

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

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

**Suelem Guevara da Silva Hoffmester**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2016**

**Suelem Guevara da Silva Hoffmester**

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

Manuscrito apresentado à Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, para fins de Exame de Qualificação no Programa de Pós-Graduação 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**

## **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

HOFFMESTER, Suelem Guevara da Silva. **Decomposição da biomassa e liberação de nutrientes das folhas de diferentes espécies arbóreas nativas em Sistema Agroflorestal Biodiverso.** 2016. 50 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral). Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2016.

Os sistemas agroflorestais atualmente tem 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 tem por objetivo avaliar a decomposição da biomassa e a liberação de nutrientes das folhas de diferentes espécies arbóreas presentes em um SAF Biodiverso localizado na Emprapa Agropecuária Oeste, e assim fornecer informações relevantes para implementação de SAFs que podem ser uma alternativa potencialmente sustentável para a agricultura familiar. 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, utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Após o tempo estabelecido e campo, 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 SAF. As espécies, *Maclura tinctoria*, *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 terebinthifolius*, *Croton urucurana*.

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

## ABSTRACT

HOFFMESTER, Suelem Guevara da Silva. **Decomposition of biomass and nutrient release from leaves of different native tree species in Agroforestry System Biodiverso**. 2016. 50 f. (Master in General Biology). Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2016.

Agroforestry systems today has been a very promising sustainable alternative to promote fertility and soil conservation especially in the absence of conventional aggressive farming practices environmentally and economically viable to be possible to obtain income from the production of intercropping food with forest production. Thus, this study aims to evaluate the decomposition of biomass and the release sheets of nutrients of different tree species present in a biodiverse Saf located at Embrapa Agropecuaria Oeste, and thus provide relevant information for the implementation of agroforestry systems that can be an alternative potentially sustainable for family farming. To evaluate the decomposition of 11 native tree species of the SAF biodiverse were installed 264 litter bags, 44 taken at intervals of 30, 60, 90, 120, 150, 180 days, we used the completely randomized design (CRD). After the established time and field, the samples were placed in an oven to dry and then weighed to assess the remaining mass. All species evaluated in this study are potential for SAF composition. The species *Maclura tinctoria*, *Schinus terebinthifolius*, *Croton urucurana* and *Celtis iguanea* showed rapid decomposition of biomass. The increased release of macronutrients N, P, K, Ca and Mg was observed in species *Maclura tinctoria*, *Schinus terebinthifolius*, *Croton urucurana*.

**Keywords:** decomposition rate, soil fertility, species diversity

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Descrição da área de estudo .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Decomposição da serapilheira e liberação de nutrientes .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Análise dos dados .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Decomposição foliar .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Dinâmica de liberação de nutrientes de folhas de espécies arbóreas em processo de decomposição.....	24
<b>CONCLUSÕES</b> .....	37
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	38

## 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 que procurem compreender quais são as espécies arbóreas com maiores potenciais para composição de SAFs e 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 garante maior diversidade de material orgânico 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.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Descrição da área de estudo

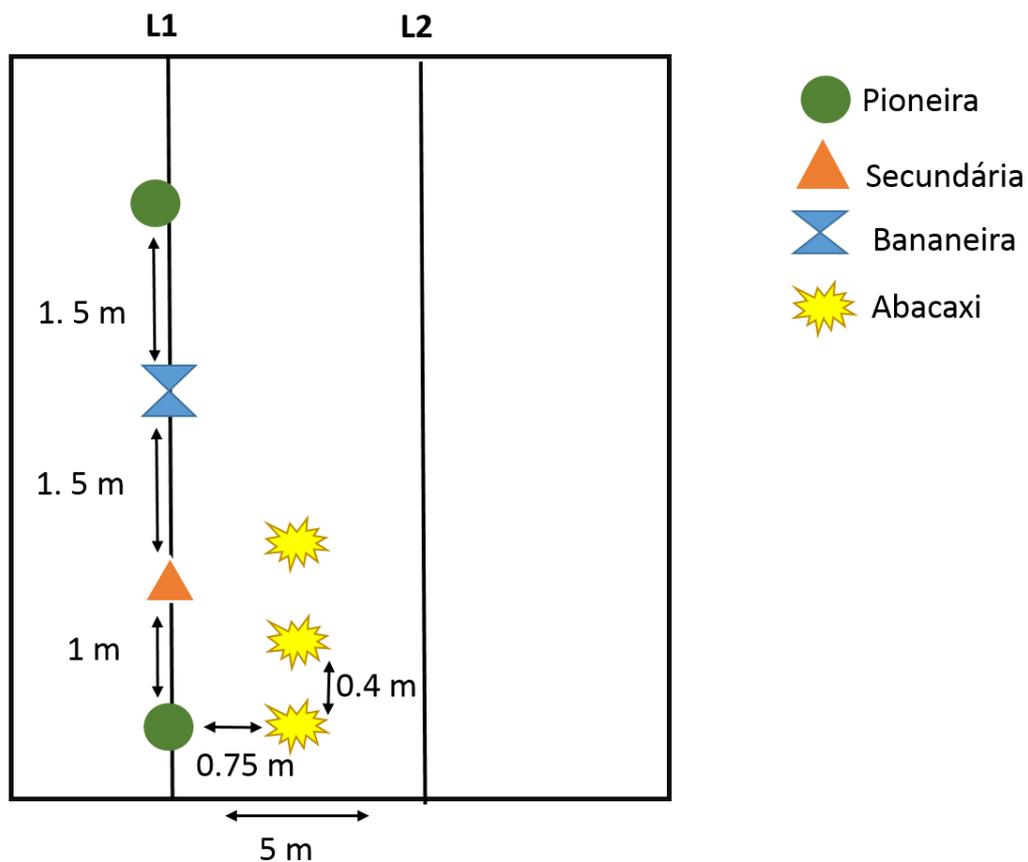
As espécies arbóreas estudadas fazem parte de um sistema agroflorestal biodiverso localizado na BR 163, km 253, Município de Dourados, região Sul do estado de Mato Grosso do Sul, na Latitude Sul 22° 16' 49,2'' e Longitude Oeste 54°49' 5,8'', altitude média de 408 m (Figura 1).



