

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ANDREI LUIZ NOWTZKI

**INFLUÊNCIA DAS FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS NA ESTRUTURA VEGETACIONAL DE
UMA PRAIA ARENOSA DO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL**

IMBÉ
2019

ANDREI LUIZ NOWTZKI

**INFLUÊNCIA DAS FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS NA ESTRUTURA VEGETACIONAL DE
UMA PRAIA ARENOSA DO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas com ênfase em Gestão Ambiental Marinha e Costeira da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Dubal dos Santos Seger

IMBÉ

2019

Aos examinadores,

Este trabalho está formatado segundo “SILVA, L. N. et al. **Manual de Trabalho Acadêmicos e Científicos: Orientações Práticas à Comunidade Universitária da UERGS.** Porto Alegre: UERGS, 2013. 149 p.” que é baseado nas normas da ABNT.

CIP - Catalogação na Publicação

Nowtzki, Andrei Luiz
INFLUÊNCIA DAS FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS NA ESTRUTURA
VEGETACIONAL DE UMA PRAIA ARENOSA DO RIO GRANDE DO SUL
- BRASIL / Andrei Luiz Nowtzki. -- 2019.
30 f.
Orientador: Guilherme Dubal dos Santos Seger.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto
de Biociências, Curso de Ciências Biológicas: Biologia
Marinha e Costeira, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Dunas costeiras. 2. Fitossociologia. 3.
Inventário . 4. Corredores de alimentação. I. Dubal
dos Santos Seger, Guilherme, orient. II. Título.

ANDREI LUIZ NOWTZKI

**INFLUÊNCIA DAS FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS NA ESTRUTURA VEGETACIONAL DE
UMA PRAIA ARENOSA DO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas – Ênfase em Biologia Marinha e Costeira na Universidade Federal do Rio Grande do Sul em convênio com Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Dr. Guilherme

Dubal dos Santos Seger

Aprovado em:...../...../.....

BANCA EXAMINADORA

Dr. Gabriel Nakamura de Souza

Dra. Milena Fermina Rosenfield

IMBÉ

2019

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente e imensamente aos meus pais, Marcos e Silvia que estiveram comigo me apoiando desde o início da faculdade, que até se mudaram para praia depois de não conseguirem viver longe por 6 meses, obrigado por tudo sempre, vocês sempre serão a minha base pra vida! Eu amo vocês!

Ao meu irmão Andriel que é meu parceiro de vida desde sempre, sempre presente nos melhores e piores momentos, aquele cara que aprendeu o vocabulário da biologia e saiu reproduzindo para os seus amigos, o cara que pesca desde sempre com a “Geraldona” e aprende junto comigo o nome dos outros, o cara que vai ser sempre o meu reserva em qualquer esporte, a minha irmã Antônia, que chegou há pouco tempo, e me fez mudar tanto, amadurecer, crescer e amar.

A minha namorada Ewelyn, que sempre esteve comigo nos momentos que precisei de um ombro e que me ensinou muitos passos pra me tornar o que sou hoje! Muito obrigado!

A minha tia Suliane, que sempre foi um espelho pra mim, sempre me apoiando em todas as decisões, a que eu me espelho em pensamento político e sociológico.

As minhas avós, Dionete e Josefa que sempre estiveram comigo e fizeram muita diferença com todo o amor e carinho que me deram ao meu avô Jair que foi onipresente em todos os âmbitos e a todos os meus familiares que sempre se orgulharam de mim e pela escolha de área que fiz. Amo vocês!

Ao professor Jorge Luiz Waechter que me ajudou na identificação de muitas espécies, muito obrigado! Ao meu orientador Guilherme Seger, que sempre foi um parceiro durante toda realização deste trabalho, um exemplo de profissional, todas as tardes de conversas serviram muito pra vida. Ao professor Felipe Caron que me ajudou imensamente e foi um dos que me apoiaram demais na elaboração deste trabalho, todas as conversas e ideias trocadas, hipóteses, justificativas, obrigado por tudo!

A todos os meus colegas e professores de faculdade que me proporcionaram momentos únicos durante a graduação, saídas de campo, simpósios, congressos, JUEGRS. Aos colegas de campo que sem eles não ia rolar né? Gostaria de agradecer aos meus amigos que iniciaram e permaneceram ao meu lado e que espero poder continuar essa amizade que construímos e que faço questão de citar os nomes: Nina, Julia, Luciano, Henrique, Guilherme, Thamara, Gabriel, Otávio, Eduarda, um grupo seletto eu diria, amo vocês, de verdade!

E por fim gostaria de agradecer ao grupo do “É só derrota” por estarem sempre comigo e serem os piores melhores amigos que eu poderia ter.

RESUMO

Os campos de dunas holocênicas costeiras do Litoral Norte do Rio Grande do Sul apresentam uma grande variedade de feições geomorfológicas, como as dunas embrionárias, que são de grande importância na geração dos longos cordões litorâneos, e os corredores de alimentação que fazem o transporte de areia desde a praia até os campos de dunas móveis. As distintas geomorfologias podem apresentar diferentes composições florísticas e estruturas vegetacionais, contribuindo em conjunto para a diversidade de espécies dos campos de dunas. Neste contexto o presente trabalho buscou averiguar se há diferença em relação à estrutura vegetacional e composição de espécies entre as distintas feições geomorfológicas em um campo de duna no litoral norte do Rio Grande do Sul e verificar se existe uma influência dos ambientes de corredores na estrutura vegetacional. Foram escolhidos três corredores de alimentação presentes na área e distribuídos cinco transectos em cada corredor e para a análise da estrutura da vegetação foi realizada uma análise fitossociológica na qual foram amostradas 165 parcelas de 1m² dispostas em 15 transectos paralelos à linha de costa. Em cada parcela foi analisada a porcentagem de cobertura de espécies, de matéria seca e solo exposto, e aferido as diferentes métricas de frequência e dominância. Para avaliar a diferença da estrutura da vegetação entre geomorfologias foram realizadas análises de variâncias, e para analisar diferenças na composição de espécies, foi realizada uma análise de coordenadas principais. O levantamento fitossociológico compreendeu um total de 65 espécies distribuídas em 52 gêneros e 28 famílias e as espécies que apresentaram maiores valores de frequência relativa e cobertura relativa, foram *Panicum racemosum* (P. Beauv.) Spreng, *Hydrocotyle bonariensis* Lam., *Androtrichum trigynum* (Spreng.) H.Pfeiff. e *Polygala cyparissias* A.St.-Hil. & Moq. Houveram diferenças entre as geomorfologias em relação a riqueza de espécies e cobertura vegetal, bem como em relação a composição de espécies. Destaca-se a diferença das dunas embrionárias, baixadas úmidas e cristas de dunas em relação às demais geomorfologias, bem como uma diferença na cobertura vegetacional dentro e fora dos corredores de alimentação. De maneira geral, há um indicativo que os corredores de alimentação servem de dispersores de espécies vegetais para as demais feições, pois a grande maioria das espécies tem seu processo facilitado com o vento.

Palavras-chave: Dunas costeiras. Fitossociologia. Inventário. Corredores de alimentação.

ABSTRACT

The coastal holocene dune fields of the North Coast of Rio Grande do Sul have a wide variety of geomorphological features, such as the embryonic dunes, which are of great importance in the generation of long coastal strands, and the feeding corridors that transport the sand from the beach to the mobile dune fields. The different geomorphologies may present different floristic compositions and vegetation structures, contributing together to the species diversity of dune fields. In this context the present work sought to investigate if there is a difference in the vegetation structure and species composition between the different geomorphological features in a dune field on the north coast of Rio Grande do Sul and to verify if there is an influence of the corridor environments on the vegetation structure. Three feeding corridors in the area were chosen and five transects were distributed in each corridor and for the analysis of the vegetation structure a phytosociological analysis was carried out in which 165 1m² plots were sampled arranged in 15 transects parallel to the shoreline. In each plot, the percentage coverage of species, dry matter and exposed soil was analyzed and the different frequency and dominance metrics measured. To evaluate the difference in vegetation structure between geomorphologies, variance analyzes were performed, and to analyze differences in species composition, a principal coordinate analysis was performed. The phytosociological survey comprised a total of 65 species distributed in 52 genera and 28 families. The species with the highest values of relative frequency and relative coverage were *Panicum racemosum* (P. Beauv.) Spreng, *Hydrocotyle bonariensis* Lam., *Androtrichum trigynum* (Spreng.) H.Pfeiff. and *Polygala cyparissias* A.St.-Hil. & Moq. There were differences between the geomorphologies regarding species richness and vegetation cover, as well as regarding species composition. We highlight the difference between embryonic dunes, wetlands and dune ridges in relation to the other geomorphologies, as well as a difference in vegetation cover inside and outside the feeding corridors. In general, there is an indication that feeding corridors serve as plant species dispersers for the other features, since the vast majority of species have their process facilitated by wind.

