



B1

ISSN: 2595-1661

ARTIGO ORIGINAL

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](https://portaldeperiodicos.capes.gov.br)

Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:


<https://revistajrg.com/index.php/jrg>


ISSN: 2595-1661

Revista JRG de
Estudos Acadêmicos

Cinética da decomposição da matéria orgânica vegetal e liberação do CO₂ edáfico em sistemas de cultivo e em áreas de floresta


Kinetics of decomposition of plant organic matter and release of edaphic CO₂ in cropping systems and forest areas

 DOI: 10.55892/jrg.v7i14.944

 ARK: 57118/JRG.v7i14.944

Recebido: 18/01/2024 | Aceito: 18/02/2024 | Publicado *on-line*: 20/02/2024

Ariel Roxany da Silva Brasileiro¹


 <https://orcid.org/0000-0002-7156-4677>

 <http://lattes.cnpq.br/4170477845004009>

Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil

E-mail: arielsrb@gmail.com

Alex da Silva Barbosa²


 <https://orcid.org/0000-0002-7343-6134>

 <http://lattes.cnpq.br/0957218486770990>

Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil

E-mail: aldasilvabarbosa@gmail.com

Anderson Matias Fragoso³


 <https://orcid.org/0009-0006-6390-4404>


 <http://lattes.cnpq.br/7920426419243588>

Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil

E-mail: andersonmatiasfragoso@gmail.com

Maria Janaina Lira Vital⁴


 <https://orcid.org/0000-0001-7396-0940>


 <http://lattes.cnpq.br/6036491778944721>

Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil

E-mail: maria.vital@prof.ce.gov.br

Italo de Souza Aquino⁵

 <https://orcid.org/0000-0002-7948-8760>

 <http://lattes.cnpq.br/8077469301474299>

Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil

E-mail: italo.aquino@terra.com.br



¹ Doutoranda em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba.

² Docente do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

³ Graduando em Ciências Agrárias pela Universidade Federal da Paraíba.

⁴ Mestra em Ciências Agrárias pela Universidade Federal da Paraíba.

⁵ Docente do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

Resumo:

As análises de gases produzidos pelo solo fornecem importantes indicativos nos processos radiculares e microbiais que nele ocorrem. Estudos de evolução de CO₂ e difusão de O₂, dentro da massa do solo e da rizosfera, podem mostrar as interações predominantes entre microrganismos do solo e a decomposição da matéria orgânica. Devido às limitadas informações sobre esses processos, o presente trabalho objetivou avaliar a dinâmica da decomposição dos resíduos vegetais de *Schinus terebinthifolius* e *Gliricidia sepium* e a respiração edáfica em diferentes sistemas de uso e manejo do solo. A escolha das espécies se deu pelo fato destas apresentarem diversas utilidades e terem sido introduzidas em várias microrregiões do nordeste brasileiro, sobretudo, no semiárido. O monitoramento da respiração edáfica foi realizado entre o período de 21 de fevereiro a 23 de junho de 2022, durante o período de chuva na região. Utilizou-se cinco sistemas de uso e ocupação do solo: Mandala agrícola (MA), Floresta (F), Sistema agroflorestal (SA), Monocultivo de palma (MP) e Área degradada (AD). Para quantificar o dióxido de carbono liberado em cada sistema, utilizou-se a metodologia proposta por Grisi (1978). Os resultados demonstraram que os diferentes sistemas de cultivo e floresta influenciam a decomposição da fitomassa foliar de *G. sepium* e *S. terebinthifolius*. A velocidade de decomposição de *G. sepium* é maior no sistema de cultivo no MP, seguido pela AD, FL, MA e SAF. A velocidade de decomposição da *S. terebinthifolius* é maior na área AD, seguido pela MP, MA, FL e SAF. As diferentes formas de uso e cobertura da terra interferem na respiração edáfica. Sistemas com maior intervenção antrópica liberam mais CO₂ para atmosfera. Áreas de vegetação natural funcionam como receptoras e poços de CO₂. O sistema do SAF emite maior quantidade de CO₂, seguido pela MA, AD, MP e FL.

Palavras-chave: Decomposição da fitomassa. Respiração edáfica. *Gliricidia sepium*. *Schinus terebinthifolius*.

Abstract

*Analyzes of gases produced by the soil provide important indications of the root and microbial processes that occur there. Studies of CO₂ evolution and O₂ diffusion, within the soil mass and rhizosphere, can show the predominant interactions between soil microorganisms and the decomposition of organic matter. Due to limited information on these processes, the present work aimed to evaluate the dynamics of decomposition of plant residues of *Schinus terebinthifolius* and *Gliricidia sepium* and edaphic respiration in different soil use and management systems. The choice of species was due to the fact that they have diverse uses and have been introduced in several microregions of northeastern Brazil, especially in the semi-arid region. Monitoring of edaphic respiration was carried out between February 21st and June 23rd, 2022, during the rainy season in the region. Five land use and occupation systems were used: Agricultural Mandala (MA), Forest (F), Agroforestry System (SA), Palm Monoculture (MP) and Degraded Area (AD). To quantify the carbon dioxide released in each system, the methodology proposed by Grisi (1978) was used. The results demonstrated that different cropping and forest systems influence the decomposition of leaf biomass of *G. sepium* and *S. terebinthifolius*. The decomposition speed of *G. sepium* is higher in the MP cultivation system, followed by AD, FL, MA and SAF. The decomposition speed of *S. terebinthifolius* is highest in the AD area, followed by MP, MA, FL and SAF. The different forms of land use and cover interfere with edaphic respiration. Systems with greater human intervention release more CO₂ into*

the atmosphere. Areas of natural vegetation act as CO₂ receptors and wells. The SAF system emits the greatest amount of CO₂, followed by MA, AD, MP and FL.

