

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GIOVANNA WISNIEWSKI PELETTI

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS FUNCIONAIS EM ESPÉCIES COSTEIRAS
DE CLIMA TEMPERADO**

CURITIBA

2021

GIOVANNA WISNIEWSKI PELETTI

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS FUNCIONAIS EM ESPÉCIES COSTEIRAS DE
CLIMA TEMPERADO**

Monografia apresentada à disciplina Estágio Supervisionado em Biologia como requisito parcial à conclusão do curso de Graduação em Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof. Dra. Cleusa Bona
Co-orientadora: Prof. Dra. Daniela Ciccarelli

CURITIBA

2021

RESUMO

As dunas costeiras, são ambientes sujeitos a muitas variações ambientais e as plantas ali presentes têm características que tornam possível a sua sobrevivência apesar das condições adversas. Usando traços funcionais, pode-se agrupar as espécies presentes num ambiente de uma forma não-filogenética, de modo a conhecer a diversidade funcional do ambiente. Neste estudo, optou-se por trabalhar com as características do tecido vascular das raízes, juntamente com dados foliares previamente levantados, de plantas de uma área protegida na costa da Toscana/Itália, localizada numa zona costeira temperada. Informações sobre a raiz, mais especificamente sobre o xilema radicular, podem fornecer informações a respeito da condutividade de água e sua eficiência em plantas que estão sujeitas ao estresse hídrico e salino, no entanto esse sistema não é comumente estudado nesta perspectiva ecológica devido à dificuldade de obtenção dos dados. Além disso, dados sobre folhas estão fortemente relacionados às estratégias de gestão de recursos que as plantas possuem. Dessa forma, espera-se compreender as diferentes estratégias de sobrevivência das espécies de dunas costeiras relacionando os dados de folha e raiz. Foram feitas coletas das raízes das espécies que ocorriam ao longo de 3 transeções estabelecidas perpendicularmente à linha do mar. As amostras foram seccionadas transversalmente e coradas e foram montadas lâminas semipermanentes para a análise. As mensurações do diâmetro interno dos vasos, da espessura da parede celular e da frequência de vasos por milímetro quadrado foram realizadas em microscopia de luz. Os dados foliares prévios obtidos foram: SLA (Specific Leaf Area ou área específica foliar), LDMC (Leaf Dry-Matter Content ou conteúdo de matéria seca da folha), espessura do limbo foliar e espessura da cutícula adaxial. Além disso o dado prévio de RDMC (Root Dry-Matter Content ou conteúdo de matéria seca da raiz) também foi usado. O resultado proveniente de uma análise PCA indicou dois trade-offs que evidenciam as estratégias de uso de recursos das plantas estudadas dentro de um eixo aquisitivo-conservativo. O primeiro é formado por plantas com alta espessura do limbo foliar e da cutícula adaxial, bem como um maior diâmetro dos vasos do xilema radicular em oposição a plantas com um alto valor de SLA e frequências de vasos na raiz; e o segundo por espécies com um alto valor de LDMC versus alta espessura da parede do xilema radicular (sendo apresentadas as características conservativas versus as aquisitivas). Mostrou-se uma correlação entre os traços funcionais foliares e radiculares dessas plantas de dunas costeiras de zona temperada, baseando-se na perspectiva da estratégia aquisitiva-conservativa. No entanto, são necessários mais estudos para que se dê suporte à ideia dessas características serem universais dentro desse eixo tanto para os traços funcionais dos órgãos analisados separadamente quanto para uma relação se baseando na planta toda.

Palavras-chave: Diversidade Funcional; Eixo aquisitivo-conservativo; Traços funcionais.

ABSTRACT

Coastal dunes are environments subject to many environmental variations and the plants present there have characteristics that make it possible for them to survive despite adverse conditions. Using functional traits, one can group the species present in an environment in a non-phylogenetic way in order to know the functional diversity of the environment. In this study, we chose to work with the characteristics of the vascular tissue of the roots, together with previously collected leaf data of plants from a protected area on the coast of Tuscany/Italy, located in a temperate coastal zone. Information about the root, more specifically about the root xylem, can provide information about the water conductivity and its efficiency in plants that are subject to water and saline stress, however this system is not commonly studied in this ecological perspective due to the difficulty of obtaining data. In addition, leaf data are strongly related to the resource management strategies that plants have. Thus, it is expected to understand the different survival strategies of coastal dunes species by relating leaf and root data. The roots of the species that occurred along 3 transects established perpendicularly to the sea line were collected. The samples were cross-sectioned and stained and semi-permanent slides were mounted for analysis. Measurements of vessel internal diameter, cell wall thickness and vessel frequency per square millimeter were performed under light microscopy. Previous leaf data obtained were: SLA (Specific Leaf Area), LDMC (Leaf Dry-Matter Content), leaf blade thickness and adaxial cuticle thickness. In addition, previous RDMC (Root Dry-Matter Content) data was also used. The result from a PCA analysis indicated two trade-offs that show the resource use strategies of the studied plants within an acquisitive-conservative axis. The first is formed by plants with a high thickness of the leaf blade and adaxial cuticle, as well as a larger diameter of the root xylem vessels as opposed to plants with a high SLA value and root vessel frequencies; and the second by species with a high LDMC value versus high root xylem cell wall thickness (conservative versus acquisitive characteristics being presented). A correlation was shown between the leaf and root functional traits of these temperate coastal dune plants based on the perspective of the acquisitive-conservative strategy. However, further studies are needed to support the idea of these characteristics being universal within this axis both for the functional traits of the organs analyzed separately and for a relationship based on the whole plant.

Keywords: Functional Diversity; Acquisitive-conservative axis; Functional traits.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO DA LITERATURA	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 ÁREA DE ESTUDO	14
3.2 COLETA	14
3.3 PROCESSAMENTO	15
3.4 MENSURAÇÕES	16
3.5 ANÁLISE	17
4 RESULTADOS	17
5 DISCUSSÃO	22
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS	27
APÊNDICE	31

1 INTRODUÇÃO

A vegetação de dunas costeiras está estabelecida em ambientes com muitas condições adversas heterogêneas. As plantas desses locais apresentam características que permitem a sobrevivência a essas variáveis ambientais tanto bióticas quanto abióticas. Algumas fontes de estresse podem ser elencadas como: alta salinidade do solo, spray salino, elevada temperatura, alta intensidade de vento, disponibilidade de água, qualidade do substrato variável, ação das ondas e das marés, possibilidade de inundações do terreno e influências de outras espécies de plantas no desenvolvimento da vegetação (RODERJAN et al., 2002; GARCÍA-NOVO et al., 2004; AZEVEDO et al., 2014; CICCARELLI, 2015).

A zona climática onde esse tipo de vegetação se encontra influencia na variação das características apresentadas pelas plantas. As zonas temperadas estão localizadas fora dos trópicos de Câncer e Capricórnio e entre as latitudes de 50° N e 50° S e a maioria das regiões costeiras dessa zona se encaixa no grupo que tem verão úmido. Existe uma variedade de habitats dentro do sistema de dunas costeiras dessa zona, onde diferentes plantas com distintas estratégias se estabelecem: praia superior ou duna anterior (halófitas e ervas perenes tolerantes às condições próximas ao mar); duna posterior ou planície de areia (arbustos, plantas herbáceas e gramíneas tolerantes à areia); depressão posterior alagável (comunidades de plantas de solo úmido); e duna estabilizada (arbustos e árvores bem estabelecidos) (WIEDEMANN; PICKART, 2004; BONA et al., 2020). As espécies ou gêneros similares nas praias superiores são quase universais nas dunas costeiras de zonas temperadas e a semelhança vai diminuindo de acordo com o gradiente da costa para o interior (WIEDEMANN; PICKART, 2004).

É possível classificar as espécies presentes num ambiente reunindo-as de um modo não-filogenético, chamado grupos funcionais. Usando traços funcionais/características morfológicas, fisiológicas ou fenológicas que podem ser medidas a nível de indivíduo (VIOLLE et al., 2007), se pode estabelecer grupos funcionais reunindo espécies que compartilham de caracteres em comum que lhes permitem ter sucesso dentro do ecossistema (GARCÍA-NOVO et al., 2004). Medindo-se a diversidade de traços funcionais da comunidade pode-se medir a diversidade funcional do ambiente (CIANCIARUSO et al., 2009).

Os traços funcionais podem ser identificados em todas as partes da planta, e, para este estudo, o foco foi o sistema radicular. Dados sobre o tecido vascular das raízes podem fornecer informações a respeito da condutividade hidráulica e sua eficiência em ambientes onde as plantas sofrem com estresse hídrico e salino. Com isso, é possível entender as respostas das plantas às condições ambientais e compreender as diferentes estratégias de sobrevivência da vegetação em uma perspectiva ecológica.

Informações sobre as folhas, além das de raiz, são importantes para entendermos, como as plantas se comportam nas suas estratégias de gestão de recursos. Por isso, dados desse órgão, que foram obtidos da pesquisa de Ciccarelli e Bona (2021), foram utilizados (também um traço funcional complementar de raiz) para se fazer uma análise mais profunda da relação folha-raiz com a estratégia do uso de recursos das espécies encontradas nesta região.

O uso dos dados do sistema radicular deste trabalho ajudou a integrar uma pesquisa maior que engloba traços funcionais morfoanatômicos da parte aérea e subterrânea das plantas costeiras da Toscana, da qual o presente estudo fez parte. Esses dados são importantes por não serem comumente medidos dentre os trabalhos que estudam traços funcionais e são significativos para a compreensão do funcionamento desse ecossistema complexo e sujeito a muitas variáveis. Assim, usando essas informações, os objetivos deste trabalho foram: analisar as possíveis alterações nas características vasculares radiculares (diâmetro dos vasos, espessura da parede celular e frequência de vasos por área) da vegetação de dunas costeiras de zonas temperadas da costa da Toscana/Itália ao longo de um gradiente da costa para o interior e; averiguar qual a relação dos dados do tecido vascular da raiz com outras características funcionais que estão disponíveis a partir da pesquisa em que este trabalho está incluso. São eles: SLA (Specific Leaf Area ou área específica foliar); LDMC (Leaf Dry-Matter Content ou conteúdo de matéria seca da folha); espessura do limbo foliar; espessura da cutícula adaxial; RDMC (Root Dry-Matter Content ou conteúdo de matéria seca da raiz).

2 REVISÃO DA LITERATURA

A vegetação que se desenvolve em planícies costeiras, estabelecida sobre solos arenosos – com origem de variados períodos geológicos – e com influência marinha é denominada vegetação costeira (RODERJAN et al., 2002; AZEVEDO et al., 2014; MELO JÚNIOR; BOEGER, 2017; BONA et al., 2020). A vegetação costeira de dunas está em um local de transição entre os ambientes continental/terrestre e marinho/aquoso e é distribuída no mundo todo (MARTÍNEZ; PSUTY; LUBKE, 2004). O ambiente onde essa vegetação se encontra não tem condições ambientais homogêneas o que possibilita a este conjunto de plantas ter características bem heterogêneas. Azevedo et al. (2014) indicam três fatores principais para que as condições ambientais neste meio se modifiquem e, por consequência, as características das plantas que ali se desenvolvem se alterem, com a primeira condição sendo a distância do mar. Isso se deve à elevada salinidade do solo, spray salino, elevada temperatura, alta intensidade de vento, disponibilidade de água, qualidade do substrato variável e ação das ondas e das marés, os quais podem gerar condições diferentes em distintos pontos da costa (RODERJAN et al., 2002; GARCÍA-NOVO et al., 2004; AZEVEDO et al., 2014; CICCARELLI, 2015). Por exemplo, o spray salino e a ação de ondas diminuem com a distância do mar (GARCÍA-NOVO et al., 2004). Assim, a variação das características da vegetação pode ser considerável dependendo da influência marinha no ponto em que se encontra (RODERJAN et al., 2002).

