

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS**

**DECOMPOSIÇÃO DA BIOMASSA FOLIAR E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES  
ENVOLVENDO ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS EM SISTEMA  
AGROFLORESTAL BIODIVERSO**

**Suelem Guevara da Silva**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2016**

**Suelem Guevara da Silva**

**DECOMPOSIÇÃO DA BIOMASSA FOLIAR E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES  
ENVOLVENDO ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS EM SISTEMA  
AGROFLORESTAL BIODIVERSO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral/Bioprospecção, da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Biologia Geral.

Orientador: Prof. Dr. Milton Parron Padovan

Coorientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Zefa Valdivina Pereira

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586d Silva, Suelem Guevara Da

Decomposição da biomassa foliar e liberação de nutrientes envolvendo espécies arbóreas nativas em Sistema Agroflorestal Biodiverso [recurso eletrônico] / Suelem Guevara Da Silva. -- 2018.  
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Milton Parron Padovan.

Coorientadora: Zefa Valdivina Pereira.

Dissertação (Mestrado em Biologia Geral/Bioprospecção)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2016.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Ciclagem de nutrientes. 2. Taxa de decomposição. 3. Fertilidade do solo. 4. Agrofloresta. 5. Serviços ambientais. I. Padovan, Milton Parron. II. Pereira, Zefa Valdivina. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

“DECOMPOSIÇÃO DA BIOMASSA FOLIAR E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES ENVOLVENDO ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS EM SISTEMA AGROFLORESTAL BIODIVERSO”.

POR

**SUELEM GUEVARA DA SILVA**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS (UFGD), COMO PARTE DOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM BIOLOGIA GERAL - ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: “BIOPROSPECÇÃO”.



PROF. DR. MILTON PARRON PADOVAN  
ORIENTADOR – UFGD



PROFA. DRA. ANDREIA SANGALLI  
MEMBRO TITULAR – UFGD



PROFA. DRA. ALESSANDRA MAYUMI TOKURA ALOVISI  
MEMBRO TITULAR – UFGD

Aprovada em 09 de setembro de 2016.

## DEDICATÓRIA

*A Deus, a minha querida mãe Valdenice e pai Admilson, aos meus irmãos Silvia e Ricardo, ao meu esposo e a todos os meus amigos que estiveram comigo em todos os momentos do meu Mestrado e contribuíram para a realização desse sonho, dedico...*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado o dom da vida e por ter permitido que eu chegasse até aqui.

Aos meus pais, Admilson Antônio da Silva e Valdenice Guevara da Silva, por terem sido meu suporte e minha motivação neste período.

Ao meu esposo, Alexandre Hoffmester Parpinelli, por ter me apoiado em todas as minhas decisões, por toda paciência e carinho dedicado a mim.

À minha grande amiga Shaline Séfara Lopes Fernandes, por todo apoio, ensinamentos, paciência e carinho. Saiba que você foi minha inspiração para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Dr. Milton Parron Padovan, por todo tempo dedicado ao meu aprendizado, por toda compreensão e compartilhamento do saber.

Ao Joaquim José Castilho, grande amigo, agradeço pela companhia em minhas idas a campo e por todo apoio e ensinamento dedicado a mim.

À Embrapa Agropecuária Oeste, onde foi realizada a minha pesquisa a campo.

À todos do laboratório de solos da Embrapa Agropecuária Oeste, onde foram realizadas as análises das amostras, que serviram de base para este trabalho.

À CAPES, pelo apoio financeiro por meio da bolsa disponibilizada durante o curso de mestrado.

À Universidade Federal da Grande Dourados como um todo, por todo incentivo, e pela oportunidade de ter cursado este mestrado.



*“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer”*

**Mahatma Gandhi**

## RESUMO

SILVA, Suellem Guevara. **Decomposição da biomassa foliar e liberação de nutrientes envolvendo espécies arbóreas nativas em Sistema Agroflorestal Biodiverso**. 2016. 41 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral). Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2016.

Os sistemas agroflorestais (SAFs) atualmente têm sido uma alternativa sustentável bastante promissora para promover a fertilidade e conservação do solo principalmente pela ausência de práticas agrícolas convencionais agressivas ao meio ambiente, e economicamente viável por ser possível obter renda com a produção de alimentos consorciado com a produção florestal. Nesse sentido, esse estudo objetivou avaliar a decomposição da biomassa e a liberação de nutrientes das folhas de diferentes espécies arbóreas presentes num SAF Biodiverso localizado na Emprapa Agropecuária Oeste. Para avaliar a decomposição de 11 espécies arbóreas nativas de um SAF Biodiverso foram instalados 264 *litter bags*, sendo 44 retirados em intervalos de 30, 60, 90, 120, 150, 180 dias, onde utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Na análise da decomposição, as amostras foram acondicionadas em estufa para secagem e depois pesadas para aferir a massa remanescente. Todas as espécies avaliadas neste estudo são potenciais para composição de SAFs. As espécies, *Maclura tinctoria*, *Schinus Schinus terebinthifolia*, *Croton urucurana* e *Celtis iguanea*, apresentaram rápida decomposição da biomassa. A maior liberação dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg foi observada nas espécies *Maclura tinctoria*, *Schinus terebinthifolia*, *Croton urucurana*.

**Palavras-chave:** Taxa de decomposição; fertilidade do solo; diversidade de espécies

## ABSTRACT

SILVA, Suellem Guevara. **Decomposition of leaf biomass and nutrient release involving native tree species in the Biodiverse Agroforestry Systems.** 2016. 41 f. Dissertation (Master in General Biology). Faculty of Biological and Environmental Sciences, Federal University of Grande Dourados, Dourados, MS, 2016.

Agroforestry systems (AS) have now been a promising sustainable alternative to promote soil fertility and conservation mainly due to the absence of conventional agricultural practices that are aggressive to the environment, and economically viable because it is possible to obtain income from food production that is consortium with forest production. In this sense, this study aimed to evaluate the decomposition of biomass and the release of nutrients from leaves of different tree species present in a Biodiverse Agroforestry Systems located in Emprapa Agropecuária Oeste. In order to evaluate the decomposition of 11 native tree species of a Biodiverse Agroforestry Systems, 264 litter bags were installed, 44 of which were removed at intervals of 30, 60, 90, 120, 150, 180 days, using a completely randomized design (DIC). In the analysis of the decomposition, the samples were conditioned in an oven for drying and then weighed to measure the remaining mass. All the species evaluated in this study are potential for composition of Biodiverse Agroforestry Systems. The species, *Maclura tinctoria*, *Schinus terebinthifolia*, *Croton urucurana* and *Celtis iguanea*, presented rapid decomposition of the biomass. The highest release of the macronutrients N, P, K, Ca and Mg was observed in the species *Maclura tinctoria*, *Schinus terebinthifolia*, *Croton urucurana*.

**Keywords:** Decomposition rate; soil fertility; species diversity

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

**Figura 1.** Localização do sistema agroflorestal biodiverso estudado. Dourados, MS, Brasil, 2016.

**Figura 2.** Precipitações e temperaturas médias durante o período de novembro de 2014 a maio de 2015), em Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Fonte: Embrapa (2015).

**Figura 3.** Disposição dos *litter bags* sob a copa das árvores em um sistema agroflorestal biodiverso, em Dourados, MS, Brasil, em 2014.

**Figura 4.** Massa foliar remanescente de seis espécies arbóreas nativas em um Sistema Agroflorestal Biodiverso no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, durante o período de 180 dias.

**Figura 5.** Massa remanescente de cinco espécies arbóreas nativas em um Sistema Agroflorestal Biodiverso no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, em 2014 e 2015.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Espécies arbóreas estudadas em um sistema agroflorestal biodiverso durante o período de 2014 a 2015. Dourados, MS, Brasil, 2016.

**Tabela 2.** Constante de decomposição ( $k$ ) e tempo de meia-vida ( $t^{1/2}$ ) das folhas de 11 espécies arbóreas em um SAF Biodiverso durante 180 dias, em Dourados, MS, no período de 2014 a 2015.

**Tabela 3.** Nitrogênio remanescente na biomassa foliarem decomposição oriundo de espécies arbóreas ativas em um sistema agroflorestal biodiverso no Município de Dourados, MS

**Tabela 4.** Fósforo (P) remanescente na biomassa foliarem decomposição oriundo de espécies arbóreas ativas em um sistema agroflorestal biodiverso no Município de Dourados, MS.

**Tabela 5.** Potássio (K) remanescente na biomassa foliarem decomposição oriundo de espécies arbóreas ativas em um sistema agroflorestal biodiverso no Município de Dourados, MS.

**Tabela 6.** Cálcio (Ca) remanescente na biomassa foliarem decomposição oriundo de espécies arbóreas ativas em um sistema agroflorestal biodiverso no Município de Dourados, MS

**Tabela 7.** Magnésio (Mg) remanescente na biomassa foliarem decomposição oriundo de espécies arbóreas ativas em um sistema agroflorestal biodiverso no Município de Dourados, MS

**Tabela 8.** Características de 11 espécies nativas de um SAF biodiverso, 2014.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	6
ABSTRACT .....	7
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
2.1 Descrição da área de estudo.....	14
2.2 Decomposição da serapilheira e liberação de nutrientes .....	16
2.3 Análise dos dados .....	17
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
3.1 Decomposição da biomassa.....	18
3.2 Dinâmica de liberação de nutrientes.....	25
3.2.1 Nitrogênio.....	25
3.2.2 Fósforo.....	27
3.2.3 Potássio.....	30
3.2.4 Cálcio.....	32
3.2.5 Magnésio .....	34
3.3 Recomendações .....	36
4 CONCLUSÕES .....	38
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38

## 1 INTRODUÇÃO

A garantia da segurança alimentar e a produção de alimentos pode ser comprometida pela baixa disponibilidade de nutrientes nos solos, ou seja, pela falta de nutrientes necessários que o tornam produtivo. Uma das alternativas para que seja feita a reposição desses nutrientes é a utilização de espécies arbóreas no sistema de produção, que realizam eficientes ciclagens de nutrientes, ajudando a manter a fertilidade do solo, reduzindo a busca dos agricultores por adubos minerais (AJAYI, 2007).

Nesse contexto, os sistemas agroflorestais (SAFs) biodiversos têm se caracterizado como alternativas sustentáveis e bastante promissoras por influenciarem positivamente na conservação do solo e promover a melhoria da sua fertilidade. Além disso, podem ser economicamente viáveis por possibilitarem a obtenção de renda com a produção de alimentos obtidos por meio de cultivos agrícolas consorciados com espécies florestais (LIMA et al., 2007).

Um dos fatores fundamentais que confere aos SAFs o aumento da fertilidade do solo é a composição de espécies arbóreas, ou seja, quanto maior a diversidade de espécies, maior a diversidade de nutrientes a ser aportado. As árvores são fundamentais para a ciclagem de nutrientes, que ocorre através da deposição de serapilheira (material senescente), e ao decompor contribui para melhorias nas propriedades físicas, química e biológicas do solo (TORRES; PEREIRA, 2008; CUNHA NETO et al., 2013).

No entanto, ainda é escasso na literatura pesquisas voltadas para a compreensão das espécies arbóreas nativas com maiores potenciais para composição de SAFs, bem como, maiores informações de como ocorre o processo de transferência dos nutrientes para o solo, através destas espécies (ISAAC, 2005; DUARTE et al., 2013).

Pagano e Durigan (2000) ressaltam que, para entender como ocorre a ciclagem de nutrientes, são necessários estudos sobre a produção e decomposição da serapilheira produzida por espécies arbóreas. Trabalhos sobre a produção e decomposição de serapilheira, aliado à liberação de nutrientes, têm sido considerados indicadores importantes para averiguar níveis de sustentabilidade em solos e a sustentação e conservação do meio ambiente (GISLER, 1995; FERNANDES et al., 2006).