Keywords: Edaphic breathing, Phytomass decomposition. *Gliricidia sepium*. *Schinus terebinthifolius*.

1. Introdução

Dentre os gases de efeito estufa (GEE's) o CO₂ é o mais produzido pelo homem, fato que chama a atenção da comunidade científica. Essas emissões se dão em consequência de uma série de fatores relacionados às atividades antrópicas como: desmatamento, queima de combustíveis fósseis, queimadas, uso inadequado do solo (substituição da cobertura vegetal) e mudanças no uso e no manejo da terra visando a o aumento da produção agrícola e a urbanização. Segundo Bayer et al., (2016), todas essas mudanças afetam diretamente a dinâmica e o ciclo do carbono, refletindo em profundas alterações ambientais e climáticas.

O fluxo de CO₂ no solo tem grande influência nas concentrações atmosféricas de CO₂ e a mudança de uso do solo pode influenciar diretamente esse processo natural, alterando o fluxo de CO₂ do solo para a atmosfera (emissão) ou da atmosfera para o solo (sequestro) [Santos, 2019]. O que, segundo este autor, atualmente é crescente o interesse em promover sequestro de carbono em cultivos agrícolas, como uma forma de mitigar o aumento dos níveis de CO₂ na atmosfera e, conseqüentemente, reduzir os impactos causados pelo efeito estufa.

Devido à respiração dos microrganismos e das raízes, a concentração de CO₂ no solo é superior à da atmosfera. Algumas espécies de fungos e bactérias nitrificadoras mostram-se bastante adaptadas a estas condições, preferindo profundidades próximas à superfície do solo, assim como os organismos da macro e mesofauna edáfica, onde a concentração de CO₂ é maior, decorrente da elevada respiração (Siqueira & Moreira, 1994). Portanto, a saída de CO₂ próximo à camada do solo é indicada pela respiração do solo (Capuani & Beltrão, 2012).

As análises de gases produzidos pelo solo fornecem importantes indicativos nos processos radiculares e microbiais que ocorrem no solo. Estudos de evolução de CO₂ e difusão de O₂, dentro da massa do solo e da rizosfera, podem mostrar as interações predominantes entre microrganismos do solo e raízes (Klepper & Kaspar, 1994).

Parte essencial do sistema solo como os organismos que o habitam possuem funções de grande importância, sendo estas consideradas como mais importantes do que previamente imaginado. Pode-se enumerar dentre as mais diferentes funções atribuídas a estes organismos algumas amplamente conhecidas, como a degradação da serrapilheira e a conseqüente ciclagem de nutrientes (Giller, 1996; Miransari, 2013), e aquelas mais específicas, como a fixação biológica de nitrogênio (Raymond et al., 2004; Baldani et al., 1997) ou o auxílio às plantas na absorção de nutrientes (Miransari, 2013; Chagnon et al., 2013).

A degradação da serrapilheira regula o acúmulo de matéria orgânica no solo e a ciclagem de nutrientes, desempenhando uma função crucial na manutenção de ecossistemas florestais. O principal responsável pela decomposição da matéria orgânica no solo proveniente da vegetação é o acúmulo da serrapilheira. Das ações climáticas, a precipitação e a temperatura são as que desempenham uma maior influência na formação da serrapilheira. Como relata Souza et al. (2020), entender os processos envolvidos na decomposição e ciclagem de nutrientes, assim como os fatores que podem influenciar na dinâmica dessa ciclagem é indispensável para a

tomada de decisões associadas ao manejo apropriado e a escolha de espécies que irão constituir em determinado sistema.

A Aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) é uma espécie nativa da América do Sul, que pertence à família Anacardiaceae. No Brasil, ocorrem principalmente de Pernambuco ao Rio Grande do Sul em diversos tipos de formações vegetais (Carvalho, 1994). Devido à grande dispersão das espécies, estas apresentam diversas aplicações, principalmente pela madeira, na extração de taninos, em paisagismo (Allardice et al., 1999; Guerra et al., 2000) e para usos medicinais.

A Gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth) é uma espécie arbórea nativa do México e América Central, pertencente à família Fabaceae, foi extensivamente introduzida nos trópicos nos últimos 200 anos, sendo comum em pastagens naturais degradadas, áreas de sucessão ecológica secundária e espaços antrópicos (Marin et al., 2012). Vários estudos foram conduzidos para avaliar a decomposição de uma extensa variedade de espécies florestais no Brasil, incluindo a gliricídia (Alves et al., 2006; Paula et al., 2015; Sousa et al., 2020). No entanto, a pesquisa referente à decomposição foliar da aroeira pimenteira é limitada no país, apesar do notável potencial dessa espécie para diversas finalidades.

A Microrregião do Brejo do Estado da Paraíba a exploração desordenada dos recursos naturais e o desmatamento visando à expansão agropecuária, ocorrem de forma acelerada, resultando no desgaste e abandono do solo em grande parte da região. Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo avaliar a respiração edáfica e a dinâmica da decomposição dos resíduos vegetais de *Schinus terebinthifolius* e *Gliricidia sepium* em diferentes sistemas de uso e manejo do solo.

