

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

DANILO FANTI

RELAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE FOLHAS E SEU
CONTEÚDO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO DE ONZE ESPÉCIES
ARBÓREAS TROPICAIS

SÃO CARLOS - SP

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

DANILO FANTI

RELAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE FOLHAS E SEU
CONTEÚDO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO DE ONZE ESPÉCIES
ARBÓREAS TROPICAIS

Monografia apresentada, como pré-requisito
para a conclusão do curso de graduação de
Gestão e Análise Ambiental na Universidade
Federal de São Carlos.

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Lúcia
Teixeira de Souza

SÃO CARLOS - SP

2021

FOLHA/TERMO DE APROVAÇÃO

DANILO FANTI

RELAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE FOLHAS E SEU CONTEÚDO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO DE ONZE ESPÉCIES ARBÓREAS TROPICAIS

Monografia apresentada, como pré-requisito para a conclusão do curso de graduação em Gestão e Análise Ambiental da Universidade Federal de São Carlos.

Profa. Dra. Andréa Lúcia Teixeira de Souza

Orientadora – Departamento de Ciências Ambientais - UFSCar

Profa. Dra Gabriela Strozzi

São Carlos, 15 de janeiro de 2021.

RESUMO

A sobrevivência e o crescimento de espécies arbóreas podem estar fortemente relacionados com características morfológicas, fisiológicas e fenológicas, uma vez que determinam sua capacidade de adquirir, utilizar e conservar recursos e são normalmente denominadas como traços funcionais. O desenvolvimento de estratégias efetivas de restauração de florestas depende do entendimento das relações entre os traços funcionais e a probabilidade de sobrevivência e crescimento dos indivíduos. As características funcionais foliares como a área foliar, área foliar específica e o conteúdo de matéria seca foliar se relacionam com a capacidade de obtenção de recursos e as estratégias de uso de recursos pelas espécies de plantas e podem estar correlacionadas entre si. Este estudo avaliou experimentalmente as relações entre as características foliares e a relação entre estas características e a concentração de nitrogênio e fósforo nas folhas de onze espécies arbóreas a comumente usadas em projetos de restauração de florestas ripárias. Mudanças destas onze espécies foram plantadas numa área degradada sendo cinco espécies consideradas como pioneiras e seis não pioneiras. A área foliar (AF), área foliar específica (AFE) e conteúdo de matéria seca foliar (CMSF) foram medidos de cinco indivíduos de cada espécie. As concentrações foliares de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, potássio e enxofre foram obtidas a partir de análises do laboratório da UFSCar seguindo procedimentos específicos. A área foliar específica foi negativamente correlacionada com o conteúdo de matéria seca foliar e AF não foi correlacionada nem com AFE nem com CMSF. Nossos resultados mostraram que o nitrogênio, o fósforo, cálcio magnésio e potássio foram positivamente correlacionados com o primeiro eixo da ACP. Este eixo foi positivamente relacionado com o AFE e negativamente relacionado com CMSF. As espécies pioneiras tinham maiores valores destes elementos minerais nas folhas em comparação com as espécies não pioneiras. Nosso estudo sugere que as concentrações destes minerais nas folhas podem estar relacionadas indiretamente com o crescimento das plantas e com a resistência das plantas às condições ambientais desfavoráveis encontradas em áreas degradadas. O estudo mostrou que a área foliar específica foi negativamente correlacionada com a matéria seca foliar e que não há correlação entre as demais

características. Também sugere que espécies com menores valores de CMSF possuíam altos valores de AFE, sendo espécies predominantemente pioneiras, com folhas contendo maiores valores de cálcio, magnésio e fósforo, sugerindo maior capacidade fotossintética e provavelmente maiores taxas de crescimento relativo. Algumas plantas não pioneiras com alto CMSF possuem maior resistência nas folhas, podendo suportar perigos físicos e dessecação, o que pode ser uma vantagem em ambientes de alta intensidade luminosa e baixa fertilidade do solo, condições geralmente encontradas em áreas degradadas.

Palavras-chave: área foliar específica, conteúdo de matéria seca foliar, espécies pioneiras