Keywords: Coastal dunes. Phytosociology. Inventory. Feeding corridors.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1 ÁREA DE ESTUDO	12
2.2 COMUNIDADES VEGETAIS EM FEIÇÕES GEOLÓGICAS	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
3.1 ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA.....	18
3.2 ESTRUTURA VEGETACIONAL NAS DIFERENTES FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS	22
3.2 ESTRUTURA VEGETACIONAL DOS CORREDORES DE ALIMENTAÇÃO	25
4 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul tem como característica a presença de um extenso campo eólico de dunas transgressivas (TOMAZELLI, 1994). As dunas costeiras são feições geomorfológicas caracteristicamente desenvolvidas em praias arenosas, comuns onde existe um grande aporte sedimentar a partir da praia, como resultado do transporte eólico de sedimentos em direção à costa (CARTER, 1988; MIOT, 2006). As características texturais e composicionais dos sedimentos determinam a suscetibilidade para os mesmos serem remobilizados (OLIVEIRA, 2014).

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul é uma região compreendida por praias arenosas e sistemas de lagoas e lagunas onde se tem como estrutura fundamental as dunas frontais, as quais servem de barreira física contra intempéries sendo altamente dinâmica e sensível (PORTZ, 2012). O desenvolvimento e a evolução da duna frontal dependem de alguns fatores tais como aporte de sedimentos, nível de cobertura da vegetação, a presença de espécies de plantas, taxa de sedimento eólico (transportado pelo vento) erodido ou aportado, frequência e magnitude de ataques pelas ondas ou erosão pelo vento, escarpamento da duna, tipo de praia e zona de surfe, estabilidade da praia entre médio e longo prazo e a interferência humana (HESP, 2000).

Antes das dunas frontais ocorrem as chamadas dunas embrionárias com cerca de 1 a 2 m de altura, que podem produzir dunas de sombra ou montes de areia (MAUN, 2009) e estão presentes na zona pós-praia, sendo atingidas pelo mar durante a ressaca. O solo apresenta altos teores de salinidade e as espécies que vegetam ali são denominadas halófitas, que acumulam grande quantidade de sal (FEPAM, 2003). Além disso, trata-se de uma vegetação que tem por finalidade a fixação de dunas (BRUSIUS *et al.*, 2015; CORDAZZO; PAIVA; SEELIGER, 2006). Em um ambiente de dunas embrionárias, é possível identificar vegetais pioneiros, como as espécies *Blutaparon portulacoides* (A.St. - Hil.) Mearse e *Paspalum vaginatum* Sw., que estão dispostas na forma de cordões alongados ao pé da duna frontal (PORTZ, 2012). A principal delas é *B. portulacoides*, que emite longos estolões que sobrevivem às inundações da ressaca e ao acúmulo de areia típicos da região (FEPAM, 2003). Estes fatores são necessários para o controle da diversidade de plantas, pois com espécies que se comportam de maneira especialistas, como por exemplo, terem mecanismos adaptativos eficientes como a auto-compartimentalização salina (MUNNS, 2002), podem levar uma vantagem e acabar por ter a maior cobertura na área. Além disto, a alta dominância de poucas

espécies caracteriza uma estrutura oligárquica, de maneira que poucas espécies irão dominar a localidade (PALMA e JARENKOW, 2008).

Após as dunas embrionárias e frontais, ocorrem os campos de dunas, apresentando diferentes feições. Segundo Hesp e Thom (1990), cordões de areia são formados quando ocorre um empilhamento de areia e a sobreposição na vegetação presente da margem dos campos de dunas, onde são vegetados e íngrimes na sua parte externa, tendo assim um caráter deposicional e na parte interna é desvegetado. Outra feição importante é o *Blowout* uma depressão, bacia, vala erosiva dentro de um complexo de dunas criado pela remoção de areia de uma parte localizada da cordilheira de dunas (CARTER *et al.*, 1990). De acordo com Maun (2009) é formado prontamente onde a crista da duna é enfraquecida, seja por forças físicas ou bióticas, como, por exemplo, erosão da costa, danos à vegetação por insetos, roedores ou outros animais, pisoteio e formação de caminhos por animais e seres humanos. Com isso, de acordo com Jungerius e Schoonderbeek (1992), as características de *blowout* são controladas por dois fatores: cobertura vegetativa e geomorfologia de dunas.

A vegetação de dunas depende de alguns fatores que são cruciais para a cobertura vegetal, como: movimentação de areia, estresse hídrico, salinidade e nutrientes (CORDAZZO *et al.*, 2006). Sua maioria de espécies é prostrada, em geral rizomatosa ou estolonífera, de crescimento e rebrote acurado (PFADENHAUER, 1978). Para Tomazelli (1994), existem zonas de dunas vegetadas que se separam em relação às outras feições geomorfológicas. Seguindo o sentido do vento dominante (NE-SW) são formados os chamados “corredores de alimentação” (cordões de areia), que tem por individualidade apresentarem uma cobertura de vegetação esparsa, permitindo o transporte de areia pelo vento, desde a praia até o campo de dunas livres. Apesar da extensão da planície costeira, análises florísticas e fitossociológicas em ambientes de dunas são escassos. No litoral sul do estado, Cordazzo e Seeliger (1987) através de estudos florísticos, identificaram 66 espécies em uma área próxima a Reserva Ecológica do Taim. No Litoral Norte, há maior quantidade de estudos de florística e fitossociologia, nos quais Ramos (1977) realizou uma análise da ecologia, e através da florística identificou 75 espécies no Delta do Rio Tramandaí; Estudos de fitossociologia, realizados no município de Torres, encontraram: Dewes (2017) que registrou 114 espécies de plantas vasculares, sendo 107 espécies nativas e sete espécies naturalizadas; Santos *et al.* (2016) observaram 54 espécies nativas e 10 exóticas nas dunas da Praia Grande; e Palma & Jarenkow (2008) registraram 31 espécies nas dunas costeiras da Praia da Itapeva.

Visto a escassez de trabalhos que avaliam a estrutura da vegetação de dunas, o presente estudo tem como objetivo determinar a estrutura vegetacional na presença de

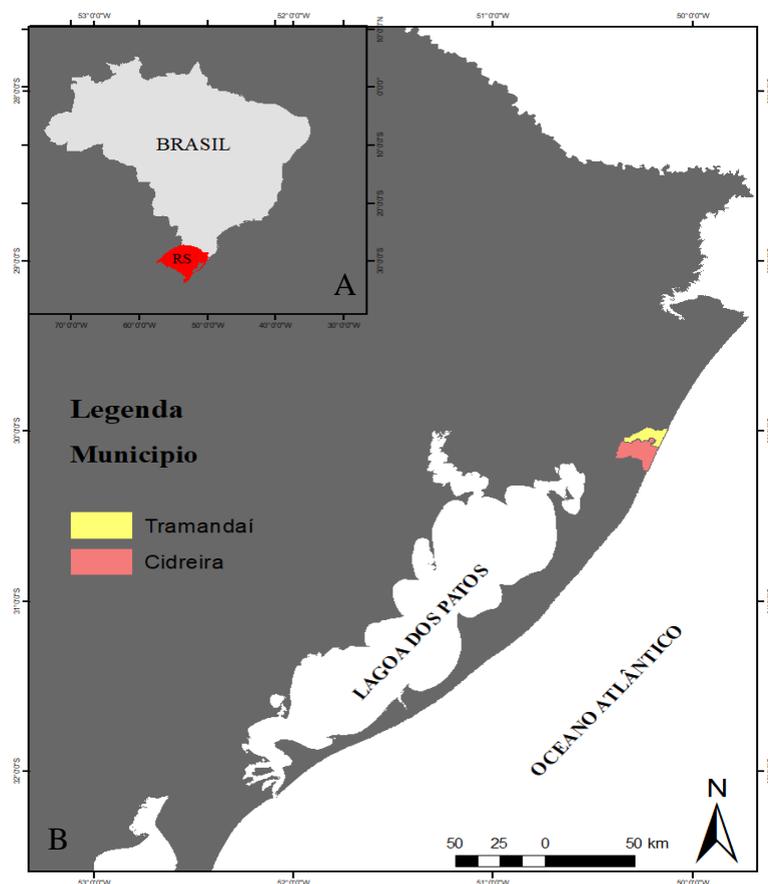
distintas geomorfologias, em uma área situada entre os municípios de Tramandaí e Cidreira, no litoral norte do estado do Rio Grande do Sul. Foi investigada a influência das geomorfologias sobre a estrutura e composição vegetal, buscando avaliar se a mobilidade de areia é um fator de grande relevância e se os corredores de alimentação apresentam uma composição distinta das demais áreas do campo de dunas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área localiza-se nos municípios de Tramandaí e Cidreira (Figura 1). Ela é popularmente chamada de “Praia das Cabras” e tem cerca de 6,5 km de extensão e 300 metros de largura. Neste estudo foram desconsiderados 250 metros de cada lado das extremidades buscando o afastamento da população do entorno, tentando assim encontrar ambientes mais preservados e que não tenham sido alterados. Segundo Castro e Mello (2016) as dunas móveis de Cidreira localizam-se a leste das lagoas Gentil, Manuel Nunes e Fortaleza, abrangendo ainda um trecho do oceano atlântico, no total de 133km². A parte continental está inserida totalmente dentro da bacia hidrográfica do rio Tramandaí, entre os municípios de Tramandaí e Cidreira, abrangendo 61,8 km², sendo 76,4% coberta por dunas e 18,15% por áreas urbanas.