2. Metodologia

O estudo foi desenvolvido em cinco sistemas de cultivo situados no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). A coleta de dados foi realizada em cinco sistemas de uso e ocupação do solo, sendo eles:

Sistema I – Mandala agrícola (MA): área com aproximadamente 17 anos de implantação em que há uma permanente introdução de adubo orgânico, sobretudo, oriundo de dejetos de ruminantes (esterco bovino e caprino). O sistema é irrigado diariamente sem muitos critérios técnicos, e não há cobertura morta nos canteiros deixando o solo exposto. As principais culturas agrícolas plantadas neste sistema são: pimentão (*Capsicum annuum* L.), alface (*Lactuca sativa* L.), cenoura (*Daucus carota* L.), beterraba (*Beta vulgaris* L.) e couve (*Brassica oleracea* L.), além de plantas medicinais não identificadas.

Sistema II – Floresta (F): remanescente florestal ecotonal de Brejo de Altitude em estágio secundário, composto, predominantemente, por espécies nativas da Mata Atlântica, a exemplo da biriba-branca (*Eschweilera ovata* (Cambess.) Mart. ex Miers), pitombeira (*Talisia esculenta* (A. St.-Hil.) Radlk), jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), dentre outras espécies arbóreas não identificadas. O remanescente abriga importantes espécies autóctones representantes da tipologia vegetal de grande relevância filogenética, ecológica e para o resguardo da fauna e flora local.

Sistema III – Sistema agroflorestal (SA): área com aproximadamente 17 anos de implantação, possuindo a gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.) como planta principal e o café (*Coffea arabica*.), como planta secundária nas entrelinhas, por apresentar exigência de sombra, característica de espécies de sub-bosque. Neste agroecossistema, a poda das árvores é realizada com frequência, aumentando significativamente o aporte de matéria orgânica no solo.

Sistema IV - Monocultivo de palma (MP): área com aproximadamente 4 anos de implantação, possuindo importantes espécies como a Palma forrageira (*Opuntia cochenillifera*), Palma (*Nopalea cochenillifera*) para alimentação de animais.

Sistema V - Área degradada (AD): área sem uso agrícola, utilizada para o depósito de resíduos sólidos e entulhos do campus, possuindo apenas gramíneas como planta principal.

2.1 Decomposição da fração foliar

Foram selecionadas duas espécies arbóreas para realizar a avaliação da decomposição foliar, sendo elas a *Schinus terebinthifolius* e *Gliricidia sepium*. A escolha das espécies se deu em virtude de estas apresentarem diversas utilidades e terem sido introduzidas em várias regiões do Nordeste brasileiro, especialmente, no semiárido, com a capacidade de se adaptar facilmente a diversos sistemas de uso e manejo do solo (Marin et al., 2012; Gadelha Neto & Barbosa, 1998). O material foliar de cada uma espécie foi coletado diretamente dos indivíduos de *S. terebinthifolius* e *G. Sepium*, estabelecendo como critério de coleta apenas folhas maduras presentes no comprimento do ramo, considerando que essas seriam as próximas a entrar em processo de senescência.

A matéria fresca foi secada individualmente, em estufa a ± 65 °C por 72 horas, até alcançar peso constante. Da matéria seca inicial de cada espécie, foram obtidas amostras de 20,0 g, que foram acondicionadas em sacolas de nylon (litter bags), com malha de 2 mm² e dimensões de 20 × 30 cm. A malha utilizada teve como finalidade de permitir o acesso da mesofauna, bem como microrganismos do solo que estão envolvidos no processo de decomposição natural de folhas. Para estimar a taxa de decomposição, utilizaram-se 90 bolsas de nylon para cada espécie, devidamente identificadas e distribuídas ao acaso na superfície do solo de cada área, a fim de simular a queda natural das folhas ao solo, formando a serapilheira. Foram recolhidas, de forma aleatória, quatro sacolas de cada sistema aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias, totalizando, ao fim do estudo, seis coletas. Esse intervalo de coleta foi escolhido tendo por base testes preliminares. Após cada coleta, os resíduos do material foliar foram encaminhados ao Laboratório de Sementes (LS) do CCHSA/UFPB para a realização das etapas de limpeza de impurezas, removendo partículas de solo e possíveis organismos presos às folhas, secagem em estufa e pesagem em balança analítica com precisão de três casas decimais.

A constante de decomposição (k) da fração foliar de cada espécie foi calculado a partir dos valores de massa remanescente obtidos a cada coleta, os quais foram ajustados ao modelo exponencial recomendado por Thomas e Asakawa (1993), utilizando-se a seguinte equação:

$$P_t = P_0 \cdot e^{-k \cdot t} \quad (1)$$

Em que: P_t = peso seco remanescente da amostra após t dias; P_0 = peso seco inicial, colocado nos sacos no tempo zero ($t = 0$); t = tempo em dias e k = constante de decomposição.

A fim de determinar a velocidade da decomposição em dias, calculou-se ainda, a partir da constante de decomposição (k), o tempo de meia-vida das folhas. Este valor é obtido por meio da linearização do modelo anterior, e seu resultado corresponde ao tempo requerido para que ocorra a decomposição de metade da quantidade inicial do material foliar analisado. Desse modo, adotou-se a seguinte equação: $T_{1/2} = \ln 2/k$

(2) Em que: $T_{1/2}$ = tempo de meia-vida das folhas e k = constante de decomposição obtida a partir do ajuste do modelo não linear.