ABSTRACT

The survival and growth of tree species can be strongly related to morphological, physiological and phenological characteristics, since they determine their ability to acquire, use and conserve resources and are usually referred to as functional traits. The development of effective forest restoration strategies depends on an understanding of the relationships between functional traits and the probability of survival and growth of individuals. Functional leaf characteristics such as leaf area, specific leaf area and leaf dry matter content are related to the ability to obtain resources and the strategies for using resources by plant species and can be correlated with each other. This study experimentally evaluated the relationships between leaf characteristics and the relationship between these characteristics and the concentration of nitrogen and phosphorus in the leaves of eleven tree species that are commonly used in riparian forest restoration projects. Seedlings of these eleven species were planted in a degraded area, five species considered pioneer and six non-pioneer. The leaf area (LA), specific leaf area (SLA) and leaf dry matter content (LDMC) were measured from five individuals of each species. Leaf concentrations of nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium, potassium and sulfur were obtained from analyzes by the UFSCar laboratory following specific procedures. The specific leaf area was negatively correlated with the leaf dry matter content and AF was not correlated with either SLA or LDMC. Our results showed that nitrogen, phosphorus, calcium,

magnesium and potassium were positively correlated with the first axis of ACP. This axis was positively related to AFE and negatively related to CMSF. Pioneer species had higher values of these mineral elements in the leaves compared to non-pioneer species. Our study suggests that the concentrations of these minerals in the leaves may be indirectly related to the growth of plants and the resistance of plants to unfavorable environmental conditions found in degraded areas. The study showed that the specific leaf area was negatively correlated with leaf dry matter and that there is no correlation between the other characteristics. It also suggests that species with lower LDMC values had high values of SLA, being predominantly pioneer species, with leaves containing higher values of calcium, magnesium and phosphorus, suggesting greater photosynthetic capacity and probably higher rates of relative growth. Some non-pioneer plants with high LDMC have greater resistance in the leaves, being able to withstand physical hazards and desiccation, which can be an advantage in environments with high light intensity and low soil fertility, conditions generally found in degraded areas.

Keywords: specific leaf area, leaf dry matter content, pioneer species

Sumário

1. INTRODUÇÃO	8
2. METODOLOGIA.....	9
2.1 ÁREA DE ESTUDO	9
2.2 ESTUDO DAS ESPÉCIES.....	10
2.3 COLETA DE DADOS.....	11
2.4 ANÁLISE DE DADOS.....	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
6. CONCLUSÕES	17
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

1. INTRODUÇÃO

O sucesso da reintrodução de espécies arbóreas depende da sobrevivência, crescimento e reprodução dos indivíduos sob condições ambientais desfavoráveis, características de áreas degradadas. Estes parâmetros populacionais podem estar fortemente relacionados com os traços funcionais das plantas, que são características morfológicas, fisiológicas e fenológicas que determinam sua capacidade de adquirir, utilizar e conservar recursos (PYWELL et al. 2003; REICH et al. 2003, VIOLLE et al. 2007). Assim, o desenvolvimento de estratégias efetivas de restauração de florestas depende do entendimento das relações entre os traços funcionais e a probabilidade de sobrevivência e crescimento dos indivíduos, especialmente nos primeiros estágios do desenvolvimento ontogenético (HOLL 2000, MOLES & WESTOBY 2004, BARALOTO et al. 2005, PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013, LARSON et al. 2015). Assim, o estudo de características funcionais de plantas pode ser uma importante ferramenta para auxiliar na escolha de espécies vegetais visando à restauração florestal (LAVOREL et al. 2007, LAUGHLIN et al. 2014).

A taxa de crescimento das plantas está fortemente relacionada com a capacidade de aquisição de recursos a nível foliar (WRIGHT et al. 2004; GRASSEIN et al. 2010, MARTÍNEZ-GARZA et al. 2013, PEREZ-HARGUINDEGUY et al. 2013). As características funcionais foliares como a área foliar (AF), área foliar específica (AFE) e o conteúdo de matéria seca foliar (CMSF) se relacionam com a capacidade de obtenção de recursos e as estratégias de uso de recursos pelas espécies de plantas. A AFE é a razão entre a área foliar e sua massa seca. Espécies que apresentam altos valores de área foliar específica (AFE) tem uma maior capacidade fotossintética por unidade de área foliar (WRIGHT et al. 2004 CHATURVEDI et al. 2013), mas produz folhas com tempo de vida mais curto (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al. 2013). Maiores valores de conteúdo de matéria seca foliar (CMSF) podem estar associados à menor perda de água e à maior resistência das folhas a danos físicos (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al. 2013, LARSON et al. 2015).

Estas características podem estar relacionadas com a concentração de nitrogênio foliar, um importante componente de enzimas ligadas à fotossíntese (TAKASHIMA et al. 2004, POORTER & GARNIER 2007). Em muitos casos,

estudos têm mostrado que a AFE se relaciona positivamente com a concentração de nitrogênio foliar o qual é um importante componente de enzimas ligadas à fotossíntese (TAKASHIMA et al. 2004).