Figura 1 – Mapa do Brasil com detalhe no Rio Grande do Sul (RS) (A). Mapa do RS com enfoque nos municípios que compreendem a área de estudo(B).



2.2 COMUNIDADES VEGETAIS EM FEIÇÕES GEOLÓGICAS

Para a análise da vegetação das diferentes feições geomorfológicas foram selecionados três (3) áreas de corredores de alimentação, com base em imagens de satélite através do software Google Earth. Em cada área foram dispostos cinco (5) transectos perpendiculares à linha de costa com uma distância variável de 50m até 200m entre eles, buscando aferir um maior gradiente ambiental causado pelos corredores de alimentação (Figura 2, 3 e 4).

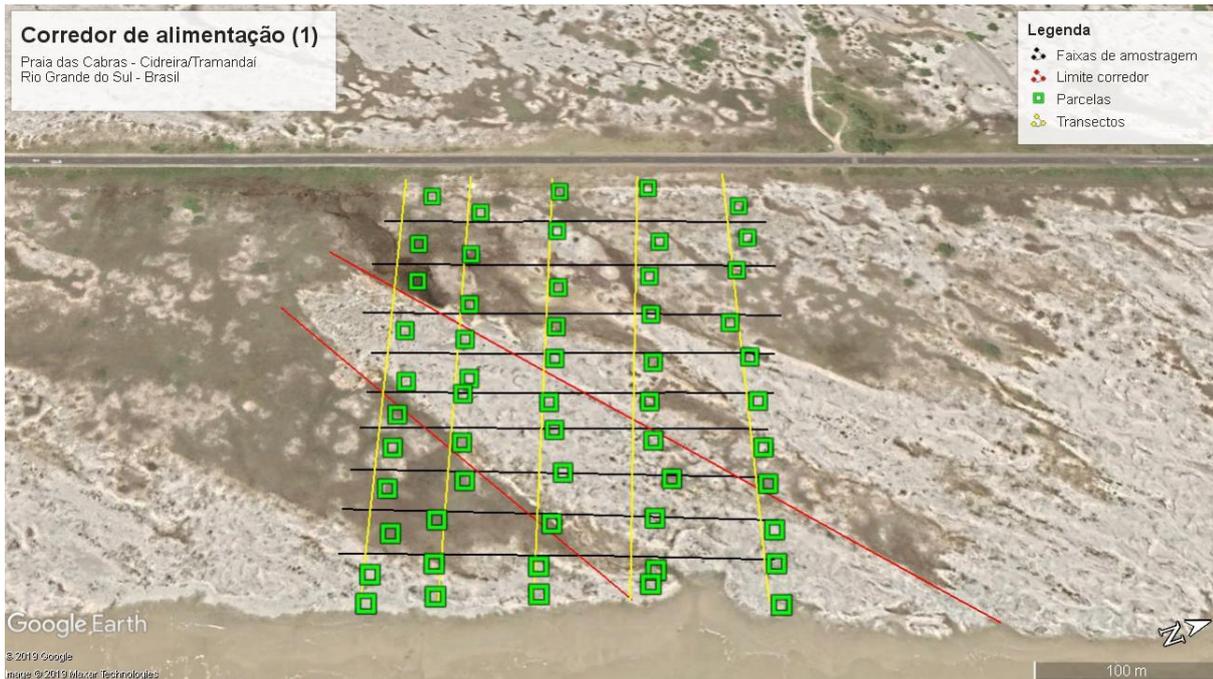


Figura 2- O corredor de alimentação (1) está demarcado em vermelho com linhas indicando os limites superiores e inferiores do cordão, as linhas amarelas demarcam os transectos, as linhas em preto indicam as faixas de amostragem e os pontos indicados em verde são as parcelas com suas respectivas coordenadas (Modificado de Google Earth)

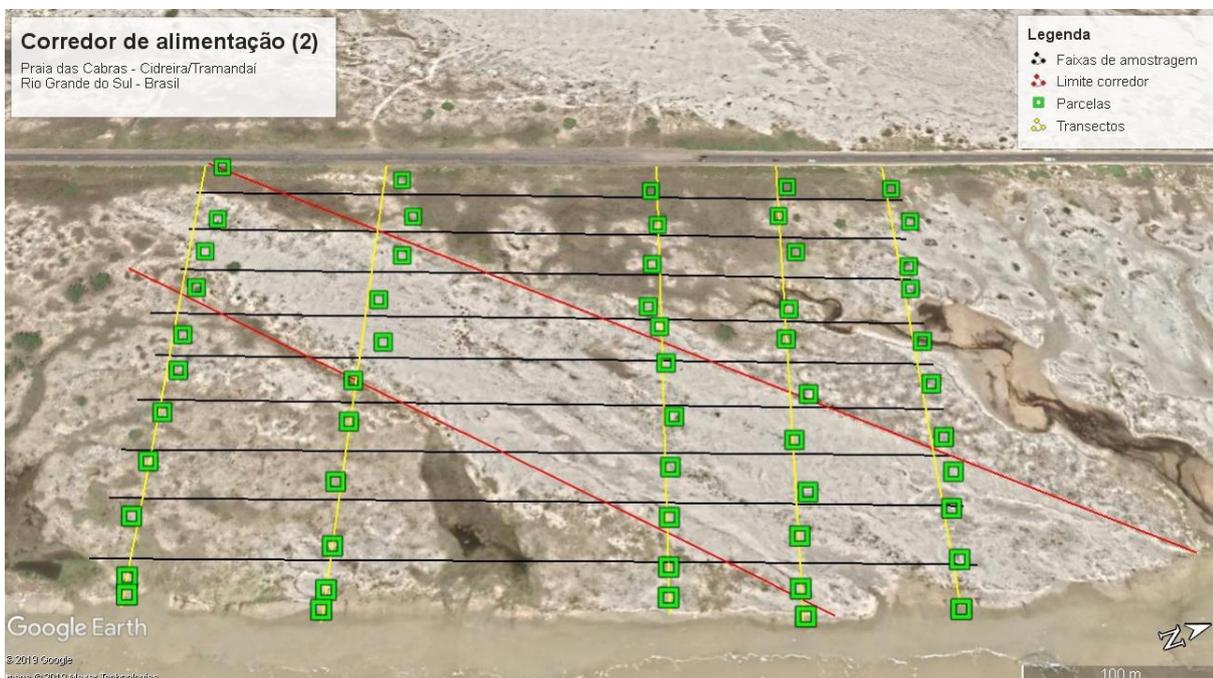


Figura 3. O corredor de alimentação (2) está demarcado em vermelho com linhas indicando os limites superiores e inferiores do cordão, as linhas amarelas demarcam os transectos, as linhas em preto indicam as faixas de amostragem e os pontos indicados em verde são as parcelas com suas respectivas coordenadas (Modificado de Google Earth)