2.2 Quantificação do CO₂ edáfico

O monitoramento da respiração edáfica foi realizado entre o 21-23º dia dos meses de fevereiro/2022, e junho/2022, durante o período de chuva na região. Para quantificar o dióxido de carbono liberado em cada sistema, utilizou-se a metodologia proposta por Grisi (1978), na qual o CO₂ liberado do solo é capturado por uma solução de hidróxido de potássio (KOH – 0,5N) e em seguida, quantificado através de titulação com ácido clorídrico (HCl – 0,1N), tendo como indicadores, a fenolftaleína e o alaranjado de metila, ambos a 1% de concentração (Morita & Assumpção, 1972).

Na captura de CO₂, os recipientes contendo 10 mL da solução KOH permaneceram em campo cobertos individualmente por um balde invertido durante 12 horas para cada turno, diurno (05h00 às 17h00) e noturno (17h00 às 05h00). Utilizou-se ainda, uma amostra controle para cada área, e estas permaneceram fechadas durante todo o processo para evitar as trocas e ao final passaram pelo processo de titulação. Os baldes possuíam um diâmetro de 34,0 cm e altura de 35 cm, cobrindo uma área de 728,3 cm². Os baldes tiveram as bordas enterradas no solo para evitar trocas gasosas.

A determinação do CO₂ absorvido foi feita através da seguinte equação:

$$ACO_2 = (A - B) * 2 * 2,2 \text{ em mg}$$

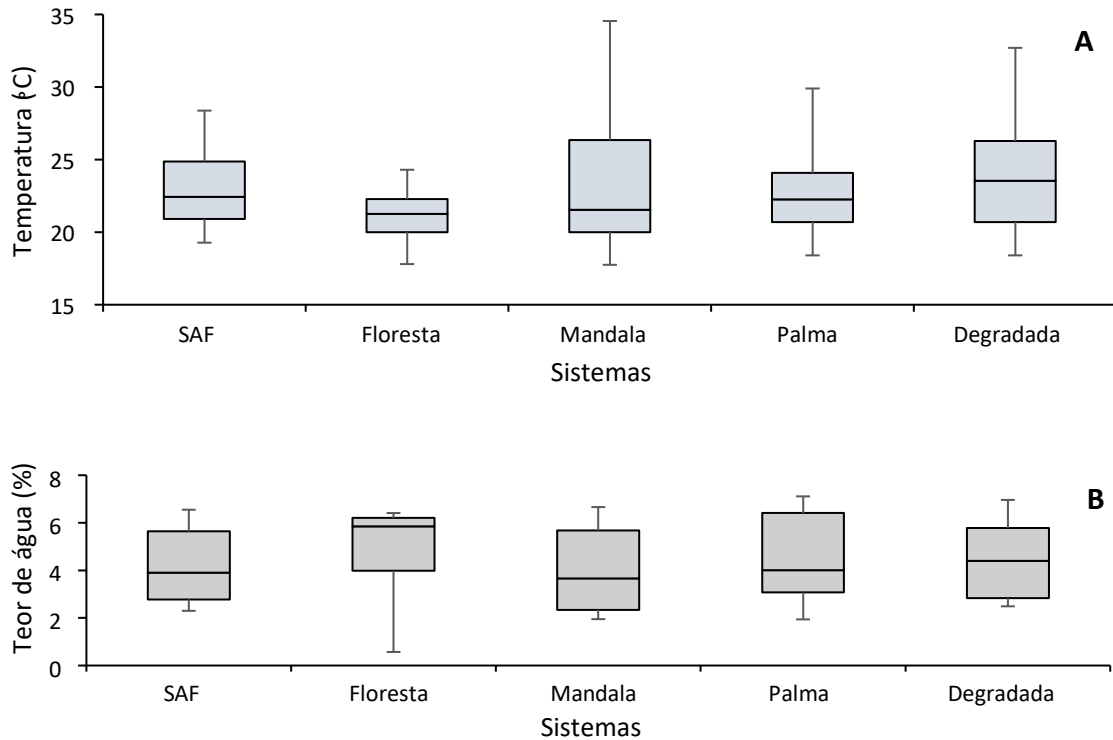
$$A'CO_2 = ACO_2 * \left(\frac{4}{3} * \frac{10.000}{h} + S \right) \text{ em mg}$$

Em que: A'CO₂ – absorção de CO₂; A – diferença entre a 1ª e a 2ª etapa da titulação da amostra (ml); B – diferença entre a 1ª e 2ª etapa da titulação da amostra controle (mL); h – período de permanência da amostra no solo (horas); S – área de abrangência do balde (cm²).