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

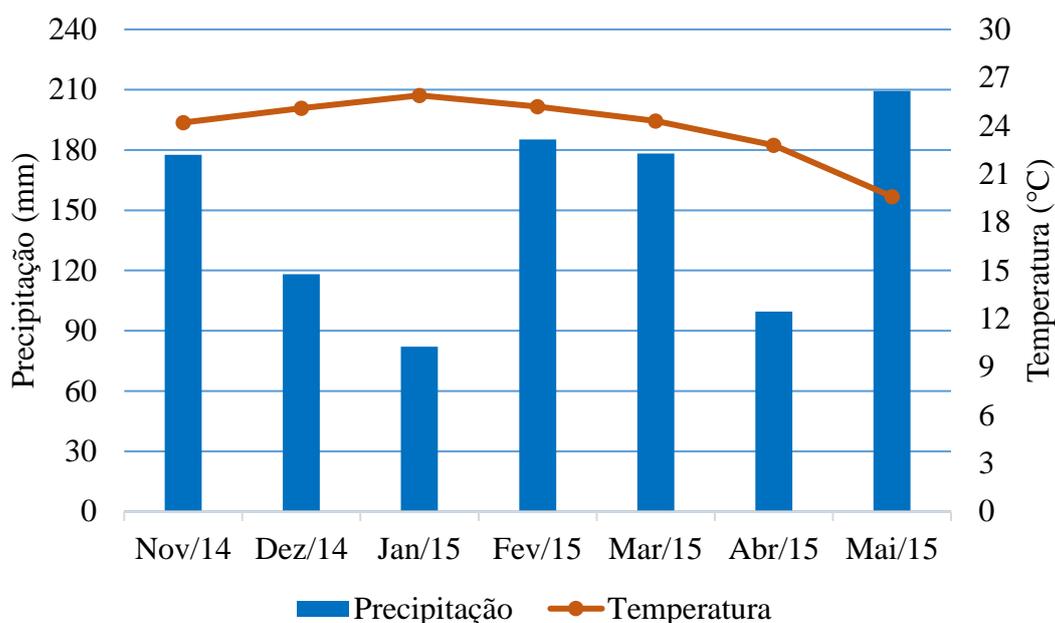
O estudo foi realizado de novembro de 2014 a maio de 2015. A formação florestal no entorno da área experimental é característica do Bioma Mata Atlântica (IBGE, 1992) e de acordo com Veloso et al. (1991), é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Submontana. O solo é caracterizado como Latossolo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

O SAF foi implantado em fevereiro de 2007 e compreende 0,5 ha; foi arranjado em 14 linhas de plantio espaçadas em 5 m, acompanhando as curvas de nível existentes na área. Na linha das arbóreas, as plantas foram arranjadas no campo da seguinte forma: plantio de uma pioneira a um metro da secundária e está distante a 3 m da próxima pioneira, onde, nesse intervalo, foi implantada uma muda de bananeira do cultivar nanicão, distando 1,5 m de cada uma das arbóreas. O abacaxizeiro (cultivar Pérola) foi implantado em linhas paralelas às arbóreas e bananeiras, a 0,75 m destas, sendo uma linha de cada lado, utilizando 0,4 m entre plantas (Figura 2).



**Figura 2.** Croqui do Sistema Agroflorestal de Dourados, MS, 2014.

Durante o período de experimentação, ou seja, de novembro de 2014 a maio de 2015, houve pouca variação na temperatura média, variando entre 20 a 26°C (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 3).



**Figura 3.** 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).

No sistema agroflorestal foram selecionadas 11 espécies arbóreas para o estudo, foi escolhida as espécies que continham 4 repetições em campo no SAF, sendo elas representadas por sete famílias distintas (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	Aroeira	Secundária Tardia
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Pimenteira	Pioneira
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro-pardo	Secundária inicial
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Candiúva	Pioneira
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Joá-mirim	Pioneira
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Capixingui	Pioneira
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra-d'água	Pioneira
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutambo	Pioneira
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Martius & Zucarini	Açoita-cavalo	Secundária inicial
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Amora-brava	Pioneira
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Saboneteira	Secundária tardia

### 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, as quais foram previamente coletadas de cada

espécie, sendo posteriormente acondicionadas em sacolas para fins de estudo de decomposição (litter bags).

Estas sacolas foram confeccionadas a partir de material de polivinil, com malha de 4 mm e dimensões de 25 x 25 cm. Os litter bags foram distribuídos aleatoriamente no solo, sob a copa das árvores (Figura 4). Foram instalados 264 litter bags no Sistema Agroflorestal, sendo 44 retirados em intervalos de 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 dias, sendo 4 sacolas por espécie. As amostras do equivalente ao tempo zero foram secas em estufa a 60°C para análise logo que coletadas, as demais foram conforme a retirada em campo. Neste estudo, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC).



