

PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INPA
RELATÓRIO FINAL

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO PREPARO DA AMOSTRA DE
EXSICATA NA DISCRIMINAÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS POR MEIO
DA ESPECTROSCOPIA DO INFRAVERMELHO PRÓXIMO**

BOLSISTA: JULIE ALVES DA SILVA

ORIENTADOR: NIRO HIGUCHI

COORIENTADORA: FLÁVIA DURGANTE

Relatório Final apresentado ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, como requisito para a conclusão como participante do Programa de Iniciação Científica do INPA.

Manaus – Amazonas
2017



Título Trabalho do Bolsista: Avaliação da influência do preparo da amostra de exsicata na discriminação de espécies florestais por meio da espectroscopia do infravermelho próximo.

Resumo

A correta identificação das espécies florestais corrobora em toda uma cadeia produtiva, que se inicia desde sua extração da floresta até sua comercialização. Entretanto, essa cadeia é ameaçada pela falta de precisão na identificação das espécies, pois uma espécie pode receber diversos nomes vernaculares, bem como várias espécies podem ser designadas por um único nome vernacular (Camargos et al. 1996; Silva et al. 2003; Procópio e Secco, 2008). Nesse contexto surge a técnica da espectroscopia do infravermelho próximo (FT-NIR) como uma técnica eficaz na identificação de espécies por meio de material estéril em folha seca (exsicata). Até o momento foram testadas apenas amostras não herborizadas. No entanto é necessário avaliar a influência do processo de montagem das exsicatas nos herbários para utilizar essas amostras na identificação das espécies pela espectroscopia do infravermelho próximo, assim permitindo o avanço da técnica. Foram coletados 720 espectros para as 53 espécimes, distribuídas em dois gêneros (*Eschweilera* e *Corythophora*). Sendo que para o mesmo indivíduo havia amostra com cola, sem cola e nas amostras sem cola foram testados 2 materiais de corpo negro distintos. Os resultados indicam que: 1) há discrepância espectral das amostras herborizadas e não herborizadas; 2) o corpo negro não influencia na resposta espectral das amostras. Os indivíduos herborizados tendem a não se aproximar dos indivíduos não herborizados no espaço bidimensional da PCA, ressaltando que nas amostras não herborizadas, os indivíduos com corpo negro padrão e de emborrachado não apresentaram diferenças espaciais na PCA. Porém, para comprovar esse padrão, é necessário um maior número de amostras. Futuros testes são necessários para aprimorar a técnica para auxiliar na identificação das espécies florestais amazônicas e contribuir com o manejo florestal na região.

Palavras Chave: FT-NIR; identificação; espectroscopia; espécies; exsicata.



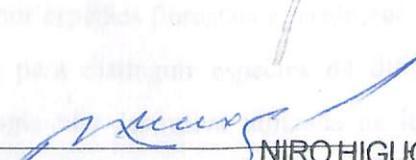
Subárea: Recursos Florestais e Engenharia Florestal

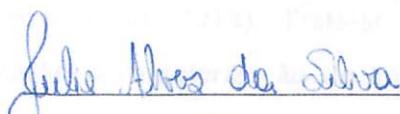
Financiamento

(PIBIC/CNPq ou PAIC/FAPEAM)

Data: 17 / 07 / 17

Orientador(a)


NIRO HIGUCHI
Coordenador INCT
Madeiras da Amazônia
INPA/CODAM/LMF


Bolsista



INTRODUÇÃO

O inventário florestal não é somente a base do manejo florestal, ele nos permite ter uma base de pesquisas referentes a recursos naturais e também para tomada de qualquer decisão relacionada ao uso da terra (Higuchi et al., 1982). No processo de realização de um inventário a avaliação da área a ser explorada é feita a partir da lista de espécies e da quantidade de espécimes encontrados. Tais espécies são identificadas a partir do conhecimento empírico de nativos conhecedores da área (mateiros), os quais adotam nome vernacular na determinação das espécies (Procópio e Secco, 2008). Nesse contexto há um problema em relação à identificação dessas espécies florestais amazônicas, pois uma mesma espécie pode receber diversos nomes vernaculares, bem como várias espécies podem ser designadas por um único nome vernacular (Camargos et al. 1996; Silva et al. 2003; Procópio e Secco, 2008). Sabendo que cada espécie possui características intrínsecas, a imprecisa identificação das espécies acarreta na sua má utilização, principalmente no contexto do potencial econômico, pois essas características definem não somente seu uso final como também o processo de beneficiamento em pranchas prontas para comercialização (Procópio e Secco, 2008).

A problemática na identificação ainda vai mais longe. Há um déficit qualitativo e quantitativo em relação a esse conhecimento, onde há uma margem de erro de 50% nas identificações das mesmas amostras entre herbários (Milliken et al. 2011; Hopkins et al. 2007). Diversos fatores influenciam para esse fato, dentre eles destacam-se: alta diversidade; semelhança morfológica entre espécies; variação fenotípica da espécie entre as localidades; elevada ocorrência de espécies raras (Hubbell et al. 2008); subjetividade de identificação das amostras com apenas caracteres morfológicos.

Em busca de uma melhor eficácia na identificação, surge a técnica da espectroscopia do infravermelho próximo, descrita por Durigante et al. 2013 como uma técnica promissora para distinguir espécies florestais amazônicas proximamente relacionadas e que também têm se mostrado efetiva para distinguir espécies de diferentes famílias (Menezes et al. 2014). Trata-se de uma tecnologia não destrutiva utilizada na identificação, quantificação e caracterização de compostos orgânicos (Pasquini 2003; Mendes 2014). Assim a utilização de amostras antigas é válida e a partir disso pode-se usar a espectroscopia na identificação de amostras de herbário, já que são amostras de referência.



A espectroscopia do infravermelho próximo (NIR) consiste na medição quantitativa de grupos funcionais orgânicos, sendo, principalmente, O-H, N-H e C=O. Esta técnica de espectroscopia mede a intensidade da absorção de luz no comprimento de onda do infravermelho próxima realizada da folha. A faixa do infravermelho utilizada por Durgante et al. 2013 se estende de 1000 nm - 2500 nm (10.000 - 4000 cm⁻¹) e tem energia suficiente para excitar sobretons e combinações de vibrações moleculares a altos níveis de energia.

Até o momento, os modelos espectrais testados utilizaram amostras herborizadas (folhas secas) de herbários ainda não costurados ou colados em cartolina. Em geral, amostras de herbário estão coladas com cola branca em cartolina (exsicatas), sendo a cola composta basicamente de polímeros naturais ou sintéticos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar a influência da cola na identificação das espécies a partir da espectroscopia do infravermelho próximo. Pois a não utilização de exsicatas montadas (coladas em cartolina) limita muito o uso da técnica por impedir o uso de muitas amostras de referência.

Os resultados deste projeto irão corroborar para o aprimoramento da técnica NIRS para o reconhecimento das espécies florestais. A correta identificação das espécies florestais é mais uma etapa essencial para a implantação do manejo florestal na Amazônia, pois é a partir disso que se define o seu uso final como também o processo de beneficiamento, já que cada espécie possui características intrínsecas (Procópio e Secco, 2008). Avaliar o processo de montagem de exsicata em herbário no reconhecimento de espécies florestais pela espectroscopia do infravermelho próximo poderá auxiliar em uma melhor identificação das espécies, sendo um dos pré-requisitos para o sucesso do manejo da biodiversidade de forma racional, portanto, propiciando a continuidade das espécies (Silva, 2002).



MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas espécies florestais amazônicas disponíveis no Laboratório de Manejo Florestal para a realização das amostras. As amostras de folhas foram todas secas em estufa a 60° C e armazenadas em ambiente climatizado a 20° C, conforme as normas dos herbários. As espécies florestais selecionadas estão distribuídas em 2 gêneros, com 15 espécies, possuindo o total de 58 indivíduos, como mostra a tabela abaixo:

Tabela 1. Relação das espécies, distribuídas em 2 gêneros, testadas e o número de indivíduos por espécie.

Gênero	Espécie	N° de indivíduos
Corythophora	<i>C. alta</i>	4
	<i>C. rimosa</i>	4
Eschweilera	<i>E. atropetiolata</i>	5
	<i>E. bracteosa</i>	1
	<i>E. carinata</i>	1
	<i>E. collina</i>	5
	<i>E. coriacea</i>	6
	<i>E. grandiflora</i>	4
	<i>E. micrantha</i>	4
	<i>E. pedicellata</i>	4
	<i>E. pseudodecolorans</i>	6
	<i>E. romeu-cardosoi</i>	5
<i>E. tessmannii</i>	1	
<i>E. truncata</i>	3	
<i>E. wachenheimii</i>	5	
TOTAL	58	

Depois da seleção das espécies foi realizada a montagem das amostras de exsicata para posterior leitura no NIR. A amostra foi feita a partir de uma folha de cada indivíduo, onde essa folha foi cortada ao meio, sendo colada com cola branca uma pela face abaxial e outra pela adaxial. Na coleta dos espectros, dividiram-se as amostras em três tratamentos: as amostras coladas em cartolina com corpo negro preto padrão, amostras não herborizadas com corpo negro padrão e amostras não herborizadas com corpo negro de emborrachado.



Figura 1. Montagem da exsicata

O delineamento amostral foi elaborado com base em Durgante et al. (2013), onde tanto nas amostras herborizadas e nas duplicatas foram coletados 12 espectros por amostra, onde foram 4 nas amostras coladas, 4 nas amostras sem cola com preto padrão e 4 nas amostras sem cola com preto EVA. As leituras espectrais foram coletadas no espectrômetro da Termo Nicollet, sistema FT_NIR, Anataris II Method Development System (MDS). Os espectros foram expressos em valores de absorbância entre os números de onda de 4.000 a 10.000 com resolução de 8 e 16 scans. Foi realizada uma calibração (branco) do equipamento a cada 4 horas de uso. Cada leitura demorou em torno de 30 segundos para 16 varreduras por espectro. Para evitar a dispersão da luz foram utilizados dois tipos de corpo negro em cima do ponto onde o espectro foi coletado, um era o corpo negro padrão do equipamento e o outro era um corpo de emborrachado (eva), no intuito de avaliar se existe diferença espectral de um corpo negro para outro.

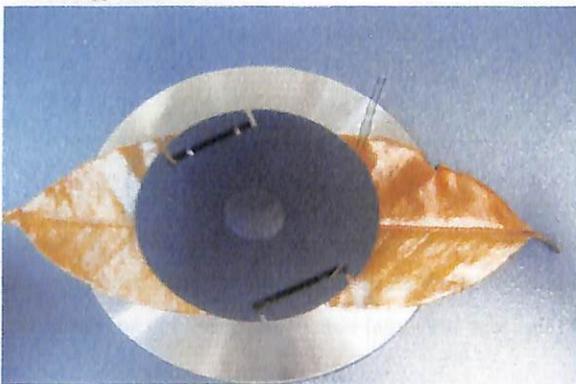


Figura 2. Corpo negro padrão

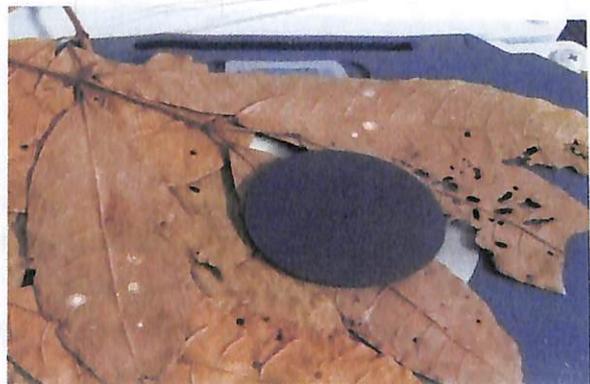


Figura 3. Corpo negro emborrachado (eva)



Foi realizada uma comparação dos espectros em um espaço bidimensional utilizando uma análise de componentes principais (PCA) para cada espécie. A PCA é um dos métodos mais comuns empregados na análise de informações espectrais (Brown, 1995; Ferreira, 2002), destacando-se pela sua capacidade de redução da dimensão dos dados em função da existência de correlação entre diversas variáveis medidas (Sabin et al. 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 720 espectros para os 53 espécimes, distribuídos em dois gêneros (*Eschweilera* e *Corythophora*). Na análise geral das PCAs observou-se que os espectros tendem a não separar as amostras não herborizadas com corpo negro padrão e EVA, entretanto tende a separar no espaço as amostras herborizadas e as amostras não herborizadas, porém ainda houve espectros que se assimilaram entre os dois tratamentos (Figura 1 e 2).

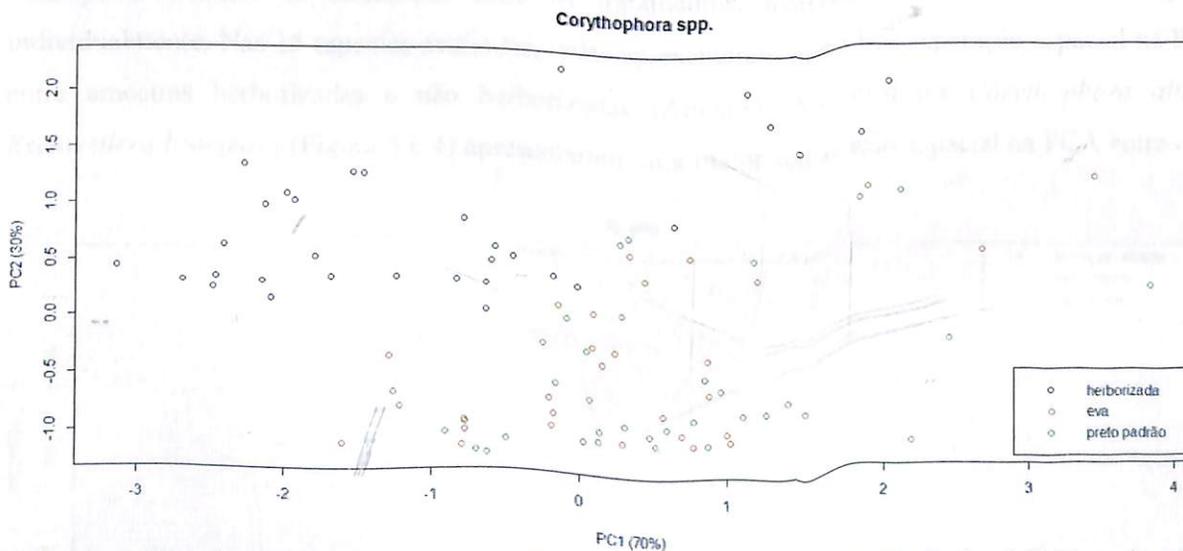


Figura 1. Análise dos Componentes Principais (PCA) de todas as leituras espectrais dos indivíduos do gênero *Corythophora*. Caracteres na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão, enquanto que os indivíduos na cor vermelha e verde (amostras sem cola) foram lidos com o disco negro EVA.