2.3 Respirometria e temperatura

Ao se analisar a temperatura edáfica (Figura 1A) em cada sistema de cultivo e área de floresta, nota-se que as maiores temperaturas foram observadas no AD, com mediana igual a 23,0 °C, seguido pelos sistemas SAF, MP, MA e FL, com medianas de 22,05; 22,0 21,05 e 21,00 °C, respectivamente. Por outro lado, os maiores valores de conteúdo de água do solo (Figura 4B) foram observados na seguinte ordem crescente: MA (3%), SAF (4%), MP (4%), AD (4,5%) e FL (6%). Estas são características interessantes, pois evidencia que os sistemas de uso da terra que possuem cobertura vegetal densa apresentam baixas temperaturas edáfica, entretanto, ao que se se diz respeito ao teor de água (Figura 1B), foi observado que os sistemas de uso de terra FL (5,5%) e AD (4,5%) possuem um elevado conteúdo de água no solo, enquanto as demais áreas SAF, MP e MA possuem 4,0%, 4,0% e 3,5%, respectivamente, com isso essas características podem influenciar a dinâmica de decomposição dos resíduos vegetais que são depositados na superfície do solo, sobretudo, pela atividade dos microorganismos edáficos.

FIGURA 1. Distribuição de frequência da temperatura edáfica (°C) (A) e umidade do solo (%) (B) em sistemas sob diferentes sistemas de uso de solo e floresta.



O delineamento experimental da respiração edáfica foi o inteiramente casualizado com 5 repetições por tratamento (áreas), seguindo o arranjo fatorial de 5 × 2 (sistema × turno). Utilizaram-se os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett para verificar a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias, respectivamente. Refutando a hipótese de igualdade entre os tratamentos, aplicou-se o teste de Tukey ($p \leq 0.05$) para analisar a diferença entre as médias. A análise estatística foi realizada mediante o uso do software R, versão 4.1.0 (R CORE TEAM, 2021).

3. Resultados e Discussão

Segundo a análise de variância (Tabela 1), houve efeito significativo entre os tratamentos na primeira coleta das litter bags, considerando ambas as espécies *G. sepium* e a *S. terebinthifolius* o efeito só foi significativo ($p < 0,01$) para a primeira coleta.

TABELA 1. Massa remanescente de plantas em duas espécies (*Gliricidia Sepium* e *Schinus terebinthifolius*) e diferentes sistemas (FL, SAF, MA, MP e AD).

FV	GL	Quadrado Médio							
		0 dias	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias	75 dias	90 dias	
Espécie	1	-	2,614 ^{ns}	0,024 ^{ns}	4,503	10,614 ^{ns}	5,253 ^{ns}	12,704 ^{ns}	
Sistemas	4	-	14,846 ^{**}	11,592 ^{ns}	10,875	3,961 ^{ns}	5,233 ^{ns}	14,668 ^{ns}	
E × S	4	-	2,054 [*]	2,105 ^{ns}	2,695	5,120 ^{ns}	0,893 ^{ns}	7,464 ^{ns}	
Resíduo	10	-	0,588	4,487	3,782	4,798	1,618	7,597	
CV (%)	-	-	5,25	19,21	18,19	22,49	13,68	31,49	

GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ns, ***, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,0001$, $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

A diminuição efetiva do material foliar remanescente das espécies, ao longo dos 90 dias do estudo, nas condições edafoclimáticas da área experimental, resultou em diferenças significativas entre os valores médios dos tratamentos avaliados ($p < 0,05$). A tabela 2 apresenta as médias de massa remanescente por sistema de uso

da terra no tempo geral de coleta, para ambas as espécies. Observa-se que a massa remanescente da *G. sepium* e *S. terebinthifolius* foi estatisticamente semelhante no sistema de SAF nos 90 dias. Para a área MP a massa remanescente das espécies da *G. sepium* e *S. terebinthifolius* foi estatisticamente semelhante entre os 90 dias. As demais áreas estudadas não tiveram semelhanças no desdobramento da massa remanescente. Deve-se destacar que estas duas espécies apresentaram uma taxa de decomposição relativamente rápida, visto que aos 90 dias, mais de 50 % da fração foliar de ambas as espécies havia sido decomposta, independente do sistema avaliado.

TABELA 2. Desdobramento da massa remanescente de plantas em duas espécies (*Gliricidia Sepium* e *Schinus terebinthifolius*) e diferentes sistemas (FL, SAF, MA, MP, AD)

Sistemas	Espécie	
	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Schinus terebinthifolius</i>
Área degradada	15,86bA	17,93Aa
Floresta	13,07aB	12,84aB
M. de Palma	16,55aA	16,12aA
Mandala	12,98bB	15,47aA
SAF	12,81aB	12,52aB

^{a,b}Médias seguidas por diferentes letras minúsculas diferem de acordo com o teste F ($P < 0,05$) para o espécie; ^{A,B}Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas diferem de acordo com o teste o teste Tukey ($P < 0,05$) para os sistemas.

A influência do tempo de uso e manejo do solo sobre a decomposição da matéria orgânica e a liberação de CO₂ é um aspecto crucial a ser considerado, e os resultados apresentados sugerem que as diferentes práticas de manejo podem resultar em padrões heterogêneos de decomposição. O estudo de Bauer et al. (2016) destaca a variabilidade potencial na decomposição, mesmo em áreas geograficamente próximas e sob o mesmo regime climático, enfatizando a importância de avaliar os sistemas de uso da terra individualmente. Gomes et al. (2021) também verificaram influência dos sistemas de uso e manejo do solo sobre a decomposição da biomassa seca de *G. sepium*, sendo o sistema agroflorestal, constituído de gliricídia e café, o sistema que apresentou maiores taxas de decomposição, sugerindo, portanto, que está leguminosa pode ser indicada para suprir a demanda de biomassa e a oferta de nutrientes em sistemas agroflorestais.