**Figura 4.** Disposição dos *litter bags* no sistema agroflorestal biodiverso, em Dourados, MS, Brasil, em 2014.

Em cada coleta nas datas preestabelecidas, os materiais orgânicos remanescentes nos *litter bags* foram transferidos para sacos de papel craft, os quais foram levados à estufa a 50° C para secagem e depois pesados. Depois de pesados, os materiais orgânicos foram moídos em moinho tipo Wiley para posterior 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  $t$  é 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 ( $k$ ), onde valores acima de 1 indicam que a decomposição tende a ser mais rápida e valores menores que 1 apresentam decomposição lenta (DUARTE, 2007).

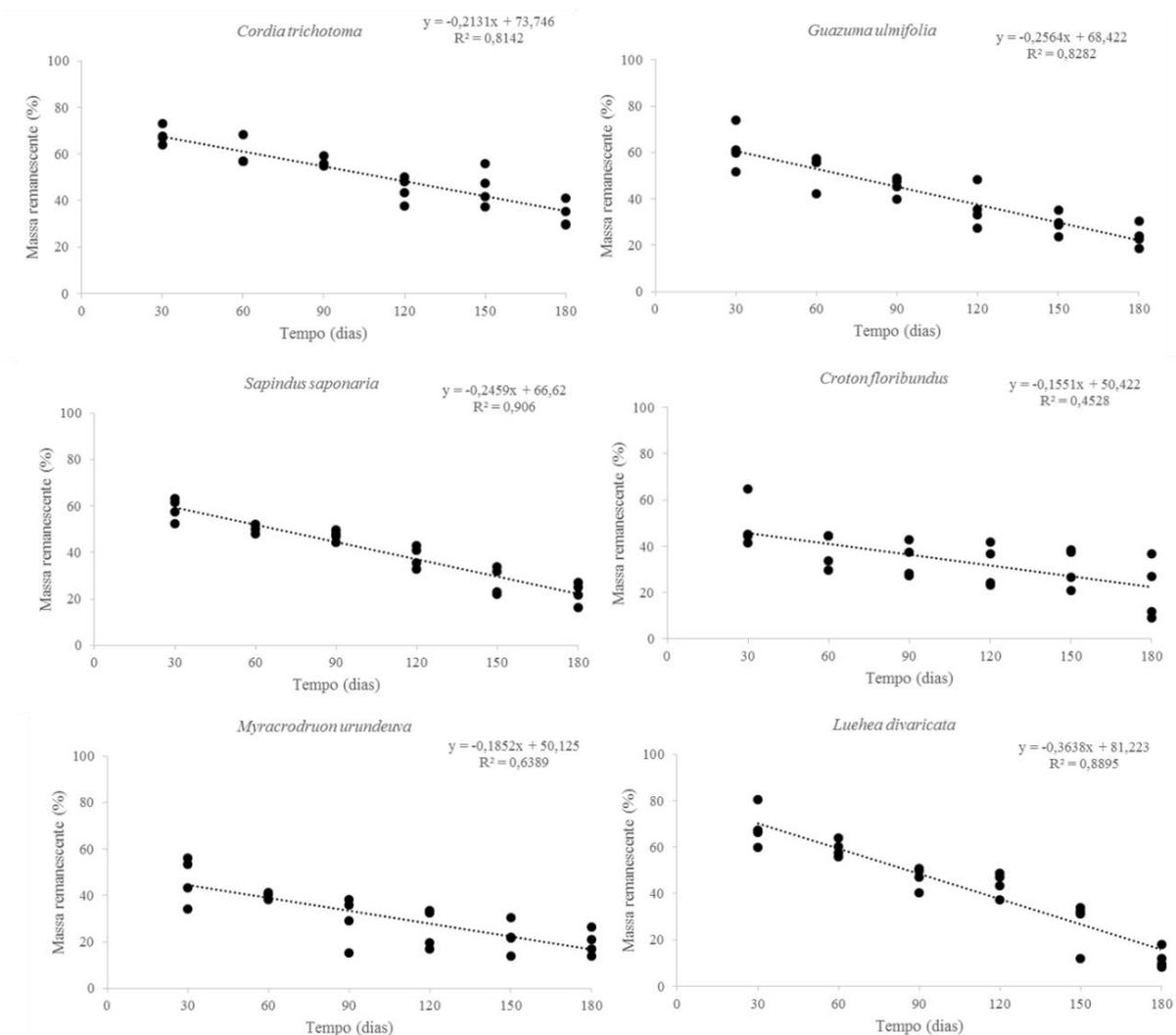
### **Análise dos dados**

Para avaliar a dinâmica do processo de decomposição ao longo do tempo, foram elaboradas curvas de regressão da perda de massa das folhas das espécies nativas a partir dos valores de massa foliar inicial e remanescente. Os dados foram obtidos através do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na dinâmica da massa remanescente (MR), observou-se um comportamento peculiar de cada espécie quanto à sua decomposição, algumas com decomposição mais acelerada, e outras, com decomposição mais lenta, sendo perceptível a formação de 2 grupos distintos.