Diferentes características funcionais podem ser correlacionadas entre si e variam fortemente entre as espécies, podendo explicar e mesmo prever as diferenças observadas entre as espécies na probabilidade de estabelecimento e crescimento em um mesmo ambiente (HUANTE et al. 1995, FOROUGHBAKHCH et al. 2006, SANDEL et al. 2011, MARTÍNEZ-GARZA et al. 2013, LARSON et al., 2015).). Entretanto, as informações sobre estas relações em espécies arbóreas tropicais ainda são escassas. Altas taxas de nitrogênio e fósforo estão geralmente correlacionados com a taxa fotossintética e também com AFE e também com alta qualidade nutricional das plantas (PÉREZ *et. al.* 2013).

O objetivo deste estudo foi avaliar as relações entre as características foliares dentro e entre espécies com a quantidade de nitrogênio e fósforo nas folhas de onze espécies arbóreas reintroduzidas numa área degradada em fevereiro de 2018. Especificamente questionamos se:

- (1) As características funcionais foliares se relacionam entre si e de que maneira?
- (2) A área foliar específica e o conteúdo de massa seca estão relacionadas a quantidade de nitrogênio e fósforo nas folhas?

2. METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi conduzido em uma área degradada de 480m² adjacente a um fragmento de floresta ripária no interior do estado de São Paulo. O clima, classificado como CWa de Köppen modificado por Rolin et al. (2007) é tropical de altitude, com verões quentes com temperaturas médias acima de 22°C e invernos amenos e secos com temperaturas médias inferiores a 18°C. A pluviosidade média anual é 1468,0 mm. A altitude é de aproximadamente 855m com declividade próxima a 0%.



Figura 1 - área de 480m² onde o estudo foi conduzido, localizado no interior da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos – SP.

O solo predominante é o Latossolo Vermelho-Amarelo. Uma análise das características químicas do solo foi conduzida na área em fevereiro de 2018, antes da montagem do experimento. Amostras compostas deformadas de oito sub-amostras homogeneizadas de solo em três sítios foram coletadas com trado, nas profundidades entre 0 – 20 cm e em um sítio também foi amostrada a 20 – 40 cm de profundidade, e enviadas para o Laboratório de Fertilidade do Solo da EsalQ/USP, onde foram feitas as análises seguindo o protocolo estabelecido por Rajj et al. (2001).

2.2 ESTUDO DAS ESPÉCIES

Onze espécies arbóreas nativas foram selecionadas com base na lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo (Barbosa et al. 2015). A escolha destas espécies considerou espécies classificadas como pioneiras e não pioneiras (Tabela 1).

Tabela 1 – Família, espécie nome popular e grupo ecológico de onze espécies arbóreas nativas de ocorrência na região onde foi montado o experimento e que foram usadas para a descrição das relações entre as características funcionais foliares.

Família	Nome Científico	Nome Popular	Grupo	
			Ecológico	Código
Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> Link	UNHA-DE-VACA	P	UNV
	<i>Hymenaea courbaril</i> L. var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Y. T. Lee & Langenh.	JATOBÁ	NP	JTB
	<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	OLHO-DE- CABRA	NP	OLC
	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	AMENDOIM- BRAVO	NP	AMD
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	JEQUITIBÁ- BRANCO	NP	JQB
Leguminosae- Mimosoideae	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	PAU-JACARÉ	P	PJR
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	MUTAMBO	P	MTB
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	CEDRO-ROSA	NP	CDR
Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i> Perk.	SOBRASIL	P/NP	SBS
Rutaceae	<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A. St. -Hil.) A. Juss.ex Mart.	CRUMARIM	NP	CRU
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	GUAÇATONGA	P	GÇT

2.3 COLETA DE DADOS

As mudas das espécies-alvo (Tabela 1) foram adquiridas do Viveiro Camará, sendo 20 indivíduos de cada espécie. Estas mudas foram plantadas na área experimental entre os dias 13 e 15 de fevereiro de 2018 e a distribuição dos indivíduos das 11 espécies no campo foi totalmente aleatorizada. A área experimental passou por tratamento prévio de remoção química de gramíneas

exóticas através de glifosato (Pereira et al. 2013) e controle de formigas cortadeiras.

Para as medidas das características funcionais foliares, a seleção deve seguir os seguintes critérios: as folhas devem ser jovens, completamente expandidas e sem indícios de herbivoria ou patógenos (Pérez-Harguindeguy et al. 2003). Assim, para estimar as características foliares, cinco indivíduos de cada espécie foram selecionados, e de cada indivíduo foi feita a retirada de duas folhas intactas, sem danos e completamente expandidas (Pérez-Harguindeguy et al. 2013). A área foliar específica (AFE) é a razão entre a área foliar (AF) e sua massa seca. Para determinar a área foliar, folhas frescas foram escaneadas para obter a imagem em computador. Cada folha foi fotografada em caixa de luz e sob vidro antirreflexivo para obter a imagem digitalizada. A área foliar (AF) foi medida utilizando-se o software ImageJ. Para determinar o conteúdo de massa seca foliar (CMSF) as folhas ainda frescas foram pesadas para determinar a massa fresca foliar e em seguida, as folhas foram embaladas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até a estabilização de sua massa, sendo então pesadas em balança de precisão de 0,05mg onde foi obtida a massa seca foliar. Valores de CMSF foram obtidos dividindo a massa seca pela massa fresca da folha. As concentrações foliares dos nutrientes foram obtidas em laboratório seguindo procedimentos específicos.