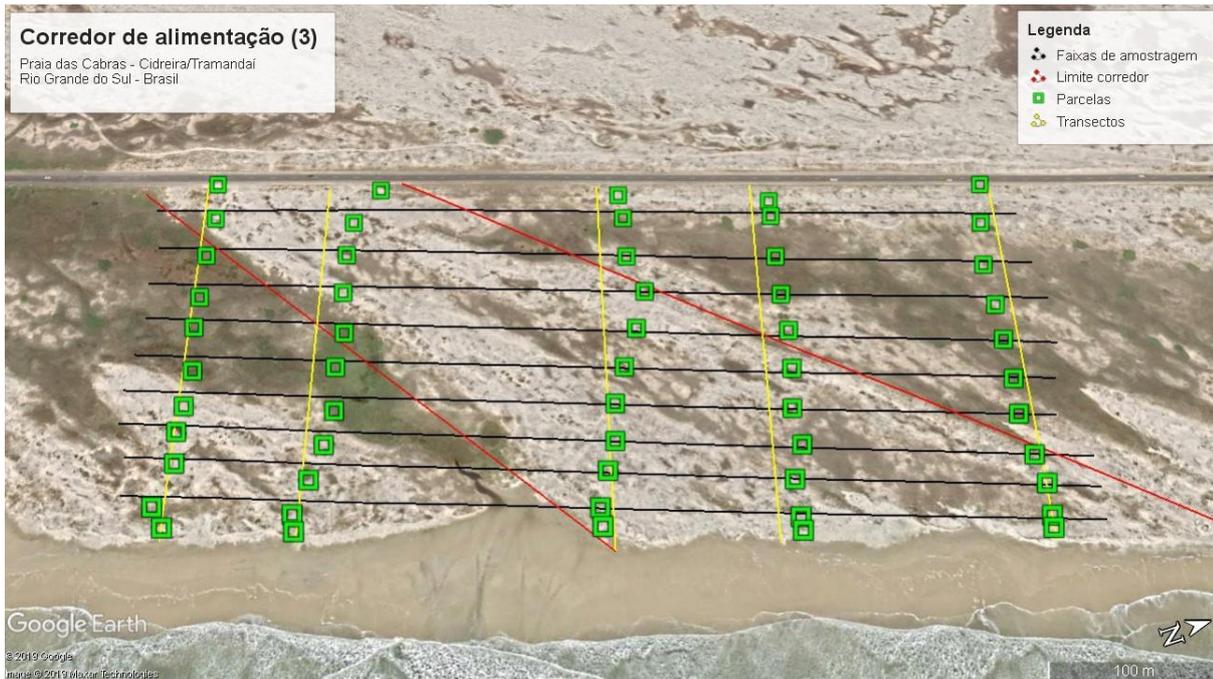


Figura 4. O corredor de alimentação (3) está demarcado em vermelho com linhas indicando os limites superiores e inferiores do cordão, as linhas amarelas demarcam os transectos, as linhas em preto indicam as faixas de amostragem e os pontos indicados em verde são as parcelas com suas respectivas coordenadas (Modificado de Google Earth)

Em cada transecto foi amostrado um total de 11 parcelas de 1m^2 , posicionadas em 10 faixas de amostragem de 30 m paralelas a linha de costa (delimitadas pelas linhas pretas das figuras 2,3 e 4). Em cada faixa as parcelas foram alocadas em diferentes geomorfologias, buscando-se intercalar as geomorfologias entre os transectos. As geomorfologias (Figura 5) foram classificadas em: dunas embrionárias (DE), dunas frontais (CDF), blowouts (BW), crista de dunas (CD), cava de dunas secas (CDS) ou úmidas (CDU), baixadas úmidas (BU) e área de campo de dunas plano vegetadas (CDP). Unicamente na primeira faixa de amostragem de 30 metros foram alocadas parcelas nas geomorfologias de dunas embrionárias e duna frontal. A amostragem compreendida totalizou 15 transectos e 165 parcelas de (1m^2).

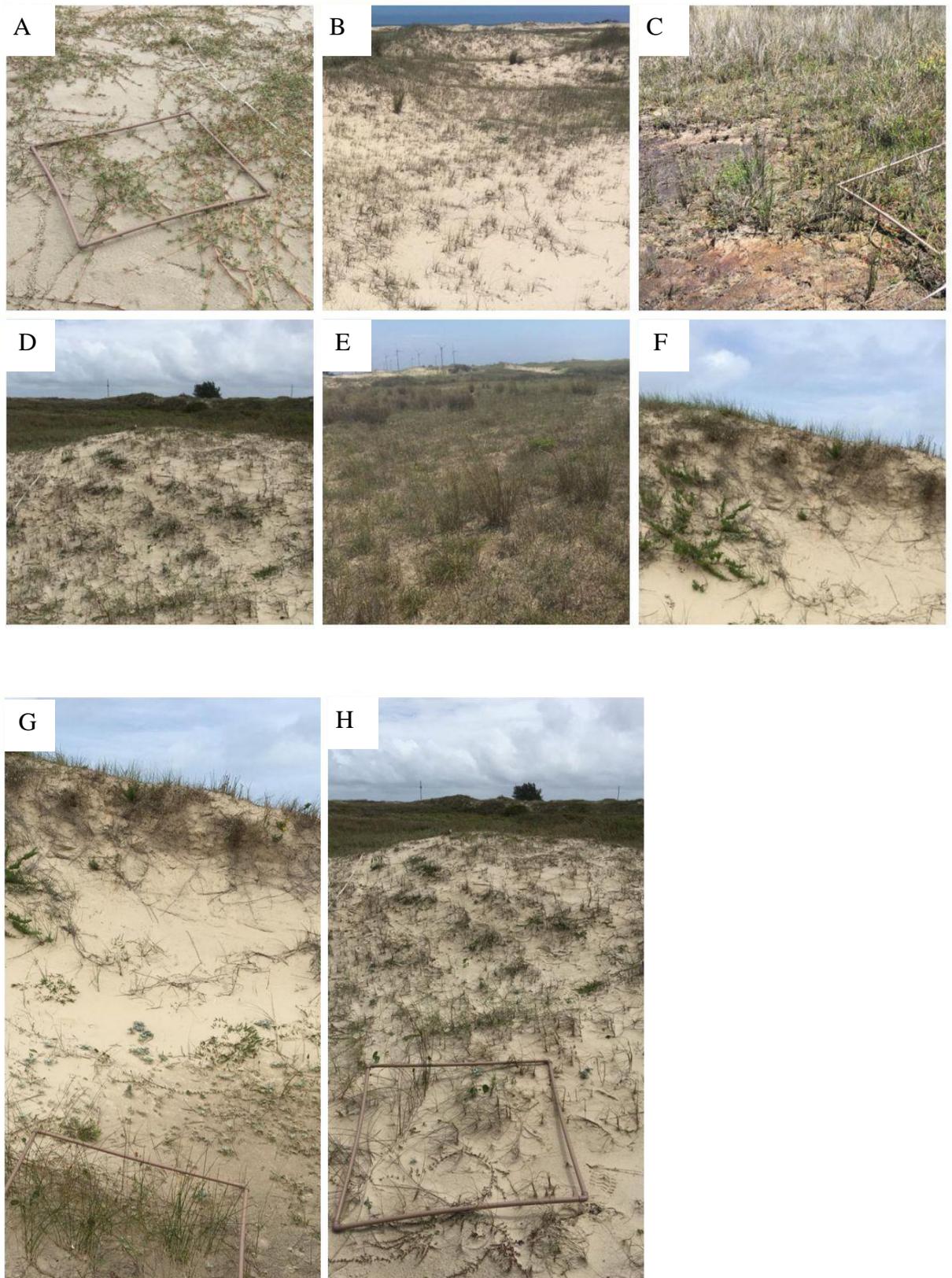


Figura 5– Feições geomorfológicas a- Duna embrionária; b-*Blowout*; c-Baixada úmida; d- Crista de duna; e- Campo de dunas plano vegetado; f- Crista de duna frontal; g- Cava de duna úmida; h- Cava de duna seca.

No interior de cada parcela (Figura 6) foi analisado o percentual de solo exposto, de cobertura de matéria orgânica morta e da cobertura de cada espécie na amostra, sendo a partir disso descrito a estrutura da vegetação através dos parâmetros fitossociológicos de riqueza, frequência absoluta e relativa e dominância absoluta e relativa (FREITAS; MAGALHÃES, 2012; MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974).