Em programas de restauração ambiental, um dos indicadores mais utilizados é a taxa de decomposição do material vegetal de diferentes espécies e o tempo que o material vegetal leva para se decompor no ambiente, pois tem sido fundamental para auxiliar na

escolha das espécies para recuperação de áreas degradadas. Assim, através desse indicador, pode-se conhecer o potencial destas espécies para promoverem a ciclagem dos nutrientes, além de contribuir para a proteção do solo (ARATO, 2006).

Duarte et al. (2013) observaram que a diversificação de espécies arbóreas na implantação de SAFs garantem maior diversidade de materiais orgânicos acumulado, pois a serapilheira de cada espécie tem características peculiares, e cada uma possui uma taxa de decomposição distinta, podendo ser mais acelerada ou mais lenta.

Um dos desafios mais importantes em SAFs é o manejo de nutrientes, ou seja, selecionar plantas que possuam na serapilheira, os nutrientes suficientemente adequados para atender às necessidades das culturas cultivadas em sistemas de baixa entrada de nutrientes, onde essas plantas, contribuem para a entrada de nutrientes no solo (PARTEY et al., 2011).

Há várias técnicas para esse tipo de estudo, porém a mais utilizada é por meio de “*litter bags*” (ALBERS et al., 2004). Os autores esclarecem que *litter bags* consistem em sacolas de polivinil, com malhas de diferentes dimensões, as quais são confeccionadas para acondicionar os materiais orgânicos em estudo. Nessas sacolas são adicionadas uma fração de folhas das espécies arbóreas estudadas para decomposição. Posteriormente são distribuídas aleatoriamente na superfície do solo, na base das árvores, sendo retiradas em datas preestabelecidas para análise do material remanescente.

No Brasil há diversos estudos avaliando a liberação de nutrientes em sistemas agroflorestais (ARATO, 2006; FERNANDES et al., 2006; DUARTE, 2007; OLIVEIRA et al., 2009; SCHUMACHER et al., 2013; VIEIRA et al., 2014; PAULA et al., 2015) e em outros países como Espanha (OURO et al., 2001), Japão (ALHAMD et al., 2004), Turquia (SARIYILDIZ et al., 2005), Argentina (VIVANCO et al., 2008), Bangladesh (HASANUZZAMAN et al., 2014) e Bênin-Oeste africano (GUENDEHOU et al., 2014). Atualmente, estudos dessa natureza não foram realizados no Mato Grosso do Sul, ressaltando a relevância dessa pesquisa.

Nesse contexto, com o intuito de colaborar com a comunidade científica e fornecer subsídios para recuperação de áreas degradadas e implantação de sistemas agroflorestais biodiversos, desenvolveu-se um estudo com o objetivo de conhecer a dinâmica de decomposição da biomassa e da liberação de nutrientes envolvendo diferentes espécies arbóreas nativas implantadas em um sistema agroflorestal em bases agroecológicas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Descrição da área de estudo

As espécies arbóreas estudadas fazem parte de um sistema agroflorestal biodiverso localizado na BR 163, km 253, Município de Dourados, região Sul do estado de Mato Grosso do Sul, na Latitude Sul 22° 16' 49,2'' e Longitude Oeste 54°49' 5,8'', altitude média de 408 m (Figura 1).

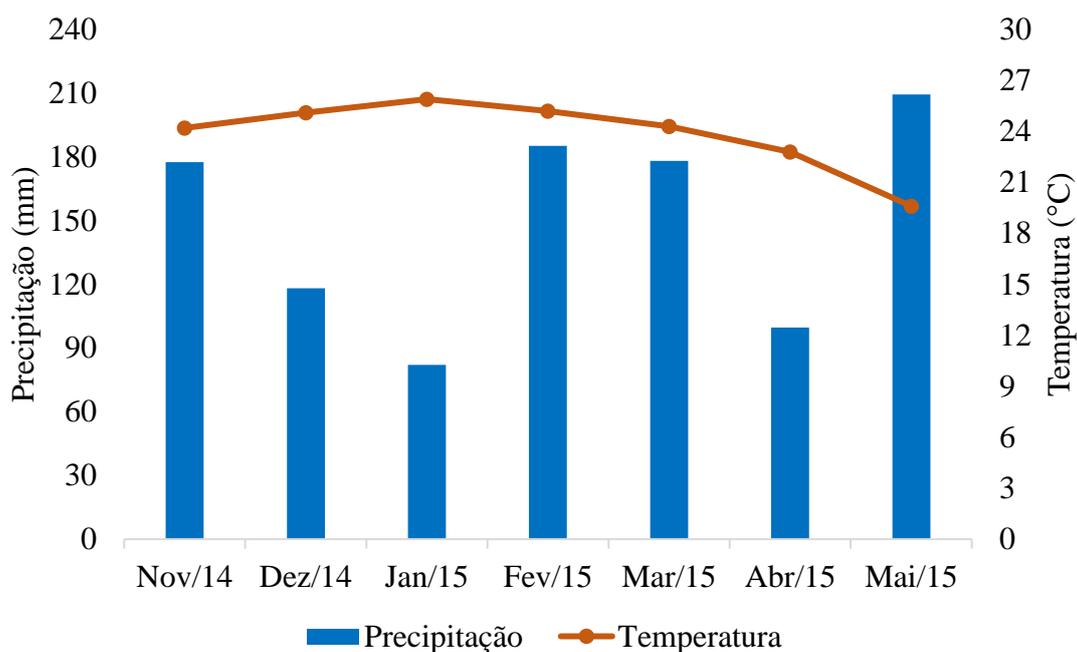


**Figura 1.** Localização do sistema agroflorestal biodiverso estudado. Dourados, MS, Brasil, 2016.

O estudo foi realizado de novembro de 2014 a maio de 2015. A formação florestal no entorno da área experimental é característica do Bioma Mata Atlântica (IBGE, 1992) e de acordo com Veloso et al. (1991), é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Submontana. O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho distroférico (SANTOS et al., 2006).

O SAF foi implantado em fevereiro de 2007 numa área de 0,5 ha, onde foi arranjado em 14 linhas de plantio espaçadas em 5 m, acompanhando as curvas de nível existentes na área. No ano de 2014, as árvores implantadas apresentavam uma altura média de 4,5 m e diâmetro médio de 10 cm.

Durante o período de experimentação (novembro de 2014 a maio de 2015), a temperatura média foi de 23,9°C e a precipitação média foi de 150 mm (EMBRAPA, 2015). Nos meses de novembro, fevereiro, março e maio, observou-se maior índice de precipitação; já nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, registraram-se as maiores temperaturas (Figura 2).



**Figura 2.** Precipitações e temperaturas médias durante o período de novembro de 2014 a maio de 2015), em Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.  
Fonte: Embrapa (2015).

Na seleção as espécies arbóreas nativas buscou-se as espécies com no mínimo 4 indivíduos, sendo assim, foram selecionadas 11 (onze) espécies arbóreas nativas qualificadas, quanto aos grupos ecológicos, como de pioneiras e secundárias, as quais pertencem a 07 (sete) famílias (Tabela 1).

**Tabela 1.** Espécies arbóreas estudadas em um sistema agroflorestal biodiverso durante o período de 2014 a 2015. Dourados, MS, Brasil, 2016.

Família	Nome científico	Nome Popular	Grupo ecológico
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	<i>M. urundeuva</i>	Secundária Tardia
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	<i>S. terebinthifolia</i>	Pioneira
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	<i>C. trichotoma</i>	Secundária inicial
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	<i>T. micrantha</i>	Pioneira
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	<i>C. iguanaea</i>	Pioneira
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	<i>C. floribundus</i>	Pioneira
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra-d'água	Pioneira
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	<i>G. ulmifolia</i>	Pioneira
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Martius & Zucarini	<i>L. divaricata</i>	Secundária inicial
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	<i>M. tinctoria</i>	Pioneira

## 2.2 Decomposição da serapilheira e liberação de nutrientes

Foram utilizadas amostras homogêneas de 60 gramas de folhas inteiras retiradas dos lados norte, sul, leste e oeste da copa das árvores, as quais foram previamente coletadas de cada espécie, sendo posteriormente acondicionadas nos *litter bags*.

Os *litter bags* são confeccionados a partir de material de polivinil, com malha de 4 mm e dimensões de 25 x 25 cm. Os *litter bags* foram dispostos aleatoriamente no solo, sob a copa das árvores (Figura 3).



**Figura 3.** Disposição dos *litter bags* sob a copa das árvores em um sistema agroflorestal biodiverso, em Dourados, MS, Brasil, em 2014.

Foram instalados 264 *litter bags* no sistema agroflorestal em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo 44 retirados em intervalos de 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias, correspondendo a 4 sacolas por espécie. As amostras equivalentes ao tempo zero foram submetidas a estufa a 60°C para secagem e posterior pesagem. As demais amostras coletadas nos intervalos estabelecidos, secadas e pesadas para avaliação da massa remanescente.

Depois da aferição da massa remanescente, o material remanescente nos *litter bags* foram transferidos para sacos de papel craft, os quais foram levados à estufa a 50°C. Por conseguinte, o material foi pesado e moído em moinho tipo Wiley para análise em laboratório dos teores nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

Para a determinação de N, foi utilizado o método de Dumas (WILES et al., 1998) e os demais elementos foram analisados após digestão nítrico-perclórica (MALAVOLTA et al., 1989). A determinação de P foi feita no espectrofotômetro; a do K por fotometria

de chama e as de Ca e Mg foram feitas por espectrofotometria de absorção atômica (WELZ, 1985).

As taxas de decomposição da serapilheira e liberação de nutrientes foram quantificadas mediante avaliações de medidas da perda de massa e de nutrientes, utilizando-se a seguinte equação para os cálculos: massa ou nutriente remanescente (%) = massa ou nutriente final / massa ou nutriente inicial x 100.

Após os cálculos das massas ou nutrientes remanescentes ao longo do período, as constantes  $k$  de decomposição e de liberação de nutrientes foram calculadas, segundo Thomas e Asakawa (1993), utilizando-se o modelo exponencial:

$X_t = X_o \cdot e^{-kt}$ , em que:  $X_t$  = peso do material seco remanescente ou do nutriente após  $t$  dias;  $X_o$  = peso do material seco ou nutriente colocado nos *litter bags* no tempo zero ( $t = 0$ );  $k$  é a constante de decomposição e  $t$  corresponde ao tempo em dias para liberar pelo menos 50% da biomassa ou do nutriente para o solo. Reorganizando essa equação, o cálculo da constante de decomposição ou valor  $k$ , foi calculado da seguinte forma:

$$k = - \ln (X / X_o) / t$$

O tempo de meia vida ( $t_{1/2}$ ) foi calculado segundo Rezende et al. (1997) pela equação:  $t_{1/2} = \ln (2) / K$ , em que:  $k$  = constante de decomposição calculada pela equação anterior ( $X_t = X_o \cdot e^{-kt}$ ).

Para compreender a dinâmica da massa remanescente, avaliou-se a constante de decomposição ( $k$ ), sendo que valores acima de 1 indicam que a decomposição tende a ser mais rápida e valores menores que 1 mostram que a decomposição ocorreu de forma lenta (DUARTE, 2007).

### 2.3 Análise dos dados

Para avaliar a dinâmica da decomposição ao longo do tempo, foram elaboradas curvas de regressão da perda de massa das folhas das espécies arbóreas a partir dos valores de massa foliar inicial e remanescente. Foi realizada a correlação linear simples de Pearson ( $r$ ) entre a constante de decomposição ( $k$ ) e tempo de meia-vida ( $t_{1/2}$ ).