No que diz respeito à liberação de CO₂ do solo, os resultados da respirometria de campo indicam uma variação significativa entre os diferentes sistemas de uso da terra (Figura 1). Durante o período diurno quando comparado com o período noturno, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, sugerindo uma faixa relativamente consistente de emissões de CO₂, variando entre 40,0 a 280,0 mg m⁻²h⁻¹. Essa constância pode ser atribuída a fatores como a atividade biológica e a temperatura do solo, que influenciam as taxas de decomposição.

A análise mais detalhada do comportamento do CO₂ edáfico ao longo do tempo revela padrões distintos em cada área estudada. Na área FL (Figura 2A), há uma tendência de decréscimo nos níveis de CO₂, indicando possivelmente uma estabilização nos processos de decomposição ao longo dos meses.

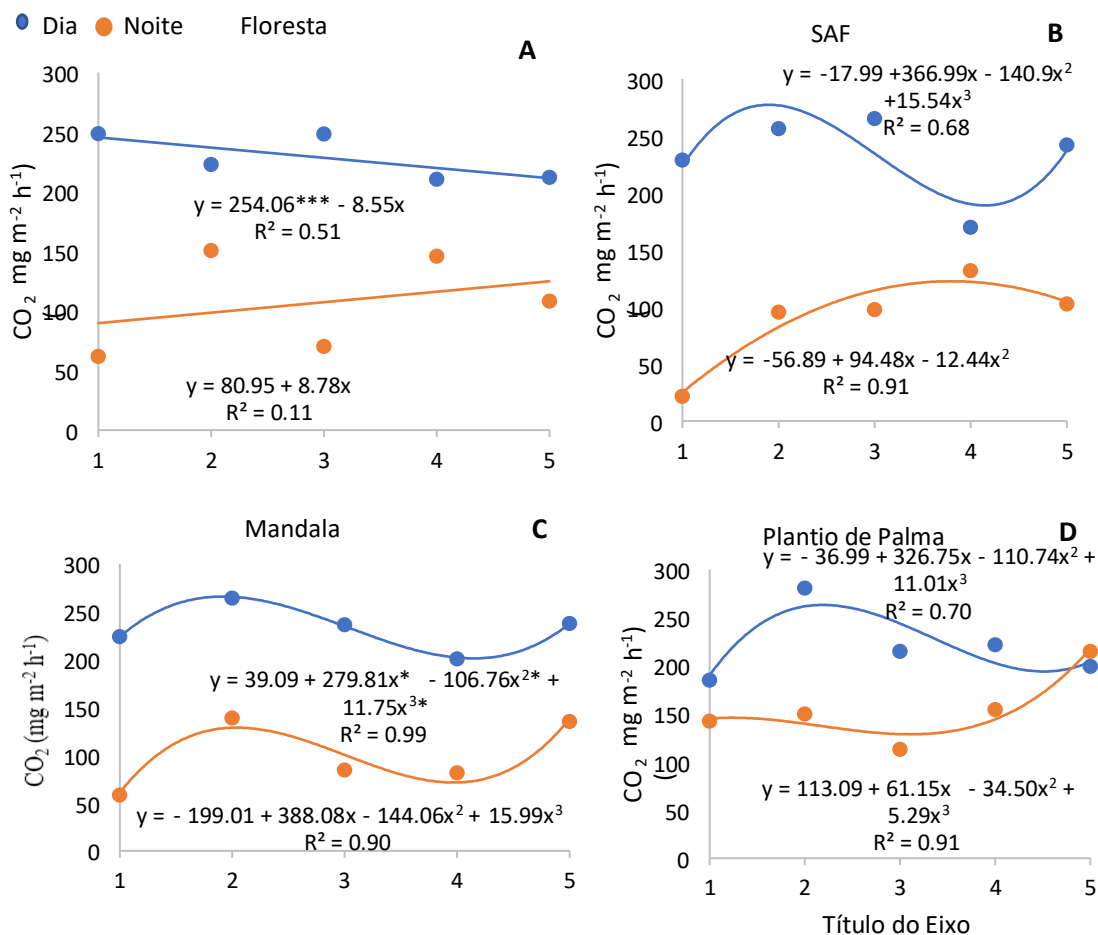
No SAF (Figura 2B), a regressão polinomial revela flutuações nos níveis de CO₂, com um aumento nos meses de fevereiro, março e abril, seguido por uma queda em maio e novo aumento em junho. Essas variações podem estar associadas a

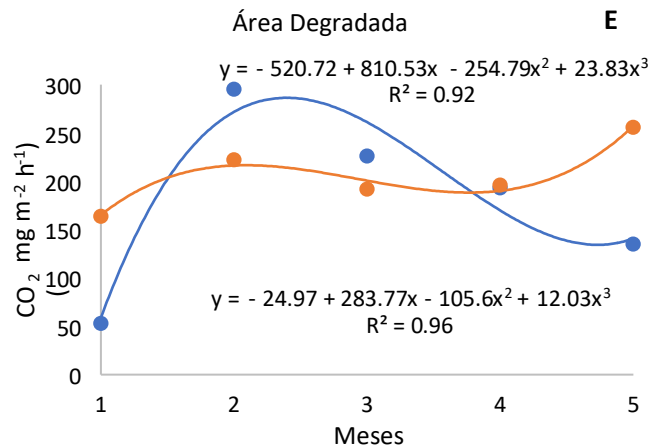
eventos sazonais, mudanças na disponibilidade de material orgânico e atividade microbiana.