2.4 ANÁLISE DE DADOS

Modelos de Regressão Linear foram usados para avaliar as relações entre a área foliar, área foliar específica, conteúdo da massa seca foliar e concentrações de nitrogênio e fósforo. Testes de Shapiro-Wilk foram conduzidos para verificar a normalidade dos dados. Nas variáveis em que não foram detectados a normalidade os dados foram transformados. Os resíduos foram checados graficamente para avaliar tendências ao longo da estimativa. O nível de significância considerado foi de 0,05.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área foliar específica foi negativamente correlacionada com o conteúdo de matéria seca foliar ($r = -0.726$, $p = 0,007$), sugerindo que plantas com baixo CMSF possuíam alto AFE. As demais características não foram correlacionadas entre si ($p > 0.10$). A área foliar específica é frequentemente usada em análises de crescimento pois é relacionado positivamente com a taxa de crescimento relativo entre espécies, uma vez que é diretamente relacionada com a taxa de fotossintética e a concentração de nitrogênio foliar (PÉREZ *et. al.* 2013).

Os três primeiros eixos da ACP explicaram 73,27% da variabilidade dos dados, sendo que os dois primeiros eixo representaram um percentual cumulativo de 56,52. O Eixo 1 (autovalor = 1,891) foi relacionado positivamente com Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e fósforo (P), e as espécies Unha-de-vaca (UNV), Tambuvê (TBV) e Crumarim (CRU) apresentaram maiores teores destes nutrientes (Figura 2). O Eixo 2, foi positivamente relacionado com nitrogênio (N) e com o fósforo (P), e negativamente com potássio (K). As espécies com maiores concentrações foliares destes elementos foram unha-de-vaca (UNV) amendoim-bravo (AMD), Jatobá (JTB) e Sobrasil (SBS) (Figura 2).