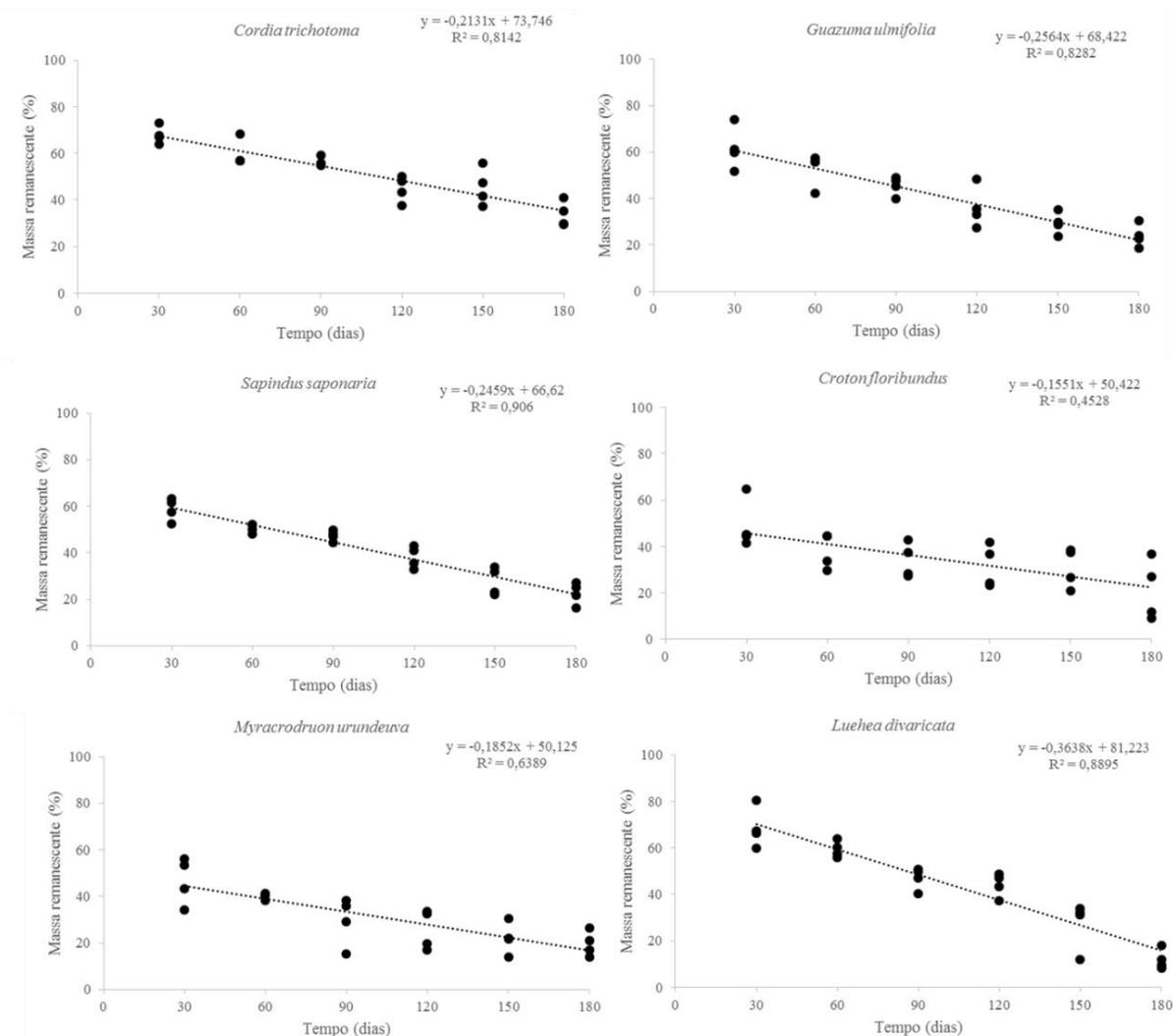
A análise dos dados de ciclagem de nutrientes das diferentes espécies foram verificadas estatisticamente por uma Anova, seguida pelo teste de SNK a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas por meio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Decomposição da biomassa

Na dinâmica da massa remanescente (MR), observou-se um comportamento peculiar de cada espécie quanto à sua decomposição, sendo algumas com decomposição mais acelerada e outras com decomposição mais lenta, sendo perceptível a formação de dois grupos distintos.

Dentre as espécies avaliadas, nos primeiros 30 dias seis espécies liberaram de 32% a 53% do material para o solo por ocasião do processo de decomposição; no decorrer de 180 dias, registrou-se liberação da biomassa foliar de 66 a 88%, destacando-se com processos de decomposição mais rápida a *L. divaricata* (MR 30 D = 68,54%; MR 180 D = 11,92%), *C. trichotoma* (MR 30 D = 67,92%; MR 180 D = 33,94%), *G. ulmifolia* (MR 30 D = 61,73%; MR 180 D = 23,81%), *S. saponaria* (MR 30 D = 58,68%; MR 180 D = 22,54%), *C. floribundus* (MR 30 D = 49,05%; MR 180 D = 21,26%), e *M. urundeuva* (MR 30 D = 46,79%; MR 180 D = 19,61%) (Figura 4).



**Figura 4.** Massa foliar remanescente de seis espécies arbóreas nativas em um Sistema Agroflorestal Biodiverso no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, durante o período de 180 dias.

A espécie *C. trichotoma* manteve uma taxa de decomposição semelhante nos primeiros 60 dias (59,70%), diferenciando-se nos valores aos 90 dias (56,22%) e aos 180 dias (33,93% de MR) (Figura 4).

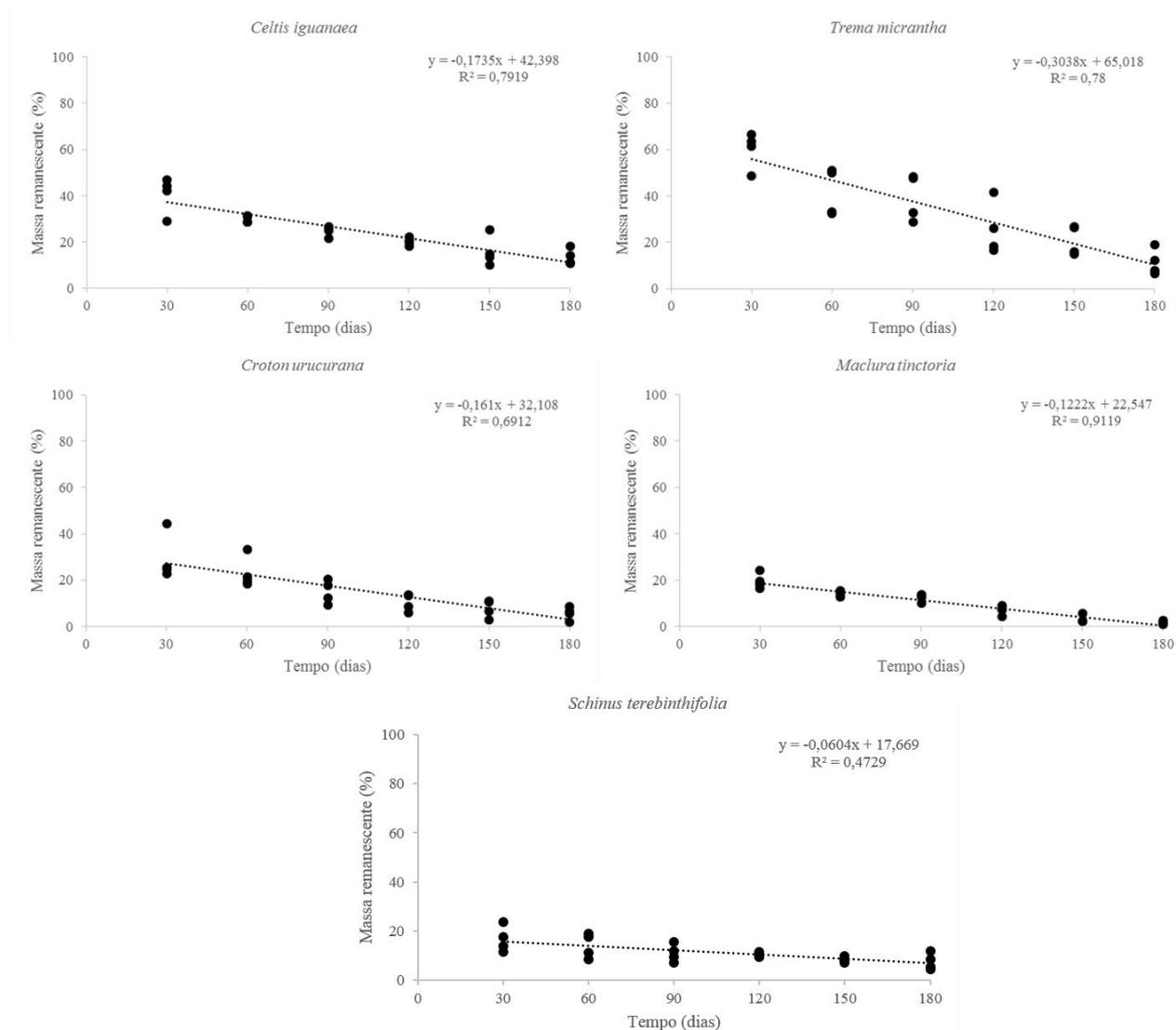
*L. divaricata* apresentou comportamento estável nos primeiros 60 dias de avaliação (59,30%); já aos 90 dias (46,96%) percebe-se uma queda na sua decomposição, mantendo-se até aos 120 dias (44,14%). Aos 150 dias, observa-se o ápice da sua decomposição, apresentando 27,26% de massa remanescente, chegando aos 180 dias com apenas 11,92% de MR (Figura 4).

*G. ulmifolia*, *S. saponaria*, *C. floribundus* e *M. urundeuva* apresentaram decomposição estável e gradativa ao longo dos 180 dias; a cada mês, a massa

remanescente foi diminuindo, chegando aos 180 dias com MR inferior a 24%, ou seja, decompondo mais de 76% da biomassa (Figura 4).

A decomposição mais lenta de algumas espécies pode ser em decorrência de maiores teores de lignina presentes nas folhas, que segundo Carvalho et al. (2010), é o componente mais resistente ao processo de degradação.

Outro grupo formado por 5 espécies apresentaram decomposição de 40 a 84% nos primeiros 30 dias, e ao longo de 180 dias a liberação de material para o solo foi de 87 a 98%, destacando-se: *T. micrantha* (MR 30 D = 59,94%; MR 180 D = 11,32%, *C. iguanaea* (MR 30 D = 40,59%; MR 180 D = 13,50%), *C. urucurana* (MR 30 D = 29,32%; MR 180 D = 5,66%), *M. tinctoria* (MR 30 D = 19,58%; MR 180 D: 1,68%), *S. terebinthifolia* (MR 30 D = 16,66 %; MR 180 D = 7,57%) (Figura 5).



**Figura 5.** Massa remanescente de cinco espécies arbóreas nativas em um Sistema Agroflorestal Biodiverso no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, em 2014 e 2015.

*T. micranta*, *C. iguanea* e *C. urucurana* apresentaram decomposição rápida ao longo dos 180 dias. *M. tinctoria* apresentou decomposição bastante acelerada ao longo dos 180 dias, pois aos 30 dias apresentava MR de apenas 19,50%, ou seja, 80,42% da sua biomassa já havia sido decomposta, restando aos 180 dias apenas 1,68% de MR (Figura 5).

*S. terebinthifolius* foi outra espécie que apresentou decomposição acelerada nos primeiros 30 dias de avaliação, restando apenas 16,66% de MR (83,34% da biomassa decomposta). A decomposição foi notória nos meses seguintes, e aos 180 dias esta espécie apresentou MR de 7,5%.

