LIGAÇÃO [f(x)].

VARIÁVEL	DISTRIBUIÇÃO	f(x)
Altura roseta	Normal	Identidade
Diâmetro roseta	Normal	Identidade
Nº folhas	Poisson	Logarítmica
Comprimento folhas	Normal	Identidade
Diâmetro rizoma	Normal	Identidade
Comprimento rizoma	Normal	Identidade
Massa roseta	Normal	Identidade
Massa rizoma	Normal	Identidade
Massa do indivíduo	Normal	Identidade

ANEXO 1

LAUDO DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA

DSEA
PR

Solicitante: Gustavo Cursio
Endereço:
Cidade: Ilha do Mel(Paranaguá) CEP:
Certificado Nº 14435 19/8/2013

LAUDO DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO SOLO - ROTINA

Nº. Etiqueta	Identificação da Amostra	Argila g kg^{-1}	Silte g kg^{-1}	Areia Total g kg^{-1}	Areia Grossa g kg^{-}	Areia Fina g kg^{-1}
66770	35	125	250	625	498	127
66771	36	125	288	588	441	146
66772	37	100	263	638	495	142
66773	38	113	225	663	553	109
66774	39	163	200	638	534	103
66775	40	138	275	588	386	202
66776	41	113	288	600	392	208
66777	42	100	263	638	403	234
66778	43	88	225	688	129	558
66779	44	113	288	600	461	139
66780	45	138	275	588	432	156

Resultados restritos às amostras recebidas. Neste laudo não constam recomendações

Metodologia do Densímetro de Bouyoucos (Gee & Bauder, 2002)

Prof.(a) Dra. Karina M. V. Cavalieri Polizeli, SIAPE 1868373
Coord. Lab. De Física do Solo

Rua dos Funcionários, 1540 - Curitiba, PR - CEP 80035-050 - Fone (041) 3350-5658 - e-mail: depsolos@ufpr.br

ANEXO 2

LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA

Solicitante: GUSTAVO RIBAS CURCIO **Tel:**
Endereço: COMPARTIMENTAÇÃO GEOPEDALÓGICA
Cidade: PARANAGUÁ(ILHA DO **Estado:** **Cep:**

CERTIFICADO N 14435

LAUDO DE ANÁLISE DE SOLO - ROTINA

Data: 30/7/2013

Nº LAB	Identificação da Amostra	pH		Al^{+3}	$H^{+}+Al^{+3}$	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	SB	T	P	S	C	V	m	Ca/Mg
		$CaCl_2$	SMP	$cmol_c/dm^3$							mg/dm^3		g/dm^3	%	%	
66770	35	4,30	5,50	0,90	7,20	0,95	1,34	0,11	2,40	9,60	2,40	-	31,8	25	27	0,71
66771	36	4,30	5,30	1,10	8,40	0,77	1,17	0,15	2,09	10,49	2,70	-	24,3	20	34	0,66
66772	37	4,40	5,40	1,00	7,80	1,11	1,83	0,83	3,77	11,57	2,70	-	30,7	33	21	0,61
66773	38	4,60	6,10	0,80	4,60	0,57	1,14	0,17	1,88	6,48	0,60	-	6,9	29	30	0,50
66774	39	4,50	6,10	1,00	4,60	0,56	1,17	0,13	1,86	6,46	0,10	-	9,6	29	35	0,48
66775	40	4,00	4,80	2,10	12,10	0,67	0,86	0,14	1,67	13,77	2,60	-	34,0	12	56	0,78
66776	41	3,90	4,80	2,30	12,10	0,56	0,81	0,15	1,52	13,62	2,90	-	37,4	11	60	0,69
66777	42	4,00	4,80	2,20	12,10	0,70	1,01	0,14	1,85	13,95	3,70	-	38,6	13	54	0,69
66778	43	6,70	7,40	0,00	1,80	9,35	2,38	0,11	11,84	13,64	4,20	-	29,6	87	0	3,93
66779	44	4,60	4,90	0,70	11,30	3,71	4,09	0,31	8,11	19,41	5,10	-	45,7	42	8	0,91
66780	45	5,70	6,30	0,10	4,00	4,72	4,64	0,39	9,75	13,75	2,30	-	29,6	71	1	1,02

Resultados restritos às amostras recebidas. Neste laudo não constam recomendações.

Prof. Antonio C.V. Motta, PhD. / matr.UFPR-98337
Coord. Lab. de Fertilidade do Solo

Rua dos Funcionários, 1540 - Curitiba, PR - CEP 80035-050 - Fone (041) 350 5673 - E-mail: depsolos@ufpr.br

ANEXO 3

ANÁLISE DE SÓDIO NO SOLO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Agrárias
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola

Nome do Cliente: CARLA BARBOZA XAVIER
Cidade: PARANAGUÁ– PR

ANÁLISE DE SÓDIO

Nº DE CONTROLE	IDENT. DA AMOSTRA	Na cmol$_c$/dm^3
66770	35	0,42
66771	36	0,48
66772	37	0,51
66773	38	0,38
66774	39	0,28
66775	40	0,23
66776	41	0,28
66777	42	0,29
66778	43	1,20
66779	44	1,16
66780	45	1,34

Curitiba, 07 de agosto de 2013.