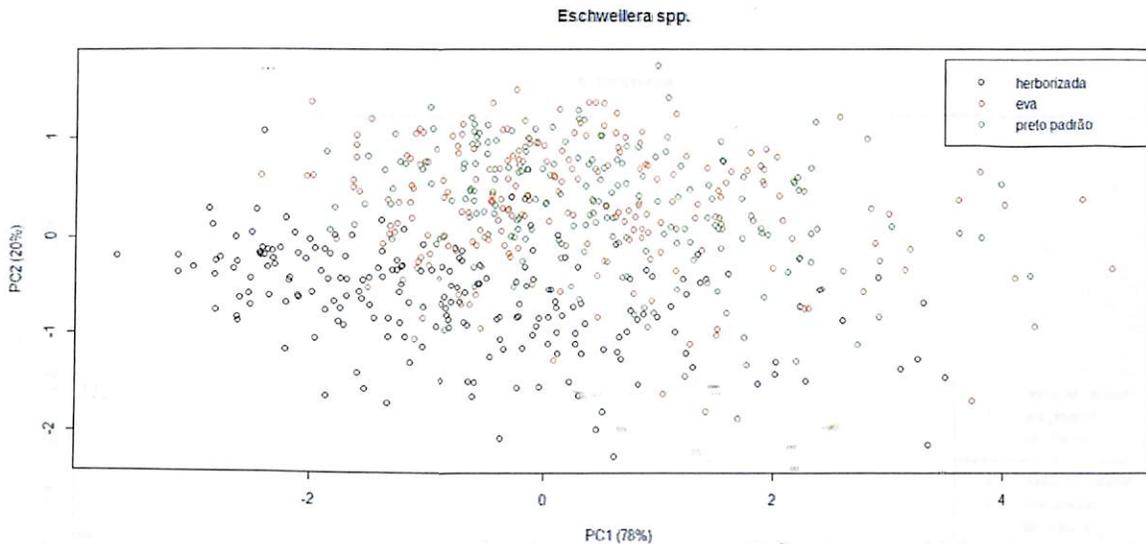


Figura 2. Análise dos Componentes Principais (PCA) todas as leituras espectrais dos indivíduos do gênero *Eschweilera*. Caracteres na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão, enquanto que os indivíduos na cor vermelha e verde (amostras sem cola) foram lidos com o disco negro EVA.

Para poder analisar as diferenças entre os tratamentos, avaliou-se a PCA de cada espécie individualmente. Nas 15 espécies avaliadas, todas apresentaram uma boa separação espacial na PCA entre amostras herborizadas e não herborizadas (Anexos). As espécies *Corythophora alta* e *Eschweilera bracteosa* (Figura 3 e 4) apresentaram uma maior separação espacial na PCA entre elas.

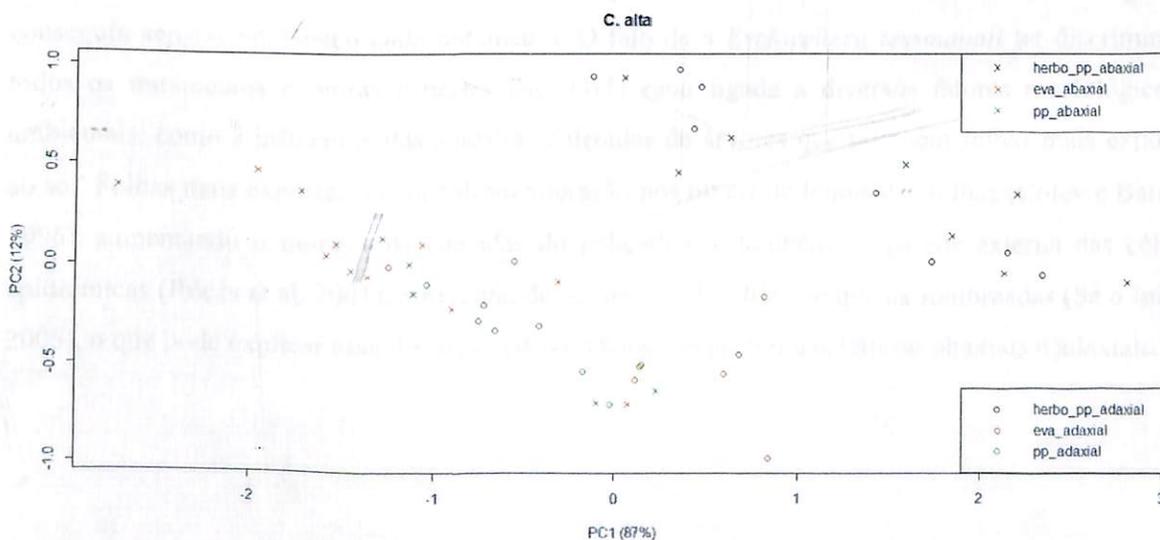


Figura 3. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos indivíduos da espécie *Corythophora alta*. Caracteres na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão; os caracteres de símbolo "x" foram lidos na face abaxial e os de símbolo "o" foram lidos na face adaxial; os caracteres de cor vermelha foram lidos com corpo negro EVA e os de cor verde foram lidos com o disco preto padrão (amostras não coladas).

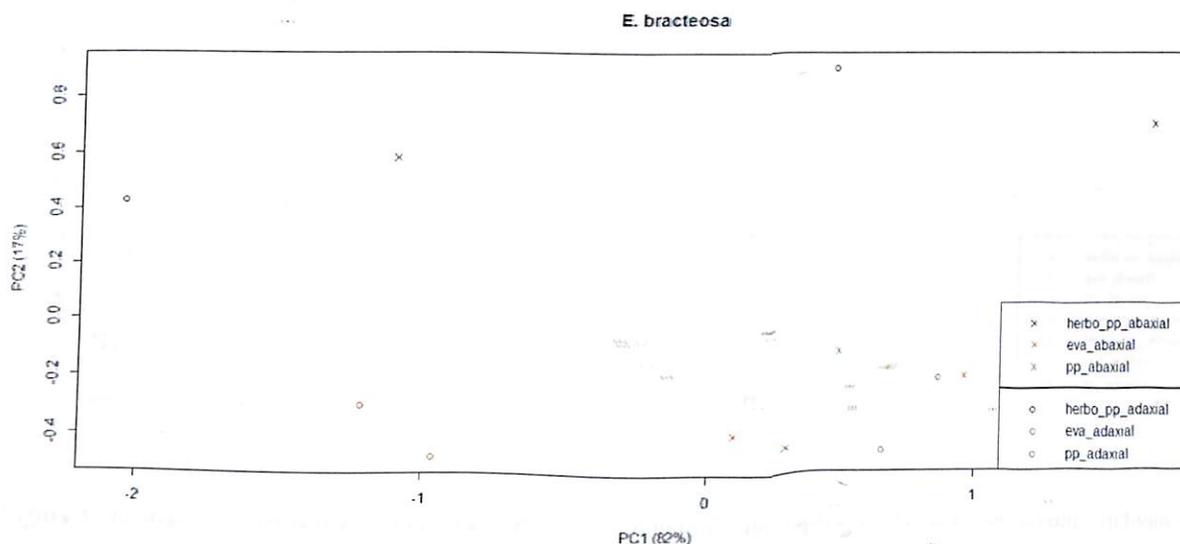


Figura 4. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos indivíduos da espécie *Eschweilera bracteosa*. Os caracteres na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão; os caracteres de símbolo “x” foram lidos na face abaxial e os de símbolo “o” foram lidos na face adaxial; os caracteres de cor vermelha foram lidos com corpo negro EVA e os de cor verde foram lidos com o disco preto padrão (amostras não coladas).