Figura 6. Unidade Amostral utilizada para o levantamento fitossociológico, parcela de 1x1m.

Para verificar se existe diferença na estrutura da vegetação nas distintas geomorfologias, utilizamos a riqueza de espécies e a cobertura de vegetação em cada parcela como descritores da estrutura e realizamos uma análise de variância (ANOVA), seguido por uma análise de comparações múltiplas (teste de Tukey; LEGENDRE & LEGENDRE, 2012). Também testamos, utilizando os testes estatísticos citados, se havia diferença na estrutura da vegetação das parcelas localizadas dentro e fora dos corredores de alimentação.

Para analisar se há diferença na composição de espécies entre as diferentes geomorfologias, primeiramente montamos uma matriz da cobertura de cada espécie por parcela e calculamos a similaridade entre parcelas utilizando a distância de Hellinger (LEGENDRE & LEGENDRE, 2012). A partir da matriz de semelhança foi realizada uma análise de coordenadas principais (PCoA). Todas as análises foram realizadas no ambiente estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA

A análise fitossociológica compreendeu um total de 65 espécies distribuídas em 52 gêneros e 28 famílias (TABELA 1). As espécies que apresentaram maiores valores de frequência relativa e cobertura relativa, foram *Panicum racemosum* (FR: 13,02; CR: 24,37), *Hydrocotyle bonariensis* (FR: 8,78; CR: 2,85), *Androtrichum trigynum* (FR: 6,56; CR: 5,3) e *Polygala cyparissias* (FR: 5,93; CR: 3,20).

Os resultados assemelham-se aos valores aferidos em Palma & Jarenkow (2008), Schlickmann et al. (2016) e Dewes (2017), em que *P.racemosum* e *H. bonariensis* estiveram entre as três espécies mais frequentes. Além disso, essas espécies foram registradas em todos microhabitats no presente estudo.

Tabela 1- Parâmetros fitossociológicos estimados para vegetação das dunas costeiras na Praia das Cabras, Cidreira/Tramandaí, Rio Grande do Sul. NP: Número de parcelas; FA: frequência absoluta (%); FR: frequência relativa (%); CA: Cobertura absoluta (m²); CR: Cobertura relativa (%).

Famílias/Espécies	NP	FA(%)	FR(%)	CA(m ²)	CR(%)
Amaranthaceae					
<i>Blutaparon portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears	4	2,42	0,42	9575,76	1,89
Apiaceae					
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	27	16,36	2,86	14787,88	2,92
Araliaceae					
<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.	83	50,3	8,78	14472,73	2,85
Asteraceae					
<i>Acmella decumbens</i> (Sm.) R.K. Jansen	24	14,55	2,54	8103,03	1,6
<i>Baccharis gnaphalioides</i> Spreng.	38	23,03	4,02	26775,76	5,28
<i>Baccharis spicata</i> (Lam.) Baill.	17	10,3	1,8	10848,48	2,14
<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	3	1,82	0,32	757,58	0,15
<i>Conyza blakei</i> (Cabrera) Cabrera	8	4,85	0,85	3636,36	0,72
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	36	21,82	3,81	12042,42	2,38
<i>Pterocaulon lorentzii</i> Malme	13	7,88	1,38	2696,97	0,53
<i>Senecio crassiflorus</i> (Poir.) DC.	49	29,7	5,19	30642,42	6,04

Famílias/Espécies	NP	FA(%)	FR(%)	CA(m²)	CR(%)
<i>Senecio platensis</i> Arechav.	7	4,24	0,74	4666,67	0,92
<i>Sommerfeltia spinulosa</i> (Spreng.) Less.	3	1,82	0,32	1090,91	0,22
<i>Gamochaeta stachydifolia</i> (Lam.) Cabrera	19	11,52	2,01	5448,48	1,07
Indeterminada1	4	2,42	0,42	333,33	0,07
Indeterminada2	8	4,85	0,85	6818,18	1,34
Indeterminada3	2	1,21	0,21	1212,12	0,24
Indeterminada4	3	1,82	0,32	909,09	0,18
Begoniaceae					
<i>Begonia cucullata</i> var. <i>spatulata</i> (Lodd.) Golding	1	0,61	0,11	1333,33	0,26
Bromeliaceae					
Indeterminada5	1	0,61	0,11	1212,12	0,24
Convolvulaceae					
<i>Ipomoea imperatii</i> (Vahl) Griseb.	13	7,88	1,38	5315,15	1,05
Cucurbitaceae					
<i>Melothria pendula</i> L.	1	0,61	0,11	1515,15	0,3
Cyperaceae					
<i>Androtrichum trigynum</i> (Spreng.) H.Pfeiff.	62	37,58	6,56	27224,24	5,37
<i>Bulbostylis</i> Kunth	5	3,03	0,53	1424,24	0,28
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	5	3,03	0,53	878,79	0,17
<i>Kyllinga vaginata</i> Lam.	17	10,3	1,8	4363,64	0,86
<i>Scleria distans</i> Poir.	17	10,3	1,8	9939,39	1,96
Dicranaceae					
<i>Campylopus</i>	5	3,03	0,53	8363,64	1,65
Droseraceae					
<i>Drosera brevifolia</i> Pursh	37	22,42	3,92	7993,94	1,58
Dryopteridaceae					
<i>Rumohra adiantiformis</i> (G.Forst.) Ching	1	0,61	0,11	909,09	0,18
Eriocaulaceae					
<i>Eriocaulon modestum</i> Kunth	25	15,15	2,65	9072,73	1,79
Fabaceae					
<i>Adesmia latifolia</i> (Spreng.) Vogel	1	0,61	0,11	2424,24	0,48

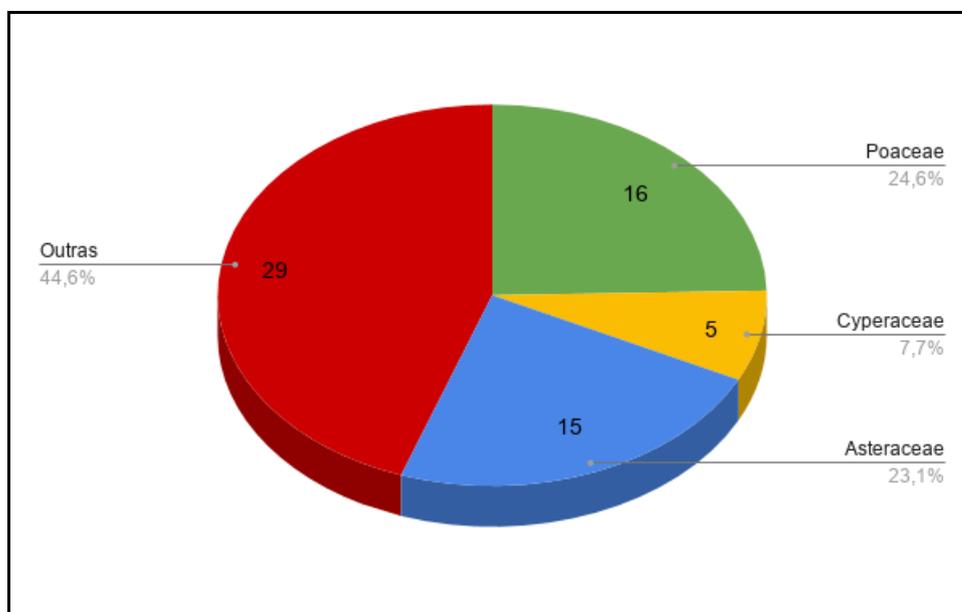
Famílias/Espécies	NP	FA(%)	FR(%)	CA(m²)	CR(%)
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	3	1,82	0,32	381,82	0,08
Hypoxidaceae					
<i>Hypoxis decumbens</i> L.	4	2,42	0,42	1696,97	0,33
Iridaceae					
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	1	0,61	0,11	484,85	0,1
Juncaceae					
<i>Juncus</i> L.	3	1,82	0,32	848,48	0,17
Lentibulariaceae					
<i>Utricularia</i> L.	4	2,42	0,42	545,45	0,11
Lycopodiaceae					
<i>Lycopodiella longipes</i> (Grev. & Hooker) Holub	13	7,88	1,38	6060,61	1,2
Melastomataceae					
<i>Tibouchina versicolor</i> (Lindl.) Cogn.	5	3,03	0,53	1666,67	0,33
Myrtaceae					
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	7	4,24	0,74	3181,82	0,63
Onagraceae					
<i>Ludwigia</i> L.	1	0,61	0,11	1818,18	0,36
<i>Oenothera mollissima</i> L.	6	3,64	0,63	1303,03	0,26
Plantaginaceae					
<i>Bacopa monieri</i> Aubl.	2	1,21	0,21	1393,94	0,27
<i>Plantago australis</i> Lam.	1	0,61	0,11	363,64	0,07
Poaceae					
<i>Andropogon arenarius</i> Hack.	6	3,64	0,63	2696,97	0,53
<i>Axonopus aff affinis</i> Chase	21	12,73	2,22	10278,79	2,03
<i>Chascolytrum</i> Desv.	4	2,42	0,42	909,09	0,18
<i>Dichantherium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	17	10,3	1,8	7303,03	1,44
<i>Eragrostis cataclasta</i> Nicora	6	3,64	0,63	5030,3	0,99
<i>Eriochrysis cayennensis</i> P. Beauv.	5	3,03	0,53	2818,18	0,56
<i>Eustachys</i> Desv.	28	16,97	2,96	10927,27	2,16
<i>Imperata brasiliensis</i> Trin.	11	6,67	1,16	5757,58	1,14
<i>Ischaemum minus</i> J.Presl	5	3,03	0,53	1757,58	0,35