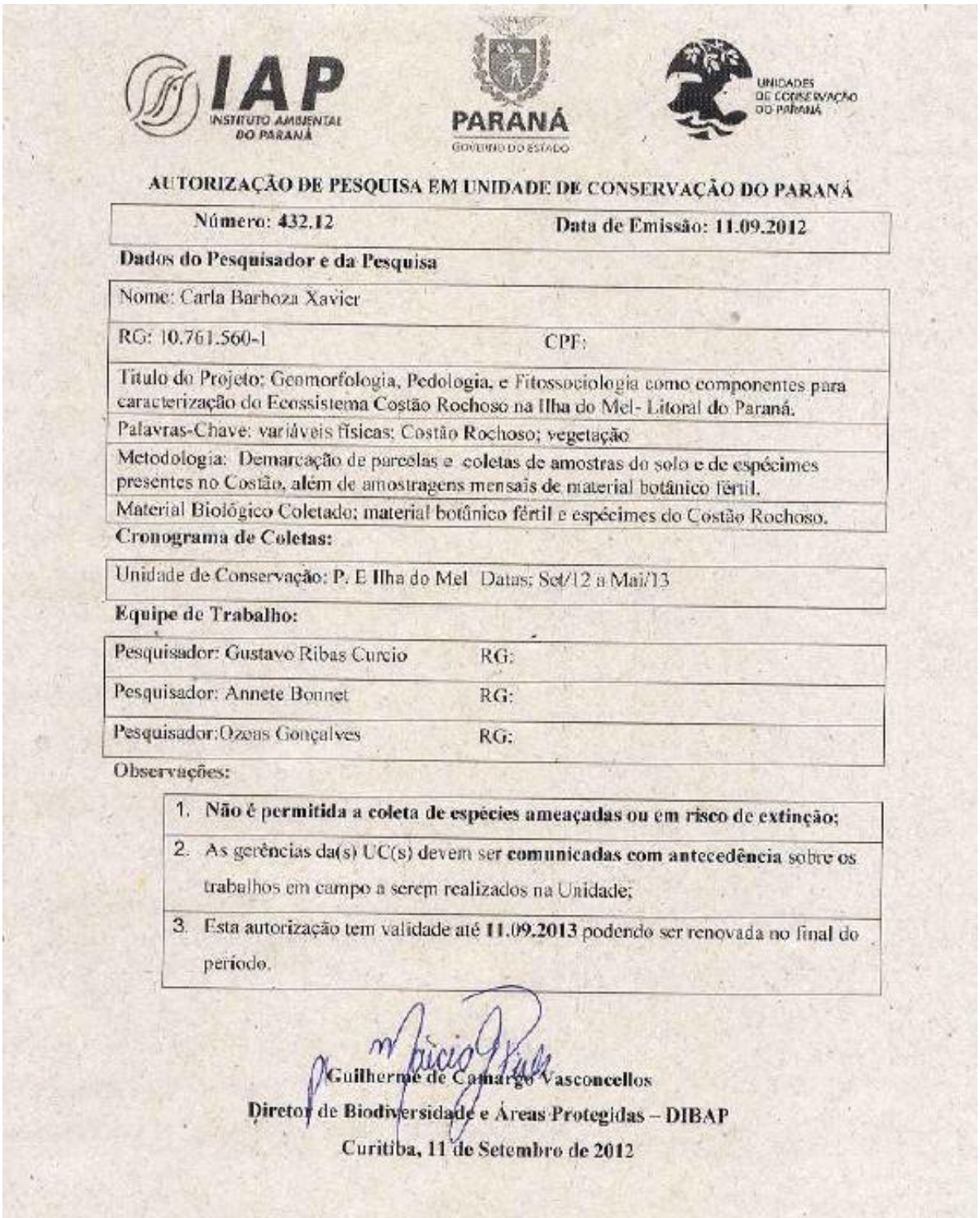
Prof. Antonio Carlos Vargas Motta
Ph.D., CREA-PR 18725-D
Coordenador do Lab. de Fertilidade do Solo

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Agrárias
Depto. de Solos e Engenharia Agrícola

Rua dos Funcionários, 1540 Juvevê - Curitiba - PR CEP 80035-050
Fone: (41) 350-5658 - Fax: (41) 3505648
e-mail: depsolos@ufpr.br

ANEXO 4

AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO



IAP INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ

PARANÁ GOVERNO DO ESTADO

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO PARANÁ

AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DO PARANÁ

Número: 432.12	**Data de Emissão: 11.09.2012**

Dados do Pesquisador e da Pesquisa

Nome: Carla Barbosa Xavier	
RG: 10.761.560-1	CPF:
Título do Projeto: Geomorfologia, Pedologia, e Fitossociologia como componentes para caracterização do Ecossistema Costão Rochoso na Ilha do Mel- Litoral do Paraná.	
Palavras-Chave: variáveis físicas; Costão Rochoso; vegetação	
Metodologia: Demarcação de parcelas e coletas de amostras do solo e de espécimes presentes no Costão, além de amostragens mensais de material botânico fértil.	
Material Biológico Coletado: material botânico fértil e espécimes do Costão Rochoso.	

Cronograma de Coletas:

Unidade de Conservação: P. E Ilha do Mel Datas: Set/12 a Mai/13	

Equipe de Trabalho:

Pesquisador: Gustavo Ribas Curcio	RG:
Pesquisador: Annete Bonnet	RG:
Pesquisador: Ozeas Gonçalves	RG:

Observações:

1. **Não é permitida a coleta de espécies ameaçadas ou em risco de extinção;**
2. As gerências da(s) UC(s) devem ser **comunicadas com antecedência** sobre os trabalhos em campo a serem realizados na Unidade;
3. Esta autorização tem validade até **11.09.2013** podendo ser renovada no final do período.

Guilherme de Camargo Vasconcellos
Diretor de Biodiversidade e Áreas Protegidas – DIBAP
Curitiba, 11 de Setembro de 2012