A separação por leitura abaxial e adaxial das 15 espécies, apenas a *Eschweilera tessmannii* (Figura 5) conseguiu separar no espaço cada tratamento. O fato de a *Eschweilera tessmannii* ter discriminado todos os tratamentos e outras espécies não, pode estar ligada a diversos fatores morfológicos e ambientais, como a influência das amostras coletadas de árvores que possuem folhas mais expostas ao sol. Folhas mais expostas ao sol sofrem alteração nos níveis de fenóis das folhas (Coley e Barone, 1996), aumentando o número de camadas do paliçádico e também da parede externa das células epidérmicas (Rôças et al. 2001), apresentando-se mais esclerófilas do que as sombreadas (Sá e Julião, 2005), o que pode explicar essa discrepância da resposta espectral das leituras abaxiais e adaxiais.

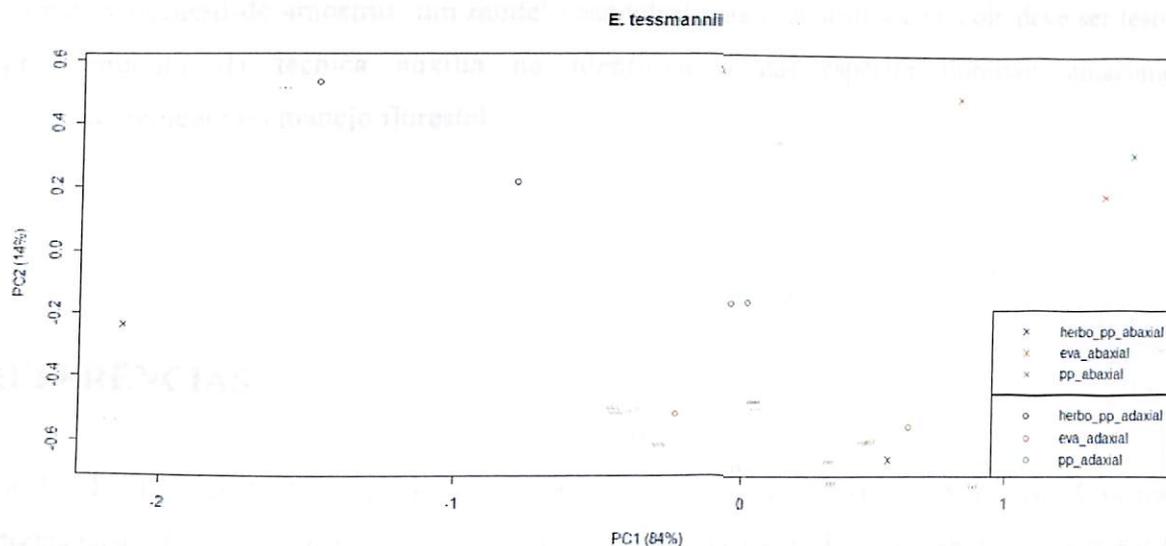


Figura 5. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos indivíduos da espécie *Eschweilera tessmannii*. Indivíduos na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão; os indivíduos de símbolo “x” foram lidos na face abaxial e os de símbolo “o” foram lidos na face adaxial; os indivíduos de cor vermelha foram lidos com corpo negro EVA e os de cor verde foram lidos com o disco preto padrão (amostras não coladas).

No presente estudo não houve discrepância entre as respostas espectrais das amostras lidas com o corpo negro padrão e corpo negro EVA. Porém, segundo Botelho (2017) o corpo negro EVA apresenta uma maior porcentagem de reconhecimento em relação ao corpo negro padrão, o que se justifica por tratar-se de um material flexível, modelando-se mais adequadamente a amostra, diminuindo substancialmente a dispersão da luz. Sendo assim proposta por Botelho (2017) a utilização de forma padrão o corpo negro de EVA.

CONCLUSÃO

O presente trabalho oferece um forte indício que a técnica do FT-NIR discrimina amostras arborizadas de amostras não herborizadas, e também aponta que não há discrepância entre os corpos negros utilizados para não dispersão da luz do equipamento. Portanto, num modelo espectral para folhas, sugere-se não usar amostras herborizadas devido à influência da cola branca e da cartolina captadas no espectro.



Porém, muitos estudos são necessários para aprimorar a técnica. São necessários mais análises com um maior número de amostras, um modelo espectral para as amostras com cola deve ser testado. O aprimoramento da técnica auxilia na identificação das espécies florestais amazônicas e consequentemente no manejo florestal.

REFERÊNCIAS

- Botelho, I. M. S. 2017. *Uso da espectroscopia no infravermelho próximo (FT-NIR) como ferramenta na discriminação de espécies herborizadas de Burseraceae oriundas de diferentes locais da Amazônia Legal*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, 75pp.
- Brown, S.D.1995. Chemical systems under indirect observation: Latent properties and chemometrics. *Appl. Spectrosc.* **Baltimore**, 49:14A-31A.
- Camargos, J.A.A.; Czarneski, CM.; Meguerdichian, I.; Oliveira, D. 1996. **Catálogo de árvores do Brasil**. IBAMA, 887p.
- Coley, P. D. & Barone, J. A. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual. Review Ecology and Systematics*, 27: 305-335.
- Durgante, F.M.; Higuchi, N.; Almeida, A.; Vicentini, A. 2013. Species Spectral Signature: Discriminating closely related plant species in the Amazon with Near-Infrared Leaf-Spectroscopy. *Forest Ecology and Management*, 291:240-248.
- Ferreira, M.M.C.2002. Multivariate QSAR. *J. Braz. Chem. Soc.*, 13: 742-753.
- Higuchi, N.; Santos, J.; Jardim, F. 1982. Tamanho de parcela amostral para inventários florestais. *Acta Amazônica*, 12(1): 91-103.



Hopkins, M.J.G. 2007. Modelling the known plant biodiversity of Amazon basin. *Journal of Biogeography*, 34: 1400-1411.

Hubbell, S.P. et al. 2008. How many tree species are there in the Amazon and how many of them will go extinct?. *PNAS*. 105: 11498-11504.

Mendes, R. 2014. **Utilização da espectroscopia em reflectância no infravermelho próximo para discriminação de espécies da família Myrtaceae**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, Goiás. 89 p.

Milliken, W.; Zappi, D.; Sasaki, D.; Hopkins, M. Pennington, R.T. 2011. Amazon vegetation: how much don't we know and how much does it matter? *Kew Bulletin*, 65: 1-19.

Pasquini, C. 2003. Near infrared spectroscopy: fundamentals practical aspects and analytical applications. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 14:138-219.

Procópio, L. C.; Secco, R. De S. 2008. A importância da identificação botânica nos inventários florestais: o exemplo do "tauari" (Couratari spp. E Cariniana spp.-Lecythidaceae) em duas áreas manejadas no estado do Pará. *Acta Amazonica*, 38(1): 31-44.

Rôças, G; Scarano, F.R. & Barros, C.F. 2001. Leaf anatomical variation in *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Mull. Arg. (Euphorbiaceae) under distinct light and soil water regimes. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 136: 23 1-238.

Sá, C. E. M.; Julião, G.R. 2005. Efeito de borda e da luminosidade na riqueza e abundância de insetos. Resumo apresentado VII Congresso de Ecologia do Brasil, Minas Gerais. 2 pp.

Sabin, J. G.; Ferrão, M. F.; Furtado, C. 2004. Análise multivariada aplicada na identificação de fármacos antidepressivos. Parte II: Análise por componentes principais (PCA) e o método de classificação SIMCA. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 40: 387-196.

Silva, R. 2002. Coleta e Identificação de Espécimes Botânicos. *Embrapa Amazônia Oriental*, 143: 40p.



Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Coordenação de Capacitação
Divisão Apoio Técnico

Silva, R.; Hopkins, M.; Thompson, I. 2003. Identificação Botânica na Amazônia: Situação Atual e Perspectivas. **Embrapa Amazônia Oriental**, ISSN 1517-2201.

Souza, J.; Ferrão, M. 2006. Aplicações da espectroscopia no infravermelho no controle de qualidade de medicamentos contendo diclofenaco de potássio. Parte I : Dosagem por regressão multivariada. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, 42: 437-445.



ANEXOS

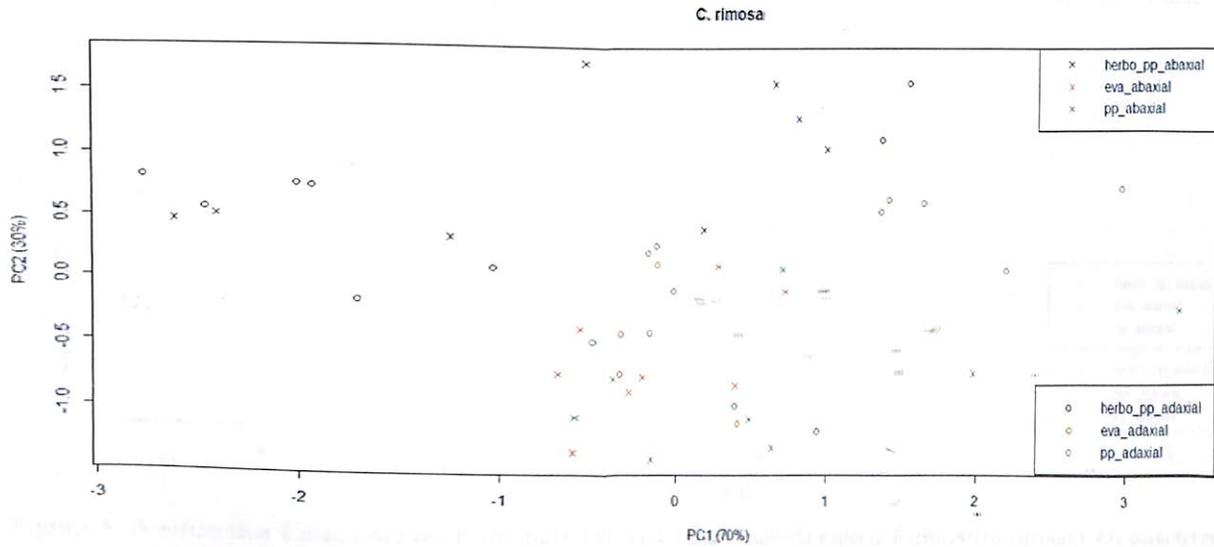


Figura 1. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos indivíduos da espécie *Corythophora rimosa*. Os caracteres na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão; caracteres de símbolo “x” foram lidos na face abaxial e os de símbolo “o” foram lidos na face adaxial; os caracteres de cor vermelha foram lidos com corpo negro EVA e os de cor verde foram lidos com o disco preto padrão (amostras não coladas).

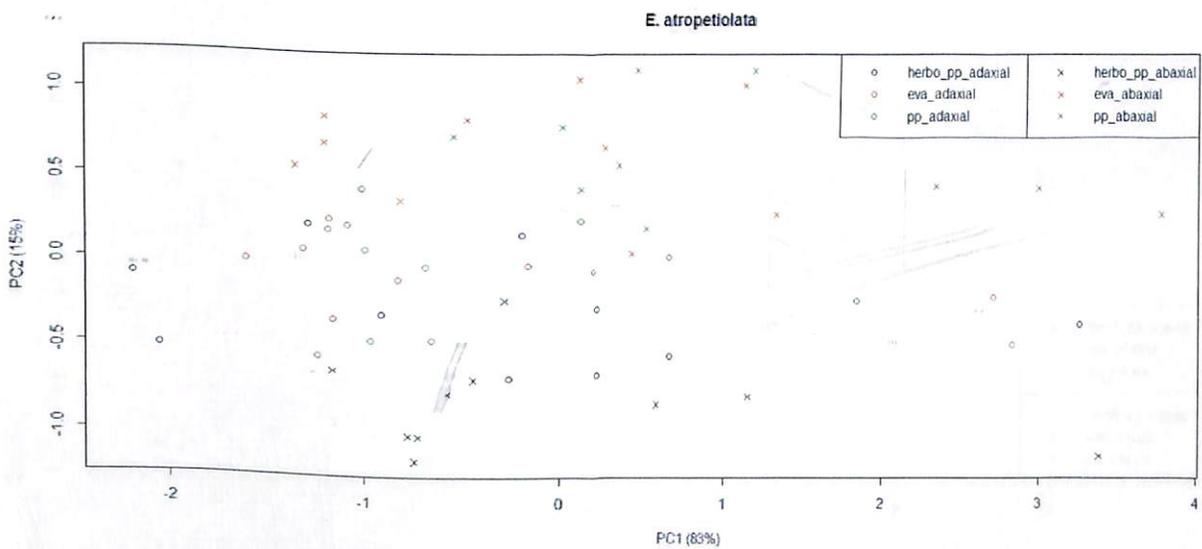


Figura 2. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos indivíduos da espécie *Eschweilera atropetiolata*. Os caracteres na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão; caracteres de símbolo “x” foram lidos na face abaxial e os de símbolo “o” foram lidos na face adaxial; caracteres de cor vermelha foram lidos com corpo negro EVA e os de cor verde foram lidos com o disco preto padrão (amostras não coladas).

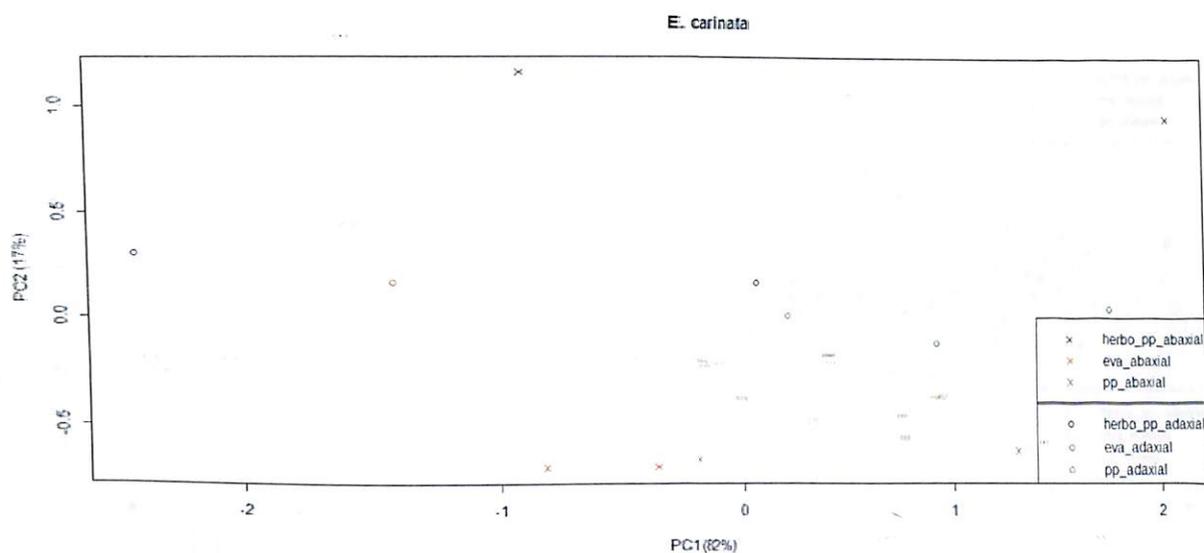


Figura 3. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos indivíduos da espécie *Eschweilera carinata*. Os caracteres na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão; os caracteres de símbolo “x” foram lidos na face abaxial e os de símbolo “o” foram lidos na face adaxial; os caracteres de cor vermelha foram lidos com corpo negro EVA e os de cor verde foram lidos com o disco preto padrão (amostras não coladas).