Famílias/Espécies	NP	FA(%)	FR(%)	CA(m²)	CR(%)
<i>Panicum racemosum</i> (P. Beauv.) Spreng.	123	74,55	13,02	123563,64	24,37
<i>Paspalum</i> L.	4	2,42	0,42	939,39	0,19
<i>Spartina ciliata</i> Brongn.	9	5,45	0,95	5757,58	1,14
<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth	15	9,09	1,59	29515,15	5,82
Indeterminada7	9	5,45	0,95	7666,67	1,51
Indeterminada8	2	1,21	0,21	545,45	0,11
Indeterminada9	5	3,03	0,53	1575,76	0,31
Polygalaceae					
<i>Polygala cyparissias</i> A.St.-Hil. & Moq.	56	33,94	5,93	16224,24	3,2
Polypodiaceae					
<i>Polypodium lepidopteris</i> Langsd. & Fisch.	1	0,61	0,11	909,09	0,18
Solanaceae					
<i>Petunia integrifolia</i> (Hook.) Schinz & Thell.	8	4,85	0,85	4939,39	0,97
Sphagnaceae					
<i>Sphagnum perichaetiale</i> Hampe	3	1,82	0,32	2000	0,39
Verbenaceae					
<i>Glandularia selloi</i> (Spreng.) Tronc.	18	10,91	1,9	9284,85	1,83
Solo exposto	165	100	17,46	346284,85	68,31
Matéria seca	165	100	17,46	195030,3	38,47
Total	1275	572,73	100	506933,33	100

As famílias que apresentaram maior número de espécies (Figura 7) foram Poaceae (16), Asteraceae (15) e Cyperaceae (5). Todas as demais famílias foram representadas com até duas espécies. Essas famílias apresentam a maior riqueza específica em floras de dunas frontais citadas para o Rio Grande do Sul (CORDAZZO & SEELIGER, 1987, PALMA & JARENKOW, 2008; DEWES, 2017). Segundo Barbour (1992), o vento é um fator determinante para estas espécies, de forma que apresentam polinização e dispersão anemófilas acuradas, facilitando o desenvolvimento destas famílias no ambiente de dunas.

Figura 7 - Gráfico com a representatividade das espécies dispostas nas famílias.

Praia das Cabras – Cidreira/Tramandaí, RS.



Fonte: Autor (2019)

3.2 ESTRUTURA VEGETACIONAL NAS DIFERENTES FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS

A estrutura da vegetação diferiu significativamente entre as geomorfologias, dependendo do descritor utilizado (Figura 8). Em relação à riqueza de espécies houve diferença entre as feições ($F_{7; 157}=14,23; P<0,001$), sendo que baixada úmida (BU) assemelha-se com *blowout* (BW), campo de dunas plano vegetadas (CDP) e cava de duna úmida (CDU) possivelmente devido a igualdade do substrato, onde há uma disposição de espécies características, com presença de alta diversidade na família Poaceae, por exemplo.

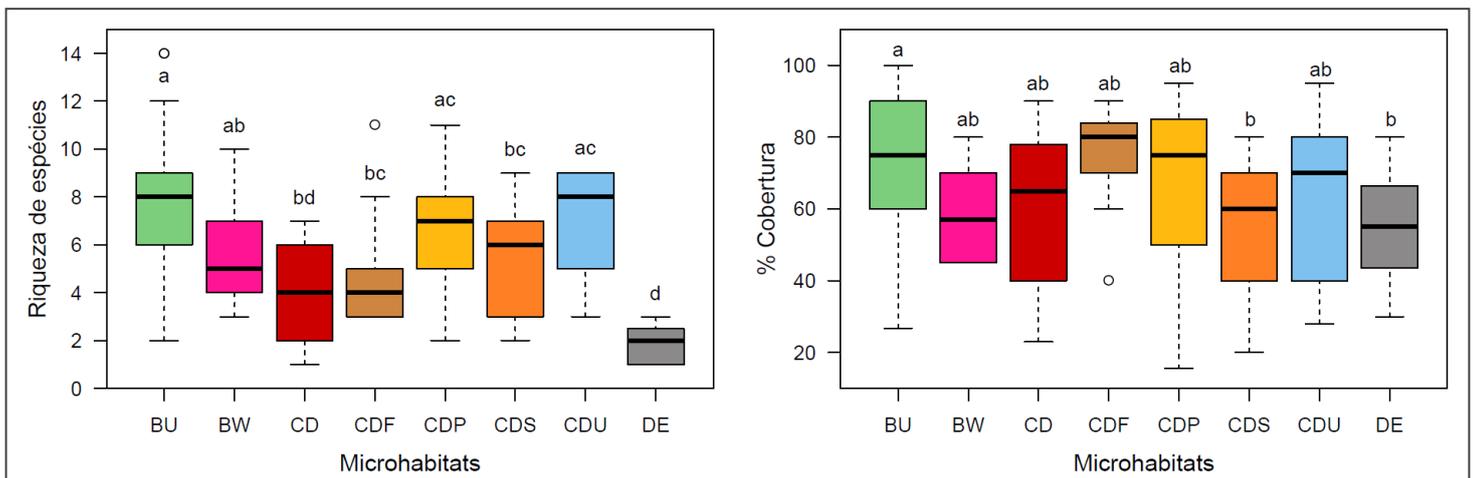
Blowout assemelha-se com todos, exceto DE, pois o microhabitat comparado está muito próximo ao mar, e as espécies que propagam neste ambiente são altamente halófitas. A geomorfologia crista de duna (CD) assemelha-se com BW, CDF, CDS, DE, em razão do substrato onde estão dispostas estas feições, serem em sua grande maioria ambientes secos com alta mobilidade de areia. Crista de duna frontal (CDF) e cava de duna seca (CDS) assemelham-se com quase todas as geomorfologias, exceto DE e BU, sendo que estas feições diferem destas outras citadas, por terem a presença de extremos onde a primeira está suscetível a ação do mar, com risco de serem afetadas por intempéries como, por exemplo, as ressacas. Já na segunda ocorre um ambiente com baixo grau de mobilidade de areia e com a

ação de água doce, formado pela chuva somada à declividade do terreno, formando até mesmo poças temporárias em alguns casos.

Campo de dunas plano e cava de duna úmida assemelham-se com quase todos, exceto CD e DE, que se explica pela altura do substrato, onde espécies vão estar presentes no topo de dunas e na outra, pela proximidade do mar, respectivamente. Dunas embrionárias apesar de se assemelharem com CD diferem de todas as outras feições citadas no trabalho, por serem um ambiente único, com características únicas, contendo uma baixa riqueza de plantas, entretanto uma alta frequência destas espécies que ali estão dispostas.

Em relação à cobertura de cada parcela (Figura 8), há diferença entre as feições ($F_{7; 157}=3,27$; $P=0,003$), sendo que apenas as baixadas úmidas (BU) diferem das dunas embrionárias (DE) e das cavas de dunas secas (CDS), apresentando maior cobertura de vegetação.