Dentre as espécies avaliadas nos primeiros 30 dias, seis liberaram de 32 a 53% do material para o solo e no decorrer dos 180 dias tiveram uma liberação gradativa variando de 66 a 88%, destacando-se: *Luehea divaricata* (MR30D: 68,54%; MR180D:11,92%), *Cordia trichotoma* (MR30D: 67,92%; MR180D:33,94%), *Guazuma ulmifolia* (MR30D: 61,73%; MR180D: 23,81%), *Sapindus saponaria* (MR30D: 58,68%; MR180D: 22,54%), *Croton floribundus* (MR30D: 49,05%; MR180D: 21,26%), e *Myracrodruon urundeuva* (MR30D: 46,79%; MR180D:19,61%) (Figura 5).



**Figura 5.** Massa remanescente de espécies 6 espécies nativas em um Sistema Agroflorestal Biodiverso no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

*Cordia trichotoma* manteve uma taxa de decomposição semelhante nos primeiros 60 dias, diferenciando-se nos valores aos 90 dias e aos 180 dias (33,93% de MR).

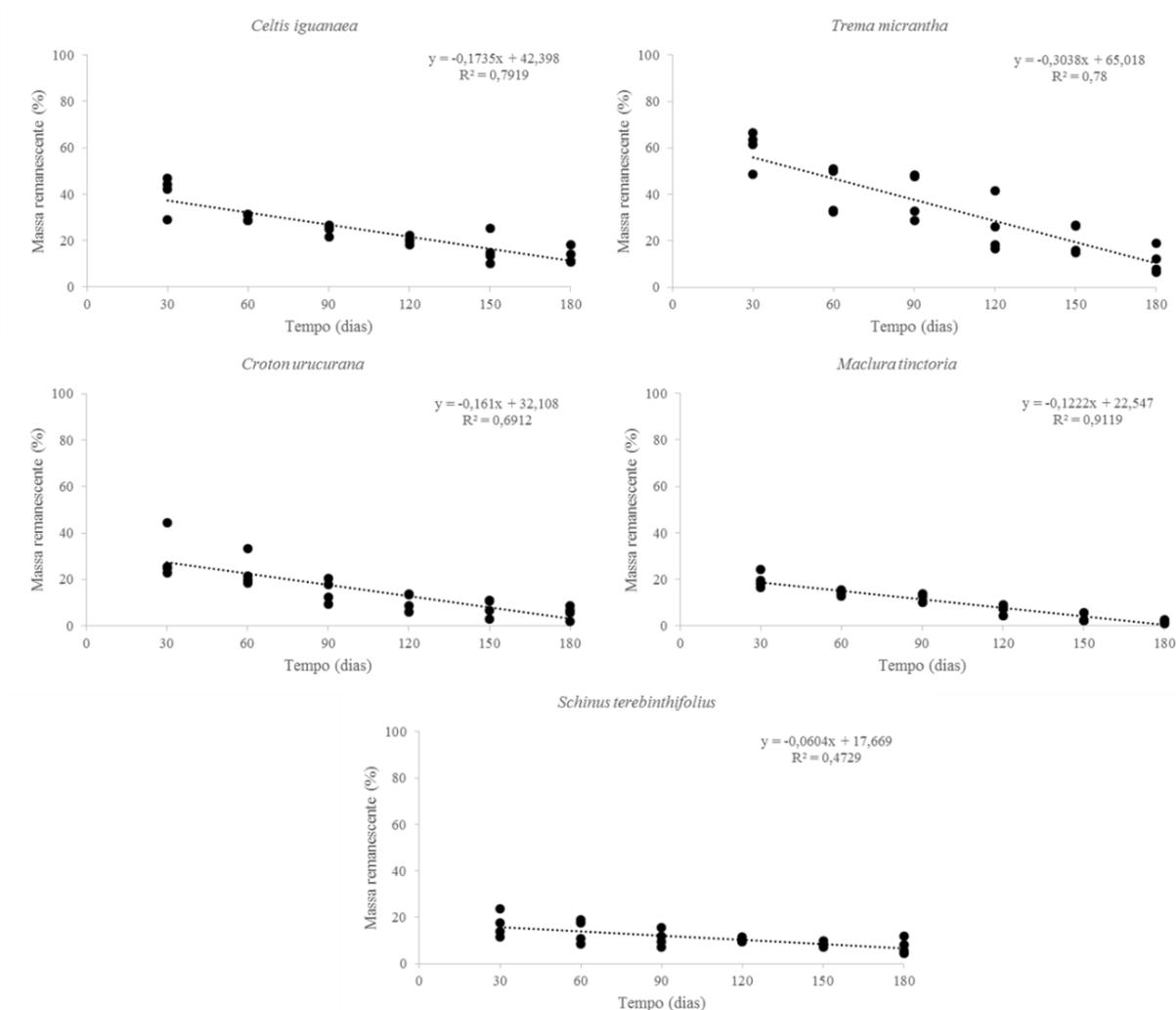
*Luehea divaricata* apresentou comportamento estável nos primeiros 60 dias de avaliação, logo aos 90 dias percebe-se uma queda na sua decomposição, mantendo-se até aos 120 dias. Aos 150 dias, observa-se o ápice da sua decomposição, apresentando 27,26% de massa remanescente, e chegando aos 180 dias com apenas 11,92% de MR.

Duarte (2007), ao avaliar a decomposição das folhas de outra espécie de açoita-cavalo (*Luehea grandiflora* Mart.), observou a presença de teores de compostos de difícil degradação, sugerindo que os nutrientes dessa espécie podem não ser liberados facilmente ao sistema.