Duarte (2007), ao avaliar três espécies arbóreas (*C. urucurana*, *M. tinctoria* e *S. terebinthifolia*), observou que nos primeiros 15 e 30 dias houve perda superior a 70% de massa seca (MS) em todas as espécies. De acordo com Lupwayi et al. (2004), geralmente nos primeiros 15 dias ocorre a maior perda de compostos solúveis mais lábeis e de fácil decomposição. Depois deste período, a decomposição é mais lenta, pois inicialmente há uma quantidade maior de materiais facilmente decomponíveis como açúcares, aminoácidos e proteínas. À medida que o processo avança, há o predomínio dos materiais recalcitrantes como lignina, polifenóis e celulose.

Acredita-se que o processo de decomposição mantém a funcionalidade do sistema, possibilitando que parte do carbono incorporado na biomassa vegetal, retorne à atmosfera na forma de CO<sub>2</sub> e outra parte junto com os nutrientes seja incorporado ao solo. A variação nas taxas de decomposição da biomassa é causada por fatores internos, tais como: concentração de nutrientes, teores de lignina, relação entre teor de lignina e teor de nutrientes e relação C/N.

Hepp et al. (2009) mencionam que há grande variabilidade nos compostos, como alguns que inibem a atividade de organismos decompositores, evidenciando que diferentes espécies contribuem de forma distinta na ciclagem de nutrientes.

Os valores da constante de decomposição ( $k$ ) e tempo de meia vida ( $t_{1/2}$ ) confirmaram as observações realizadas da MR ao longo de 180 dias para espécies estudadas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Constante de decomposição ( $k$ ) e tempo de meia-vida ( $t^{1/2}$ ) das folhas de 11 espécies arbóreas em um SAF Biodiverso durante 180 dias, em Dourados, MS, no período de 2014 a 2015.

Espécies arbóreas	Constante de decomposição $k$	Tempo de meia vida ( $t^{1/2}$ )	Correlação de Pearson
-------------------	-------------------------------	----------------------------------	-----------------------

	(g g <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	(dias)	(R <sup>2</sup> )
<i>Luehea divaricata</i>	0,01207	58,6195	-0,9946*
<i>Maclura tinctoria</i>	0,02300	30,3378	-0,9977*
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	0,00922	76,9272	-0,9930*
<i>Trema micrantha</i>	0,01258	57,1108	-0,9912*
<i>Croton floribundus</i>	0,00948	82,8634	-0,9818*
<i>Celtis iguanaea</i>	0,01126	62,3088	-0,9975*
<i>Cordia trichotoma</i>	0,00605	116,3474	-0,9968*
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,00806	87,3342	-0,9934*
<i>Schinus terebinthifolia</i>	0,01473	48,0502	-0,9949*
<i>Sapindus saponaria</i>	0,00837	84,0293	-0,9960*
<i>Croton urucurana</i>	0,01666	42,8776	-0,9921*

\*: Significativo a 5%. t<sup>1/2</sup>: meia-vida.

Em formações florestais de diferentes tipos, existe variações nos valores da constante  $k$ , sendo geralmente maiores que 1 (GOLLEY et al., 1978). Andrade (1997) menciona que em florestas temperadas os valores de  $k$  são inferiores a 1 pelo tempo de renovação do material componente da serapilheira ser mais longo.

Através da constante  $k$  é possível encontrar o tempo de meia vida, considerado ser o tempo necessário para que ocorra a decomposição e a liberação de 50% do material contido nos *litter bags* (RODRIGUES; RODRIGUES, BRITO, 2007).

*C. trichotoma* obteve constante de decomposição  $k$  de 0,00605 (g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e tempo meia vida de 116 dias, apresentando decomposição mais lenta (Tabela 2).

*G. ulmifolia* apresentou constante  $k$  de 0,00806 (g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e t<sup>1/2</sup> de 87 dias (Tabela 2). A constante  $k$  obtida da *S. saponaria* foi de 0,00837 (g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e o seu tempo de meia vida foi de 84 dias (Tabela 2).

A constante  $k$  do *C. floribundus* foi de 0,00948 (g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e o seu tempo de meia vida alcançou 82 dias, ou seja, para que ocorresse a decomposição de 50% da sua biomassa (Tabela 2). A composição química das folhas do *C. floribundus* foi avaliada por Arato (2006), antes de serem submetidas ao campo. Se considerar apenas os níveis de compostos identificados, a decomposição em campo seria rápida. No entanto, observou-se que a decomposição foi intermediária. O autor salienta que esse comportamento pode ser explicado pela relação Carbono/Fósforo (C/P) ser próxima a 400 e por suas características físicas, pois apresenta folhas cartáceas, menos maleáveis e mais resistentes fisicamente.

*M. urundeuva* apresentou constante  $k$  de 0,00922 (g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e t<sup>1/2</sup> de 76 dias. *C. iguanaea* obteve constante  $k$  de 0,01126 (g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e apresentou t<sup>1/2</sup> de 62 dias.

*L. divaricata* obteve constante  $k$  de 0,01207 ( $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) e  $t_{1/2}$  de 58 dias, ou seja, aos 58 dias já havia decomposto 50% do material contido no *litter bag*. A decomposição das folhas de outra espécie de *L. divaricata* (*Luehea grandiflora* Mart.) foi avaliada por Arato (2006), sendo que os resultados constatados o qualifica como espécie de decomposição intermediária.

*T. micrantha* apresentou constante  $k$  de 0,01258 ( $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) e  $t_{1/2}$  de 57 dias (Tabela 3). A decomposição das folhas da *T. micrantha* diferiu do que foi constatado por Arato (2006), pois a expectativa era uma decomposição rápida pela composição química das folhas, porém constatou-se uma decomposição intermediária. O autor salienta que esse comportamento pode ser explicado pela boa imobilização de enxofre (S), pois por características físicas não é explicado pelas folhas serem consideradas membranosas.

*M. tinctoria* apresentou constante  $k$  de 0,02300 ( $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) e  $t_{1/2}$  de 30 dias, ou seja, com rápida decomposição logo nos primeiros 30 dias. Salienta-se que valores elevados de  $k$ , representam uma decomposição mais acelerada da serapilheira. Esta espécie apresentou o menor tempo meia vida dentre as 11 espécies estudadas, e a sua decomposição foi bastante acelerada desde o primeiro mês de avaliação. Segundo Swift et al. (1979), a alta taxa de decomposição logo no primeiro mês, pode estar ligada ao fato do material estar mais palatável aos detritívoros.

*S. terebinthifolia* por sua vez, apresenta constante de decomposição  $k$  de 0,01473 ( $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) e seu tempo de meia vida foi de 48 dias (Tabela 2). Essa espécie também apresentou rápida decomposição, quando comparada às demais (Tabela 2). Arato (2006), ao realizar análise química das folhas desta espécie, antes de submeter à decomposição, realizou uma projeção com base nos compostos observados que a decomposição seria lenta. No entanto, foi a espécie que teve a decomposição mais rápida ao longo de 180 dias. Esse comportamento pode ser atribuído a suas características físicas, como folhas membranosas (delgadas e maleáveis), compostas com folíolos relativamente pequenos.

*C. urucurana* apresentou de constante  $k$  de 0,01666 ( $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) e o seu tempo meia vida foi de 42 dias. Esta espécie também apresentou rápida decomposição da biomassa e, conseqüentemente, rápida liberação dos nutrientes. Conforme Poggiani et al. (1998), a decomposição da serapilheira pode ser intensificada em períodos que a temperatura é mais elevada e tem uma maior umidade, como foi observado na maioria dos meses em estudo, com temperaturas elevadas e precipitação alta.

O grupo formado pelas 6 espécies (*L. divaricata*, *C. trichotoma*, *G. ulmifolia*, *S. saponaria*, *C. floribundus* e *M. urundeuva*) ao longo dos 180 dias apresentaram tempo de

meia vida variando de 58 a 116 dias. Já o grupo formado pelas 5 espécies (*T. micrantha*, *C. iguanaea*, *C. urucurana*, *M. tinctoria* e *S. terebinthifolia*) o tempo de meia vida variou de 62 a 30 dias, e essas espécies que possuem dinâmica de decomposição mais acelerada, são importantes para disponibilização dos nutrientes de forma mais rápida para o ecossistema (DUARTE et al., 2013), contribuindo para melhorias e o enriquecimento do solo.

Xuluc-Tolosa et al. (2003) avaliaram a decomposição de três espécies arbóreas em três formações florestais em fase sucessional distintas (3, 13 e >50 anos de idade). Observaram que a decomposição ( $k$ ) aumentou com a idade da floresta, e constataram que se a decomposição depende tanto da composição química da serapilheira como do ambiente. Sugeriram que o ambiente ideal para a decomposição é restabelecido depois dos 13 anos e não após 3 anos de desenvolvimento florestal, pela existência de uma maior atividade microbiana e umidade no solo.

O SAF em estudo, com 9 anos de idade, apresenta locais com a presença de fungos, sendo mais evidente na serapilheira da *M. tinctoria*, *L. divaricata*, *C. urucurana*, *C. floribundus*, *C. iguanaea* (*observações in loco*), e com base na constante de decomposição ( $k$ ) e o tempo de meia vida, sugere-se que esse SAF apresenta um ambiente favorável para a decomposição, pois com base no maior tempo de meia vida encontrado, em um ano os materiais vegetais de todas as espécies já estariam todos decompostos, favorecendo a ciclagem de nutrientes.

As espécies, *M. tinctoria*, *L. divaricata*, *C. urucurana*, *C. floribundus*, *C. iguanaea* são potenciais para recuperação/restauração de áreas degradadas, pois possibilitam rápida liberação dos nutrientes presentes nas folhas, contribuindo para o enriquecimento de solos pobres em nutrientes. Leal et al. (2010) ressaltaram que a importância do estudo da ciclagem de nutrientes em espécies pioneiras é fundamental pois essas espécies inicialmente são responsáveis pelo aporte de matéria orgânica no solo.

O conhecimento da dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes das espécies arbóreas é importante para tomada de decisões de famílias de agricultores que desejam implementar um sistema agroflorestal em sua propriedade, e eleger as melhores espécies que possam compor esses SAFs. Duarte et al. (2013) mencionam que a utilização de espécies com decomposição lenta auxilia na proteção dos solos e na formação de matéria orgânica e estas devem ser combinadas com espécies de decomposição rápida que são importantes para uma liberação rápida de nutrientes no sistema.

## 3.2 Dinâmica de liberação de nutrientes

### 3.2.1 Nitrogênio

A dinâmica de liberação do N remanescente variou significativamente ao longo do tempo, sendo que a quantidade de N acumulado na biomassa foliar das espécies arbóreas foi diminuindo gradativamente (Tabela 3).

**Tabela 3.** Nitrogênio remanescente na biomassa foliar em decomposição oriundo de espécies arbóreas nativas em um sistema agroflorestal biodiverso no Município de Dourados, MS.