Um segundo fator que Azevedo et al. (2014) mencionam é a topografia do terreno. Há uma variação nas dunas de areia que muda o relevo e altera a profundidade do lençol freático e isso influencia a vegetação (GARCÍA-NOVO et al., 2004; MARQUES et al., 2015). Com o processo de deposição e remoção de material, elevações e depressões se formam no terreno resultando em características distintas. Por exemplo, nas depressões, a umidade do solo pode ser maior devido a tendências a alagamentos que podem ocorrer e, nas elevações, o solo é mais seco, mas pode inundar esporadicamente, sendo a saturação de água o principal fator limitante para o desenvolvimento da vegetação em algumas situações (GARCÍA-NOVO et al., 2004; AZEVEDO et al., 2014). Além disso, há uma diferença na concentração de nutrientes e composição da matéria orgânica em áreas inundadas e não-inundadas, sendo que nas depressões pode haver a criação de

uma camada superficial de solo diferenciada devido simplesmente a altura do terreno (AZEVEDO et al., 2014; MARQUES et al., 2015).

O terceiro fator que Azevedo et al. (2014) citam para as diferentes condições ambientais ao longo da costa é a própria vegetação do local. Ela que, ao se estabelecer no solo, muda as características ambientais ali e propicia condições diferentes para que outras espécies possam se desenvolver naquele ponto também. Assim, além dos fatores abióticos que as plantas estão sujeitas, a influência autogênica das plantas que estão crescendo em certa área pode interferir no zoneamento e crescimento das diferentes espécies presentes (CICCARELLI, 2015). Sýkora et al. (2004) discutem que dependendo da espécie que estabelece a dominância na comunidade, as condições do solo e seus processos podem resultar em diferentes características e que a sucessão de espécies nesta dinâmica é difícil de prever. Este fato também é evidenciado por Martínez e García-Franco (2004), não na questão do solo, mas nas diferentes interações planta-planta, como por exemplo, a facilitação e a competição.

A variação da vegetação de dunas costeiras está ligada principalmente com o clima da região onde se encontra, podendo ocorrer nas zonas temperadas ou tropicais. Estas ficam dentro de 23,5° N e 23,5° S e aquelas estão em áreas fora dos trópicos de Câncer e Capricórnio, principalmente dentro das latitudes de 50°N e 50°S (HESP, 2004). Wiedemann e Pickart (2004) mencionam que as zonas temperadas são delimitadas nos polos por climas subpolares e em direção ao equador por climas subtropicais secos de verão, mas que elas não têm limites bem definidos e vão mudando gradualmente. Além disso, os autores apontam que existem dois grupos desse tipo de zona: temperada de inverno úmido (WWT) e temperada de verão úmido (WST) e que a maioria das zonas costeiras temperadas se encaixa no grupo de verão úmido.

Usualmente, a vegetação tem um papel importante na iniciação e estabilização de dunas costeiras principalmente em regiões temperadas (DOODY, 2013), e os fatores de estresse ambientais influenciam na sucessão dessas espécies que preferem solos areosos (CICCARELLI, 2015). Os sistemas de dunas costeiras de regiões temperadas são caracterizados por uma diversidade de habitats onde diferentes tipos de plantas se estabelecem: praia superior ou duna anterior (halófitas e ervas perenes que são tolerantes ao spray salino, vento e soterramento de areia); duna posterior ou planície de areia (arbustos, plantas herbáceas e

gramíneas tolerantes a areia que gradualmente cobrem a superfície de areia com uma camada densa de vegetação), depressão posterior alagável (comunidades de plantas de solo temporariamente alagado), e duna estabilizada (árvores e arbustos estabelecidos) (WIEDEMANN; PICKART, 2004; BONA et al., 2020). Espécies ou gêneros similares nas praias superiores são quase universais nos diferentes locais de dunas costeiras de zonas temperadas pelo mundo e essa semelhança vai diminuindo de acordo com o gradiente para o interior (WIEDEMANN; PICKART, 2004).

Existem algumas diferenças entre as dunas costeiras de zonas temperadas e as tropicais, devido ao clima das diferentes regiões no mundo. Dentre elas no que se diz respeito a vegetação, é que nas primeiras são predominantes gramíneas mais altas e juncos e plantas herbáceas pioneiras (mais comumente uma ou duas espécies dominantes) e nas segundas, uma vegetação com trepadeiras de menor altura e plantas rasteiras é mais comum (HESP, 2004; DOODY, 2013), havendo um gradiente na dominância das espécies de acordo com a latitude (HESP, 2004).

Dentre as regiões temperadas, a costa mediterrânea tem características distintas, como altos valores de salinidade e temperatura da água e menos marés, ondas e fenômenos meteorológicos quando comparada às partes banhadas pelo oceano Atlântico, o que influencia nos fatores de estresse que as plantas estão submetidas e nas características ecológicas e florísticas das comunidades ali presentes (CICCARELLI, 2015).

A plasticidade fenotípica que as plantas apresentam em resposta às diferentes condições bióticas e abióticas do ambiente (VALLADARES et al., 2007) pode ser semelhante ou não. É possível classificar as espécies ali presentes reunindo-as de um modo não filogenético, chamado grupos funcionais; ou seja, agrupar as espécies que respondem de um modo semelhante a uma condição do ambiente, através de compartilhamento de características (convergências ou sinapomorfias) (MELO JÚNIOR; BOEGER, 2017). Assim, dependendo da característica ou traço funcional - qualquer característica morfológica, fisiológica ou fenológica que possa ser medida no nível de indivíduo (VIOLLE et al., 2007) – é possível estabelecer grupos funcionais reunindo espécies que compartilham os caracteres que lhes permitem ter sucesso dentro do ecossistema (GARCÍA- NOVO et al., 2004). Desta forma, obtém-se a diversidade funcional do ambiente, ou seja, a

medição de diversidade de traços funcionais possibilita a verificação da influência nos processos daquela comunidade (CIANCIARUSO et al., 2009).

A vegetação de dunas costeiras em várias partes do mundo pode fornecer dados ecológicos importantes para o entendimento desse ecossistema com condições variáveis (MARTÍNEZ; PSUTY; LUBKE, 2004). Um sistema complexo e dinâmico que muda com as condições ambientais e de acordo com o gradiente da costa para o interior, o que resulta em diferentes características das plantas dentro dessa comunidade em diferentes pontos (CICCARELLI, 2015; MELO JÚNIOR; BOEGER, 2017). Essa vegetação sofre com influências antrópicas diretas ou indiretas, que também podem modificar essas condições ambientais, os processos locais e as respostas morfológicas e ecológicas das plantas presentes e, até mesmo, deteriorar esses espaços dependendo das atividades humanas desenvolvidas (PSUTY, 2004).

Os traços funcionais dessas plantas são uma boa ferramenta que ajuda a entender esse ecossistema e seus processos, já que podem fornecer informações sobre as diferentes estratégias de sobrevivência dessas espécies e da ecologia do local e possuem implicações na ciência das mudanças globais (GARCÍA-NOVO et al., 2004; CICCARELLI, 2015). Deste modo, pode-se entender melhor o sistema biológico em termos ecológicos, visto que nessas comunidades as respostas aos fatores ambientais podem ser identificadas como grupos funcionais e estes ligados aos processos ecológicos (GARCÍA-NOVO et al., 2004; BATTISTI et al., 2019).

Além disso, numa escala regional, a análise com o uso de grupos funcionais pode ajudar na comparação de comunidades de ambientes semelhantes, mas com poucas espécies em comum (GARCÍA-NOVO et al., 2004), o que pode ser muito útil para comparar a vegetação de dunas costeiras de climas temperados e de climas tropicais. É importante conhecer as informações ecológicas desses espaços para o desenvolvimento de ações de conservação e/ou restauração do ecossistema (HESLENFELD, et al., 2004)

A ecologia funcional das plantas tem focado no uso de traços funcionais que são relativamente fáceis de coletar e de se medir em órgãos que ficam acima do solo, deixando de lado traços que se relacionam com funções vegetais como por exemplo aquisição de nutrientes do solo, regeneração vegetativa, entre outras (KLIMEŠOVÁ et al., 2019). Esses traços que são priorizados, têm procedimentos para coleta de dados padronizados por alguns autores, como por exemplo Pérez-

Harguindeguy et al. (2013) ou Cornelissen et al. (2003). Klimešová et al. (2019) mencionam que existem alguns traços funcionais que são aplicados para poucos biomas/tipos de comunidades e outros que não são comuns de serem coletados em uma escala necessária para comparação na perspectiva da ecologia funcional. Desta forma, os autores estabelecem protocolos numa perspectiva de traços de modularidade das plantas para – combinando com dados de trabalhos que utilizam traços funcionais mais comumente estudados – alcançar uma maior compreensão do funcionamento dos ecossistemas e das plantas. Ainda, de acordo com Cicarelli e Bona (2021), não existem estudos usando traços funcionais de caule e raiz focados em morfologia e anatomia de plantas de dunas costeiras com análises funcionais. Segundo as autoras, a maioria dos trabalhos se concentra em atributos funcionais da planta toda, somente da folha e/ou características regenerativas.

Para se aplicar o conceito de traços/grupos funcionais nas comunidades de dunas costeiras é necessário escolher órgãos ou características que as plantas neste ambiente têm em comum – já que as plantas ali têm morfologias ou ciclos de vida amplamente diferentes – para que os resultados possam ser comparáveis e não se obtenham incongruências (GARCÍA-NOVO et al., 2004). As raízes são responsáveis pela aquisição de água e nutrientes, transferindo esses recursos do solo para as outras partes da planta (PÉREZ-HARGUIDEGUY et al., 2013; KLIMEŠOVÁ et al., 2019). Elas também respondem à heterogeneidade de recursos e aos diferentes tipos de estresse do ambiente, com mudanças fisiológicas e morfológicas, resultando em mudanças na arquitetura do sistema radicular (BONILHA et al., 2013; PÉREZ-HARGUIDEGUY et al., 2013). García-Novo et al. (2004) mencionam que existe uma correspondência entre os traços funcionais das plantas e o tipo de clima que as dunas estão sujeitas. Assim, a variabilidade dos fatores ambientais pode modificar traços funcionais das plantas (até mesmo em nível intraespecífico) e, conseqüentemente, mudar o ecossistema em que elas estão inseridas (BATTISTI et al., 2019).