*Guazuma ulmifolia*, *Sapindus saponaria*, *Croton floribundus* e *Myracrodruon urundeuva* apresentaram uma 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%, decompondo mais de 76% da biomassa.

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: *Trema micrantha* (MR30D: 59,94%; MR180D: 11,32%), *Celtis iguanaea* (MR30D: 40,59%; MR180D: 13,50%), *Croton urucurana* (MR30D: 29,32%; MR180D: 5,66%), *Maclura tinctoria* (MR30D: 19,58%; MR180D: 1,68%), *Schinus terebinthifolius* (MR30D: 16,66%; MR180D: 7,57%) (Figura 6).



**Figura 6.** Massa remanescente de espécies 5 espécies nativas em um Sistema Agroflorestal Biodiverso no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, 2014.

*Trema micranta*, *Celtis iguanea* e *Croton urucurana* apresentaram decomposição gradativa ao longo dos 180 dias. *Maclura tinctoria*, apresentou decomposição bastante acelerada ao longo dos 180 dias. Aos 30 dias esta espécie apresentava MR de apenas 19,50%, ou seja, 80,42% da sua biomassa, já havia sido decomposta. Aos 180 dias quase 100% da biomassa desta espécie já havia sido decomposta, restando apenas 1,68% de MR.

*Schinus terebinthifolius* foi outra espécie que apresentou decomposição acelerada. Nos primeiros 30 dias de avaliação, restava apenas 16,66% de MR para esta espécie, ou seja, aos 30 dias ela já havia decomposto 83,34% da biomassa. A decomposição foi notória nos meses seguintes, e aos 180 dias, esta espécie apresentou MR de 7,5%, onde 92,43% da biomassa já havia sido decomposta.

Duarte (2007), ao avaliar três espécies arbóreas, sendo elas: *Croton urucurana*, *Maclura tinctoria* e *Schinus terebinthifolius*, 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 no 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 a grande variabilidade nos compostos, como alguns que inibem a atividade de organismos decompositores, demonstra 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 (Tabela 2).

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

Espécies arbóreas	Constante de decomposição $k$ (g g <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Tempo de meia vida ( $t^{1/2}$ ) (dias)	Correlação de Pearson (R <sup>2</sup> )
<i>Luehea divaricata</i>	0,01207	58,6195	-0,9946*
<i>Maclura tinctoria</i>	0,023	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 terebinthifolius</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%.  $t^{1/2}$ : 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, 2007).

*Cordia 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. Lorenzi (1998) ressalta a importância desta espécie para reflorestamentos e recuperação de áreas degradadas. Essa espécie possui madeira bastante utilizada na fabricação de móveis, portas e janelas, além de ser empregada no paisagismo, devido aos seus atrativos e a qualidades ornamentais (SCHEEREN et al., 2002).

*Guazuma ulmifolia* apresentou constante  $k$  de 0,00806 (g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e  $t^{1/2}$  de 87 dias. É uma espécie recomendada para compor ações de recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2002). A constante  $k$  obtida da *Sapindus 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. A saboneteira possui um grande potencial para recuperação de áreas degradadas, sua madeira também é muito apreciada no ramo de construção civil e suas sementes rendem belos artesanatos (LORENZI, 2000).

A constante  $k$  do *Croton floribundus* foi de 0,00948 ( $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) e o seu tempo de meia vida alcançou 82 dias, para que ocorresse a decomposição de 50% da sua biomassa. A composição química das folhas do capixingui foi avaliada por Arato (2006), antes de ser 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. Uma das características principais do capixingui é o seu crescimento rápido em campo, sendo bastante utilizado em reflorestamentos (DURIGAN et al., 2002),

*Myracrodruon urundeuva* apresentou constante  $k$  de 0,00922 ( $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) e  $t_{1/2}$  de 76 dias. *Celtis iguanea* obteve constante  $k$  de 0,01126 ( $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) e apresentou  $t_{1/2}$  de 62 dias. Por apresentar um crescimento rápido e ser fonte de alimento para aves, tem sido considerado com potencial para programas de reflorestamento (LORENZI, 2002).

*Luehea 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 açoita-cavalo (*Luehea grandiflora* Mart.) foi avaliada por Arato (2006), sendo que os resultados constatados o qualifica como espécie de decomposição intermediária. Segundo Lorenzi (1992), o açoita-cavalo é uma planta pioneira de rápido crescimento, indispensável para reflorestamentos e recuperação de áreas de reserva legal e áreas de preservação permanente.

*Trema micranta* 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 *Trema 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.

Em áreas abandonadas, a candiúva é uma das primeiras espécies a surgir e se desenvolver (CARVALHO, 1994), mostrando seu potencial na recomposição e recuperação de áreas degradadas.

*Maclura 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.

A amora-brava é uma espécie muito apreciada por apresentar uma madeira de boa qualidade e de longa durabilidade, sendo bastante apreciada em marcenarias (PAULA; ALVES, 1997).

*Schinus terebinthifolius* por sua vez, obteve constante de decomposição  $k$  de 0,01473( $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) e seu tempo de meia vida foi de 48 dias. O desenvolvimento desta espécie no campo é bastante acelerado (LORENZI, 1998). Essa espécie também apresentou rápida decomposição, quando comparada às demais. 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 e por ter utilizado em maioria folhas jovens, delgadas e frágeis.

