

AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES ESTRUTURAIS DA SERAPILHEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS EM DECOMPOSIÇÃO POR MEIO DA ESPECTROSCOPIA VIBRACIONAL (FTIR) ALIADA À ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

ETELVINO H. NOVOTNY¹, ALINE F. RODRIGUES², FABIANO de C. BALIEIRO³, TARCIZIO B. de FREITAS²; GUILHERME M. CHAER⁴, CAIO T.C.C. RACHID⁵

¹Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, etelvino.novotny@embrapa.br; ²Estudante de Geografia, estudante, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, RJ, line_frodrigues@hotmail.com; tarciziobf@ig.com.br; ³Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, fabiano.balieiro@embrapa.br; ⁴Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, guilherme.chaer@embrapa.br; ⁵Biólogo, Doutorando, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, caiorachid@gmail.com

RESUMO: A decomposição de serapilheira leva a alterações estruturais dessa, que podem ser acompanhadas por espectroscopia vibracional (na região do infravermelho médio). Essas alterações são mais evidentes pelo aumento relativo de compostos nitrogenados, provavelmente material proteináceo de origem microbiana. Porém, a incubação de serapilheira de uma leguminosa fixadora de N₂ (*Acacia mangium*) em área florestada com *Eucalyptus urograndis* leva a uma menor alteração dessa serapilheira introduzida, provavelmente pelo consumo do N mineralizado desta pela microbiota do solo, que acaba atuando como um dreno de N e inibindo a evolução da decomposição da serapilheira de acácia. Por outro lado, a incubação de folhas de eucalipto em plantio da leguminosa por 180 dias, leva a mistura de resíduos ou compostos oriundos da acácia para o interior das bolsas de decomposição, originalmente preenchidas com serapilheira de eucalipto.

PALAVRAS-CHAVE: serapilheira, *litterbags*, espectroscopia na região do infravermelho (FTIR), quimiometria, análise de componentes principais (PCA)

INTRODUÇÃO: A intensificação ecológica do sistema de produção de eucalipto no Brasil tem sido proposta por meio da introdução de espécies leguminosas arbóreas que se associam às bactérias fixadoras de N₂, em plantios consorciados (Balieiro et al., 2008). A justificativa para a diversificação dos monocultivos recai na necessidade da diversificação biológica para maior estabilidade do sistema e na premissa de que o aporte natural de N, via fixação biológica, em detrimento a adição dos fertilizantes sintéticos, pode: beneficiar o balanço energético do sistema produtivo; aumentar a reposição

de N do solo de extensas áreas de solos ácidos e pobres; aumentar os estoques de C e; melhorar o aproveitamento de nutrientes pela cultura do eucalipto. Aumentar a eficiência de uso de nutrientes pelo eucalipto em um sistema misto de produção implica em minimizar a competição interespecífica pelos recursos disponíveis (água, nutrientes e luz), comparativamente a competição intraespecífica (do monocultivo) e maximizar os processos de facilitação entre as espécies, como a intensificação na taxa de decomposição da serapilheira, proporcionada pela adição de N biologicamente fixada, em favor da nutrição e produção do eucalipto (Forrester, 2006).

A hipótese de que existe uma especialização da microbiota decompositora da serapilheira a determinados materiais ou comunidades de plantas, tendo a decomposição de materiais exóticos inibida, tem sido testada em algumas condições experimentais (Giebelmann et al., 2011). O estudo desse efeito, conhecido como "Vantagem Doméstica" (*Home Field Advantage*) pode trazer subsídios sobre a dinâmica de decomposição de diferentes resíduos em condições contrastantes de qualidade.