Dados anatômicos do sistema radicular, como células condutoras (vasos e traqueídes), fibras e células lignificadas ou células parenquimáticas, podem fornecer informações a respeito da capacidade de transporte da planta, seu potencial de crescimento, resistência a secas e geadas e recuperação após danos (KLIMEŠOVÁ et al. 2019). Focando no tecido vascular das raízes, as características do xilema estão relacionadas ao transporte de água, com implicações à condutividade –

relativas à estrutura, tamanho e densidade dos vasos –, e a sua eficiência – que pode ser afetada por embolismos quando submetidas a estresse hídrico (LOVISOLO; SCHUBERT, 1998; KRAUS et al., 2007). Melo et al. (2007) também relacionam a manutenção da condutividade do xilema como uma das respostas anatômicas radiculares que as plantas podem apresentar frente a condições de deficiência hídrica, já que raízes com vasos mais largos têm mais eficiência na condutividade de água (KRAUS et al., 2007). A redução do diâmetro dos vasos do xilema é uma resposta comum a condições desse tipo de stress da planta, sendo relacionado com a tensão hidráulica e a probabilidade de cavitação no xilema (MELO et al., 2007).

Em ambientes com alta concentração salina, mudanças nas estruturas vasculares da raiz são evidenciadas por Hwang e Chen (1995). Com pouca concentração de NaCl no meio, a espécie estudada (*Kandelia candel*) desenvolveu uma maior proporção do cilindro vascular. Os autores também mencionam outras espécies que, em solos com altas concentrações de sal, desenvolveram maior diâmetro do cilindro vascular e espessura cortical, além de menor número de camadas do córtex e um sistema vascular menor. Ainda, salientam uma lignificação precoce no metaxilema em plantas crescendo nesse tipo de habitat. Isso mostra que em ambientes com estresse salino, as plantas desenvolvem mecanismos – dentre eles anatômicos – para se adequar ao baixo potencial osmótico que estão sujeitas.

Não existe uma única estratégia para que as plantas possam adquirir recursos do solo nos diferentes ecossistemas (PÉREZ-HARGUIDEGUY et al., 2013). Assim, a raiz pode ser estudada para definir traços funcionais nas plantas e por consequência estabelecer grupos funcionais dentro do ecossistema das dunas costeiras, possibilitando o entendimento das estratégias das diferentes espécies de plantas em resposta às características ambientais distintas que este meio apresenta. Dessa forma, é possível o estabelecimento de um padrão de grupos funcionais dentro de um gradiente da costa para o interior ao longo do local estudado e, futuramente, usar esses dados para uma possível comparação em ambientes distintos.

Além dos dados sobre raiz, informações anatômicas sobre as folhas dessas mesmas espécies de dunas costeiras podem ser relacionadas para indicar como estas plantas se comportam nas suas estratégias de gestão de recursos. Ajudando a determinar como traços funcionais respondem a condições ambientais mediando a

diversidade da comunidade e a distribuição das espécies, que é uma questão central dentro da ecologia (CICARELLI; BONA, 2021).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O material de estudo tem origem de uma área protegida dentro do Parco Regionale di Migliarino – San Rossore - Massaciuccoli, que fica localizado na parte norte da Toscana/ Itália. O clima é caracterizado como Mediterrâneo Subúmido, com média anual de temperatura acima de 15° C e média anual de precipitação de 800mm (RAPETTI; VITTORINI, 2012).

A área de estudo segue um zoneamento da vegetação de acordo com o gradiente da costa para o interior citado anteriormente e por Wiedemann e Pickart (2004) e Bona et al. (2020), ou seja, região mais próxima da praia que vai até a primeira crista da duna (praia superior) (Figura 1); da crista da duna até a primeira depressão alagável, que é uma planície seca (duna posterior) (Figura 2); e a zona posterior à planície seca, onde ocorrem alagamentos temporários na época de chuvas (depressão alagável) (Figura 3).



Figuras 1, 2 e 3. Gradiente exemplificando o zoneamento da vegetação na área de estudo. 1) praia superior; 2) duna posterior; 3) depressão alagável. FONTE: BONA, C. 2019.

3.2 COLETA

Três transeções perpendiculares à linha da costa foram estabelecidas com cerca de 100m de distância, aproximadamente uma da outra e com 240 a 270m de comprimento (devido a variação da morfologia das dunas). Nove parcelas de 2m x

2m foram posicionadas ao longo de cada transeção (Figura 4). Foram estabelecidas quatro parcelas na praia superior, quatro nas dunas posteriores e uma na depressão alagável. A coleta da vegetação nas 27 parcelas ocorreu durante os meses de maio e junho de 2019. Durante todo o período de coleta, a depressão alagável estava seca. É importante salientar que a coleta foi feita pelas professoras orientadoras durante o desenvolvimento de uma pesquisa prévia que abrangia não só o estudo da raiz, mas dos demais órgãos da planta.

Em cada zona de cada transeção foram listadas as espécies que ocorriam dentro das parcelas e, dessas espécies, foram coletados 10 indivíduos por zona/transeção. Para evitar a coleta próxima de indivíduos com reprodução vegetativa (clonalidade), os espécimes escolhidos poderiam estar no interior da parcela ou nas proximidades dela. Para as análises anatômicas foram utilizados de três a cinco indivíduos.



Figura 4. Parcela estabelecida na praia superior (evidenciada em vermelho). FONTE: BONA, C.2019.

3.3 PROCESSAMENTO

As raízes de cinco indivíduos de cada espécie foram coletadas, armazenadas em sacos plásticos umedecidos e transportadas em caixa térmica para o laboratório na cidade de Pisa/Itália para o processamento pelas professoras orientadoras para uma pesquisa prévia. O material foi fixado em etanol 70% ou seccionado ainda a fresco e os cortes armazenados em etanol 70%. Posteriormente foram confeccionadas lâminas semipermanentes com as amostras que foram

seccionadas transversalmente à mão livre com o auxílio de uma lâmina de barbear e isopor. As secções transversais foram coradas em safranina/azul de astra (KRAUS; ARDUIN, 1997) para a visualização dos elementos traqueais. As lâminas foram montadas de forma semipermanente com gelatina glicerinada (KAISER, 1880). As mensurações foram feitas em microscópio de luz com ocular micrométrica cuja escala foi ajustada com uma lâmina micrométrica (Zeiss 5+100/100) com uma câmara clara acoplada.

3.4 MENSURAÇÕES

As lâminas confeccionadas na Itália com material radicular foram trazidas ao Brasil para análise pela autora no laboratório de Botânica Estrutural na UFPR em Curitiba. Para as espécies com crescimento primário foram mensurados os elementos do metaxilema e nas raízes com crescimento secundário as mensurações foram feitas próximas ao câmbio. A mensuração do diâmetro interno do vaso (com a parede celular não incluída) seguiu os procedimentos padronizados por Klimešová et al. (2019) e também de acordo com Vasellati et al. (2001) e Wheeler et al. (1989) tomando cuidado para a seleção dos vasos não desviar para vasos maiores ou menores e medindo sempre na parte mais larga do vaso escolhido. Foram medidos 25 vasos de cada espécie baseados em Klimešová et al. (2019).

A análise da espessura da parede celular se deu pela parte mais larga dela, sempre nos mesmos vasos escolhidos para a análise do diâmetro interno, medindo a espessura combinada das paredes entre o lúmen do vaso e a célula adjacente (WHEELER et al., 1989). Desta forma, também foram obtidas 25 medições para cada espécie e estabelecida a média dos valores encontrados.

Para a análise da frequência de vasos por mm², foi estabelecido um mínimo de 4 a 10 campos de tamanho apropriado de acordo com o diâmetro e distribuição dos vasos nas raízes para a contagem. Com o auxílio da câmara clara do microscópio, foram contabilizados os vasos que apareciam totalmente no campo de mensuração como um (1) e vasos que estavam somente 50% incluídos no campo foram contabilizados como meio vaso (0,5). As mensurações dentro do cilindro vascular foram feitas considerando que haviam partes onde não haviam vasos (raios

por exemplo), para, desta forma, o valor de frequência de vasos/mm² ficar de acordo com o observado.

3.5 ANÁLISE

Os dados obtidos nas mensurações das raízes (diâmetro dos vasos do xilema, espessura da parede celular destes e frequência de vasos) foram relacionados com dados publicados de Ciccarelli e Bona (2021), referentes ao mesmo projeto que este trabalho faz parte e do qual o material é originário. Foram analisadas, no presente estudo, as mesmas espécies estudadas pelas autoras, com exclusão de algumas em que a mensuração do xilema radicular não foi possível. Os dados foliares disponibilizados foram: LDMC (Leaf Dry-Matter Content ou conteúdo de matéria seca da folha), espessura da cutícula adaxial, espessura do limbo foliar e SLA (Specific Leaf Area ou área específica foliar); além de um dado radicular: RDMC (Root Dry-Matter Content ou conteúdo de matéria seca da raiz).

Todos os 8 conjuntos de dados (variáveis) em estudo foram sujeitos a uma análise multivariada PCA (Principal Component Analysis ou análise de componentes principais) que averiguou a possível correlação entre os dados. Esta análise reduz a dimensionalidade dos dados multivariados e torna possível saber se existem correlações entre os dados originais, a partir do momento que transforma as variáveis originais em novas variáveis ou eixos principais, os quais podem explicar a variação em um conjunto de dados multivariado o máximo possível (GOTELLI; ELLISON, 2011). Todos os valores dos dados das variáveis foram transformados para que a escala/grandeza em que foram medidos não interferisse na análise.

4 RESULTADOS

Um total 37 espécies (Tabela 1) foi analisado para as mensurações de diâmetro, espessura da parede celular e frequência de vasos. Houve espécies que não faziam parte de todos os habitats (praia superior, duna posterior, depressão alagável). Desta forma, os resultados foram compilados em uma tabela, que está apresentada no apêndice, organizada por habitat e por espécie, apresentando os valores dos três traços funcionais mensurados.

Além disso, os dados referentes a folha e raiz que foram obtidos de Ciccarelli e Bona (2021) (LDMC; espessura da cutícula adaxial; espessura do limbo foliar; SLA; RDMC) estão apresentados na tabela no apêndice.

TABELA 1 - INVENTÁRIO FLORÍSTICO OBTIDO EM TRÊS TRANSECTOS PERPENDICULARES À LINHA DA PRAIA.