A pimenteira é uma espécie bastante apreciada mundialmente, pois seus frutos são utilizados como condimentos para os alimentos (LENZI; ORTH, 2004). Também é uma espécie importante para recuperação de áreas degradadas e em programas de reflorestamento por ser fonte de alimento e abrigo para a fauna (SOUZA et al., 2001).

*Croton 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. A *Croton urucurana* é uma espécie com grande potencial para reflorestamentos e recomposição de matas ciliares (SCALON, 2008).

O grupo formado pelas 6 espécies (*Luehea divaricata*, *Cordia trichotoma*, *Guazuma ulmifolia*, *Sapindus saponaria*, *Croton floribundus* e *Myracrodruon urundeuva*) com uma decomposição gradativa ao longo dos 180 dias, apresentaram tempo de meia vida variando de 58 a 116 dias. Já o grupo formado pelas 5 espécies (*Trema micrantha*, *Celtis iguanaea*, *Croton urucurana*, *Maclura tinctoria* e *Schinus terebinthifolius*) 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 *Maclura tinctoria*, *Luehea divaricata*, *Croton urucurana*, *Croton floribundus*, *Celtis 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, *Maclura tinctoria*, *Luehea divaricata*, *Croton urucurana*, *Croton floribundus*, *Celtis 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.

### Dinâmica de liberação de nutrientes de folhas de espécies arbóreas em processo de decomposição

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.** N remanescente na biomassa de folhas de espécies arbóreas em decomposição em um sistema agroflorestal biodiverso no Município de Dourados, MS.

Espécies	Dias					
	30	60	90	120	150	180
Nitrogênio Remanescente (%)						
Saboneteira	40,8Ca	34,8DEab	35,7BCab	28,9Bb	20CDc	18Bc
Louro-pardo	71,8Aba	60,7BCb	61,8Ab	46,3Ac	45,9Ac	33,3Ad
Amora-brava	21,4Ca	16,1Eb	13,9Eb	7,3Bc	3Dd	1,6Cd
Capixingui	41,6Ca	33,5DEab	31,9Cab	26,7Bab	25,1BCab	18,5Bb
Joá-mirim	37,3Ca	32,4DEa	25,6CDb	19,7Bbc	14,1CDc	12,7Bc
Sangra-d'água	31,4Ca	25,6DEab	16,9DEbc	11,4Bc	8,2CDc	7,8BCc
Mutambo	76,5Aba	73,1ABa	65,1Aa	50,2Ab	41,2Abc	30,6Ac
Candiúva	62Ba	44,3CDb	42,6Bb	25,2Bc	20,5CDcd	11,6BCd
Aroeira	42,5Ca	34,2DEab	27,3CDbc	21,7Bc	19CDc	16,3Bc
Pimenteira	20,5Ca	17,8Eab	11Ebc	11,5Bbc	8,6CDc	7,3BCc
Açoita-cavalo	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, *Sapindus 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 *Cordia 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. *Maclura 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.

*Croton 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%. *Celtis 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, ocasião em que esta espécie liberou 6,8% a mais de N, quando comparada ao mês anterior. Esta espécie chegou aos 180 dias com N remanescente de 12,7%, sendo, portanto, que 87,3% de N presente na biomassa já havia sido liberado para o solo.

*Croton 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. *Guazuma 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.

*Trema micranta* apresentou liberação de N de maneira gradativa, a cada mês, sendo que os conteúdos de N remanescente foram diminuindo a cada mês. 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. *Myracrodruon 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.

A *Schinus 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. *Luehea 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: *Cordia trichotoma* com 33,3%, *Guazuma ulmifolia* com 30,6% e *Croton floribundus* com 18,5%. As espécies que apresentaram menores conteúdos de N remanescente foram: *Maclura tinctoria* com 1,6%, *Schinus terebinthifolia* com 7,3% e *Croton urucurana* com 7,8%.

O nitrogênio é um macro nutriente indispensável na nutrição das plantas, e a ausência deste na planta resulta na proteólise das proteínas e redistribuição dos aminoácidos, resultando no colapso dos cloroplastos, acarretando a diminuição no conteúdo de clorofila (CONCEIÇÃO, 2013), destacando-se nas folhas sintomas de deficiência como o amarelecimento das folhas velhas (NAIFF, 2007).

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 da decomposição das folhas de espécies arbóreas do SAF Biodiverso colocadas na superfície do solo durante 180 dias, Dourados, MS, 2016.

Espécies	Dias					
	30	60	90	120	150	180
	Fósforo remanescente (%)					
Saboneteira	76,6Aba	72,2Aa	65,6Aab	49,2Bb	37,4Bc	24,3Bd
Louro-pardo	86,1Aa	79,7Aa	71,7Aab	61,9Aab	69,6Aab	42,8Ab
Amora-brava	35,6DEa	28,2CDEab	20,2DEbc	13,7EFGcd	6Dde	3,5Fe
Capixingui	48,5CDa	44,1BCa	30,5CDab	20,8DEFGb	21,7CDb	14,6CDEb