Este trabalho objetiva caracterizar espectroscopicamente resíduos de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mangium* em diferentes estágios de decomposição, oriundos de uma experimento em que se avalia a hipótese da Vantagem Doméstica.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo da decomposição das folhas de eucalipto e filódios de acácia em povoamentos puros e mistos (1:1) de eucalipto e *A. mangium*, todos plantados no espaçamento 3 x 3 m, foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, em Seropédica, por meio da metodologia de *litter-*

bags (bolsas de decomposição). Cinco gramas de amostras de folhas ou filódios das espécies foram acondicionados em sacos de nylon com 25 x 25 cm e malha de 3 x 3 mm, um tratamento adicional, com a mistura de folhas e filódios (1:1, m/m) também foi avaliado. Trinta dessas bolsas de decomposição foram colocadas em cada subparcela dos povoamentos em estudo, e em 6 diferentes momentos (15, 30, 45, 105, 141 e 180 dias após colocação das bolsas no campo) cinco bolsas eram coletadas aleatoriamente e seu conteúdo foi seco em estufa de ventilação forçada a 60 °C, acondicionado em dessecadores com sílica gel por 24 h e pesado. Para as análises espectroscópicas, 4 repetições em 3 momentos (0, 30 e 180 dias) de 5 diferentes condições de decomposição dos materiais (os resíduos das espécies puras e da mistura se decompondo em seus respectivos plantios e os resíduos da acácia se decompondo no plantio de eucalipto e vice versa) foram selecionados. Alíquotas dessas amostras foram moídas em moinho de bola e mantidas em dessecador até análise. Para isso, foram diluídas em KBr (1:100) e transformadas em pastilhas. As amostras foram analisadas por espectroscopia na região do infra-vermelho médio (400-4000 cm^{-1}) no modo de absorbância, acumulando-se 32 varreduras com uma resolução de 4 cm^{-1} . Foi utilizado o programa The Unscrambler para a análise por componentes principais (PCA), devido ao típico espalhamento multiplicativo de amostras particuladas e rugosas, foi necessário sua correção utilizando a Correção do Espalhamento Multiplicativo Estendido (EMSC) e a seguir os espectros foram normalizados para o vetor unitário (todos os espectros com desvio-padrão unitário).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Em relação à decomposição (perda de massa), observou-se que as diferentes biomassas, quando em seus respectivos plantios, seguiu a seguinte ordem: acácia > misto > eucalipto, porém quando colocadas em áreas diferentes de sua proveniência, os resíduos de eucalipto apresentaram uma decomposição muito maior que as demais, enquanto que a acácia muito menor, ou seja, na área sob eucalipto houve o efeito da vantagem doméstica, com uma menor decomposição da biomassa exótica (acácia), enquanto sob acácia não (dados não mostrados). Já para as características estruturais dos resíduos

em decomposição, avaliada por FTIR e PCA, observou-se que a maior variabilidade (74% da variância total do conjunto de espectros) foi devida a compostos inorgânicos, visto que a primeira Componente Principal (PC1) é representada por bandas típicas de Si-O (Figura 2), provavelmente tectossilicatos, pois não se observou bandas típicas de filossilicatos e por se tratar de um solo arenoso; e carregamentos negativos para bandas típicas de material orgânico (C-H_n). A presença desses minerais na liteira se deve à esperada contaminação do material nas bolsas de serapilheira em condições de campo. Houve uma tendência de aumento do conteúdo de minerais com o tempo de incubação devido à concentração relativa desses com a decomposição do material orgânico (dados não mostrados). Como uma das propriedades das componentes principais é que elas são ortogonais, é possível isolar fontes de variação independentes. Logo, a análise das demais componentes, embora representando menor variabilidade total do conjunto de dados, possibilita a interpretação das demais fontes de variação presentes no estudo.