Família	Unidade taxonômica
Amaryllidaceae	<i>Pancratium maritimum</i> L.
Apiaceae	<i>Echinophora spinosa</i> L. <i>Eryngium maritimum</i> L. <i>Seseli tortuosum</i> L.
Asteraceae	<i>Achillea maritima</i> (L.) Ehrend. & Y.P.Guo subsp. <i>maritima</i> <i>Ambrosia psilostachya</i> DC. <i>Centaurea aplolepa</i> Moretti subsp. <i>subciliata</i> (DC.) Arcang. <i>Erigeron canadensis</i> L. <i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench <i>Hypochaeris radicata</i> L. <i>Xanthium italicum</i> Moretti
Brassicaceae	<i>Cakile maritima</i> Scop. subsp. <i>maritima</i> <i>Marcus-kochia ramosissima</i> (Desf.) Al-Shehbaz (<i>Malcolmia ramosissima</i> (Desf.) Gennari) <i>Raphanus raphanistrum</i> L. s.l.
Caprifoliaceae	<i>Lomelosia rutifolia</i> (Vahl) Avino & P.Caputo
Caryophyllaceae	<i>Silene canescens</i> Ten. <i>Silene otites</i> (L.) Wibel
Chenopodiaceae	<i>Salsola kali</i> L.
Cistaceae	<i>Fumana procumbens</i> (Dunal) Gren. & Godr.
Convolvulaceae	<i>Convolvulus soldanella</i> L. (<i>Calystegia soldanella</i> (L.) R.Br.)
Cyperaceae	<i>Schoenus nigricans</i> L. <i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia paralias</i> L. <i>Euphorbia peplis</i> L.
Fabaceae	<i>Lotus hirsutus</i> L. <i>Medicago littoralis</i> Rohde ex Loisel.
Lamiaceae	<i>Stachys maritima</i> Gouan
Linaceae	<i>Linum strictum</i> L.
Onagraceae	<i>Oenothera biennis</i> L.
Orobanchaceae	<i>Odontites luteus</i> (L.) Clairv. s.l.
Plantaginaceae	<i>Plantago coronopus</i> L.
Poaceae	<i>Calamagrostis arenaria</i> (L.) Roth subsp. <i>arundinacea</i> (Husn.) Banfi, Galasso & Bartolucci (<i>Ammophila arenaria</i> (L.) Link) <i>Phleum arenarium</i> L. subsp. <i>caesium</i> H.Scholz <i>Sporobolus pumilus</i> (Roth) P.M.Peterson & Saarela (<i>Spartina versicolor</i> E.Fabre) <i>Thinopyrum junceum</i> (L.) Á.Löve (<i>Elytrigia juncea</i> (L.) Nevski) <i>Tripsidium ravennae</i> (L.) H.Scholz subsp. <i>ravennae</i> (<i>Erianthus ravennae</i> (L.) P.Beauv.)
Polygonaceae	<i>Polygonum maritimum</i> L.

FONTE: Adaptado de CICCARELLI, D; BONA, C. Exploring the Functional Strategies Adopted by Coastal Plants Along an Ecological Gradient Using Morpho-functional Traits. **Estuaries and Coasts**. 2021.

O resultado da análise PCA está ilustrado na Figura 5, o qual mostra os eixos 1 e 2 da análise. Estes são os componentes que explicam a maioria da variância total dos dados (54,8%).

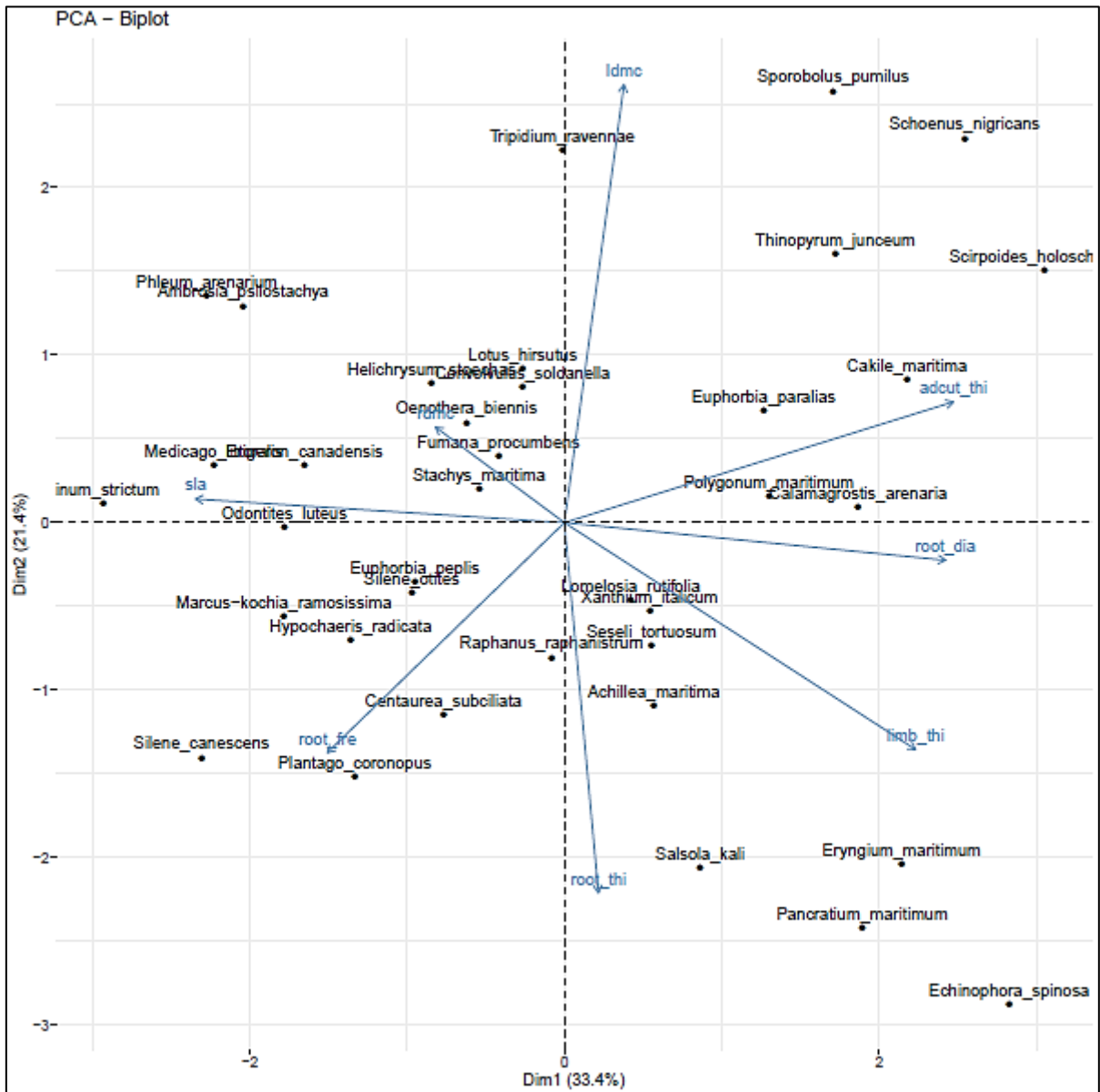


Figura 5. Resultado da análise PCA com eixos 1 (Dim 1) e 2 (Dim 2) plotados. (root_fre) frequência de vasos da raiz; (root_thi) espessura da parede do vaso da raiz; (limb_thi) espessura do limbo foliar; (root_dia) diâmetro do vaso da raiz; (adcut_thi) espessura da cutícula adaxial da folha; (ldmc) LDMC (conteúdo de matéria seca da folha); (rdmc) RDMC (conteúdo de matéria seca da raiz); (sl) SLA (área específica foliar).

Na análise PCA foram encontrados dois trade-off bem evidentes quando se compara as variáveis estudadas. Um trade-off alinhado ao longo do primeiro eixo (com 33,4% de variância explicada) entre espécies com alto valor de SLA (*Erigeron*

canadensis, *Linum strictum*, *Medicago littoralis*, *Odontites luteus*) (Figura 6A) e alta frequência de vasos do xilema na raiz (*Plantago coronopus*, *Silene canescens*) (Fig. 6B), versus espécies com altos valores de espessura da cutícula adaxial (*Cakile maritima*, *Scirpoides holoschoenus*) (Fig. 6C), espessura do limbo (*Echinophora spinosa*, *Eryngium maritimum*) (Fig. 6D) e diâmetro dos vasos na raiz (*Calamagrostis arenaria*, *Polygonum maritimum*) (Fig. 6E).

O segundo trade-off evidenciado no segundo eixo (com 21,4% de variância explicada), evidencia por um lado espécies com altos valores de LDMC com folhas muito lignificadas (*Sporobolus pumilus*, *Triplidium ravennae*), (Fig. 6F) e outra opostamente com altos valores de espessura de parede dos vasos (*Pancratium maritimum*, *Salsola kali*) (Fig. 6G, 6H).

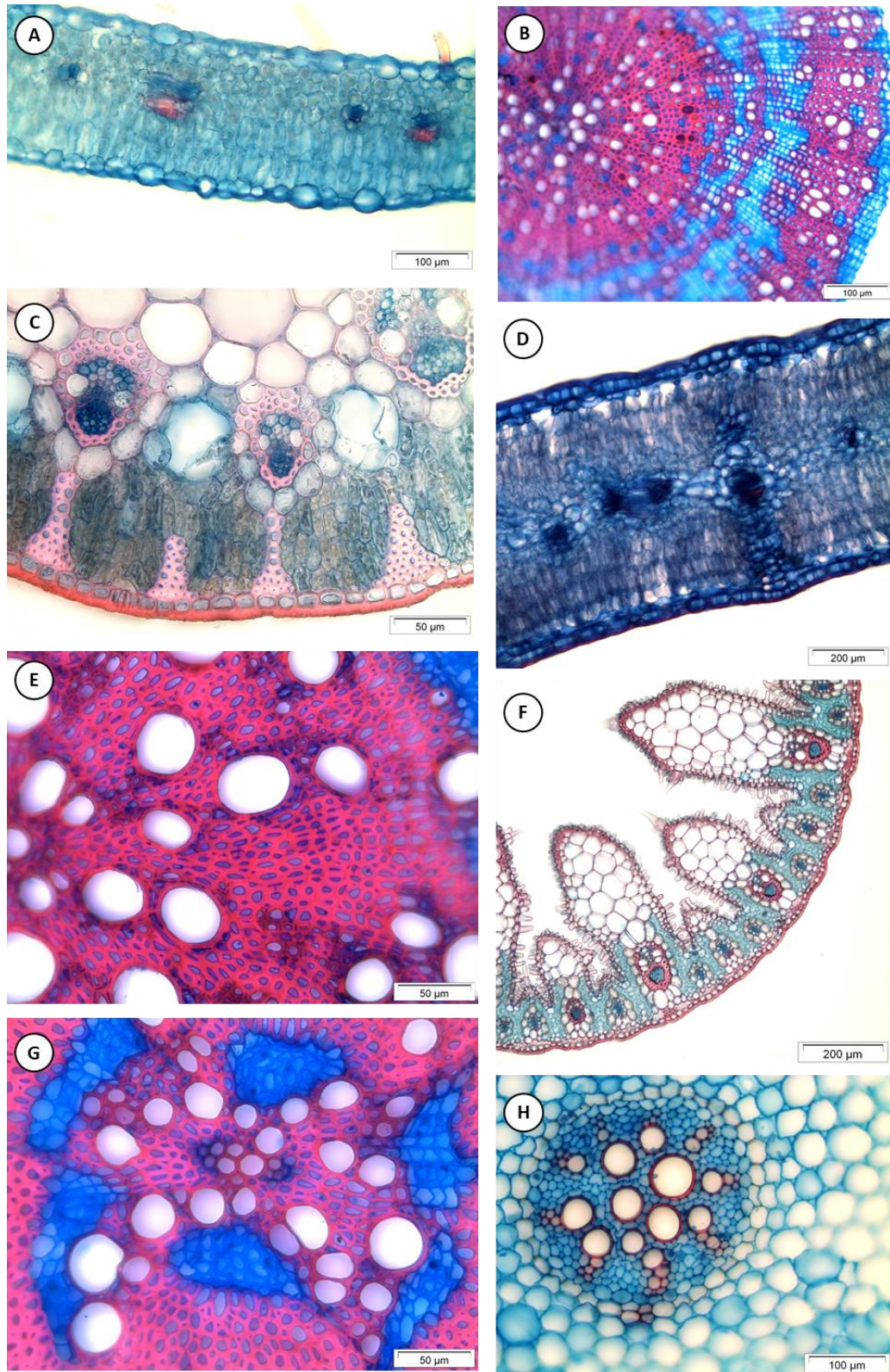


Figura 6. Características anatômicas ilustrando as variáveis que definem os dois trade-offs. A- folha de *Medicago littoralis*; B- raiz de *Plantago coronopus*; C- folha de *Scirpoides holoschoenus*; D- folha de *Eryngium maritimum*; E- raiz de *Polygonum maritimum*; F- folha de *Sporobolus pumilus*; G- raiz de *Salsola kali*; H- raiz de *Pancratium maritimum*. As imagens foram obtidas a partir de lâminas histológicas do trabalho de Ciccarelli e Bona (2021).