Nas áreas de MA (Figura 2C), MP (Figura 2D) e AD (Figura 2E), as regressões polinomiais destacam padrões específicos de elevação e redução nos níveis de CO₂ ao longo do tempo. Essas flutuações podem estar relacionadas a fatores como sazonalidade, práticas de manejo, e a disponibilidade e qualidade do material orgânico no solo.

A análise conjunta desses resultados destaca a complexidade das interações entre uso da terra, manejo do solo, e dinâmica de decomposição. A compreensão desses padrões é essencial para a implementação de práticas de manejo sustentáveis, visando otimizar a ciclagem de nutrientes e mitigar os impactos ambientais associados à liberação de CO₂. Esses resultados também sublinham a necessidade de uma abordagem integrada e contextualizada ao se considerar as particularidades de cada sistema de uso da terra.

FIGURA 2. Evolução do CO₂ edáfico diurno e noturno em diferentes sistemas de uso da terra, em função do tempo (meses), em áreas de Brejo de Altitude em Bananeiras, Paraíba, Brasil. FL (A); SAF (B); MA (C); MP (D); AD (E).





Os resultados da análise do CO₂ edáfico durante o período noturno fornecem uma visão complementar aos padrões observados durante o período diurno, acrescentando nuances importantes à compreensão da dinâmica do carbono no solo nos diferentes sistemas de uso da terra.

Na área FL (Figura 2A), a regressão linear indica um aumento gradual nos níveis de CO₂ edáfico durante a noite, atingindo um pico em junho. Esse padrão pode estar relacionado a processos metabólicos específicos de microorganismos do solo, ativados durante a noite, que contribuem para a liberação de CO₂. O aumento nos níveis noturnos pode, também, ser influenciado por fatores como a decomposição contínua de material orgânico e a liberação gradual de compostos voláteis do solo.

Na área SAF (Figura 2B), a regressão polinomial revela uma flutuação nos níveis de CO₂ noturno, com um aumento nos primeiros meses, seguido por uma queda em maio e um segundo aumento em junho. Essas variações podem estar associadas a ciclos de atividade biológica, influenciados pela disponibilidade de substratos orgânicos e condições climáticas noturnas.

Na área de MA (Figura 2C), a regressão polinomial mostra um aumento nos níveis de CO₂ noturno nos primeiros meses, seguido por uma queda em abril e maio, com uma retomada do aumento em junho. Essa dinâmica pode ser atribuída a processos sazonais e às características específicas da matéria orgânica presente no solo.

O padrão observado na área de MP (Figura 2D) indica uma variação complexa nos níveis de CO₂ durante a noite, com aumentos e quedas ao longo dos meses. Essas flutuações podem refletir interações complexas entre fatores como temperatura, umidade e disponibilidade de nutrientes, influenciando a atividade microbiana noturna.

Na área de AD (Figura 2E), a regressão polinomial revela uma variação nos níveis noturnos de CO₂, com aumento nos primeiros meses, seguido por uma queda em abril e maio, e um novo aumento em junho. Essas mudanças podem ser resultado da dinâmica dos processos biológicos e da resposta do solo às práticas de manejo adotadas.

A diferença entre os padrões diurnos e noturnos de CO₂ entre os sistemas destaca a complexidade desses processos e a influência de fatores como umidade e temperatura na atividade metabólica dos organismos do solo. De tal modo, Giovanetti et al. (2019), ao quantificarem a respiração microbiana do solo em diferentes sistemas de cultivo (solo desnudo, horta mandala e pomar orgânico), constataram que as práticas de manejo do solo têm relação direta com a respiração edáfica e sugerem a

técnica de plantio direto como atenuante à temperatura superficial e benéfica à biota do solo.

Assim, o equilíbrio entre a entrada e saída de carbono do solo exerce influências significativas nas concentrações de CO₂ atmosférico, e a maneira como a ocupação e manejo do solo são conduzidas pode impactar esse processo, alterando o fluxo de CO₂ do solo para a atmosfera (emissão) ou da atmosfera para o solo (sequestro). Portanto, há um crescente o interesse em realizar o sequestro de carbono em solos agrícolas como uma estratégia para mitigar o aumento dos níveis de CO₂ na atmosfera (Santos, 2019). Quanto maior o a quantidade de carbono armazenado no solo na forma de matéria orgânica, mais vida será sustentado no solo, resultando numa melhor conservação da umidade e maior disponibilidade de nutrientes para as plantas.

4. Conclusão

Os diferentes sistemas de cultivo e floresta influenciam a decomposição da fitomassa foliar da *G. sepium* e *S. terebinthifolius*. As espécies *G. sepium* e *S. terebinthifolius* apresentam rápida taxa de decomposição no período avaliado, considerando todos os sistemas.

A velocidade de decomposição de *G. sepium* é maior no sistema de cultivo no MP, seguido pela AD, FL, MA e SAF, nessa ordem. A velocidade de decomposição da *S. terebinthifolius* é maior na área AD, seguido pela MP, MA, FL e SAF, nessa ordem.

A temperatura edáfica, o conteúdo de água do solo e as características físico-químicas do material vegetal são fatores que influenciam fortemente a decomposição foliar.

As diferentes formas de uso e cobertura da terra interferem na respiração edáfica.

Sistemas com maior intervenção antrópica liberam mais CO₂ para atmosfera. Áreas de vegetação natural funcionam como receptoras e poços de CO₂.