Espécies	Dias					
	30	60	90	120	150	180
	Nitrogênio Remanescente (%)					
<i>S. saponaria</i>	40,8Ca	34,8DEab	35,7BCab	28,9Bb	20CDc	18Bc
<i>C. trichotoma</i>	71,8Aba	60,7BCb	61,8Ab	46,3Ac	45,9Ac	33,3Ad
<i>M. tinctoria</i>	21,4Ca	16,1Eb	13,9Eb	7,3Bc	3Dd	1,6Cd
<i>C. floribundus</i>	41,6Ca	33,5DEab	31,9Cab	26,7Bab	25,1BCab	18,5Bb
<i>C. iguanaea</i>	37,3Ca	32,4DEa	25,6CDb	19,7Bbc	14,1CDc	12,7Bc
<i>C. urucurana</i>	31,4Ca	25,6DEab	16,9DEbc	11,4Bc	8,2CDc	7,8BCc
<i>G. ulmifolia</i>	76,5Aba	73,1ABa	65,1Aa	50,2Ab	41,2Abc	30,6Ac
<i>T. micrantha</i>	62Ba	44,3CDb	42,6Bb	25,2Bc	20,5CDcd	11,6BCd
<i>M. urundeuva</i>	42,5Ca	34,2DEab	27,3CDbc	21,7Bc	19CDc	16,3Bc
<i>S. terebinthifolia</i>	20,5Ca	17,8Eab	11Ebc	11,5Bbc	8,6CDc	7,3BCc
<i>L. divaricata</i>	90,6Aa	87,5Ea	64,1Aab	58,1Ab	36,1ABbc	15,3Bc

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha.

As espécies que apresentaram uma liberação rápida de N em 30 dias são potenciais para adubação nitrogenada em sistemas de cultivo, podendo ser tanto em sistemas degradados como em sistemas agroflorestais, favorecendo um aporte fundamental para a formação da clorofila e crescimento da planta. O aporte dos ramos de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.), uma espécie arbórea, demonstrou ser uma importante fonte de nitrogênio para plantas de café quando adotado o manejo da poda (COELHO et al., 2006), dessa forma, essas espécies que em 30 dias apresentaram boa liberação de N para o solo, podem ser uma alternativa interessante para sistemas de produção.

Referente ao comportamento das espécies ao longo dos 180 dias de estudo, *S. saponaria* apresentou liberação de N de forma lenta, porém gradativa mensalmente. Aos 90 dias esta espécie apresentou 0,9% a mais de N remanescente, quando comparado ao mês anterior. A partir dos 120 dias a liberação de N começa ser maior, seguindo essa dinâmica até aos 180 dias, quando apresentou N remanescente de 18%. A espécie *C.*

*trichotoma* teve a liberação de N mais lenta entre as espécies, aos 90 dias. Esta espécie apresentou 1,1% a mais de N remanescente, quando comparado ao mês anterior. Aos 120 dias observa-se um decréscimo de 15,5%, quando comparado aos 90 dias. Aos 180 dias ainda apresentava 33,3% de N remanescente. *M. tinctoria*, aos 30 dias, restava apenas 21,4% do N na biomassa foliar, evidenciando a rápida liberação desse elemento, logo no início do estudo. Foi notória a redução de N remanescente mensalmente nesta espécie. Aos 120 dias foi registrado um decréscimo no conteúdo de N remanescente, e aos 180 dias esta espécie apresentava apenas 1,6% de N, sendo, portanto, que 98,4% do N presente na biomassa já havia sido liberado para o solo. Essa foi a espécie que apresentou o menor conteúdo de N remanescente, dentre as onze espécies estudadas.

*C. floribundus* foi uma das espécies que apresentou os maiores conteúdos de N remanescente. Os conteúdos de N desta espécie foram decrescendo ao longo dos 180 dias de avaliação, chegando ao final do experimento com 18,5%. *C. iguanea* apresentou liberação de N de forma decrescente ao longo dos meses. Uma queda expressiva no conteúdo de N remanescente foi registrada aos 90 dias, onde houve liberação de 6,8% a mais de N, quando comparada ao mês anterior. Esta espécie chegou aos 180 dias com N remanescente de 12,7% (87,3% de N presente na biomassa já havia sido liberado para o solo).

*C. urucurana* foi uma das espécies que apresentou menores conteúdos de N remanescente ao longo dos 180 dias de análise. Logo nos primeiros 30 dias, esta espécie já havia liberado mais de 68% de N para o sistema. A liberação deste nutriente também ocorreu de forma decrescente ao longo dos meses, sendo que aos 90 dias de análise, observa-se uma queda no conteúdo de N remanescente, e aos 180 dias esta espécie apresentava apenas 7,8% de N remanescente. *G. ulmifolia* foi uma das espécies com maiores conteúdos de N remanescente ao final da análise. A liberação de N permaneceu estável nos primeiros 90 dias, e aos 120 dias nota-se uma redução de N remanescente de 14,9%, quando comparada ao mês anterior. Esta espécie apresentou 30,6% de N remanescente aos 180 dias de experimento.

*T. micrantha* apresentou liberação de N de acelerada. Aos 60 dias, houve um decréscimo de 17,7% de N remanescente, quando comparado aos 30 dias. Aos 120 dias, novamente ocorre uma queda de 17,4% nos conteúdos de N remanescente, quando comparado ao mês anterior. Esta espécie chegou aos 180 dias com apenas 11,6% de N remanescente. *M. urundeuva*, ao longo dos 180 dias, manteve a liberação de N de forma gradativa, onde mensalmente os conteúdos de N foram diminuindo mês a mês. Esta

espécie ao final do período de avaliação (180 dias), apresentou N remanescente de 16,3%, sendo que 83,7% deste nutriente já havia sido liberado para o solo.

*S. terebinthifolia* apresentou um dos menores conteúdos de N remanescente. Aos 30 dias, apresentou apenas 20,5% de N remanescente, onde 79,5% do N contido na biomassa foliar, foi liberado para o solo. A cada mês de observação a diminuição de N foi contínua, e aos 180 dias, observou-se 7,3% de N remanescente. *L. divaricata* manteve a liberação de N de forma lenta nos primeiros meses de análise, porém mensalmente nota-se um decréscimo nos conteúdos de N remanescente. Aos 180 dias, o N remanescente desta espécie, foi de 15,3%, ou seja, 84,7% de N liberado para o solo para a ciclagem.

De modo geral, as espécies que apresentaram maiores conteúdos de N remanescente foram: *C. trichotoma* com 33,3%, *G. ulmifolia* com 30,6% e *C. floribundus* com 18,5%. As espécies que apresentaram menores conteúdos de N remanescente foram: *M. tinctoria* com 1,6%, *S. terebinthifolia* com 7,3% e *C. urucurana* com 7,8%.

### 3.2.2 Fósforo

A dinâmica de liberação do fósforo remanescente variou significativamente ao longo do tempo, onde os conteúdos de P na biomassa foliar das espécies arbóreas foram diminuindo gradativamente (Tabela 4).

**Tabela 4.** Fósforo (P) remanescente na biomassa foliar em decomposição oriundo de espécies arbóreas nativas em um sistema agroflorestal biodiverso no Município de Dourados, MS.

Espécies	Dias					
	30	60	90	120	150	180
	Fósforo remanescente (%)					
<i>S. saponaria</i>	76,6Aba	72,2Aa	65,6Aab	49,2Bb	37,4Bc	24,3Bd
<i>C. trichotoma</i>	86,1Aa	79,7Aa	71,7Aab	61,9Aab	69,6Aab	42,8Ab
<i>M. tinctoria</i>	35,6DEa	28,2CDEab	20,2DEbc	13,7EFGcd	6Dde	3,5Fe
<i>C. floribundus</i>	48,5CDa	44,1BCa	30,5CDab	20,8DEFGb	21,7CDb	14,6CDEb
<i>C. iguanaea</i>	57BCa	48BCa	34,4CDb	25,3DEbc	17,9CDc	16,9BCDc
<i>C. urucurana</i>	26,9EFa	21,2DEa	11,8Eb	9,2FGb	4,4Db	5,8EFb
<i>G. ulmifolia</i>	68,5ABCa	63,1ABa	50,1Bb	39BCc	26,5BCd	21,3BCd
<i>T. micrantha</i>	70,4ABCa	41,5BCDb	34,1CDbc	23,2DEFcd	16,9CDd	8,9DEFd
<i>M. urundeuva</i>	31,2DEFa	20,6DEb	14,1Ec	10FGc	9,9CDc	8DEFc
<i>S. terebinthifolia</i>	12,5Fa	10,9DEab	6Ebc	7Gbc	6,8Dbc	4,3Fc
<i>L. divaricata</i>	67ABCa	61,1ABa	43,1BCb	31,6CDbc	21,4CDcd	9,5DEFd

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha.

O fósforo (P), é um macro nutriente muito importante para o desenvolvimento de culturas, segundo Fonseca et al. (2000), é indispensável ao crescimento das plantas, sendo assim, também está diretamente ligado a produção. Grande parte do P é encontrado na planta associado a elementos orgânicos do tecido vegetal e sua liberação está fortemente ligada ao processo de decomposição (MARSCHNER, 1995).

De modo geral, as espécies que apresentaram rápida liberação de P para o solo foram: *M. tinctoria*, *S. terebinthifolia* e *C. urucurana*, chegando ao final dos 180 dias com 3,5%, 4,3% e 5,8%, respectivamente. Essas espécies que apresentaram rápida liberação de P, são potenciais para a melhoria da fertilidade do solo em SAF com deficiência de P, devido a rápida ciclagem de tal nutriente. As espécies que apresentaram liberação de P de forma mais lenta, foram: *C. trichotoma*, *S. saponaria* e *G. ulmifolia*, sendo elas, potenciais para cobertura do solo e para que a liberação e ciclagem de nutrientes seja feita de forma gradativa, contribuindo para o aumento da fertilidade do solo.

A liberação de P foi lenta e gradativa, *S. saponaria*, manteve sua liberação estável até aos 90 dias, porém, aos 120 dias de experimento, com P remanescente de 49,2% foi onde a espécie mais liberou P diferenciando estatisticamente dos meses anteriores, liberando 16,4%, quando comparado ao mês anterior. Logo após esse período, *S. saponaria* manteve-se semelhante estatisticamente até aos 180 dias.

*C. trichotoma*, semelhante a *S. saponaria*, também obteve uma liberação de P de forma lenta e gradativa, porém, aos 150 dias de experimento, *C. trichotoma* apresentou P remanescente de 69,6%, valor este, superior ao mês anterior, que era de 61,9%, ou seja, 7,7% a mais do que aos 120 dias, supõe-se que esse valor, seja devido a maior ação de agentes decompositores aos 120 dias de experimentação. Aos 180 dias, foi o pico da espécie *C. trichotoma* na liberação de P, liberando 26,8% de P, quando comparado ao mês anterior.

*M. tinctoria*, apresentou liberação de P de forma bastante acelerada, chegando ao final dos 180 dias com apenas 3,5% de P remanescente. Porém, aos 90 dias, com P de 20,2% foi o período que ocorreu a maior liberação de P, liberando 8%, quando comparado ao mês anterior. *C. floribundus* apresentou maior liberação de P aos 90 dias, onde seu P remanescente era de 30,5%, liberando 13,6% quando comparado ao mês anterior. Aos

150 dias, *C. floribundus* apresentou uma leve oscilação de 0,9% de P remanescente a mais, do que aos 120 dias, podendo ser explicado devido a maior ataque de microrganismos decompositores. *C. floribundus* chegou aos 180 dias com P remanescente de 14,6%.

A liberação de P da espécie *C. iguanaea* também foi decrescendo ao longo dos dias, porém, aos 90 dias com 34,4%, foi onde ocorreu a maior liberação de P, com 13,6% quando comparado ao mês anterior. *C. iguanaea* chegou ao final dos 180 dias com P remanescente de 16,9%. *C. urucurana* apresentou uma liberação de P, de maneira bem acelerada, aos 30 dias já havia liberado 73,1% de P remanescente e restando apenas 26,9% a ser liberado. E aos 90 dias com 11,8%, houve mais uma queda no P remanescente, liberando 13,6% de P quando comparado ao mês anterior, *C. urucurana* chegou ao final dos 180 dias com apenas 5,8% de P remanescente, onde, 94,2% de P já havia sido liberado.