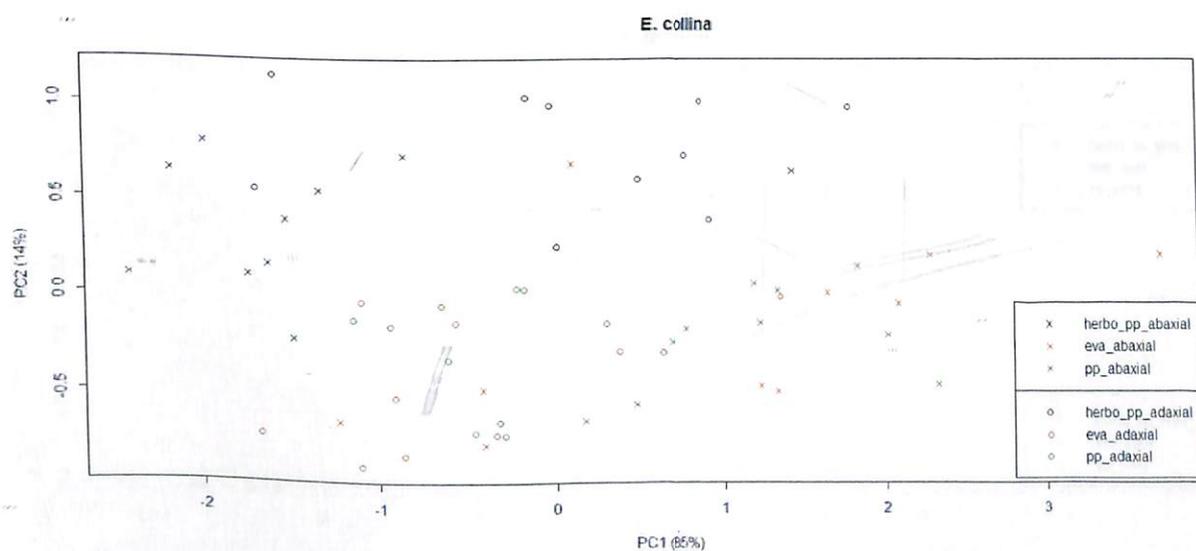


Figura 4. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos indivíduos da espécie *Eschweilera collina*. Os caracteres na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão; os caracteres de símbolo “x” foram lidos na face abaxial e os de símbolo “o” foram lidos na face adaxial; os caracteres de cor vermelha foram lidos com corpo negro EVA e os de cor verde foram lidos com o disco preto padrão (amostras não coladas).

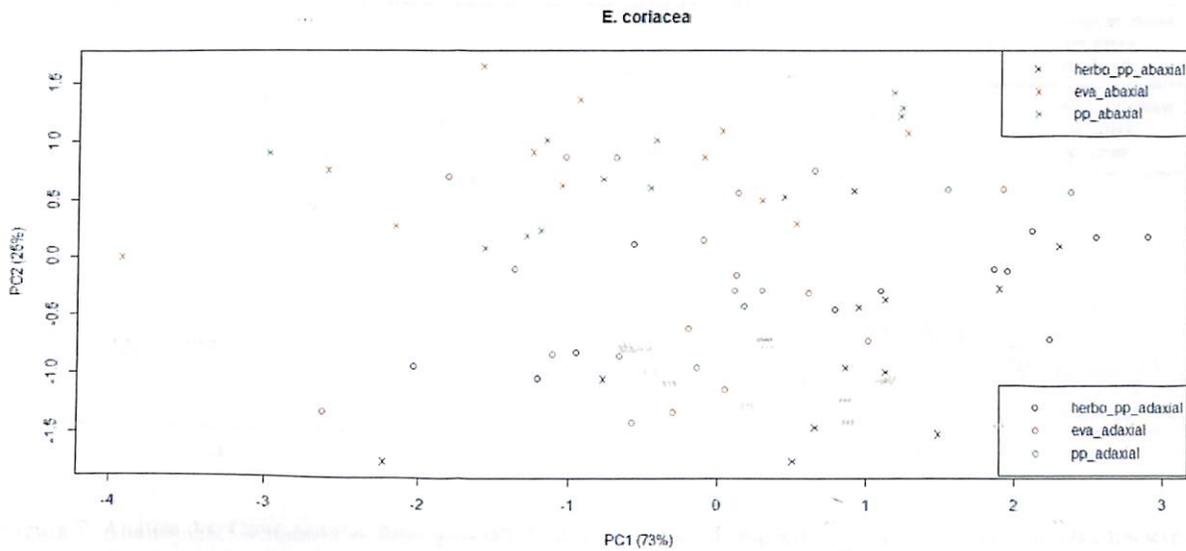


Figura 5. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos indivíduos da espécie *Eschweilera coriacea*. Os caracteres s na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão; os caracteres de símbolo "x" foram lidos na face abaxial e os de símbolo "o" foram lidos na face adaxial; os caracteres de cor vermelha foram lidos com corpo negro EVA e os de cor verde foram lidos com o disco preto padrão (amostras não coladas).

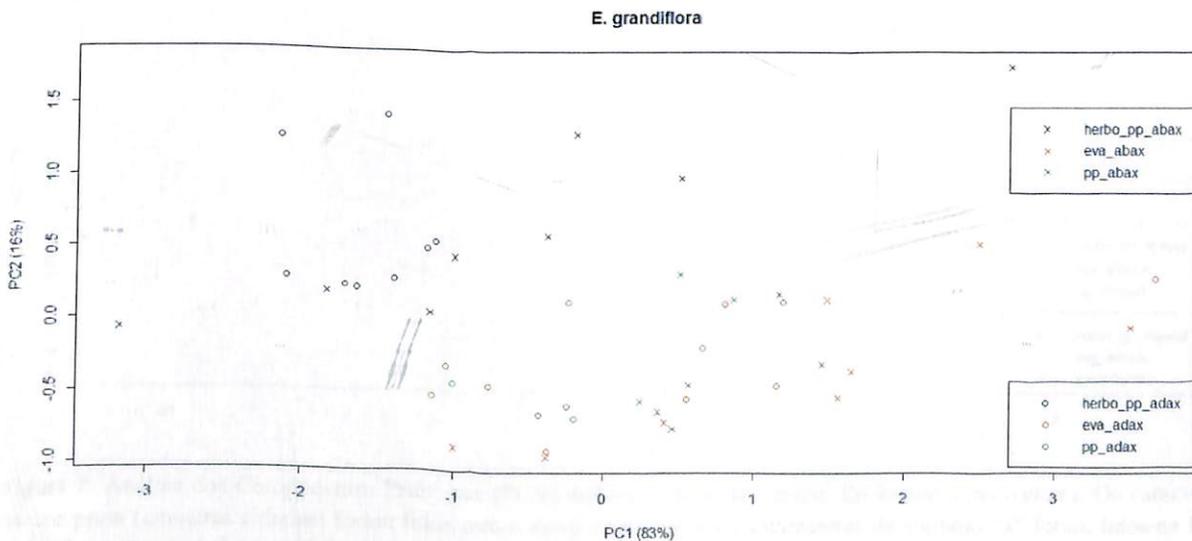


Figura 6. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos indivíduos da espécie *Eschweilera grandiflora*. Os caracteres na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão; os caracteres de símbolo "x" foram lidos na face abaxial e os de símbolo "o" foram lidos na face adaxial; os caracteres de cor vermelha foram lidos com corpo negro EVA e os de cor verde foram lidos com o disco preto padrão (amostras não coladas).