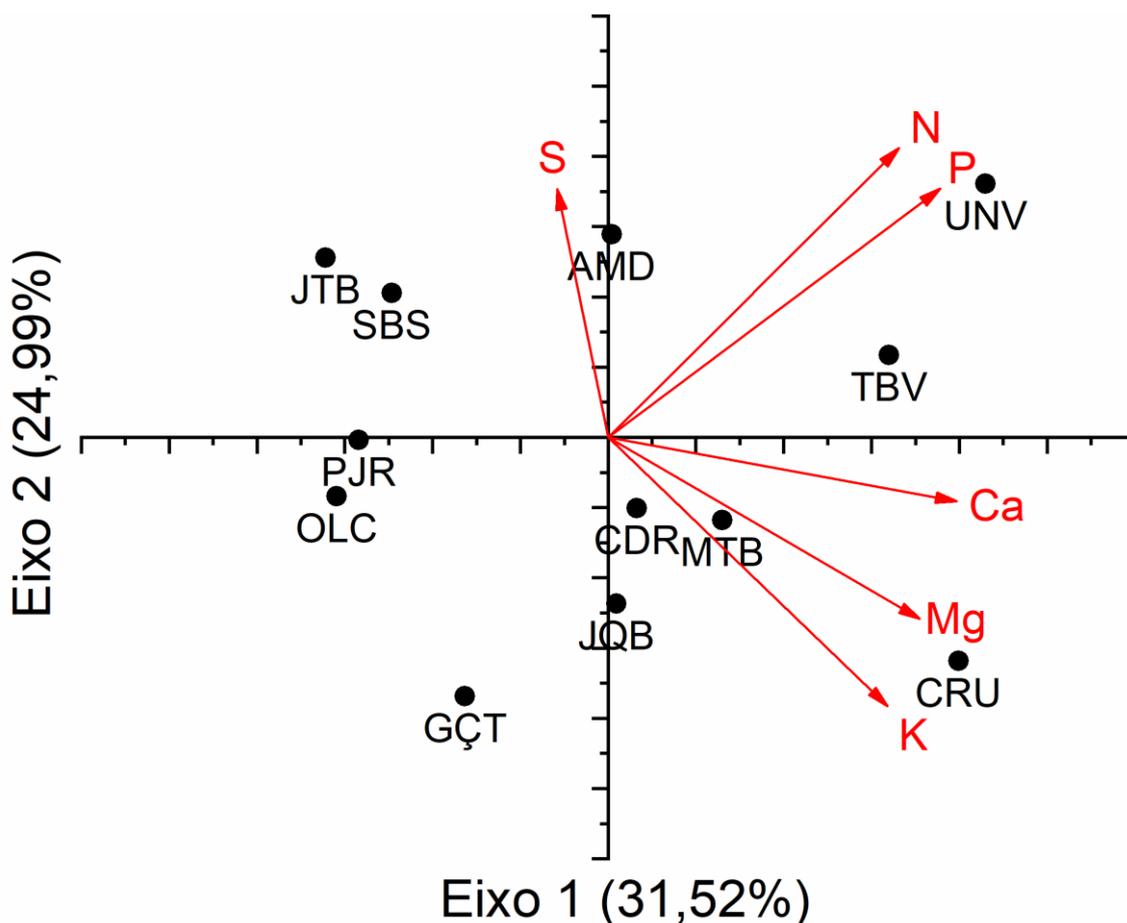


Figura 2 – Resultados da Análise de Componente Principal entre elementos químicos foliares de 11 espécies arbóreas nativas. S (sódio), N (nitrogênio), P (fósforo), Ca (cálcio), Mg (magnésio), K (potássio). Os códigos das espécies estão representados na Tabela 1.

O terceiro eixo foi positivamente relacionado com o enxofre (S) e o potássio (K) e negativamente relacionado com nitrogênio (N) e cálcio (Ca) (Figura 2), sugerindo que espécies com maior quantidade de enxofre nas folhas tinham menores teores de nitrogênio e cálcio. As espécies mais relacionadas com este eixo foram o SBS, JQB e MTB.

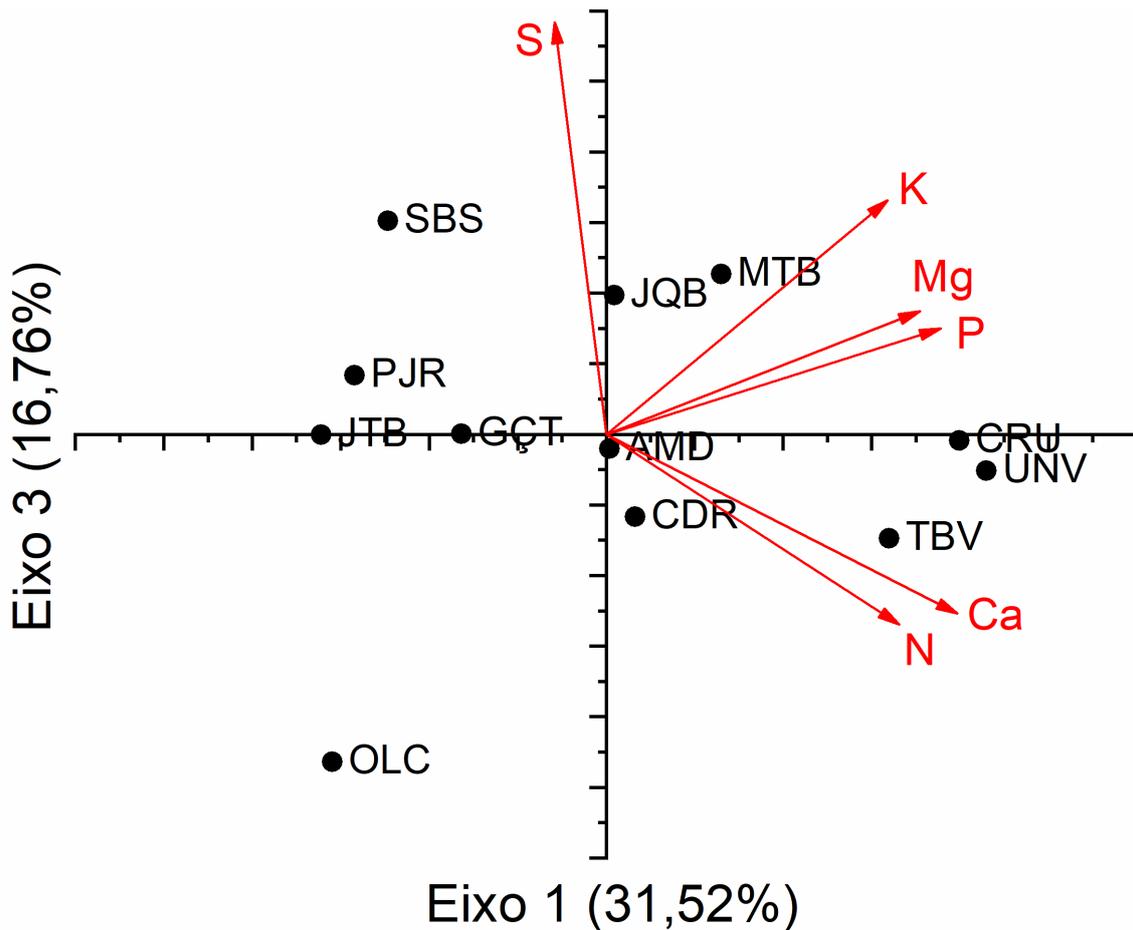


Figura 3 – Análise da relação entre os nutrientes e as 11 espécies arbóreas e a relação positiva e negativa dos nutrientes em relação aos Eixos 1 e 3. S (sódio), N (nitrogênio), P (fósforo), Ca (cálcio), Mg (magnésio), K (potássio). Os códigos das espécies estão representados na Tabela 1.