A liberação de P pelo *G. ulmifolia*, foi um pouco mais lenta, porém gradativa. Aos 90 dias com P remanescente de 50,1%, foi o período onde houve a maior liberação de P por esta espécie. *G. ulmifolia* chegou aos 180 dias com P remanescente de 21,3%, ou seja, 78,7% de P, já havia sido liberado para o solo. *T. micrantha* também apresentou uma dinâmica de liberação de P decrescente mês após mês. Aos 60 dias, com P remanescente de 41,5%, foi onde registrou-se maior liberação de P, 28,9%, quando comparado aos 30 dias. *T. micrantha* chegou ao final do experimento com apenas 8,9% de P remanescente, isso nos diz que a *T. micrantha* já havia liberado 91,1% de P para o solo.

*M. urundeuva* obteve uma liberação de P acelerada, logo nos primeiros 30 dias restava apenas 31,2% de P remanescente, ou seja, em apenas 30 dias ela já havia liberado 68,8% de P. *M. urundeuva*, chegou aos 180 dias com 8,0% de P remanescente, liberando para o sistema 92% do nutriente em estudo. Outra espécie na qual a decomposição foi bastante acelerada, é a *S. terebinthifolia*, que logo aos 30 dias restava apenas 12,5% de P remanescente, esta espécie nos primeiros 30 dias liberou 87,5% de P para o solo. Após os 30 dias a liberação continuou a cair, e a *S. terebinthifolia* chegou aos 180 dias com apenas 4,3% de P remanescente.

*L. divaricata* também apresentou decomposição de forma gradativa, porém aos 90 dias, com P remanescente de 43,1%, foi onde houve a maior liberação de P, com 18%, de liberação, se comparado aos 60 dias. *L. divaricata* fechou os 180 dias com 9,5% de P remanescente, onde 90,5% de P já havia sido liberado.

Nota-se que a maioria das espécies, apresentaram maior liberação de P aos 90 dias de experimento, foram elas: *M. tinctoria*, *C. floribundus*, *C. iguanaea*, *C. urucurana*, *G. ulmifolia* e *L. divaricata*. Aos 90 dias de experimento, observou-se que foi um dos meses onde houve maiores índices de precipitações e elevadas temperaturas, o que pode ter favorecido essas espécies a liberação de P no sistema.

De modo geral, as espécies que apresentaram maiores conteúdos de P remanescente foram: *C. trichotoma* com 42,8%, *S. saponaria* com 24,3% e *G. ulmifolia* com 21,3%. As espécies que apresentaram menores conteúdos de P remanescente foram: *M. tinctoria* com 3,5%, *S. terebinthifolia* com 4,3% e *C. urucurana* com 5,8%.

### 3.2.3 Potássio

A dinâmica de liberação do Potássio (K) também variou significativamente ao longo do tempo. Nenhuma espécie obteve K remanescente acima de 50% (Tabela 5).

**Tabela 5.** Potássio (K) remanescente na biomassa foliar em decomposição oriundo de espécies arbóreas nativas em um sistema agroflorestal biodiverso no Município de Dourados, MS.

Espécies	Dias					
	30	60	90	120	150	180
	Potássio Remanescente (%)					
<i>S. saponaria</i>	17,8Ba	9,1BCDb	7,5Ab	3,9ABCc	2,5BCDc	2BCc
<i>C. trichotoma</i>	12,3BCDEa	10BCab	8,7Ab	5,8Ac	5,7Ac	3,1Ac
<i>M. tinctoria</i>	1,7Fa	1,1Eb	1Bb	0,6Dc	0,2Dd	0,1Ed
<i>C. floribundus</i>	8,1CDEFa	4,6BCb	2,8Bbc	2CDc	1,8BCDc	1,1CDEc
<i>C. iguanaea</i>	6DEFa	3DEb	2,3Bbc	1,8CDbc	1,1CDc	0,9CDEc
<i>C. urucurana</i>	4EFa	3,3CDEab	1,9Bb	1,3CDb	0,8CDb	0,6DEb
<i>G. ulmifolia</i>	16,1BCa	11Bb	8,1Ac	6Ad	2BCDe	1,5BCDe
<i>T. micrantha</i>	13,7BCDa	9,1BCDb	6,9Ab	3,3BCDc	2,1BCDc	1CDEc
<i>M. urundeuva</i>	16BCa	10,9Bb	7,5Abc	4,9ABc	2,9BCc	2,2Bc
<i>S. terebinthifolia</i>	4,3EFa	2,7DEb	1,6Bc	1,4CDc	0,9CDc	0,8DEc
<i>L. divaricata</i>	35Aa	20,3Ab	10,4Ac	6,2Ac	3,9Bc	1,4BCDc

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha.

Nota-se que a maioria das espécies apresentaram liberação rápida de K, porém as que obtiveram destaque foram: *M. tinctoria*, *S. terebinthifolia* e *C. urucurana*. As espécies que apresentaram liberação um pouco mais lenta foram: *L. divaricata*, *C. trichotoma* e *S. saponaria*.

Ao longo dos dias, as apresentaram comportamento similar, ambas liberaram rapidamente o K ao sistema. A espécie *S. saponaria*, apresentou liberação de K intermediária. Aos 30 dias foi onde houve maior perda de K remanescente, onde de 100% restava apenas 17,8%. Esse teor foi diminuindo gradativamente, e essa espécie chegou ao final dos 180 dias com apenas 2% de K remanescente. *C. trichotoma* manteve sua liberação de K de forma gradativa, esta espécie foi uma das espécies que a liberação de K foi um pouco mais lenta quando comparado as demais espécies. Aos 30 dias seu K remanescente era de 12,3%, sua liberação manteve-se estável aos 60 e 90 dias, chegando aos 180 dias com 3,1%.

*M. tinctoria* apresentou liberação de K bastante acelerada, logo nos primeiros 30 dias, quase 100% do K já havia sido liberado, e aos 180 dias restava apenas 0,1% de K remanescente. *C. floribundus*, aos 30 dias obteve K remanescente de 8,1%, sua liberação foi mensalmente notada, e aos 180 dias seu K remanescente era de 1,1%. *C. iguanea*, já aos 30 dias o K remanescente era de 6%, e a cada mês foi notória a sua liberação, e fechou os 180 dias com apenas 0,9%, quase 100% de K liberado ao sistema. *C. urucurana*, foi uma das espécies que liberaram o K de forma mais acelerada, logo nos primeiros 30 dias restava apenas 4% de K remanescente, e aos 180 dias somente 0,6% de K não havia sido liberado.

*G. ulmifolia*, quando comparada as demais espécies, liberou o K de maneira menos acelerada nos primeiros meses, porém, aos 180 dias o K remanescente era apenas de 1,5%, onde 98,5% já havia sido liberado. *T. micrantha* obteve comportamento similar a *G. ulmifolia*, o K remanescente aos 30 dias era de 13,7% porém ao final dos 180 dias, restava apenas 1% de K remanescente. *M. urundeuva* aos 30 dias obteve K remanescente de 16% e ao longo dos meses foi diminuindo gradativamente chegando aos 180 dias com 2,2% de K remanescente. *S. terebinthifolia*, destaca-se entre as espécies com liberação rápida de K, aos 30 dias restava apenas 4,3%, e ao decorrer dos meses sua liberação foi constante, chegando aos 180 dias com 0,8% de K remanescente, onde 99,2% de K já havia sido liberado. *L. divaricata*, foi a espécies com a liberação mais lenta, quando comparada as demais espécies, aos 30 dias o K remanescente era de 35%, e ao decorrer dos meses esse teor de K cada vez era menor, por mais que aos 30 dias o K remanescente era maior que as outras espécies, aos 180 dias, restava apenas 1,4% de K remanescente.

Os conteúdos de K ao longo aos 30 dias diminuíram significativamente em todas as espécies, mantendo uma diminuição gradativa e significativa ao longo dos meses em

todas as espécies em estudo. O potássio é um elemento extremamente móvel na planta, e sujeitos a lixiviação rápida em solos. A deficiência deste nutriente, afeta expressivamente na produção das plantas (JOINER et al., 1983). Duarte (2007) menciona que a liberação do K pode ser devido a não participação das combinações orgânicas na planta como N, P e outros nutrientes.

As espécies que apresentaram os maiores conteúdos de K remanescente foram: *C. trichotoma* com 3,1%, *M. urundeuva* com 2,2% e *S. saponaria* com 2%. As espécies com os menores conteúdos de K remanescente foram: *M. tinctoria* com 0,1%, *C. urucurana* com 0,6% e *S. terebinthifolia* com 0,8%.

### 3.2.4 Cálcio

A dinâmica de liberação do Cálcio (Ca) variou significativamente ao longo do experimento (Tabela 6).

**Tabela 6.** Cálcio (Ca) remanescente na biomassa foliar em decomposição oriundo de espécies arbóreas nativas em um sistema agroflorestal biodiverso no Município de Dourados, MS.

Espécies	Dias					
	30	60	90	120	150	180
	Cálcio Remanescente (%)					
<i>S. saponaria</i>	58,4BCDa	51,1CDab	51,9Cab	43,3BCDEb	30BCc	24,1BCc
<i>C. trichotoma</i>	96,2Aa	84,4ABab	83,2ABab	69,6ABb	71,1Ab	49,4Ac
<i>M. tinctoria</i>	34,9DEa	28,6DEa	27,1Da	17,6Eb	6,4Cc	3,4Cc
<i>C. floribundus</i>	86,8Aba	76,6ABa	58Ca	61,8ABCa	49,6Ba	42,7Aa
<i>C. iguanaea</i>	60,5BCDa	65,5BCa	55,1Ca	41,5CDEb	28,7BCbc	23,2BCc
<i>C. urucurana</i>	53,7CDa	43CDab	26,9Dbc	19Ec	13,1Cc	11,2Cc
<i>G. ulmifolia</i>	74,3ABCa	78,5ABa	69,9BCab	57,4ABCDbc	47,4Bc	33,1ABd
<i>T. micrantha</i>	72,9ABCa	52CDb	49Cb	33,1DEc	25,4BCc	13,9BCd
<i>M. urundeuva</i>	82,9ABCa	73,8ABab	60,2Cab	54,4ABCDEab	43,3Bb	45,4Ab
<i>S. terebinthifolia</i>	22,4Ea	18,7Eab	14,2Dbc	16,3Eabc	11,2Cbc	10Cc
<i>L. divaricata</i>	98,5Aa	97,5Aa	95,3Aa	77,8Aa	45,2Bb	21,2BCc

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha.

As espécies que apresentaram maiores conteúdos de Ca remanescente aos 180 dias foram: *C. trichotoma* com 49,4%, *M. urundeuva* com 45,4%, *C. floribundus* com 42,7% e *G. ulmifolia* com 33,1%. As espécies *S. saponaria*, *C. iguanea*, *L. divaricata* e *T. micrantha*, foram semelhantes estatisticamente, com valores de Ca remanescente variando de 24,1% a 13,9%. Na sequência, as espécies que apresentaram maior liberação

de Ca para o solo, foram: *C. urucurana* com Ca remanescente de 11,2%, *S. terebinthifolia* com (10%) e *M. tinctoria* com apenas 3,4% de Ca remanescente. Essas espécies no decorrer dos 180 dias liberaram mais de 88 % de Ca para o solo (Tabela 6).