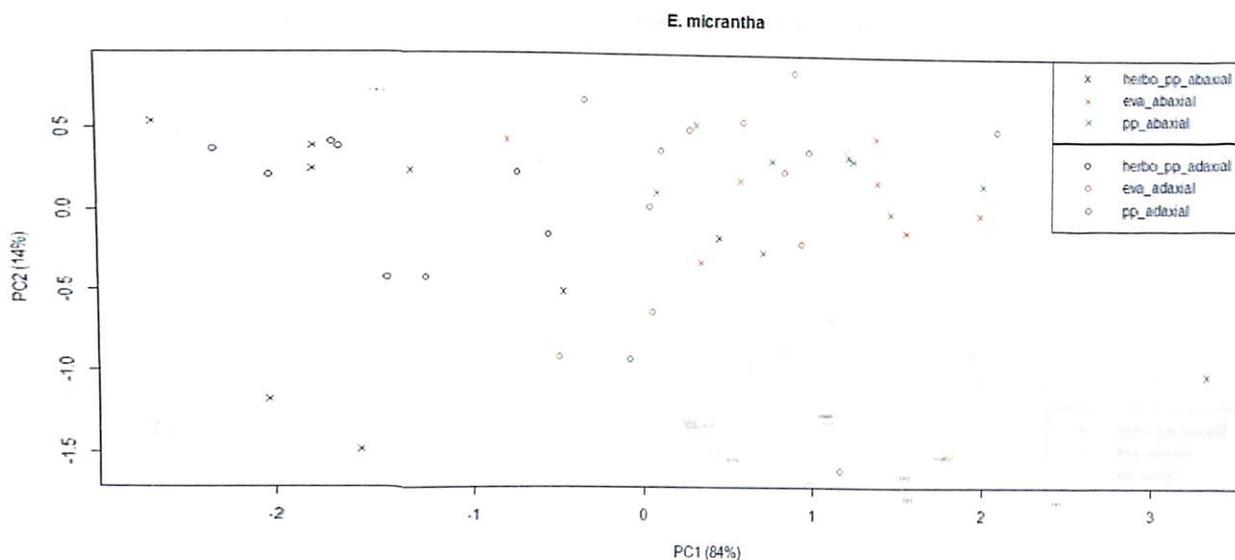


Figura 7. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos indivíduos da espécie *Eschweilera micrantha*. Os caracteres na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão; os caracteres de símbolo "x" foram lidos na face abaxial e os de símbolo "o" foram lidos na face adaxial; os caracteres de cor vermelha foram lidos com corpo negro EVA e os de cor verde foram lidos com o disco preto padrão (amostras não coladas).

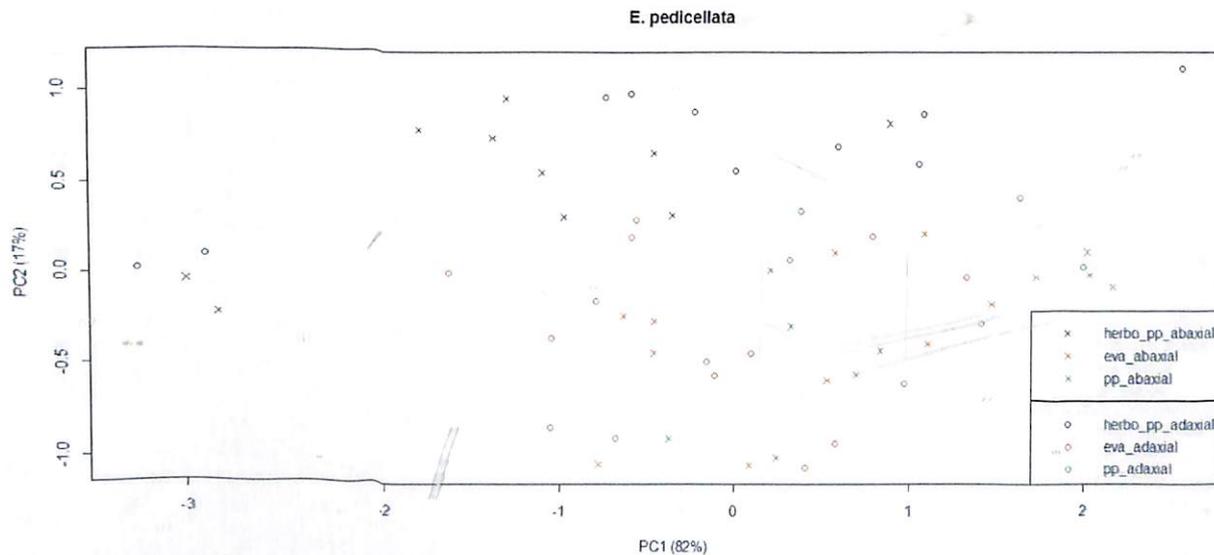


Figura 8. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos indivíduos da espécie *Eschweilera pedicellata*. Os caracteres na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão; os caracteres de símbolo "x" foram lidos na face abaxial e os de símbolo "o" foram lidos na face adaxial; os caracteres de cor vermelha foram lidos com corpo negro EVA e os de cor verde foram lidos com o disco preto padrão (amostras não coladas).

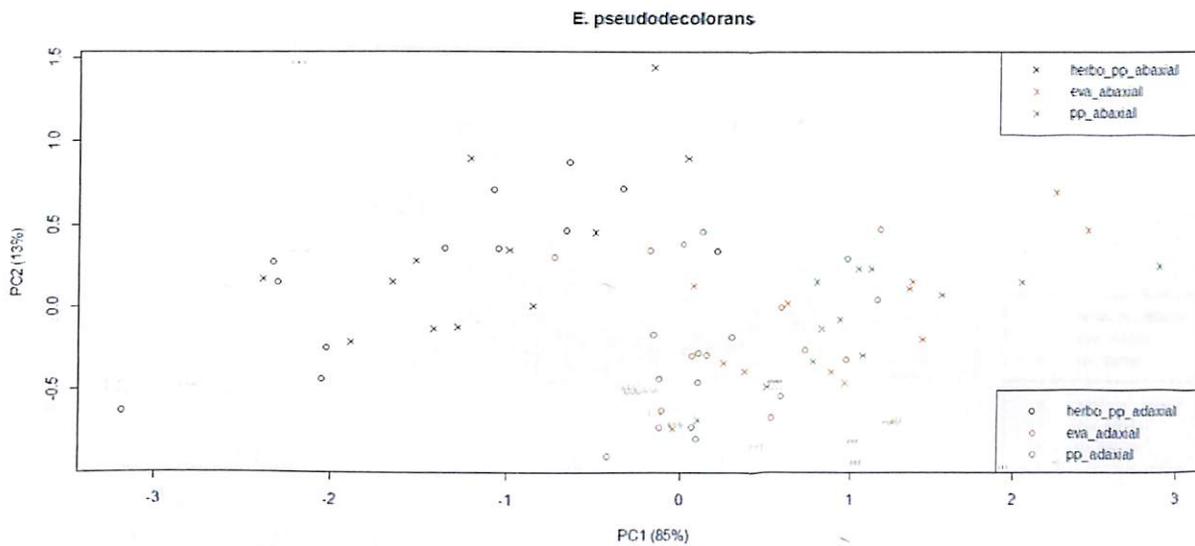


Figura 9. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos indivíduos da espécie *Eschweilera pseudodecolorans*. Os caracteres na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão; os caracteres de símbolo “x” foram lidos na face abaxial e os de símbolo “o” foram lidos na face adaxial; caracteres de cor vermelha foram lidos com corpo negro EVA e os de cor verde foram lidos com o disco preto padrão (amostras não coladas).