O AFE foi positivamente relacionado com o primeiro eixo do PCA (Figura 3), mas não foi relacionado nem com o Eixo 2 ($P = 0,984$) e nem com o Eixo 3 ($P = 0,849$), sugerindo que estas plantas com altos valores de AFE possuem maiores quantidades de Ca, Mg e P em suas folhas. As espécies pioneiras possuíam maiores valores de AFE sugerindo que estas espécies devem ter a capacidade de fotossintética mais alta quando comparada com espécies não pioneiras (PÉREZ *et. al.* 2013), tendo o tempo de retorno de investimento em folhas rápido devido ao baixo custo de produção de suas folhas e sua alta taxa de fotossíntese (STERCK *et. al.* 2006).

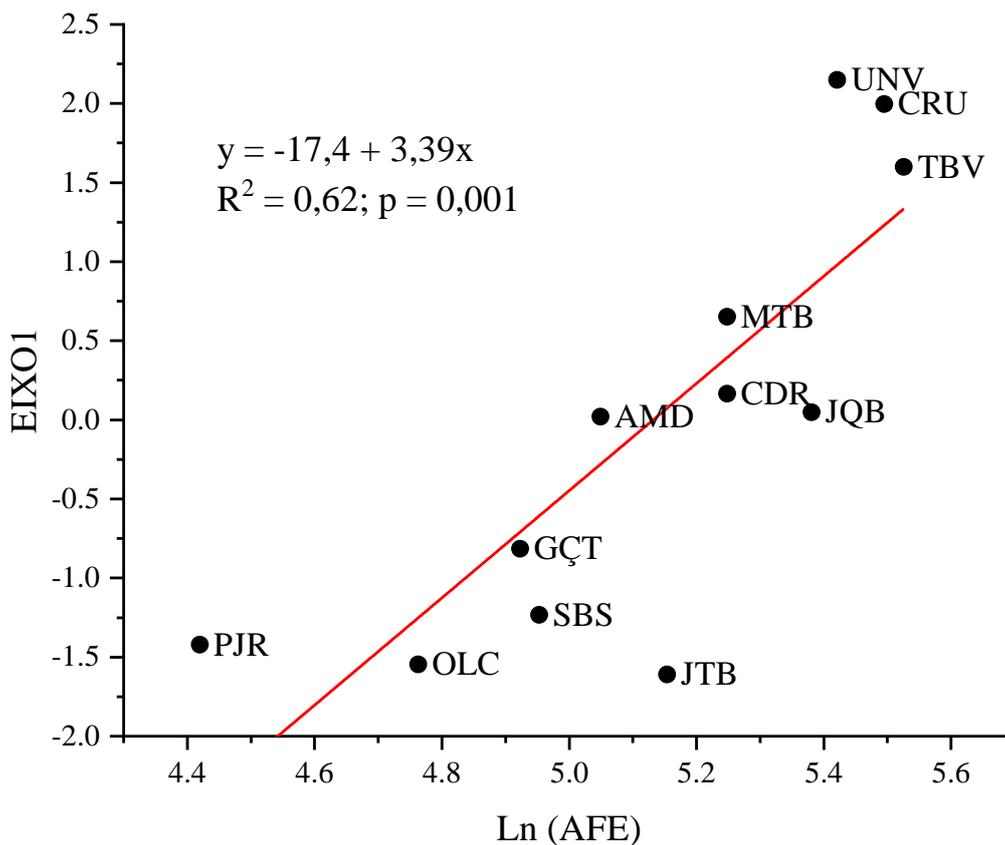


Figura 4 – Relação entre o Eixo 1 e a área foliar específica (AFE) de 11 espécies arbóreas cultivadas em campo. Os códigos das espécies são mostrados na Tabela 1.