5 DISCUSSÃO

A associação entre traços funcionais de raiz e folha nas espécies herbáceas de dunas costeiras de regiões temperadas ajuda a identificar as estratégias dessas plantas dentro de um eixo aquisitivo-conservativo. Neste eixo esses traços estão relacionados com a estratégia de uso de recursos que as plantas apresentam (WRIGHT et al., 2004). Dentro desse gradiente, as plantas descritas com uma estratégia aquisitiva têm uma recuperação do investimento e uma rotação de matéria e energia rápidas, ou seja, concentram-se em produtividade. E espécies com uma estratégia conservativa estão associadas com um retorno lento sobre o investimento, ou seja, concentram-se em persistência (GORNÉ et al., 2020; WRIGHT et al., 2004; REICH, 2014). Desse modo, trade-offs são percebidos dentro desse eixo aquisitivo-conservativo, evidenciando espécies com uma estratégia ou outra.

No primeiro trade-off encontrado (eixo 1) (Fig. 5) reúnem-se em um extremo as plantas com características mais aquisitivas, como aquelas de ciclo curto (*Linum strictum*, *Medicago littoralis*, *Phleum arenarium*) e outras com estratégia conservativa, como maior espessura de cutícula e limbo onde predominam as Cyperaceae (*Scirpoides holoschoenus*, *Schoenus nigricans*) comuns na depressão alagável e Poaceae de ciclo longo como *Calamagrostis arenaria*, *Thinopyrum junceum* e *Sporobolus pumilus*, comuns na praia superior. As espécies que apresentam uma estratégia aquisitiva têm uma rotação maior de energia e crescem mais rapidamente (altas taxas de assimilação líquida, de fotossíntese e de respiração), tendo um alto SLA (GORNÉ et al., 2020; WRIGHT et al., 2004).

Essas espécies investem em uma maior frequência de vasos com diâmetros pequenos, de modo a minimizar a cavitação no xilema radicular. Um diâmetro grande dos vasos do xilema possibilita um fluxo de água maior para a planta, por aumentar a condutividade hidráulica dos vasos, no entanto também aumenta as chances de ocorrer cavitação (entrada de bolhas de ar) e embolia nos vasos (KRAUS et al., 2007; MELO et al., 2007; SCHULZE; BECK; MÜLLER-HOHENSTEIN, 2005). As cavidades de ar acumuladas acabam interrompendo a coluna de água (embolia) o que impossibilita a participação do vaso no transporte de água, interferindo nas funções metabólicas da planta (SCHULZE; BECK; MÜLLER-HOHENSTEIN, 2005; MELO et al., 2007; SECCHI; PAGLIARANI; ZWIENIECKI,

2017). Ampliando a frequência de vasos, e não o diâmetro desses, o fluxo de água pode continuar sem o risco aumentado de que esses fenômenos ocorram. Ainda, pode-se inferir que essas plantas com alta condutividade de água têm a taxa de transpiração mais elevada (SCHULZE; BECK; MÜLLER-HOHENSTEIN, 2005).

Por outro lado, nas espécies estudadas que apresentam uma espessura do limbo e da cutícula adaxial elevadas foi observado, durante as análises, que apresentam parênquima aquífero bem desenvolvido ou muitas camadas de tecido parenquimático em suas folhas. Desta forma, estas espécies acabam acumulando mais água. Além disso, infere-se que o fluxo de água nessas plantas é mais lento e que sua taxa de transpiração seria mais baixa devido a cutícula espessa. Com essa estratégia, mesmo com o alto valor do diâmetro dos vasos do xilema da raiz, a cavitação e o embolismo são menos prováveis de ocorrer (SCHULZE; BECK; MÜLLER-HOHENSTEIN, 2005).

Ainda, a espessura do limbo indica um maior investimento por área e está relacionada com uma estratégia conservativa, pois está ligada ao aumento da vida da folha. Assim é esperado que essa característica seja correlacionada negativamente com o SLA (GORNÉ et al., 2020; WRIGHT et al., 2004; WITHINGTON et al., 2006).

O segundo trade-off observado está presente no eixo 2 (Fig. 5). Ele está relacionado com um alto valor de LDMC versus um alto valor de espessura da parede celular dos vasos do xilema radicular. Demonstrando, novamente, as estratégias conservativa e aquisitiva dessas espécies. Um alto LDMC é associado com o traço da folha ser mais resistente, coriácea e fibrosa como a das Poaceae de vida longa (i.e. *Triplidium ravennae*, *Sporobolus pumilus*) e Cyperaceae (i.e. *Schoenus nigricans*). Esses dois traços funcionais são relacionados com uma maior duração de vida da folha (estratégia conservativa) (GORNÉ et al., 2020).

Um alto valor dessa característica (LDMC) está relacionado com uma baixa relação entre o volume do citoplasma e a parede celular o que é, também, associado com a estratégia conservativa (GORNÉ et al., 2020). Essas espécies também têm característica C4 (CICCARELLI; BONA, 2021) que permite menor abertura estomática e conseqüentemente menor perda de água. Anatomicamente, podemos associar a menor espessura da parede dos vasos da raiz nessas espécies, por estarem envolvidos por fibras, as quais lhes fornecem resistência (Fig. 7A).

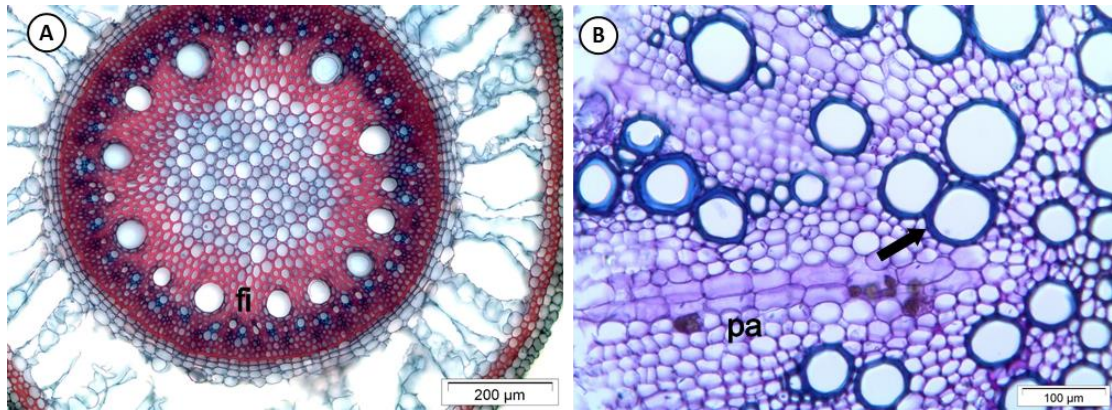


Figura 7. Cortes anatômicos que ilustram características da raiz. A- *Tripidium ravennae* evidenciando menor espessura da parede dos vasos da raiz, estes sendo envolvidos por fibras (fi); B- *Eryngium maritimum* evidenciando raízes aquíferas com parênquima abundante (pa) e paredes espessas nos vasos (seta).

No lado oposto do eixo 2, um baixo LDMC é compatível com uma atividade metabólica maior evidenciando a estratégia aquisitiva (GORNÉ et al., 2020), ou seja, maior consumo de água e provavelmente maior pressão negativa (tensão) no xilema, que poderia ocasionar cavitação e colapso. Nota-se que essas espécies, em especial *Eryngium maritimum*, *Echinophora spinosa* e *Pancratium maritimum*, possuem raízes com parênquima aquífero desenvolvido e com muito parênquima ao redor dos vasos do xilema (Fig. 7B).

Nessas espécies, além da alta espessura da parede dos vasos, é provável que a ação de aquaporinas presentes nas membranas das células parenquimáticas adjacentes ao xilema facilitem a descavitação, pela inserção de água do parênquima para interior do vaso. Visto que essas proteínas estão relacionadas com a recuperação da planta sujeita a estresse hídrico e as células do parênquima associadas ao xilema estão envolvidas com, além do fornecimento de água, a disponibilização de compostos osmoticamente ativos para gerar um gradiente de energia necessário para o movimento da água para dentro do vaso xilemático (SECCHI; PAGLIARANI; ZWIENIECKI, 2017). Dessa forma essas espécies com estratégia aquisitiva têm água disponível para manter suas funções metabólicas sem interrupção. No entanto essas suposições sobre a função fisiológica dessas proteínas e sua regulação em momentos de recuperação do estresse causado pelo bloqueio e posterior restauração da condutividade hidráulica nos vasos do xilema necessitam de estudos futuros para serem completamente elucidadas dentro da estratégia de gestão de recursos.

Estudar os traços funcionais e relacioná-los à estratégia de sobrevivência das plantas pode fornecer informações para entendermos como elas se comportam em determinado ambiente, como interação com outras e como podem influenciar nos fatores bióticos e abióticos do local onde estão (REICH, 2014). No que se trata de características foliares, já existe uma ideia bem consolidada relacionando traços das folhas com as estratégias que as plantas apresentam dentro do eixo aquisitivo-conservativo, chamada "Leaf Economics Spectrum" (WRIGHT et al., 2004). Essa ideia pode ser considerada como um eixo de estratégias global para as espécies de plantas, já que Wright et al. (2004) compilaram dados de uma variedade de tipos de vegetação, de diferentes localidades e diversas condições ambientais e conseguiram dar um suporte robusto à essa ideia.

Porém, para as características da raiz ainda não existe uma ideia uniforme e fortemente coordenada relacionada com o eixo aquisitivo/conservativo, apesar de haver evidências que indiquem que há esta associação, chamada "Root Economics Spectrum" (REICH, 2014). Dessa forma, é necessário que mais estudos com mais espécies sejam feitos, além de se compilar os dados de vários autores que utilizam diferentes espécies ao redor do globo e de se estabelecer amostragem e análises padronizadas para que a comparação entre os traços funcionais radiculares consiga ser efetiva e essa ideia relativa ao eixo aquisitivo/conservativo e sua associação com características da raiz tenha um suporte robusto (ROUMET et. al., 2016).