Figura 8 - Gráfico de Boxplot com as variáveis riqueza e cobertura por geomorfologias. Letras repetidas representam a similaridade entre as parcelas obtidas através de um Teste de Tukey. Baixada úmida (BU); *Blowout* (BW); Crista de duna (CD); Crista de duna frontal (CDF); Campo de dunas plano vegetadas (CDP); Cava de duna seca (CDS); Cava de duna úmida (CDU); Duna embrionária (DE).



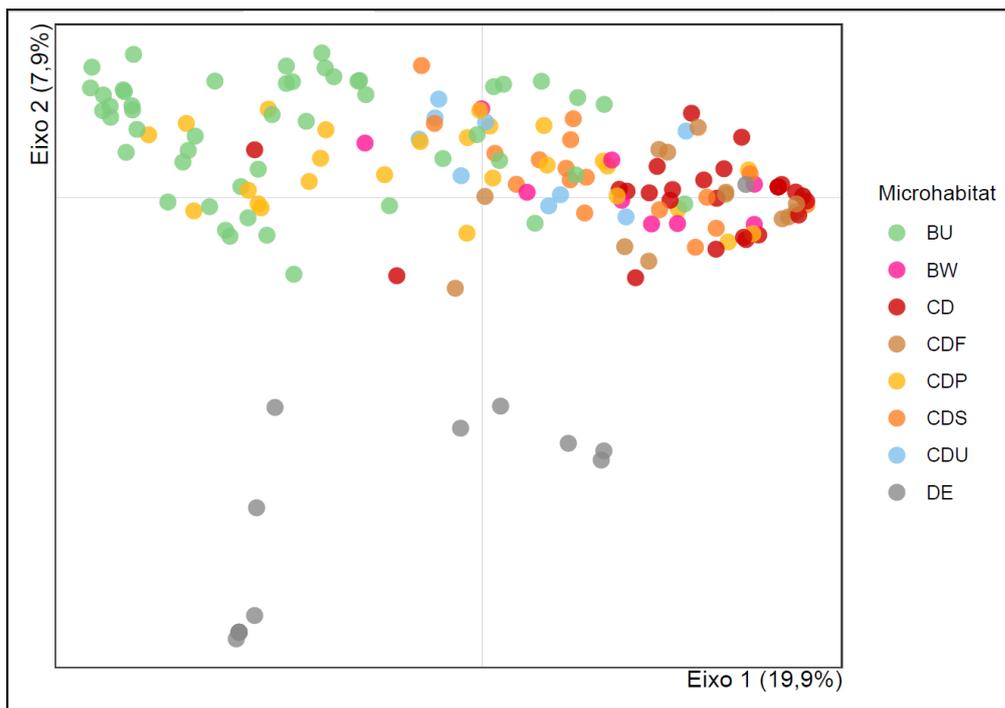
Fonte: Autor (2019).

A composição de espécies diferiu entre parte das geomorfologias (Figura 9). O gráfico de ordenação apresenta os dois primeiros eixos, que em conjunto representam 27,9% da variação total dos dados. Apesar da baixa explicação da variação total. No primeiro eixo é possível observar uma separação de CD, CDF e BW em relação à BU, salientando que

ambientes secos e úmidos não apresentam diferenças na composição de espécies, já que a cava de duna úmida não diferiu das demais geomorfologias, bem como as outras feições secas (BW, CDS e CDP).

No segundo eixo, pode-se observar uma separação das dunas embrionárias (DE) e das baixadas úmidas (BU) em relação às demais geomorfologias, provavelmente devido ao ambiente úmido conter um alto grau de nutrientes, o que proporciona que mais espécies possam se estabelecer. Podemos notar ainda que CDP, apesar de se assemelhar bastante com BU, se assemelha em relação à composição de espécies com outros microhabitats, isso se dá pelo fato de que esta feição está alocada em um intervalo grande de distância, ocorrendo desde após as dunas frontais até o final dos transectos. As geomorfologias BW, CD, CDF e CDS se apresentam agrupadas no gráfico de ordenação, possivelmente pela semelhança em relação a uma alta mobilidade de areia, contendo baixos teores de nutrientes comparados a baixadas úmidas, e com isso ocorrendo um alto grau de compartilhamento de espécies.

Figura 9. Diagrama de ordenação das 165 parcelas baseada na cobertura de cada espécie e representadas de acordo com sua respectiva geomorfologia, na Praia das Cabras, Cidreira/Tramandai, RS. BU: Baixada úmida; BW: Blowout; CD: Crista de duna; CDF: Crista de duna frontal; CDP: Campo de dunas plano; CDS: Cava de duna seca; CDU: Cava de duna úmida; DE: Duna embrionária. Análise de Coordenadas Principais (PCoA) e análise de comparações múltiplas por Teste de Tukey.



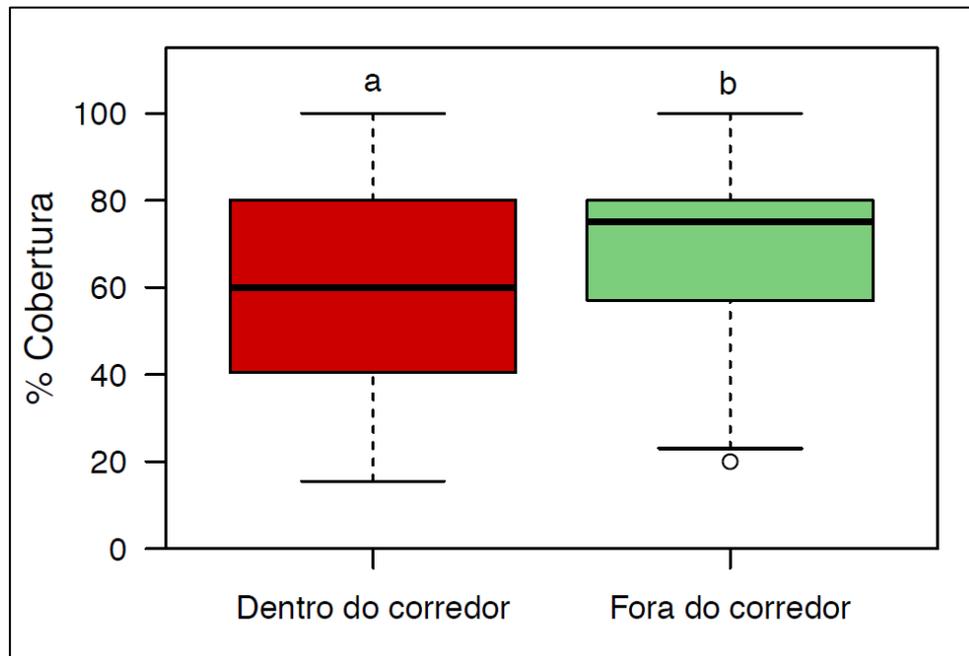
Fonte: Autor (2019).

3.2 ESTRUTURA VEGETACIONAL DOS CORREDORES DE ALIMENTAÇÃO

A estrutura da vegetação diferiu comparando-se parcelas dentro e fora dos corredores de alimentação (Figura 10) em relação à cobertura da vegetação ($F_{1; 163}=4,92$; $P=0,03$), mas não em relação à riqueza de espécies ($F_{1; 163}=3,54$; $P=0,062$). A riqueza de espécies dentro do corredor e fora do corredor mostrou não ter maiores diferenças, possivelmente isto ocorra devido à ação do vento no sentido NE-SW em direção aos campos de dunas livres, ajudando na dispersão (Tomazelli, 1994). Com a distribuição das espécies pela área sem maiores diferenças, o corredor de alimentação pode servir de área com um maior potencial de dispersão, levando em conta que os transectos analisados estavam em contato com estas feições e com isso a área de corredor passe a ter algumas partes que estejam em transformação para áreas quase idênticas em relação a fora do corredor, com espécies já em alta cobertura.

Em relação à cobertura da vegetação, a mediana dentro do corredor demonstra que a maioria das parcelas estão próximas a 60% de cobertura vegetal, enquanto fora do corredor está próximo a 80% de cobertura vegetal. A cobertura vegetal dentro e fora do corredor demonstra algumas diferenças, a presença de uma maior mobilidade de areia dentro do corredor dificulta o estabelecimento de espécies neste local quando comparado aos demais. Não obstante, fora do corredor há uma maior cobertura vegetal expressada devido à alta especificidade das regiões, de maioria úmidas, que apresentaram uma maior frequência das espécies que ocorreram presentes em ambas as localidades, apontando uma maior cobertura.