Cada espécie apresentaram um comportamento peculiar em relação ao Ca remanescente. A espécie *S. saponaria*, apresentou liberação de Ca intermediária, nos primeiros 90 dias de análise, esta espécie manteve-se estável na liberação de Ca, nos 120 e 150 dias houve um decréscimo nos conteúdos de Ca remanescente, e aos 180 dias, a *S. saponaria* obteve 24,1% de Ca remanescente. A *C. trichotoma*, semelhante a *S. saponaria*, manteve liberação de Ca estável nos primeiros 90 dias, porém a cada mês esses conteúdos de Ca diminuíram, esta espécie apresentou liberação de Ca de forma lenta, e chegou aos 180 dias de análise com Ca remanescente de 49,4%. A espécie *M. tinctoria*, logo nos primeiros 30 dias já havia liberado mais da metade de Ca presente na biomassa, sua liberação permaneceu estável até os 120 dias, porém chegando aos 180 dias com apenas 3,4% de Ca remanescente (Tabela 6).

A espécie *C. floribundus*, apresentou liberação similar nos primeiros 60 dias, aos 90 dias, houve uma diminuição do Ca remanescente, e aos 120 dias, uma oscilação nesses conteúdos, onde esta espécie apresentou 3,8% a de Ca remanescente, quando comparado ao mês anterior. Esta espécie chegou aos 180 dias com 42,7% de Ca remanescente, valor este, considerado, o que nos diz que a espécie apresentou uma liberação mais lenta de Ca para o solo. *C. iguanea* apresentou liberação de Ca de forma gradativa, nos primeiros 60 dias, manteve-se estável, e aos 150 dias foi onde houve maior liberação de Ca, esta espécie chegou aos 180 dias com Ca remanescente de 23,2%, onde 76,8% deste nutriente, havia sido liberado para o solo (Tabela 6).

A espécie *C. urucurana*, manteve liberação estável nos primeiros 60 dias, a partir daí, a liberação de Ca, começou a ficar mais acelerada, e esta espécie concluiu os 180 dias com 11,2% de Ca remanescente, liberando para o solo 88,8% de Ca presente na biomassa. *G. ulmifolia*, apresentou lenta liberação de Ca, e altos conteúdos de Ca remanescente, chegando aos 180 dias do experimento com 33,1% de Ca. *T. micrantha*, obteve liberação de Ca de forma gradativa, a cada mês notava-se um decréscimo nos conteúdos de Ca remanescente, esta espécie aos 180 dias, obteve Ca remanescente de 13,9%, onde 86,1% já havia sido liberado para o solo.

*M. urundeuva*, apresentou liberação lenta nos de Ca nos primeiros 120 dias de análise e altos valores de Ca remanescente. Aos 150 dias esta espécie apresentou Ca remanescente de 43,3%, porém aos 180 dias, houve um aumento nesse Ca remanescente

de 2,1%. A espécie *S. terebinthifolia*, apresentou rápida liberação de Ca, logo nos primeiros 30 dias, restava apenas 22,4% de Ca remanescente, e mensalmente era notória sua acelerada liberação, esta espécie concluiu os 180 dias com Ca remanescente de 10%, ou seja, 90% do Ca presente na biomassa, já havia sido liberado para o solo. Para finalizar, a espécie *L. divaricata*, apresentou liberação lenta nos primeiros 120 dias de experimento, aos 150 dias houve um decréscimo notório no conteúdo de Ca remanescente, chegando aos 180 dias com 21,2% de Ca remanescente.

As espécies que chegaram ao fim dos 180 dias com maiores conteúdos de Ca remanescente foram: *C. trichotoma* (49,4%), *M. urundeuva* (45,4%) e *C. floribundus* (42,7%). As espécies que obtiveram menores conteúdos de Ca remanescentes foram: *C. urucurana* (11,2%), *S. terebinthifolia* (10%) e *M. tinctoria* com apenas 3,4% de Ca remanescente.

### 3.2.5 Magnésio

A dinâmica de liberação do Magnésio por cada espécie, teve um comportamento distinto, algumas espécies apresentaram liberação mais acelerada e outras apresentaram liberação de forma mais lenta (Tabela 7).

**Tabela 7.** Magnésio (Mg) remanescente na biomassa foliar em decomposição oriundo de espécies arbóreas nativas em um sistema agroflorestral biodiverso no Município de Dourados, MS.

Espécies	Dias					
	30	60	90	120	150	180
	Magnésio Remanescente (%)					
<i>S. saponaria</i>	57,4BCDa	44,7BCb	44,6Bb	29,1BCDc	16,3CDd	11,1CDd
<i>C. trichotoma</i>	57,7BCDa	60,8BCa	56,7Ba	44Bb	46,9Ab	28,7Ac
<i>M. tinctoria</i>	25,5Ea	20,5Da	18,8Ca	11,5Db	4,4Dc	2,1Dc
<i>C. floribundus</i>	65,1BCa	52,6BCab	47,4Bab	32,3BCDbc	20,3BCDc	19,1BCc
<i>C. iguanaea</i>	40,6CDEa	40,9Ca	36,2Ba	19,5CDb	13,9CDb	12,4CDb
<i>C. urucurana</i>	34,8DEa	23,1Dab	15,8Cb	10,3Db	6,4Db	6,2Db
<i>G. ulmifolia</i>	68,2Ba	67,7Ba	59,3Ba	43,7Bb	27,7BCc	19,9BCc
<i>T. micrantha</i>	73,6Ba	52BCb	48,4Bb	31BCDc	20,5BCDcd	10,3CDd
<i>M. urundeuva</i>	59,7BCDa	52,7BCab	41,6Babc	35,3BCbc	28,8BCc	23,6ABc
<i>S. terebinthifolia</i>	17,9Ea	15,3Dab	9,7Cbc	11,7Dbc	7,6Dc	6,4Dc
<i>L. divaricata</i>	97,4Aa	92,7Aa	87,3Aab	66,1Ab	33,8Bc	12,5CDc

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha.

As espécies estudadas, apresentaram comportamentos distintos entre si ao longo dos 180 dias de experimento. *S. saponaria*, apresentou liberação de Mg estável nos

primeiros 90 dias. Aos 120 dias, nota-se uma queda de 15,5% no Mg remanescente, quando comparado ao mês anterior. Esta espécie chegou ao final dos 180 dias com 11,1% do Mg presente na biomassa. *C. trichotoma*, mostrou algumas oscilações nos conteúdos de Mg remanescente, onde aos 60 dias, apresentou 3,1% a mais de Mg remanescente do que aos 30 dias. A partir daí, sua liberação foi gradativa, porém aos 150 dias, novamente apresentou 2,9% a mais de Mg remanescente do que aos 120 dias, chegando aos 180 dias com Mg remanescente de 28,7%. A espécie *M. tinctoria*, logo nos primeiros 30 dias, restava apenas 25,5% de Mg remanescente, a liberação de Mg por esta espécie, foi acelerada e gradativa ao decorrer dos meses, chegando aos 180 dias com apenas 2,1%, liberando para o solo 97,9% de Mg para o solo. A espécie *C. floribundus*, manteve liberação constante e gradativa no decorrer dos 180 dias, a cada mês havia um decréscimo nos conteúdos de Mg remanescente, chegando ao final do experimento com 19,1% deste nutriente.

A espécie *C. iguanea*, apresentou uma pequena oscilação na liberação de Mg, onde aos 60 dias, obteve 0,3% a mais de Mg remanescente, do que aos 30 dias de avaliação. Aos 120 dias nota-se que a liberação de Mg foi maior, e os conteúdos de Mg remanescente iam diminuindo gradativamente ao longo do tempo, esta espécie chegou aos 180 dias com 12,4% de Mg remanescente. A espécie *C. urucurana*, obteve liberação de Mg de forma acelerada, quando comparado a demais espécies, aos 30 dias, mais de 70% do Mg já havia sido liberado, foi notória a sua liberação de nutrientes ao longo dos 180 dias, chegando no final da análise com apenas 6,2% de Mg remanescente. A espécie *G. ulmifolia*, permaneceu estável nos 90 dias, com liberação lenta porém gradativa, aos 120 dias e aos 150 dias, esta espécie apresentou uma queda na liberação de Mg, chegando aos 180 dias com Mg remanescente de 19,9%.

A espécie *T. micrantha*, manteve liberação de Mg de forma gradativa, aumentando ao decorrer de cada mês, e essa espécie chegou ao final das análises com Mg remanescente de 10,3%. *M. urundeuva*, permaneceu estável aos primeiros 60 dias, e sua liberação foi decrescendo mês após mês, e seu Mg remanescente ao final dos 180 dias, foi de 23,6%. A *S. terebinthifolia*, apresentou liberação de Mg de maneira bastante acelerada, logo nos primeiros 30 dias, seu Mg remanescente era de apenas 17,9% (82,1% deste nutriente decomposto), aos 180 dias seu Mg remanescente era de apenas 6,4%. Por último, a espécie *L. divaricata*, até aos 90 dias manteve-se estável, apresentando liberação lenta deste nutriente, aos 180 dias, esta espécie apresentou uma queda no Mg remanescente, onde chegou ao final das análises, com 12,5% de Mg remanescente.

As espécies que chegaram ao final dos 180 dias com maiores conteúdos de Mg remanescente foram: *C. trichotoma* com 28,7% de Mg remanescente, a *M. urundeuva* com 23,6% de Mg remanescente e a *G. ulmifolia* com 19,9%. As espécies que apresentaram menores conteúdos de Mg ao final das análises foram: *M. tinctoria* com apenas 2,1%, *C. urucurana* com 6,2% e *S. terebinthifolia* com 6,4%.

### 3.3 Recomendações

Trabalhos dessa natureza são importantes para compreender o comportamento das espécies nativas implantadas em ambientes degradados (alterações em sua fitofisionomia pela ação do homem) e para verificar como elas podem contribuir para aumentar a resiliência do local. No entanto, esse conhecimento científico gerado deve ser acessível para a comunidade. Nessa perspectiva, elaboramos uma tabela com a contribuição de cada espécie na ciclagem de nutrientes e classificamos em dois grupos para que seja possível saber como cada espécie pode favorecer em aporte de nutrientes em um sistema agroflorestal.

Dentre os nutrientes analisados, na planta, nitrogênio e potássio são considerados altamente móveis, fósforo e magnésio são móveis, e apenas cálcio é considerado imóvel (MALAVOLTA, 1980). Dessa forma, as espécies foram separadas em 2 grupos: enriquecimento (E): espécies que tem baixa mobilidade de determinado nutriente; decompositoras (D): espécies com alta mobilidade de determinado nutriente (Tabela 8).