Joá-mirim	57BCa	48BCa	34,4CDb	25,3DEbc	17,9CDc	16,9BCDc
Sangra-d'água	26,9EFa	21,2DEa	11,8Eb	9,2FGb	4,4Db	5,8EFb
Mutambo	68,5ABCa	63,1ABa	50,1Bb	39BCc	26,5BCd	21,3BCd
Candiúva	70,4ABCa	41,5BCD <b>b</b>	34,1CD <b>bc</b>	23,2DEF <b>cd</b>	16,9CDd	8,9DEFd
Aroeira	31,2DEFa	20,6DE <b>b</b>	14,1Ec	10FGc	9,9CDc	8DEFc
Pimenteira	12,5Fa	10,9DEa <b>b</b>	6E <b>bc</b>	7G <b>bc</b>	6,8D <b>bc</b>	4,3F <b>c</b>
Açoita-cavalo	67ABCa	61,1ABa	43,1BC <b>b</b>	31,6CD <b>bc</b>	21,4CD <b>cd</b>	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, dentre as onze espécies estudadas, as espécies que apresentaram rápida liberação de P para o solo foram: *Maclura tinctoria*, *Schinus terebinthifolia* e *Croton 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: *Cordia trichotoma*, *Sapindus saponaria* e *Guazuma 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.

Ao longo dos dias, a liberação de P foi lenta e gradativa, *Sapindus 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, *Sapindus saponaria* manteve-se semelhante estatisticamente até aos 180 dias.

*Cordia trichotoma*, semelhante a *Sapindus saponaria*, também obteve uma liberação de P de forma lenta e gradativa, porém, aos 150 dias de experimento, *Cordia 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 *Cordia trichotoma* na liberação de P, liberando 26,8% de P, quando comparado ao mês anterior.

*Maclura 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. *Croton 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, *Croton 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. O *Croton floribundus* chegou aos 180 dias com P remanescente de 14,6%.

A liberação de P da espécie *Celtis 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. *Celtis iguanaea* chegou ao final dos 180 dias com P remanescente de 16,9%. *Croton 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, *Croton 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 *Guazuma 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. *Guazuma ulmifolia* chegou aos 180 dias com P remanescente de 21,3%, ou seja, 78,7% de P, já havia sido liberado para o solo. A *Trema 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. *Trema micrantha* chegou ao final do experimento com apenas 8,9% de P remanescente, isso nos diz que a *Trema micrantha* já havia liberado 91,1% de P para o solo.

A *Myracrodruon 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. *Myracrodruon 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 *Schinus 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 *Schinus terebinthifolia* chegou aos 180 dias com apenas 4,3% de P remanescente.

*Luehea 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. *Luehea 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: *Maclura tinctoria*, *Croton floribundus*, *Celtis iguanaea*, *Croton urucurana*, *Guazuma ulmifolia* e *Luehea 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.

O P é um macro nutriente muito importante na nutrição das plantas, para o crescimento e para a produção vegetal. O baixo teor de P nas proteínas citoplasmáticas interferem no crescimento da planta (FAQUIN, 2005). Os indícios da deficiência de P, se manifestam primeiramente nas folhas mais velhas, (FAQUIN, 2005), onde essas plantas apresentam uma coloração verde escura (CONCEIÇÃO, 2013)

De modo geral, as espécies que apresentaram maiores conteúdos de P remanescente foram: *Cordia trichotoma* com 42,8%, *Sapindus saponaria* com 24,3% e *Guazuma ulmifolia* com 21,3%. As espécies que apresentaram menores conteúdos de P remanescente foram: *Maclura tinctoria* com 3,5%, *Schinus terebinthifolia* com 4,3% e *Croton urucurana* com 5,8%.

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 da decomposição das folhas de espécies arbóreas do SAF Biodiverso colocadas na superfície do solo durante 180 dias, Dourados, MS, 2016.

Espécies	Dias					
	30	60	90	120	150	180
	Potássio Remanescente (%)					
Saboneteira	17,8Ba	9,1BCD <b>b</b>	7,5Ab	3,9ABC <b>c</b>	2,5BCD <b>c</b>	2BC <b>c</b>

Louro-pardo	12,3BCDEa	10BCab	8,7Ab	5,8Ac	5,7Ac	3,1Ac
Amora-brava	1,7Fa	1,1Eb	1Bb	0,6Ac	0,2Dd	0,1Ed
Capixingui	8,1CDEFa	4,6BCb	2,8Bbc	2CDc	1,8BCDc	1,1CDEc
Joá-mirim	6DEFa	3DEb	2,3Bbc	1,8CDbc	1,1CDc	0,9CDEc
Sangra-d'água	4EFa	3,3CDEab	1,9Bb	1,3CDb	0,8CDb	0,6DEb
Mutambo	16,1BCa	11Bb	8,1Ac	6Ad	2BCDe	1,5BCDe
Candiúva	13,7BCDa	9,1BCDb	6,9Ab	3,3BCDc	2,1BCDc	1CDEc
Aroeira	16BCa	10,9Bb	7,5Abc	4,9ABc	2,9BCc	2,2Bc
Pimenteira	4,3EFa	2,7DEb	1,6Bc	1,4CDc	0,9CDc	0,8DEc
Açoita-cavalo	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: *Maclura tinctoria*, *Schinus terebinthifolia* e *Croton urucurana*. As espécies que apresentaram liberação um pouco mais lenta foram: *Luehea divaricata*, *Cordia trichotoma* e *Sapindus saponaria*.

Ao longo dos dias, as apresentaram comportamento similar, ambas liberaram rapidamente o K ao sistema. A espécie *Sapindus 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. A *Cordia 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%.