O CMSF foi negativamente relacionado com o primeiro eixo do PCA (Figura 4), porém não foi relacionado com o Eixo 2 ($P = 0,704$) e nem com o Eixo 3 ($P = 0,760$). A área foliar (AF) não foi relacionada com os Eixos 1, 2 e 3 ($P > 0,05$). De acordo com Pérez (2013), folhas com alto CMSF tendem a ser mais resistentes a perigos físicos, como ventos e chuvas fortes, bem como à herbivoria (PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.* 2013). Além disto maiores valores de CMSF estão relacionadas com menor dessecação foliar, o que poderia representar uma vantagem para estas plantas quando reintroduzidas em áreas degradadas. Um estudo conduzido em solos de baixa fertilidade na Nova Zelândia mostrou que espécies com alto CMSF alcançavam maiores taxas de sobrevivência, uma vez que estas espécies são mais conservativas no uso de recursos minerais do solo (JAGER *et al.* 2015).

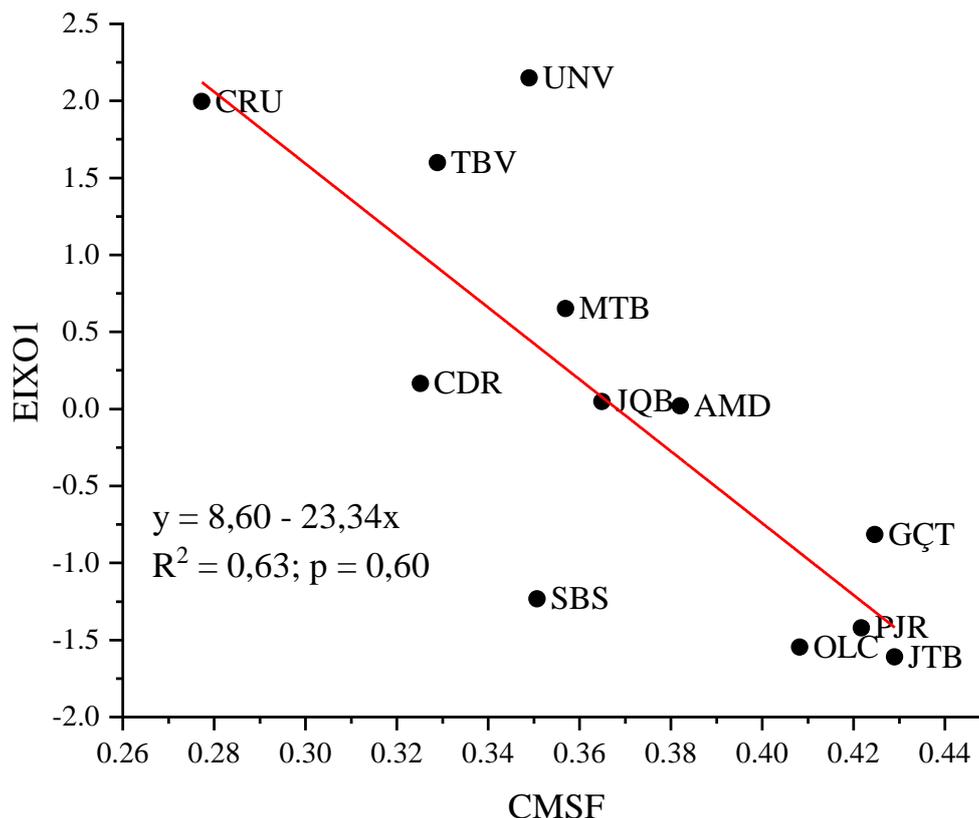


Figura 4 – Relação entre o Eixo 1 e a área foliar seca (CMSF) de 11 espécies arbóreas cultivadas em campo. Os códigos das espécies estão indicados na Tabela 1.

6. CONCLUSÕES

Este estudo mostrou que a área foliar específica foi negativamente correlacionada com a matéria seca foliar, mas que as demais características não se correlacionaram entre si. Nossos resultados sugerem que espécies de plantas com menores valores de CMSF possuíam altos valores de AFE, e estas espécies eram predominantemente pioneiras e suas folhas alcançaram maiores valores de cálcio, magnésio e fósforo sugerindo maior capacidade fotossintética e provavelmente maiores taxas de crescimento relativo como por exemplo a Unha-de-vaca. Já algumas plantas com folhas que possuem alto CMSF são plantas não pioneiras, possuindo maior resistência em suas folhas, podendo suportar perigos físicos e dessecação o que poderia ser uma vantagem em ambientes de alta intensidade luminosa e baixa fertilidade no solo, condições ambientais encontradas com frequência em áreas florestais degradadas. Experimentos de