**Tabela 8.** Características de 11 espécies nativas de um SAF biodiverso, 2014.

Espécie	t <sub>(1/2)</sub> (dias)	MR (%)	Teor de nutriente nas folhas (g kg <sup>-1</sup> )					Nutrientes presentes na MR aos 180 dias (%)					Classificação para potencial uso
			N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	
<i>Cordia trichotoma</i>	116	33,94	3,38	0,20	2,21	2,10	0,89	33,3	42,8	3,1	49,4	28,7	D: Alta mobilidade de K; E: Mobilidade gradativa de Ca e P
<i>Luehea divaricata</i>	58	11,92	2,65	0,20	1,60	1,27	0,38	15,3	9,5	1,4	21,2	12,5	D:Alta mobilidade de K; E: Liberação gradativa Mobilidade gradativa de N e Ca
<i>Guazuma ulmifolia</i>	87	23,81	2,12	0,15	1,81	1,56	0,42	30,6	21,3	1,5	33,1	19,9	D:Alta mobilidade de K; E: Mobilidade

														gradativa de N e Ca
<i>Sapindus saponaria</i>	84	22,54	2,95	0,27	1,79	1,96	0,52	18	24,3	2	24,1	11,1		D:Alta mobilidade de K; E: Mobilidade gradativa de P e Ca
<i>Croton floribundus</i>	82	21,26	3,70	0,20	1,94	1,33	0,46	18,5	14,6	1,1	42,7	19,1		D:Alta mobilidade de K; E: Mobilidade gradativa de Ca e Mg
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	76	19,61	2,58	0,23	1,13	0,59	0,34	16,3	4,3	2,2	45,4	23,6		D: Alta mobilidade de P e K; E: Mobilidade gradativa de Ca e Mg
<i>Trema micrantha</i>	57	11,32	3,30	0,22	1,49	2,56	0,45	11,6	8,9	1	13,9	10,3		D: Alta mobilidade de K; E: Mobilidade gradativa de N e Ca
<i>Celtis iguanaea</i>	62	13,5	4,02	0,24	1,70	2,63	0,56	12,7	16,9	0,6	23,2	12,4		D: Alta mobilidade de K; E: Mobilidade gradativa de P e Ca
<i>Croton urucurana</i>	42	5,66	3,47	0,30	1,38	1,47	0,44	7,8	5,8	0,6	11,2	6,2		D:Alta mobilidade de K; E: Mobilidade gradativa de N e Ca
<i>Maclura tinctoria</i>	30	1,68	4,13	0,27	2,35	3,13	0,63	1,6	3,5	0,1	3,4	2,1		D: Alta mobilidade de N, P, K, Ca e Mg; E: Mobilidade gradativa de P e Ca
<i>S. terebinthifolia</i>	48	7,57	1,85	0,15	1,08	1,22	0,31	7,3	4,3	0,8	10	6,4		D: Alta mobilidade de P e K; E: Mobilidade gradativa de N e Mg

\* t<sub>1/2</sub>: tempo de meia vida; MR: massa remanescente

De acordo com as necessidades específicas de ciclagem de nutrientes, é possível escolher as espécies mais adequadas para cada tipo de necessidade.

As utilizações para essas espécies em um sistema agroflorestal são diversas, uma vez conhecendo o tipo e as necessidades nutricionais do solo em um SAF, é possível apostar em um grupo de espécies que vão fornecer os nutrientes que são deficientes no sistema.

Tanto as espécies classificadas como decompositoras ou de enriquecimento, recomenda-se a realização de uma poda levando em consideração o nutriente que deseje-se aportar sobre a área de interesse (área de plantio, ao redor de espécies frutíferas, para compostagem).

Vale ressaltar que essas observações foram realizadas em um sistema agroflorestal pertencente a um clima tropical com temperaturas elevadas, e que em outro ambiente é possível que essas espécies tenham um comportamento diferenciado. Nesse sentido, incentivamos o estudo do comportamento dessas espécies e outras espécies nativas em cada região para aumentar o conhecimento a respeito da contribuição dessas espécies na ciclagem de nutrientes em SAFs e assim, diminuir o uso de fertilizantes químicos no cultivo de espécies cultivadas.

#### **4 CONCLUSÕES**

As espécies *Maclura tinctoria*, *S. terebinthifolia*, *Celtis iguanaea* e *Croton urucurana* apresentaram decomposição rápida ao longo de 180 dias, sendo espécies potenciais para incorporação rápida de nutrientes no solo atuando como decompositoras, as demais com uma decomposição lenta são importantes para liberação de nutrientes ao solo de forma gradativa, proporcionando assim, um enriquecimento contínuo para o solo, exercendo um papel fundamental no enriquecimento do sistema.

*Maclura tinctoria*, *Schinus terebinthifolia* e *Croton urucurana*, foram as espécies que mais liberaram N, P, K, Ca e Mg para o solo.

#### **5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AJAYI, O. C. User Acceptability of Sustainable Soil Fertility Technologies: Lessons from Farmers' Knowledge, Attitude and Practice in Southern Africa. **Journal of Sustainable Agriculture**, v.30 n.3, p.21-40, 2007.

ALBERS, D. et al. Decomposition of beech leaves (*Fagus sylvatica*) and spruce needles (*Picea abies*) in pure and mixed stands of beech and spruce. **Soil Biology & Biochemistry**, n. 36, p. 155-164, 2004.

ALHAMD, L.; ARAKAKI, S.; HAGIHARA, A. Decomposition of leaf litter of four tree species in a subtropical evergreen broad-leaved forest, Okinawa Island, Japan. **Forest Ecology and Management**, v.202, p. 1–11, 2004.

ARATO, H. D. **Caracterização química e decomposição de folhas de espécies arbóreas nativas da mata atlântica**. 2006. 84 f. Dissertação (*Magister Scientiae*). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2006.

CARVALHO, A. M.; DANTAS, R. A.; COELHO, M. C.; LIMA, W. M.; SOUZA, J. P. S. P.; FONSECA, O. P. & GUIMARÃES JÚNIOR, R. **Teores de hemiceluloses, celulose e lignina em plantas de cobertura com potencial para sistema plantio direto no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 15 p - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2010.

COELHO, R. A.; SILVA, G. T. A.; RICCI, M. S. F.; RESENDE, A. S. Efeito de leguminosa arbórea na nutrição nitrogenada do cafeeiro (*Coffea canephora* Pierre ex Froehn) consorciado com bananeira em sistema orgânico de produção. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 21-27, 2006.

CONCEIÇÃO, G. M.; SILVA, E. R.; SILVA, M. C. C.; SILVA, R. P.; CASTRO, L. M. R. Determinação de macro nutrientes (N, P, K, Ca, S, e Mg) nas espécies de Poaceae de uma área de cerrado maranhense. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013.

CUNHA NETO, F. V.; LELES, P. S. S.; PEREIRA, M. G.; BELLUMATH, V. G. H. ALONSO, J. M. Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. **Ciência Florestal**, v.23, n.3, p. 379-387, 2013.

DUARTE, E. M. G. **Ciclagem de nutrientes por árvores em sistemas agroflorestais na mata atlântica**. 2007. 115 f. Dissertação (*Magister Scientiae*). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2007.

EMBRAPA. **Clima da Estação da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados/MS**. Disponível em:<[www.cpao.embrapa.br/clima/](http://www.cpao.embrapa.br/clima/)>. Acesso em: 27 out. 2015.

FERNANDES, M. M.; PEREIRA, M.G.; MAGALHÃES, L. M. S.; ADRIANO ROSA CRUZ, A. R.; GIÁCOMO, R. G.; Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* benth.) e andiroba (*Carapa guianensis* aubl.) na Flona Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 163-175, 2006.

FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; ALVAREZ, V.H. et al. Absorção, utilização e níveis críticos internos de fósforo e perfilhamento em *Adropogon gayanus* e *Panicum maximum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1918-1929, 2000.

GUENDEHOU, G. H. S.; LISKI, J.; TUOMI, M.; MOUDACHIROU, M.; SINSIN, B.; MÄKIPÄÄ, R. Decomposition and changes in chemical composition of leaf litter of five dominant tree species in a West African tropical forest. **Tropical Ecology**, v.55, n. 2, p. 207-220, 2014.

HASANUZZAMAN, MD.; HOSSAIN, M. Leaf Litter Decomposition and Nutrient Dynamics Associated with Common Horticultural Cropland Agroforest Tree Species of Bangladesh. **International Journal of Forestry Research**, 2004.

HEPP, L. U.; DELANORA, R.; TREVISAN, A. Compostos secundários durante a decomposição foliar de espécies arbóreas em um riacho do sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.23, n. 2, p.407-413, 2009.

ISAAC, M. E.; GORDON, A. M.; THEVATHASAN, N.; OPPONG, S. K.; QUASHIE-SAM, J. Temporal changes in soil carbon and nitrogen in west African multistrata agroforestry systems: a chrono sequence of pools and fluxes. **Agroforestry Systems**, v.65, p. 23–31, 2005.

JOINER, J. N.; POOLE, R. T.; CONOVER, C. A. Nutrition and fertilization of ornamental greenhouse crops. **Horticultural reviews**, New York, v., p. 366-403, 1983.

LIMA, S. S.; LEITE, L. F. C.; OLIVEIRA, F. C.; CASTRO A. A. J.; COSTA, D.B.; GUALTER, R. M.R. Teores de nutrientes da serapilheira e do solo sob sistema agroflorestal em área de transição no norte do Piauí. **Revista Brasileira de Agroecologia** v.2, n.2, 2007.

LUPWAYI, N.Z.; CLAYTON, G.W.; DONOVAN, J.T.; HARKER, K.N.; TURKINGTON, T.K.; RICE, W.A. Decomposition of crop residues under conventional and zero tillage. **Canadian Journal of Soil Science**, n.84, p.403 - 410, 2004.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, Potafos, 1989. 201p.

MARSCHNER, H. Functions of mineral nutrients: macro-nutrients. In: **MINERAL nutrition of higher plants**. Second ed. San Diego: Academic, 1995. p. 229-312.

OLIVEIRA, P. C.; CARVALHO, C. J. R. Fósforo, nitrogênio, lignina, celulose e polifenóis em amostras de serrapilheira foliar de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* no Nordeste do Estado do Pará. **Rev. Bras. de Agroecologia**, v.4, n.3, p. 20-28, 2009.

OURO, G.; PÉREZ-BATALLÓN, P.; MERINO, A. Effects of silvicultural practices on nutrient status in a *Pinus radiata* plantation: Nutrient export by tree removal and nutrient dynamics in decomposing logging residues. **Ann. For. Sci.**, v.58, p.411-422, 2001.

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 *Acacia angustissima* em um sistema agroflorestal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 791-800, 2015.

POGGIANI, F. et al. Indicadores de sustentabilidade das plantações florestais. **Série Técnica IPEF**, v.12, n. 31, p. 33 – 44, abr., 1998.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2015. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 21 dez. 2015.

REZENDE, J.L.P., GARCIA, Q.S., SCOTTI, M.R., LEITÃO, M.M. Decomposição de folhas de *Dalbergia nigra* e de *Eucalyptus grandis* incubadas em terra de mata e de eucaliptal. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: DO SUBSTRATO AO SOLO, 3, 1997, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: SOBRADE:UFV/DEF, 1997. p. 136–143.

RODRIGUES, A.C.G.; RODRIGUES, E.F.G.; BRITO, E.C. decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-amarelo na região noroeste fluminense (RJ). **R. Bras. Ci. Solo**, v.31, p.1421-1428, 2007.

SANTOS, H. G. dos et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SARIYILDIZ, T.; ANDERSON, J. M.; KUCUK, M. Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality, and decomposition in Northeast Turkey. **Soil Biology & Biochemistry**, v.37 p.1695–1706, 2005.

SCHUMACHER, M. V.; CORRÊA, R. S.; VIERA, M.; ARAÚJO, E. F. Produção e decomposição de serapilheira em um povoamento de *Eucalyptus Urophylla* x *Eucalyptus globulus maidenii*. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 3, p. 501-508, 2013.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. (Eds). The influence of resource quality on decomposition processes. In: **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Berkeley: University of California Press, 1979. p.118 - 166.

VIVANCO, L.; AUSTIN, A. T. Tree species identity alters forest litter decomposition through long-term plant and soil interactions in Patagonia, Argentina. **Journal of Ecology** v.96 p.727–736, 2008.

WELZ, B. **Atomic Absorption Spectrometry**. 2<sup>a</sup> ed.VCH, Deerfield, 1985.

WILES, P.G.; GRAY, I.K; KISLING, R.C. Routine analysis of protein by Kjeldahl and Dumas methods: review and inter laboratory study using dairy products. **Journal of AOAC International**, v.81, n.3, p.620-632, 1998.

XULUC-TOLOSA, F. J.; VESTER, H. F. M.; RAMÍREZ-MARCIAL, N.; CASTELLANOS-ALBORES, J.; LAWRENCE, D. Leaf litter decomposition of tree species in three successional phases of tropical dry secondary Forest in Campeche, México. **Forest Ecology and Management**, v.174, p.401-412, 2003.