Com o que foi observado neste trabalho, espera-se que se possa relacionar características da folha e da raiz com as estratégias que as plantas apresentam, dessa forma contribuindo para que se dê apoio tanto à ideia de "Leaf Economics Spectrum" quanto a dar mais embasamento ao "Root Economics Spectrum" e, mais à frente, dar suporte à ideia de existir um espectro de toda a planta, com os traços de folha, raiz e, também, caule estarem correlacionados. Existem trabalhos (citados em Reich, 2014 e, também, em Roumet et al., 2016) que indicam, em algum grau, certa relação dessas características dentro do eixo aquisitivo-conservativo para a planta toda; no entanto, mais estudos devem ser realizados para dar apoio a essa ideia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível mensurar e analisar as diferenças nas características de diâmetro, espessura da parede celular e frequência de vasos para as espécies estudadas presentes nos três habitats delimitados dentro do gradiente de dunas costeiras de zona temperada da costa da Toscana/Itália. Juntamente com características mensuradas no trabalho de Ciccarelli e Bona (2021), pode-se correlacionar os traços funcionais em uma perspectiva de uma estratégia de uso de recursos dentro do eixo aquisitivo-conservativo associando os traços foliares com os radiculares.

Foi identificado que no ambiente estudado existem dois grupos de plantas com estratégias diferentes, indicados por dois trade-offs presentes (as características dos trade-offs sendo apresentadas por primeiro das espécies com estratégia conservativa e segundo, com estratégia aquisitiva): o primeiro com plantas com um alto valor de LDMC versus alta espessura da parede do xilema radicular; e o segundo por espécies com alta espessura do limbo foliar e da cutícula adaxial, bem como um maior diâmetro dos vasos do xilema radicular versus um alto valor de SLA e frequências de vasos na raiz.

São necessários mais estudos a respeito dos traços funcionais estudados relacionando-os à estratégia aquisitiva-conservativa para que uma associação com características foliares e radiculares possa dar suporte tanto ao espectro de cada órgão separadamente, quanto a um espectro geral da planta toda.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, N.H.; MARTINI, A.M.Z.; OLIVEIRA, A.A.; SCARPA, D.L.; **Ecologia na restinga uma sequência didática argumentativa**. Edição dos autores. São Paulo: PETROBRAS USP, IB, LabTrop/Bioln. 2014.
- BATTISTI, D; FOWLER, M. S; JENKINS, S. R; SKOV, M. W; ROSSI, M; BOUMA, T. J; NEYLAND, P.J; GRIFFIN, J. N. Intraspecific Root Trait Variability Along Environmental Gradients Affects Salt Marsh Resistance to Lateral Erosion. **Frontiers in Ecology and Evolution**. v. 9. 2019.
- BONA, C; PELLANDA, R. M; CARLUCCI, M.B; MACHADO, R. G. P; CICCARELLI, D. Functional traits reveal coastal vegetation assembly patterns in a short edaphic gradient in southern Brazil. **Flora**. v. 271, 2020.
- BONILHA, R.M., CASAGRANDE, J.C., SOARES, M.R; REIS- DUARTE, M. Characterization of the soil fertility and root system of restinga forests. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1804-1813. 2013.
- CIANCIARUSO, M. V.; SILVA, I. A.; BATALHA, M. A. Diversidade filogenética e funcional: novas abordagens para a ecologia de comunidades. **Biota Neotropica.**, v. 9, n. 3, p. 1-11, 2009.
- CICCARELLI, D. Mediterranean coastal dune vegetation: are disturbance and stress the key selective forces that drive the psammophilous succession? **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. v. 165, p. 247-253. 2015.
- CICCARELLI, D. BONA, C. Exploring the Functional Strategies Adopted by Coastal Plants Along an Ecological Gradient Using Morpho-functional Traits. **Estuaries and Coasts**. 2021.
- CORNELISSEN, J.H.C; LAVOREL, S; GARNIER, E; DÍAZ, S; BUCHMANN, N; GURVICH, D.E; REICH, P.B; TER STEEGE, H; MORGAN, H.D; VAN DER HEIJDEN, M.G.A; PAUSAS, J.G; POORTER, H. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Estuaries and Coasts**. v. 51, 335-380. 2003.
- DOODY, J.P., **Sand Dune Conservation, Management and Restoration**. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag. 2013.
- GARCÍA-NOVO, F.; DÍAZ BARRADAS, M. C.; ZUNZUNEGUI, M.; GARCÍA MORA, R.; GALLEGO FERNÁNDEZ, J. B. Plant functional types in coastal dune habitats. In: MARTÍNEZ, M. L.; PSUTY, N. P. (Ed.). **Ecological Studies**. Springer, 2004. v. 171: Coastal dunes, ecology and conservation. p. 155-167.
- GOTELLI, N. J; ELLISON, A.M. **Princípios de Estatística em Ecologia**. Porto Alegre: ARTMED, 2011
- GORNÉ, L.D; DÍAZ, S; MINDEN, V; ONODA, Y; KRAMER, K; MUIR, C; MICHALETZ, S. T; LAVOREL, S; SHARPE, J; JANSEN, S; SLOT, M; CHACON, E;

BOENISCH, G. The acquisitive–conservative axis of leaf trait variation emerges even in homogeneous environments. **Annals of Botany**. 2020

HESLENFELD, P; JUNGERIUS, P.D; KLIJN, J.A. European Coastal Dunes: Ecological Values, Threats, Opportunities and Policy Development. In: MARTÍNEZ, M. L.; PSUTY, N. P. (Ed.) **Ecological Studies**. Springer, 2004. v. 171: Coastal dunes, ecology and conservation. p.335- 350.

HESP, P.A. Coastal Dunes in Tropic and Temperate Regions: Location, Formation, Morphology and Vegetation Processes. In: MARTÍNEZ, M. L.; PSUTY, N. P. (Ed.) **Ecological Studies**. Springer, 2004. v. 171: Coastal dunes, ecology and conservation. p.29- 45.

HWANG, Y.H; CHEN, S.C. Anatomical responses in *Kandelia candel* (L.) druce seedlings growing in the presence of different concentration of NaCl. **Botanical Bulletin of Academia Sinica** v. 36, p. 181-188. 1995.

KAISER, E. Verfahren zur Herstellung einer tadellosen Glycerin-Gelatine. **Botanische Zentralblatt**. v. 1880, p. 25-26. 1880.

KLIMEŠOVÁ, J; MARTÍNKOVÁ, J; PAUSAS, J. G; MORAES, M. G; HERBEN, T; YU, F; PUNTIERI, J; VESK, P. A; DE BELLO, F. JANEČEK, S; ALTMAN, J; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B; BARTUŠKOVÁ, A; CRIVELLARO, A; DOLEŽAL, J; OTT, J. P; PAULA, S; SCHNABLOVÁ, R; SCHWEINGRUBER, F. H; OTTAVIANI, G. Handbook of standardized protocols for collecting plant modularity traits. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**. v. 40. 2019.

KRAUS, J. E. & ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédia: Universidade Rural, 1997.

KRAUS, T. A., GROSSO M. A., BASCONSUELO, S. C., BIANCO, C. A., E. MALPASSI, R. N. Morphology and anatomy of shoot, root, and propagation systems in *Hoffmannseggia glauca*. **Plant Biology**. v 9, p. 705-712. 2007.

LOVISOLO, C; SCHUBERT, A. Effects of water stress on vessel size and xylem hydraulic conductivity in *Vitis vinifera* L. **Journal of Experimental Botany**. v. 49, p. 693-700. 1998.

MARQUES, M. C. M.; MENEZES-SILVA, S.; LIEBSCH, D. Coastal plain forests in southern and southeastern Brasil: ecological drivers, floristic patterns and conservation status. **Brazilian Journal of Botany**, v. 38, n. 1, p. 1-18. 2015.

MARTÍNEZ, M. L; GARCÍA-FRANCO, J. G. Plant-Plant Interactions in Coastal Dunes. In: MARTÍNEZ, M. L.; PSUTY, N. P. (Ed.) **Ecological Studies**. Springer, 2004. v. 171: Coastal dunes, ecology and conservation. p. 205- 221.

MARTÍNEZ, M.L; PSUTY, N.P; LUBKE, R.A. A perspective on Coastal Dunes. In: MARTÍNEZ, M. L.; PSUTY, N. P. (Ed.) **Ecological Studies**. Springer, 2004. v. 171: Coastal dunes, ecology and conservation. p. 3-10.

MELO JÚNIOR, J. C. F; BOEGER, M. R. Functional traits of dominant plant species of the Brazilian sandy coastal plain. **International Journal of Current Research**, v. 9, n. 1, p. 45585-45593. 2017.

MELO, H. C; CASTRO, E. M de; SOARES, A. M; MELO, L, A de; ALVES, J. D. Alterações anatômicas e fisiológicas em *Setaria anceps* Stapf ex Massey e *Paspalum paniculatum* L. sob condições de déficit hídrico. **Hoehnea**. v. 34, n. 2, p. 145-153. 2007

PÉREZ-HARGUINDEGUY, N; DÍAZ, S; GARNIER, E; LAVOREL, S; POORTER, H; JAUREGUIBERRY, P; BRET-HARTE, M.S; CORNWELL, W.K; CRAINE, J.M; GURVICH, D.E; URCELAY, C; VENEKLAAS, E.J; REICH, P.B; POORTER, L; WRIGHT, I.J; RAY, P; ENRICO, L; PAUSAS, J.G; DE VOS, A.C; BUCHMANN, N; FUNES, G; QUÉTIER, F; HODGSON, J.G; THOMPSON, K; MORGAN, H.D; TER STEEGE, H; VAN DER HEIJDEN, M.G.A; SACK, L; BLONDER, B; POSCHLOD, P; VAIERETTI, M.V; CONTI, G; STAYER, A.C; AQUINO, S; CORNELISSEN, J.H.C. New handbook for standardized measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**. v. 61, p. 167-234. 2013.

PSUTY, N.P; The Coastal Fore-dune: A Morphological Basis for Regional Coastal Dune Development. In: MARTÍNEZ, M. L.; PSUTY, N. P. (Ed.) **Ecological Studies**. Springer, 2004. v. 171: Coastal dunes, ecology and conservation. p. 11-25.

RAPETTI, F; VITTORINI, S. Note illustrative della carta climática della Toscana. **Atti della Società Toscana di Scienze Naturali Memorie Serie A**: v. 117–119, p. 41-74. 2012.

REICH, P. B. The world-wide ‘fast–slow’ plant economics spectrum: a traits manifesto. **Journal of Ecology**. v. 102, p. 275–301. 2014.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. **Ciência e Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 42-75, 2002.

ROUMET, C; BIROUSTE, M; PICON-COCHARD, C; GHESTEM, M; OSMAN, N; VRIGNON-BRENAS, S; CAO, K; STOKES, A. Root structure–function relationships in 74 species: evidence of a root economics spectrum related to carbon economy. **New Phytologist**. v. 210, p. 815–826, 2016.

SCHULZE, E.D; BECK, E; MÜLLER-HOHENSTEIN, K. **Plant Ecology**. Heidelberg: Springer, 2005.