campo conduzidos em áreas degradadas são necessários para corroborar esta hipótese.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARALOTO, C, FORGET, P.M, GOLDBERG, D.E. 2005. Seed mass, seedling size and neotropical tree seedling establishment. *Journal of Ecology* 93: 1156–1166, 2005.
- BARBOSA, L.M et al. 2015. Em Anais do VI Simpósio de Restauração Ecológica. São Paulo - SP.
- CHATURVEDI, R. K., RAGHUBANSHI, A. S., & SINGH, J. S. (2013). Relative effects of different leaf attributes on sapling growth in tropical dry forest. *Journal of Plant Ecology*, 7(6), 544-558.
- FOROUGHBAKHCH R, ALVARADO-VAZQUEZ MA, HERNANDEZ-PINERO JL, ROCHA-ESTRADA A *et al.* 2006. Establishment, growth and biomass production of 10 tree woody species introduced for reforestation and ecological restoration in northeastern Mexico. *For Ecol Manage*, 235, 194-201.
- HOLL, KAREN D. *et al.* Tropical montane forest restoration in costa rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology*, v. 8, n. 4, p. 339-349, 2000.
- HUANTE P, RINCÓN E & ACOSTA I. 1995. Nutrient availability and growth rate of 34 woody species from a tropical deciduous forest in Mexico. *Functional Ecol*, 9, 849-858.
- JAGER, M. M.; RICHARDSON, S. J.; BELLINGHAM, P. J.; CLEARWATER, M. J.; LAUGHLIN, D. C. 2015. Soil fertility induces coordinated responses of multiple independent functional traits. *Journal of Ecology*, 103 (2): 374-385

- LARSON, J E. et al. Seed and seedling traits affecting critical life stage transitions and recruitment outcomes in dryland grasses. *Journal of Applied Ecology*, v. 52, n. 1, p. 199-209, 2015.
- LARSON, J.E.; SHELEY, R.L.; Hardegree, S.P.; Doescher, P.S.; James, J.J. 2015. Seed and seedling traits affecting critical life stage transitions and recruitment outcomes in dryland grasses. *Journal of Applied Ecology*, 52: 199-209.
- LAUGHLIN, Daniel C. Applying trait based models to achieve functional targets for theory driven ecological restoration. *Ecology Letters*, v. 17, n. 7, p. 771-784, 2014.
- Lavorel S. Díaz S. Cornelissen J.H.C. et al. Plant Functional Types: Are We Getting Any Closer to the Holy Grail? In: Canadell JG, Pataki D, Pitelka L (eds) *Terrestrial Ecosystems in a hanging World*. The IGBP Series, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 2007.
- MARTÍNEZ-GARZA C, BONGERS F & POORTER L. 2013. Are functional traits good predictors of species performance in restoration plantings in tropical abandoned pastures? *For Ecol Manage*, 303, 35-45.
- MOLES, A. T.; WESTOBY, M. 2004. Seedling survival and seed size: a synthesis of literature. *Journal of Ecology*, 92: 372–383.
- PEREIRA, S. R.; LAURA, V. A.; SOUZA, A. L. T. 2013. Establishment of Fabaceae Tree Species in a Tropical Pasture: Influence of Seed Size and Weeding Methods. *Restoration Ecology*, 21(1): 67–74.
- PÉREZ-HARGUINDEGUY, N.; DÍAZ, S.; GARNIER, E.; et al. 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 61 (3): 167-234.
- PYWELL RF, BULLOCK JM, ROY DB, WARMAN LIZ, WALKER KJ & ROTHERY

- P. 2003. Plant traits as predictors of performance in ecological restoration. *J Appl Ecol*, 40, 65-77.
- RAIJ, B. Van; Andrade, J.C.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A., 2001. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Instituto Agronômico, Campinas.
- REICH PB, WRIGHT IJ, CAVENDER-BARES J, CRAINE JM, OLEKSYN J, WESTOBY , & WALTERS MB. 2003. The evolution of plant functional variation: traits, spectra, and strategies. *Intl J Plant Sci*, 164(S3), S143-S164.
- ROLIM, Glauco de Souza et al 2007. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de são Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 66, n. 4, p. 711-720.
- SANDEL B, CORBIN JD & KRUPA M. 2011. Using plant functional traits to guide restoration: a case study in California coastal grassland. *Ecosphere*, 2(2), art23.
- TAKASHIMA, T.; HIKOSAKA, K.; HIROSE, T. 2004. Photosynthesis or persistence: nitrogen allocation in leaves of evergreen and deciduous *Quercus* species. *Plant, Cell and Environment*, 27: 1047–1054.
- VIOLLE, C., NAVAS, M.L., VILE, D., KAZAKOU, E., FORTUNEL, C., HUMMEL, I., GARNIER, E., 2007. Let the concept of trait be functional! *Oikos*. 116, 882-892.
- WRIGHT, IAN J. et al. The worldwide leaf economics spectrum. *Nature*, v. 428, n. 6985, p. 821-827, 2004.
- STERCK FJ, POORTER L, SCHIEVING F. 2006. Leaf traits determine the growth–survival trade-off across rain forest tree species. *American Naturalist* 167: 758–765.