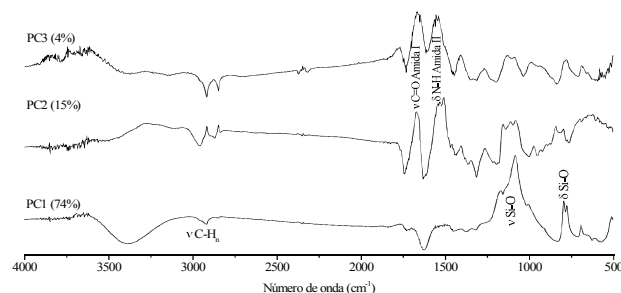


Figura 2. Carregamentos das 3 primeiras Componentes Principais obtidos a partir de espectros na região do infravermelho médio de amostras de serapilheira em decomposição em áreas com plantio puro e consorciado de eucalipto e *Acacia mangium*. As 3 Componentes Principais representam 93% da variância total. v: estiramento; δ : deformação angular.

Tanto a segunda como a terceira PC (15 e 4% da variância total, respectivamente) são representadas por carregamentos positivos para bandas de amida (banda I e II de amida, figura 1), porém, de maneira geral, com variabilidade induzida por diferentes forças motrizes, sendo, no caso da PC2, a origem da serapilheira (acácia, mista ou eucalipto) e a PC3 o tempo de incubação (Figura 3). Desse modo, mesmo se tratando de compostos similares (material proteínico), a PCA conseguiu isolar as fontes de variação.

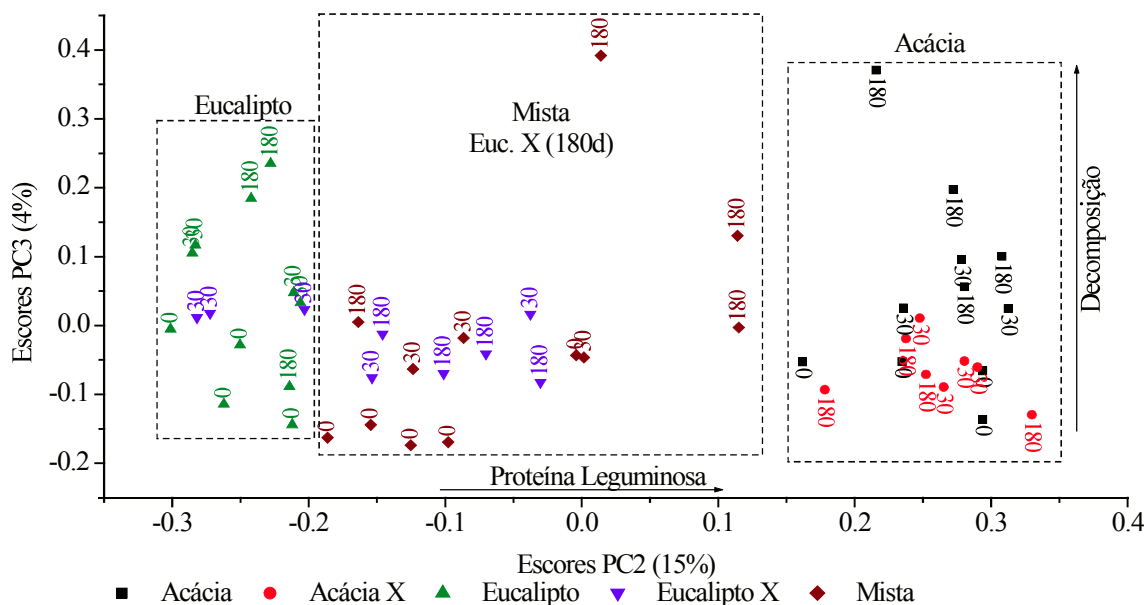


Figura 3. Escores das PC2 e PC3 de amostras de serapilheira de áreas com plantio puro e consorciado de eucalipto com base nos resultados da análise espectroscópica por infravermelho médio. O rótulo X indica amostras incubadas em áreas diferentes da sua origem, por exemplo, acácia incubada em área com eucalipto. Os rótulos numéricos se referem ao tempo de incubação.