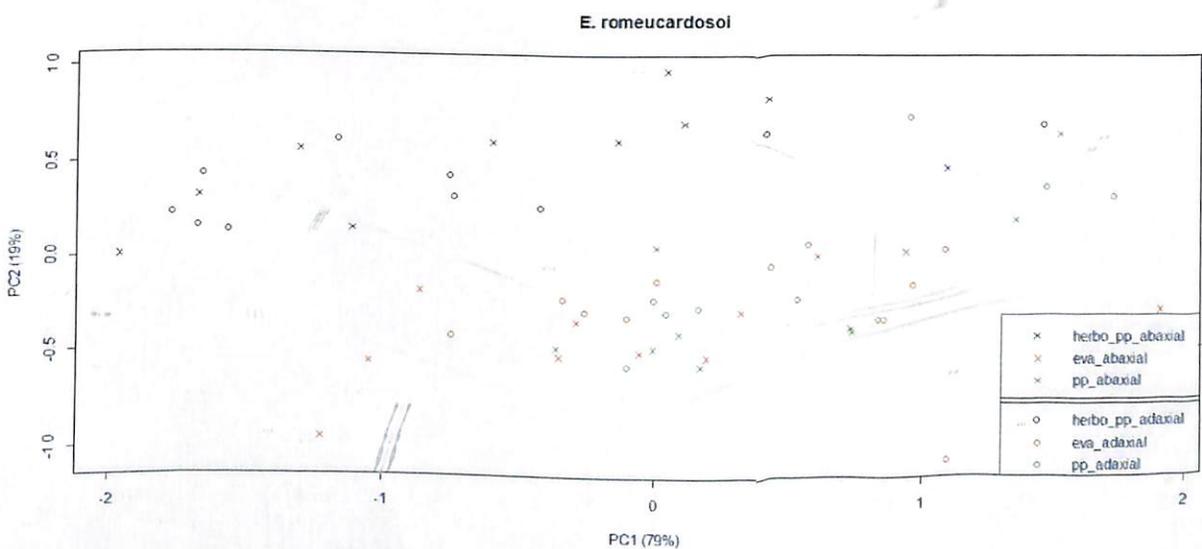


Figura 10. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos indivíduos da espécie *Eschweilera romeucardosoi*. Os caracteres na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão; os caracteres de símbolo “x” foram lidos na face abaxial e os de símbolo “o” foram lidos na face adaxial; caracteres de cor vermelha foram lidos com corpo negro EVA e os de cor verde foram lidos com o disco preto padrão (amostras não coladas).

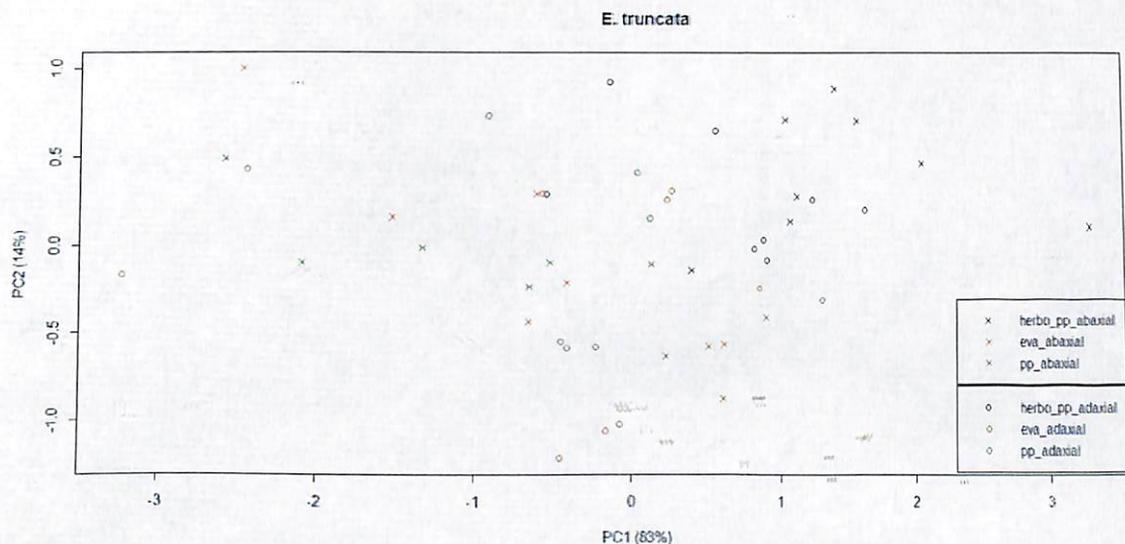


Figura 11. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos indivíduos da espécie *Eschweilera truncata*. Os caracteres na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão; os caracteres de símbolo "x" foram lidos na face abaxial e os de símbolo "o" foram lidos na face adaxial; os caracteres de cor vermelha foram lidos com corpo negro EVA e os de cor verde foram lidos com o disco preto padrão (amostras não coladas).

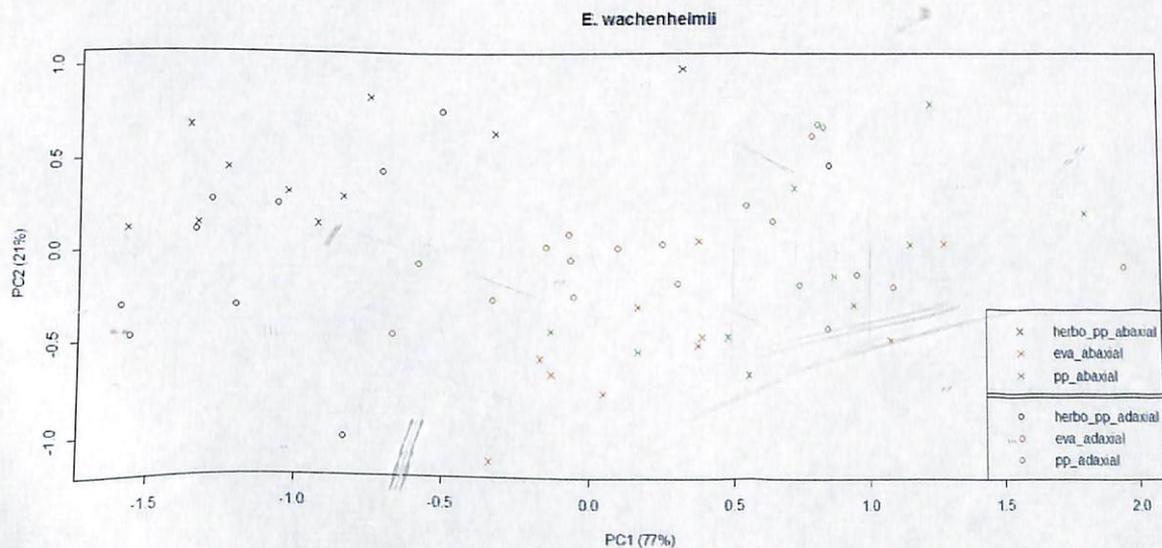


Figura 12. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos indivíduos da espécie *Eschweilera wachenheimii*. Os caracteres na cor preta (amostras coladas) foram lidos com o disco preto padrão; os caracteres de símbolo "x" foram lidos na face abaxial e os de símbolo "o" foram lidos na face adaxial; os caracteres de cor vermelha foram lidos com corpo negro EVA e os de cor verde foram lidos com o disco preto padrão (amostras não coladas).