Figura 10 – Gráfico de Boxplot mostrando a cobertura de espécies comparando-se dentro e fora do corredor de alimentação. Realizado uma análise de variância, seguido de comparações múltiplas – Teste de Tukey. Letras repetidas indicam semelhança.



Fonte: Autor (2019).

4 CONCLUSÃO

O ambiente praial é um sistema dinâmico com diferentes geomorfologias cujas estruturas vegetacionais que ali se instalam são consequência das condições ambientais (estresse hídrico, mobilidade de areia e salinidade) das diferentes feições. Verificamos que há diferença na estrutura da vegetação e na composição de espécies entre as diferentes geomorfologias e os principais fatores que regulam a estrutura de comunidade são a mobilidade de areia e os microhabitats, que irão permitir ou não a instalação de determinadas espécies

O trabalho servirá como base para um direcionamento à futuros planos de recuperação de dunas, pois foi possível caracterizar as diferentes feições geomorfológicas, indicando suas espécies mais relevantes, e assim será possível sua aplicabilidade em todo litoral norte do rio grande do sul.

O estudo não serviu apenas para demonstrar que a área deve ser preservada e/ou recuperada no ambiente, mas evidenciou que aspectos geomorfológicos são responsáveis para que a implantação e/ou modificação de diferentes estruturas vegetacionais seja possível.

A condição de diferentes microhabitat e a mobilidade de areia dentro do corredor de alimentação demonstrou ser o principal fator para o estabelecimento das espécies. Através deste estudo que demonstrou uma alta riqueza de espécies, concluímos que os corredores de alimentação podem ter influência direta na dispersão de espécies, pois por ser um local aberto e com vegetação esparsa, acabam facilitando o transporte de pólen para outros microhabitats presentes na área. Isso reforça ainda mais a preservação destas feições responsáveis pelo equilíbrio ambiental das espécies e com esse resultado buscou que se evite a expansão urbana nos arredores destas feições geológicas, que são berço de muitas espécies, tanto de flora quanto da fauna.

REFERÊNCIAS

- BARBOUR, M.G. Life at the leading edge: the beach plant syndrome. *In*: U. Seeliger (ed.). **Coastal plant communities of Latin America**. Academic Press, San Diego, 1992.
- BROWER, J.E. & Zar, J.H. **Field & laboratory methods for general ecology**. Boston, W.C. Brown Publishers. 1984. p. 288.
- BRUSIUS, S.; BORGES, F. L.; MULLER, E. A.; PORFIRO, G. F. S. **Vegetação das dunas costeiras de Tramandaí**. Porto Alegre: Essência do Saber, 2015. p. 138.
- CARTER, R.W.G. Coastal environments: an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines.1988.**Australian Journal of Ecology**. London. v. 17, n. 4. p. 476-477.
- CARTER, R.W.G.; HESP, P.A.; NORDSTROM, K.F. Erosional landforms in coastal dunes. In Nordstrom, K.; Psuty, N.; Carter, R.W.G. **Coastal dunes: form and process**, Wiley, Chichester 1990. p. 217–250.
- CASTRO, D. de. **Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade na Bacia hidrográfica do rio Tramandaí**. In CASTRO, D .de.; Mello, R. S. P. Porto Alegre : Via Sapiens, 2016. p.140.
- CORDAZZO, C. V.; PAIVA, J. B.; SEELIGER, U. **Guia ilustrado- Plantas das Dunas da Costa Sudoeste Atlântica**. Pelotas: USEB, 107p. 2006.
- CORDAZZO, C. V.; SEELIGER, U. Composição e distribuição da vegetação nas dunas costeiras ao sul do Rio Grande (RS). **Ciência e Cultura**. São Paulo, v. 39, n. 3. p.321-324, 1987.
- DEWES, T. da S. **Caracterização e diversidade florística das Dunas do município de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil**. (Aperfeiçoamento/Especialização em Especialização em Meio Ambiente e Biodiversidade) - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2017.
- FILGUEIRAS, T.S. *et al.* Caminhamento um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**. Rio de Janeiro, n.12, p.39-43, out./dez. 1994.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. **Zoneamento ambiental dos campos de dunas de pinhal e cidreira**: Relatório final. Porto Alegre, RS: FEPAM, 2003.
- Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 01 Dez. 2019

FREITAS, W. K.; MAGALHÃES, L. M. S. Métodos e Parâmetros para Estudo da Vegetação com Ênfase no Estrato Arbóreo. **Floresta e Ambiente**. Rio de Janeiro, v. 19,n.4,p.520-540,2012.

HESP, P. A. Coastal sand dunes. Form and function. **CDNV Technical Bulletin No. 4**. Massey University, p. 28.2000.

HESP, P.A. & THOM, B.G. Geomorphology and evolution of active transgressive dune fields. In: NORDESTROM, K.F.; PSUTY, N.P.; CARTER, R.W.G. **Coastal Dunes: Form and Process**. Chichester, John Wiley & Sons Ltd, p.253-288.1990.

JUNGERIUS, P.D.; SCHOONDERBEEK, D. **The use of Leica Quantimet 970 for scanning blowout development on sequential air photos of the 'Dunes de Slack', NW France**. Catena Supplement, 23, p. 59–73. 1992.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L.F.J. **Numerical ecology**. 3. ed. Amsterdam, Elsevier, p. 1006. 2012.

MAUN, M.A. **The Biology of Coastal Sand Dunes**. 1.ed. New York, Oxford University Press, p. 280. 2009.

MIOT da SILVA, G. **Orientação da linha de costa e dinâmica dos sistemas praia e duna: praia de Moçambique, Florianópolis, SC**. 2006. 280f. Tese (Pós doutorado) – Universidade Federal Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós Graduação de Geociências – Área de Geologia Marinha, Porto Alegre, 2006.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. Blackburn Press. New York: Wiley, 1974.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, Logan. v. 25, p. 239-250, 2002.

OLIVEIRA, J. F. de. **Avaliação do Transporte Eólico na Zona Costeira**. 2014. Exame de qualificação (Doutorando em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências – Área de Geologia Marinha, Porto Alegre, 2014.

PALMA, C. B.; JARENKOW, J. A. Estrutura de uma formação herbácea de dunas frontais no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**. Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 114-124, jul. 2008.

PFADENHAUER, J. Contribuição ao conhecimento da vegetação e de suas condições de crescimento nas dunas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev. Bras. Biol.** v. 38: p. 827-836.1978.

PORTZ, Luana *et al* . Gestão de dunas costeiras: o uso de sistema de informações geográficas (SIG) na implantação de planos de gestão no litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. **RGCI**, Lisboa, v. 14, n. 3, p. 517-534, set. 2014.

R Development Core Team. 2019. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<https://www.R-project.org>>. Acesso em: 07 jul. 2019.

RAMOS, R. F. **Composição florística e ecologia do delta do Rio Tramandaí – RS. 1977.** 131p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1977.

SANTOS, K. L.; AGUIAR RODRIGUES, M.; ARÚS, B. A.; BIAZZETTI FILHO, M. L.; CAMARGO, J. B.; FROZZA, C. F.; GOMES, F. F.; HARTMANN, G. F.; HAUBERT, G.; MALFATTI, E.; MARCON, M. A.; SANTOS, B.; SANTOS, M.; SCHALEMBERGER, G.; STEFFENS, S. R.; GONZATTI, F.; BORDIN, J.; OTT, P. H. Caracterização a vegetação das dunas costeiras da Praia Grande, Torres, RS, Brasil. In: **Simpósio Acadêmico de Biologia Marinha**, 5 ed., 2016, Tramandaí.

SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. P. Os ecossistemas costeiros e marinhos do extremo sul do Brasil. Rio Grande: **Ecoscientia**, p.341. 1998.

SHORT, A.D.; HESP, P.A. Wave, beach and dune interactions in South-eastern Austrália. **Marine Geology**. 48.p. 259-284. 1982.

SCHLICKMANN, M.B., FERREIRA, M.E.A., VARELA, E.P., PEREIRA, J.L., DUARTE, E., LUZ, A.P.C., DREYER, J.B.B., SILVA, M.T.S., PINTO, F.M.P. 2019. Fitossociologia de um fragmento de restinga herbáceo-subarbusciva no sul do Estado de Santa Catarina, Brasil. **Hoehnea** 46: e 292018. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-29/2018>.

TOMAZELLI, L.J. Morfologia, organização e evolução do campo eólico costeiro do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas**, v.21. p. 64-71.1994.