Com isso tem-se que a segunda PC isolou o efeito das diferentes biomassas, sendo, como esperado, a de acácia mais rica em proteínas; a de eucalipto a mais pobre e a mista intermediária. Entretanto as amostras de eucalipto incubadas na área de acácia, com o tempo tenderam a se assemelhar às amostras mistas, com maiores valores de escores da PC2 (Figura 2). Como as alterações estruturais na serapilheira do eucalipto, com o avanço da decomposição, tendeu a torná-la semelhante à biomassa mista, indica que pode ter havido migração de serapilheira de acácia (ou de seus componentes) para dentro das bolsas de decomposição. E estimulado sua decomposição pelo aporte de N, visto ter sido o tratamento com maior perda de massa. Já a terceira PC isolou o efeito do tempo de incubação, que de maneira geral levou a um aumento relativo do conteúdo de material proteináceo, o que é bem conhecido pela redução da relação C/N decorrente do aumento da biomassa microbiana em relação à vegetal com o avanço da decomposição. Porém, os escores dessa PC, para as amostras de acácia incubadas na área de eucalipto, pouco variaram, indicando que foram pouco alteradas no período estudado e demonstrando o efeito da *Vantagem Domestica* para esses resíduos. Esse fato pode estar associado, além da especialização da microbiota à maior relação C/N da serapilheira de eucalipto, a qual pode estar servindo de dreno, via bio-

massa microbiana, do nitrogênio disponibilizado pela decomposição da acácia. Dados da análise de biologia molecular (qualitativo e quantitativo) auxiliará na discussão desses resultados.

CONCLUSÕES: A FTIR, aliada à PCA, mostrou-se uma ferramenta eficaz para acompanhar as alterações na composição de serapilheira incubadas em solos sob cobertura florestal e possibilitou isolar diferentes fontes de variação. Compostos proteináceos, caracterizados por bandas de amida I e II, foram os melhores indicadores, tanto da fonte da serapilheira (leguminosa, mirtácea ou mista), como do período de incubação. Além do esperado maior conteúdo de amidas nas amostras de leguminosa, seguidas pela mistura leguminosa com mirtácea, observou-se que com o avanço da decomposição há um aumento do conteúdo desses compostos, provavelmente pela maior contribuição de biomassa microbiana aos resíduos orgânicos analisados, biomassa essa que apresenta uma menor relação C/N e maior conteúdo de proteínas que a biomassa vegetal. A serapilheira de acácia, quando incubada na área sob eucalipto, apresentou pouca alteração, indicando que a serapilheira de eucalipto, pobre em N, pode estar servindo de dreno, via biomassa microbiana, para o N mineralizado pela decomposição da acácia. Por outro lado a incubação de serapilheira de eucalipto na área com acácia, levou a essa se assemelhar

à serapilheira mista, indicando que pode estar havendo migração de biomassa local (da acácia) para o interior das bolsas de decomposição.

AGRADECIMENTOS: Ao laboratório de infravermelho do CBPF e ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa de EHN e de Iniciação científica de AFR. Aos projetos FAPERJ nº E26/110.821/2010, FAPESP, processo n. 2010/16623-9, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

BALIEIRO, F. C.; PEREIRA M.G.; FRANCO, A.A.; ALVES, B.J.R.; RESENDE, A.S. Soil carbon and nitrogen in afforested pasture with Eucalyptus and guachapele. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 1253-1260, 2008.

FORRESTER, D.; BAUHUS, J.; COWIE, A.L.; VANCLAY, J.K. 2006. Mixed species plantations of *Eucalyptus* with nitrogen fixing trees: A review. *Forest Ecology and Management*, v.233, p.211-230, 2006.

GIEBELMANN, U.C.; MARTINS, K.G.; BRANDLE, M.; SCHADLER, M.; MARQUES, R.; BRANDL, R. Lack of home-field advantage in the decomposition of leaf litter in the Atlantic Rainforest of Brazil. *Applied Soil Ecology*, 49: 5-10, 2011.

WIEDER, W.R.; CLEVELAND, C.C.; TOWNSEND, A.R. Controls over leaf litter decomposition in wet tropical forests. *Ecology*, 90: 3333-3341, 2009.