SECCHI, F; PAGLIARANI, C; ZWIENIECKI, M. A. The functional role of xylem parenchyma cells and aquaporins during recovery from severe water stress. **Plant, cell & environment**, v. 40, n.6, p. 858–871. 2017.

SÝKORA, K., VAN DEN BOGERT, J.C., BERENDSE, F. Changes in soil and vegetation during dune slack succession. **Journal of Vegetation Science**. v. 15, p. 209-218. 2004.

VIOLLE, C., NAVAS, M.L., VILE, D., KAZAKOU, E., FORTUNEL, C., HUMMEL, I., GARNIER, E., Let the concept of trait be functional! **Oikos**. v. 116, p. 882-892. 2007.

VASELLATI, V., OESTERHELD, M., MEDAN, D; LORETI, J. Effects of flooding and drought on the anatomy of *Paspalum dilatatum*. **Annals of Botany**. v. 88, p. 355-360. 2001.

VALLADARES, F., GIANOLI, E., GOMEZ, J.M. Ecological limits to plant phenotypic plasticity. **New Phytologist**. v. 176, p. 749-763. 2007.

WIEDEMANN A. M; PICKART, A. J; Temperate Zone Coastal Dunes. In: MARTÍNEZ, M. L.; PSUTY, N. P. (Ed.) **Ecological Studies**. Springer, 2004. v. 171: Coastal dunes, ecology and conservation. p. 54- 73.

WITHINGTON, J. M; REICH, P. B; OLEKSYN, J; EISSENSTAT, D. M. Comparisons of Structure and Life Span in Roots and Leaves Among Temperate Trees. **Ecological Monographs**. v. 76. p.381–397. 2006.

WHEELER, E.A; BAAS, P; GASSON, P.E. IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification with an Appendix on Non-anatomical Information. **IAWA Bulletin**, v. 10, p. 219-332. 1989.

WRIGHT, I. J; REICH, P. B; WESTOBY, M; ACKERLY, D. D; BARUCH, Z; BONGERS, F; CAVENDER-BARES, J; CHAPIN, T; CORNELISSEN, J. H; DIEMER, M; FLEXAS, J; GARNIER, E; GROOM, P. K; GULIAS, J; HIKOSAKA, K; LAMONT, B. B; LEE, T., LEE, W; LUSK, C; MIDGLEY, J. J; NAVAS, M.L; NIINEMETS U; OLEKSYN J; OSADA, N; POORTER, H; POOT, P; PRIOR, L; PYANKOV, V.I; ROUMET, C; THOMAS, S.C; TJOELKER, M.G; VENEKLAAS, E.J; VILLAR, R. The worldwide leaf economics spectrum. **Nature**, v. 428, p. 821–827. 2004.

APÊNDICE

Resultados das mensurações de diâmetro, espessura da parede celular e frequência de vasos e dados referentes a folha e raiz que foram obtidos de Ciccarelli e Bona (2021) (LDMC; espessura da cutícula adaxial; espessura do limbo foliar; SLA; RDMC) organizados por habitat e por espécie.

TABELA 1- DADOS COMPILADOS REFERENTES ÀS MENSURAÇÕES E AOS DADOS OBTIDOS EM CICCARELLI E BONA (2021)

(continua)

TRANSEÇÃO	HABITAT	ESPÉCIES	ESPESSURA DA CUTÍCULA ADAXIAL (µm)	ESPESSURA DO LIMBO FOLIAR (µm)	SLA (mm ² /mg)	LDMC (%)	RDMC (%)	ESPESSURA DA PAREDE DO VASO DA RAIZ (µm)	DIÂMETRO DO VASO DA RAIZ (µm)	FREQUÊNCIA DE VASOS DA RAIZ (vasos/mm ²)
1	Front	<i>Echinophora spinosa</i> L.	2,6314	2858	138,8	13,2	11,1	7,31	61,19	39,32
1	Front	<i>Euphorbia peplis</i> L.	2,23	347,77	374,1	16,5	9,2	3,88	36,13	60,88
1	Front	<i>Xanthium italicum</i> Moretti	0,3345	490	158,9	14,3	14,9	2,99	72,88	22,64
1	Front	<i>Thinopyrum junceum</i> (L.) Á.Löve (<i>Elytrigia juncea</i> (L.) Nevski)	5,7534	490,53	96,2	31	17	3,08	66,63	24,24
1	Front	<i>Euphorbia paralias</i> L.	3,9694	520,41	130	33,1	27,5	4,55	49,15	39,32
1	Front	<i>Achillea maritima</i> (L.) Ehrend. & Y.P.Guo subsp. <i>maritima</i>	1,3157	744	138,8	14,9	39,8	4,33	48,61	60,00
1	Front	<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench	3,122	195,88	167,9	32,1	43,1	4,24	36,66	78,68
1	Front	<i>Medicago littoralis</i> Rohde ex Loisel.	0,3568	275,56	176,1	24,1	29,9	3,79	34,88	138,00
1	Front	<i>Seseli tortuosum</i> L.	3,4119	468,12	68,4	23,9	38,7	6,65	58,60	76,32
1	Front	<i>Sporobolus pumilus</i> (Roth) P.M.Peterson & Saarela (<i>Spartina versicolor</i> E.Fabre)	5,9541	537,01	101,8	31,1	31,3	1,75	47,90	16,24

TABELA 1- DADOS COMPILADOS REFERENTES ÀS MENSURAÇÕES E AOS DADOS OBTIDOS EM CICCARELLI E BONA (2021)

(continua)

TRANSEÇÃO	HABITAT	ESPÉCIES	ESPESSURA DA CUTÍCULA ADAXIAL (µm)	ESPESSURA DO LIMBO FOLIAR (µm)	SLA (mm ² /mg)	LDMC (%)	RDMC (%)	ESPESSURA DA PAREDE DO VASO DA RAIZ (µm)	DIÂMETRO DO VASO DA RAIZ (µm)	FREQUÊNCIA DE VASOS DA RAIZ (vasos/mm ²)
1	Front	<i>Calamagrostis arenaria</i> (L.) Roth subsp. <i>arundinacea</i> (Husn.) Banfi, Galasso & Bartolucci (<i>Ammophila arenaria</i> (L.) Link)	5,352	662	80,5	32,6	22,6	1,86	80,55	25,00
1	Front	<i>Pancratium maritimum</i> L.	5,6642	1214	139	9,4	8,4	4,70	55,33	52,88
1	Front	<i>Silene otites</i> (L.) Wibel	1,6279	443,22	75,6	24,6	30,8	6,69	33,99	56,00
1	Back	<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench	3,3896	205,01	179,6	31,3	50	4,15	32,38	66,64
1	Back	<i>Lomelosia rutifolia</i> (Vahl) Avino & P.Caputo	2,5422	310,42	99,6	17,7	33,2	3,39	46,12	38,01
1	Back	<i>Medicago littoralis</i> Rohde ex Loisel.	0,2899	227,42	185,9	23,9	31,2	3,66	23,28	162,00
1	Back	<i>Odontites luteus</i> (L.) Clairv. s.l.	0,4237	307,1	123,7	22,6	28,2	2,94	25,87	207,60
1	Back	<i>Seseli tortuosum</i> L.	4,46	534	69,6	22,5	34,5	6,42	43,53	160,00
1	Back	<i>Silene otites</i> (L.) Wibel	1,561	463,97	80,1	24,3	31,5	7,14	37,55	57,56
1	Back	<i>Lotus hirsutus</i> L.	2,5422	268,92	150,9	32,4	40,2	4,42	58,07	53,12
1	Back	<i>Linum strictum</i> L.	0,3568	232,4	191,1	24,5	40,9	4,37	19,71	97,76
1	Slack	<i>Ambrosia psilostachya</i> DC.	0,2899	258,13	185	25,1	30	3,26	19,89	21,00
1	Slack	<i>Tripidium ravennae</i> (L.) H.Scholz subsp. <i>ravennae</i> (<i>Erianthus ravennae</i> (L.) P.Beauv.)	1,115	190,07	138,9	29,9	31	2,74	63,20	12,80
1	Slack	<i>Linum strictum</i> L.	0,5129	216,31	212,7	24,5	40,1	4,28	20,96	97,76
1	Slack	<i>Medicago littoralis</i> Rohde ex Loisel.	0,3568	239,04	188,1	24,7	32,9	3,88	28,63	138,00
1	Slack	<i>Plantago coronopus</i> L.	1,2042	534,52	115,6	13,7	23,4	3,79	20,52	126,24

TABELA 1- DADOS COMPILADOS REFERENTES ÀS MENSURAÇÕES E AOS DADOS OBTIDOS EM CICCARELLI E BONA (2021)

(continua)

TRANSEÇÃO	HABITAT	ESPÉCIES	ESPESSURA DA CUTÍCULA ADAXIAL (µm)	ESPESSURA DO LIMBO FOLIAR (µm)	SLA (mm ² /mg)	LDMC (%)	RDMC (%)	ESPESSURA DA PAREDE DO VASO DA RAIZ (µm)	DIÂMETRO DO VASO DA RAIZ (µm)	FREQUÊNCIA DE VASOS DA RAIZ (vasos/mm ²)
1	Slack	<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják	7,0245	1208	60,7	30,8	24	2,45	61,28	19,40
1	Slack	<i>Seseli tortuosum</i> L.	2,5422	414	74,8	25,3	33,2	7,09	48,35	99,00
2	Front	<i>Cakile maritima</i> Scop. subsp. <i>maritima</i>	0,5352	794	120,2	6,1	17,6	3,92	60,08	32,88
2	Front	<i>Euphorbia paralias</i> L.	4,2816	526	124,4	29,5	31,1	3,52	40,68	30,88
2	Front	<i>Salsola kali</i> L.	0,4683	2100	80	8,8	29,8	3,47	37,29	34,20
2	Front	<i>Euphorbia pepelis</i> L.	3,0328	323,7	164,8	19,1	14,5	4,15	32,20	53,33
2	Front	<i>Xanthium italicum</i> Moretti	0,2453	501,32	125,6	17,8	19,7	4,19	77,07	23,76
2	Front	<i>Thinopyrum junceum</i> (L.) Á.Löve (<i>Elytrigia juncea</i> (L.) Nevski)	5,2405	466	90,4	31,4	22,1	4,11	58,34	23,60
2	Front	<i>Medicago littoralis</i> Rohde ex Loisel.	0,3122	299,63	174,5	23,9	27,6	3,05	36,13	83,76
2	Front	<i>Polygonum maritimum</i> L.	4,7945	484	110,7	20,8	33,8	4,86	55,08	21,32
2	Front	<i>Stachys maritima</i> Gouan	0,2899	289,67	71,9	30,7	33,3	4,59	41,12	78,24
2	Front	<i>Achillea maritima</i> (L.) Ehrend. & Y.P.Guo subsp. <i>maritima</i>	0,7805	576	121,3	14,3	31,9	5,49	56,29	38,33
2	Front	<i>Eryngium maritimum</i> L.	3,345	642	85,4	15,2	23,2	9,10	76,67	34,00
2	Front	<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench	3,2781	236,55	125,9	28,9	44,8	4,15	34,07	80,64
2	Front	<i>Seseli tortuosum</i> L.	2,3192	442	66,6	18,9	37,6	6,51	49,77	48,88
2	Back	<i>Calamagrostis arenaria</i> (L.) Roth subsp. <i>arundinacea</i> (Husn.) Banfi, Galasso & Bartolucci (<i>Ammophila arenaria</i> (L.) Link)	5,575	674	86,1	32,9	19,2	2,12	78,05	21,20