O sistema do SAF emite maior quantidade de CO₂, seguido pela MA, AD, MP e FL, nessa ordem. A emissão de CO₂ é maior no período diurno em relação ao noturno. A temperatura e umidade do solo influenciam na dinâmica e o ciclo do carbono.

Referências

ALLARDICE, P. B. K.; HUTCHISON F. Segredos e virtudes das plantas medicinais. Rio de Janeiro: Editora Reader's Digest Brasil Ltda, 1999.

ALVES, A. R.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; CAMPOS, M. C. Decomposição de resíduos vegetais de espécies da Caatinga, na região de Patos, PB. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 1, n. 1, p. 57-63, 2006.

BALDANI, J.I. et al. Recent advances in BNF with non-legume plants. Soil Biology and Biochemistry, Oxford, v. 29, p. 911-922, 1997.

BAUER, D.; SANTOS, E. L.; SCHMITT, J. L. Avaliação da decomposição de serapilheira em dois fragmentos de Caatinga no Sertão Paraibano. Pesquisas Botânica, n. 69, p. 307-318, 2016.

BAYER, C.; GOMES, J.; ZANATTA, J. A.; VIEIRA, F. C. B.; DIECKOW, J. Mitigating greenhouse gas emissions from a subtropical Ultisol by using long-term no-tillage in combination with legume cover crops. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 161, p. 86-94, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.still.2016.03.011>

CAPUANI, S.; RIGON, G. P. J.; BELTRÃO, M. E. N.; BRITO NETO, F. J. Atividade microbiana em solos, influenciada por resíduos de algodão e torta de mamona. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 16, n. 12, p. 1269–1274, dez. 2012.

CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: EMBRAPA, 1994.

CHAGNON, P. L. et al. A trait-based framework to understand life history of mycorrhizal fungi. *Trends in Plant Science*, Oxford, v. 18, p. 484-491, 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2009.

GADELHA NETO, P. C.; BARBOSA, M. R. de V. Levantamento preliminar da família Anacardiaceae na Paraíba. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 49., 1998, Salvador. Resumos. Salvador: Universidade Federal da Bahia: Instituto de Biologia, 1998. p. 126.

GILLER, P.S. The diversity of soil communities, the 'poor man's tropical rainforest'. *Biodiversity and Conservation*, London, v. 5, p. 135-168, 1996.

GOMES, D. S.; BARBOSA, A. S.; SANTOS, T. M.; SANTOS, S. K.; SILVA, J. H. C. S.; AQUINO, I. S. Cinética de liberação de CO₂ e decomposição da fitomassa em sistemas de uso e manejo do solo. *Research, Society and Development*, v.10, n.1, p.e9810111413, 2021.

GRISI, B. M. Método químico de medição da respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. *Ciência e Cultura*. v.30, n.1, p.82-88, 1978.

KLEPPER, B.; KASPAR, T. C. Rhizotrons Their Development and Use in Agricultural Research. *Agronomy Journal*, 86, 745-753 (1994).

GUERRA, M. J .M; BARREIRO, M.L; RODRIGUEZ, Z. M; Rubaicaba Y. Actividad antimicrobiana de un extracto fluido al 80% de *Schinus terebinthifolius* Raddi (copal). *Rev Cub Plantas Med* 5: 23-25, 2000.

MARIN, A. M. P. et al. Gliricídia: árvore alternativa para o semiárido brasileiro. Campina Grande: INSA, 2012, 12p.

MIRANSARI, M. Soil microbes and the availability of soil nutrients. *Acta Physiologiae Plantarum*, Paris, v. 35, p. 3075-3084, 2013.



MORITA, T. & ASSUMPÇÃO, R. M. V. (2001). Manual de soluções, Reagentes & Solventes: Padronização, Preparação, Purificação. 11.ed., Edgard Blücher.

OLIVEIRA, A. M.; BARRETO-GARCIA, P. A. B.; NOVAES, A. B.; CARVALHO, F. F.; MEIRELES, I. E. S. Decomposição da serapilheira foliar em plantios de bambu, nim indiano e eucalipto. *Ciência Florestal*, v. 30, n. 3, p. 845-855, jul./set., 2020.

PAULA, P. D.; CAMPELLO, E. F. C.; GUERRA, J. G. M.; SANTOS, G. A.; RESENDE, A. S. Decomposição das podas das leguminosas arbóreas *Gliricidia sepium* e *Acácia angustissima* em um Sistema Agroflorestal. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 791-800, jul./set., 2015.

R CORE TEAM. The R Project for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em 16 jul.2022.

RAYMOND, J. et al. The natural history of nitrogen fixation. *Molecular Biology and Evolution*, Chicago, v. 21, p. 541–554, 2004.

SANTOS, T. C. S. Impactos das mudanças de uso da terra e manejo nos estoques de carbono do solo em diferentes biomas brasileiros. 69f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2019.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. J.; GRISI, B.M.; HUNGRIA, M. Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão; Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 142 p. (EMBRAPA-CNPAP. Documento, 45).

SOUSA, I. R. L.; PAULETTO, D.; LOPES, L. S. S.; RODE, R.; PELEJA, V. L.; FREITAS, B. B. Taxa de decomposição foliar de espécies utilizadas em sistemas agroflorestais. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 15, n. 2, p. 118-126, 2020.

THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. *Soil Biology and Biochemistry*, v.