TABELA 1- DADOS COMPILADOS REFERENTES ÀS MENSURAÇÕES E AOS DADOS OBTIDOS EM CICCARELLI E BONA (2021)

(continua)

TRANSEÇÃO	HABITAT	ESPÉCIES	ESPESSURA DA CUTÍCULA ADAXIAL (µm)	ESPESSURA DO LIMBO FOLIAR (µm)	SLA (mm ² /mg)	LDMC (%)	RDMC (%)	ESPESSURA DA PAREDE DO VASO DA RAIZ (µm)	DIÂMETRO DO VASO DA RAIZ (µm)	FREQUÊNCIA DE VASOS DA RAIZ (vasos/mm ²)
2	Back	<i>Echinophora spinosa</i> L.	3,5011	1364	37,9	16,6	20,1	11,06	87,42	40,66
2	Back	<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench	2,0293	264,77	140,7	29,2	43,5	4,68	44,69	66,64
2	Back	<i>Lomelosia rutifolia</i> (Vahl) Avino & P.Caputo	1,4495	706	117,1	18,6	29	3,52	62,71	33,76
2	Back	<i>Odontites luteus</i> (L.) Clairv. s.l.	0,3345	289,67	132,4	22,4	28,4	4,37	31,31	75,56
2	Back	<i>Phleum arenarium</i> L. subsp. <i>caesium</i> H.Scholz	0,2676	157,7	353,5	24,2		2,90	29,88	20,44
2	Back	<i>Seseli tortuosum</i> L.	2,7875	430,77	61,6	24	35,3	6,33	46,74	61,76
2	Back	<i>Silene otites</i> (L.) Wibel	1,2042	472	76,8	24,2	30,2	7,49	24,71	47,08
2	Back	<i>Medicago littoralis</i> Rohde ex Loisel.	0,2899	255,64	150,2	28,4	28,3	3,84	30,68	86,00
2	Back	<i>Fumana procumbens</i> (Dunal) Gren. & Godr.	2,2969	639,93	94,7	30,4	51,9	3,63	27,88	113,12
2	Slack	<i>Tripidium ravennae</i> (L.) H.Scholz subsp. <i>ravennae</i> (<i>Erianthus ravennae</i> (L.) P.Beauv.)	0,3568	179,28	136,9	30	31	2,07	79,66	20,44
2	Slack	<i>Linum strictum</i> L.	0,446	219,878	247,6	22,1	40,1	4,50	26,98	120,44
2	Slack	<i>Lomelosia rutifolia</i> (Vahl) Avino & P.Caputo	2,1408	588	111,8	18,4	25,7	4,79	43,49	39,08
2	Slack	<i>Medicago littoralis</i> Rohde ex Loisel.	0,2899	205,01	182,9	28,1	31,2	2,99	23,73	99,56
2	Slack	<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják	7,359	972	57,1	31,3	24	2,15	47,32	18,88
2	Slack	<i>Silene otites</i> (L.) Wibel	0,9366	426	97,4	22,5	118,4	4,55	24,89	91,32
3	Front	<i>Cakile maritima</i> Scop. subsp. <i>maritima</i>	0,5575	1502	146,1	5,7	23,3	4,01	53,25	43,08

TABELA 1- DADOS COMPILADOS REFERENTES ÀS MENSURAÇÕES E AOS DADOS OBTIDOS EM CICCARELLI E BONA (2021)

(continua)

TRANSEÇÃO	HABITAT	ESPÉCIES	ESPESSURA DA CUTÍCULA ADAXIAL (µm)	ESPESSURA DO LIMBO FOLIAR (µm)	SLA (mm ² /mg)	LDMC (%)	RDMC (%)	ESPESSURA DA PAREDE DO VASO DA RAIZ (µm)	DIÂMETRO DO VASO DA RAIZ (µm)	FREQUÊNCIA DE VASOS DA RAIZ (vasos/mm ²)
3	Front	<i>Echinophora spinosa</i> L.	1,7617	1332	53,8	12,5	11,1	9,37	78,94	39,12
3	Front	<i>Thinopyrum junceum</i> (L.) Á.Löve (<i>Elytrigia juncea</i> (L.) Nevski)	4,7053	518	80,3	33,3	19,5	2,77	61,01	17,32
3	Front	<i>Euphorbia paralias</i> L.	3,5903	1318	117,8	29,2	29,3	3,52	61,19	36,88
3	Front	<i>Polygonum maritimum</i> L.	4,237	552,78	91,8	23,1	33,8	4,46	51,74	41,76
3	Front	<i>Salsola kali</i> L.	0,4683	1840	101,5	11,3	38,8	4,64	44,33	33,32
3	Front	<i>Xanthium italicum</i> Moretti	0,223	495,51	132,2	15,9	12,2	3,88	68,86	23,32
3	Front	<i>Calamagrostis arenaria</i> (L.) Roth subsp. <i>arundinacea</i> (Husn.) Banfi, Galasso & Bartolucci (<i>Ammophila arenaria</i> (L.) Link)	6,5116	612	69,9	35,8	22,6	2,41	107,66	16,68
3	Front	<i>Raphanus raphanistrum</i> L. s.l.	0,6244	440,73	152	12,3	29	4,19	56,91	24,64
3	Front	<i>Eryngium maritimum</i> L.	3,2112	753	81,6	15,4	22,2	8,92	75,73	33,32
3	Front	<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench	3,6349	246,51	225,8	21,1	43,9	3,17	45,67	94,48
3	Front	<i>Medicago littoralis</i> Rohde ex Loisel.	0,3568	247,34	188,5	26,7	28,7	3,21	33,54	89,76
3	Front	<i>Sporobolus pumilus</i> (Roth) P.M.Peterson & Saarela (<i>Spartina versicolor</i> E.Fabre)	6,5785	446,54	88,9	33,5	31,3	1,92	49,42	17,32
3	Front	<i>Achillea maritima</i> (L.) Ehrend. & Y.P.Guo subsp. <i>maritima</i>	0,7136	642	11	15,4	35,8	4,46	52,98	24,68
3	Front	<i>Convolvulus soldanella</i> L. (<i>Calystegia soldanella</i> (L.) R.Br.)	1,1819	622	135,1	16,7	25,4	2,27	24,71	15,08
3	Front	<i>Seseli tortuosum</i> L.	1,7171	433,26	65,1	18,5	38	5,71	28,63	61,76

TABELA 1- DADOS COMPILADOS REFERENTES ÀS MENSURAÇÕES E AOS DADOS OBTIDOS EM CICCARELLI E BONA (2021)

(continua)

TRANSEÇÃO	HABITAT	ESPÉCIES	ESPESSURA DA CUTÍCULA ADAXIAL (µm)	ESPESSURA DO LIMBO FOLIAR (µm)	SLA (mm ² /mg)	LDMC (%)	RDMC (%)	ESPESSURA DA PAREDE DO VASO DA RAIZ (µm)	DIÂMETRO DO VASO DA RAIZ (µm)	FREQUÊNCIA DE VASOS DA RAIZ (vasos/mm ²)
3	Back	<i>Echinophora spinosa</i> L.	2,3415	1390	47,7	14	20,1	5,53	61,64	52,20
3	Back	<i>Thinopyrum junceum</i> (L.) Á.Löve (<i>Elytrigia juncea</i> (L.) Nevski)	5,4635	436,58	97,4	33,2	19,5	2,32	43,58	30,68
3	Back	<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench	3,4565	258,96	200,1	30,2	46,7	3,66	51,20	74,20
3	Back	<i>Lomelosia rutifolia</i> (Vahl) Avino & P.Caputo	1,115	640	112,6	18,9	31,1	4,15	34,70	92,44
3	Back	<i>Medicago littoralis</i> Rohde ex Loisel.	0,6244	230,74	171,6	27	29,7	3,51	37,46	89,08
3	Back	<i>Odontites luteus</i> (L.) Clairv. s.l.	0,3568	305,44	107,8	24,1	32,6	2,99	28,10	81,76
3	Back	<i>Seseli tortuosum</i> L.	2,7429	377,65	74,8	23,8	34,9	7,23	51,83	37,08
3	Back	<i>Lotus hirsutus</i> L.	0,446	322,04	126,1	31,2	40,2	3,97	50,31	43,76
3	Back	<i>Marcus-kochia ramosissima</i> (Desf.) Al-Shehbaz (<i>Malcolmia ramosissima</i> (Desf.) Gennari)	0,3122	410,85	160,4	16,5	32,7	3,97	25,78	61,08
3	Back	<i>Silene otites</i> (L.) Wibel	0,5352	368,52	94,2	23,3	30,8	7,14	33,00	79,12
3	Back	<i>Phleum arenarium</i> L. subsp. <i>caesium</i> H.Scholz	0,2676	157,7	353,5	24,2		2,90	29,88	20,44
3	Back	<i>Centaurea aplolepa</i> Moretti subsp. <i>subciliata</i> (DC.) Arcang.	0,446	311,25	147,3	19,6	25,5	7,31	46,29	49,76
3	Back	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	0,3791	424,13	130,5	20,4		3,12	43,89	67,32
3	Back	<i>Silene canescens</i> Ten.	0,3122	574	205,6	9,9	26,6	2,63	23,82	122,44
3	Slack	<i>Erigeron canadensis</i> L.	0,7805	206,944	191,6	19,8	31,3	4,33	32,38	35,08
3	Slack	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	0,3345	478,08	250,5	11		3,88	32,56	70,88

TABELA 1- DADOS COMPILADOS REFERENTES ÀS MENSURAÇÕES E AOS DADOS OBTIDOS EM CICCARELLI E BONA (2021)

(final)

TRANSEÇÃO	HABITAT	ESPÉCIES	ESPESSURA DA CUTÍCULA ADAXIAL (µm)	ESPESSURA DO LIMBO FOLIAR (µm)	SLA (mm ² /mg)	LDMC (%)	RDMC (%)	ESPESSURA DA PAREDE DO VASO DA RAIZ (µm)	DIÂMETRO DO VASO DA RAIZ (µm)	FREQUÊNCIA DE VASOS DA RAIZ (vasos/mm ²)
3	Slack	<i>Oenothera biennis</i> L.	0,3791	311,25	151,7	22,9	21,2	3,35	44,69	28,52
3	Slack	<i>Plantago coronopus</i> L.	1,0927	593,45	126,6	12,5	23,4	3,75	25,69	172,44
3	Slack	<i>Schoenus nigricans</i> L.	7,9611	832	74,9	41		2,27	45,31	19,60
3	Slack	<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Soják	5,798	1278	51,3	34,8	24	2,23	49,24	32,44

FONTES: A autora; Adaptado de CICCARELLI, D; BONA, C. Exploring the Functional Strategies Adopted by Coastal Plants Along an Ecological Gradient Using Morpho-functional Traits. **Estuaries and Coasts**. 2021.