A *Maclura 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. *Croton 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%. *Celtis iguanea*, já aos 30 dias o K remanescente era de 6%, a cada mês foi notória a sua liberação, e fechou os 180 dias com apenas 0,9%, quase 100% de K liberado ao sistema. *Croton 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.

A *Guazuma 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. *Trema micrantha* obteve comportamento similar a *Guazuma ulmifolia*, o K remanescente aos 30 dias era de 13,7% porém ao final dos 180 dias, restava apenas 1% de K remanescente. A *Myracrodruon 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. A *Schinus 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. A *Luehea divaricata*, foi a espécie 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: *Cordia trichotoma* com 3,1%, *Myracrodruon urundeuva* com 2,2% e *Sapindus saponaria* com 2%. As espécies com os menores conteúdos de K remanescente foram: *Maclura tinctoria* com 0,1%, *Croton urucurana* com 0,6% e *Schinus terebinthifolia* com 0,8%.

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

**Tabela 6.** Cálcio (Ca) remanescente da decomposição das folhas de espécies arbóreas do SAF Biodiverso colocadas na superfície do solo durante 180 dias, Dourados, MS, 2016.

Espécies	Dias					
	30	60	90	120	150	180
	Cálcio Remanescente (%)					
Saboneteira	58,4BCDa	51,1CDab	51,9Cab	43,3BCDEb	30BCc	24,1BCc
Louro-pardo	96,2Aa	84,4ABab	83,2ABab	69,6ABb	71,1Ab	49,4Ac

Amora-brava	34,9DEa	28,6DEa	27,1Da	17,6Eb	6,4Cc	3,4Cc
Capixingui	86,8Aba	76,6ABa	58Ca	61,8ABCa	49,6Ba	42,7Aa
Joá-mirim	60,5BCDa	65,5BCa	55,1Ca	41,5CDEb	28,7BCbc	23,2BCc
Sangra-d'água	53,7CDa	43CDab	26,9Dbc	19Ec	13,1Cc	11,2Cc
Mutambo	74,3ABCa	78,5ABa	69,9BCab	57,4ABCDbc	47,4Bc	33,1ABd
Candiúva	72,9ABCa	52CDb	49Cb	33,1DEc	25,4BCc	13,9BCd
Aroeira	82,9ABCa	73,8ABab	60,2Cab	54,4ABCDEab	43,3Bb	45,4Ab
Pimenteira	22,4Ea	18,7Eab	14,2Dbc	16,3Eabc	11,2Cbc	10Cc
Açoita-cavalo	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: *Cordia trichotoma* com 49,4%, *Myracrodruon urundeuva* com 45,4%, *Croton floribundus* com 42,7% e *Guazuma ulmifolia* com 33,1%. As espécies *Sapindus saponária*, *Celtis iguanea*, *Luehea divaricata* e *Trema micranta*, 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: *Croton urucurana* com Ca remanescente de 11,2%, *Schinus terebinthifolia* com (10%) e *Maclura 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 *Sapindus saponária*, 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 *Sapindus saponária* obteve 24,1% de Ca remanescente. A *Cordia trichotoma*, semelhante a *Sapindus saponária*, manteve liberação de Ca estável nos primeiros 90 dias, porém a cada mês esses conteúdos de Ca iam diminuindo, esta espécie apresentou liberação de Ca de forma lenta, e chegou aos 180 dias de análise com Ca remanescente de 49,4%. A espécie *Maclura 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 *Croton 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. O *Celtis 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 *Croton 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. A espécie *Guazuma ulmifolia*, apresentou lenta liberação de Ca, e altos conteúdos de Ca remanescente, chegando aos 180 dias do experimento com 33,1% de Ca. A *Trema micranta*, 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.

A *Myracrodruon 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 *Schinus 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 *Luehea 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.

O Ca é um macro nutriente importante presente na nutrição da planta. A falta deste nutriente, pode afetar tanto o crescimento da parte aérea da planta como na raiz (Conceição, 2013). Alguns sintomas causados pela deficiência de Ca, são deformações nas folhas novas, queimaduras nas margens dessas folhas, entre outras (Faquin, 2005).

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

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 da decomposição das folhas de espécies arbóreas do SAF Biodiverso colocadas na superfície do solo durante 180 dias, Dourados, MS, 2016.

Espécies	Dias					
	30	60	90	120	150	180
	Magnésio Remanescente (%)					
Saboneteira	57,4BCDa	44,7BCb	44,6Bb	29,1BCDc	16,3CDd	11,1CDd
Louro-pardo	57,7BCDa	60,8BCa	56,7Ba	44Bb	46,9Ab	28,7Ac
Amora-brava	25,5Ea	20,5Da	18,8Ca	11,5Db	4,4Dc	2,1Dc
Capixingui	65,1BCa	52,6BCab	47,4Bab	32,3BCDbc	20,3BCDc	19,1BCc
Joá-mirim	40,6CDEa	40,9Ca	36,2Ba	19,5CDb	13,9CDb	12,4CDb
Sangra-d'água	34,8DEa	23,1Dab	15,8Cb	10,3Db	6,4Db	6,2Db
Mutambo	68,2Ba	67,7Ba	59,3Ba	43,7Bb	27,7BCc	19,9BCc
Candiúva	73,6Ba	52BCb	48,4Bb	31BCDc	20,5BCDcd	10,3CDd
Aroeira	59,7BCDa	52,7BCab	41,6Babc	35,3BCbc	28,8BCc	23,6ABc
Pimenteira	17,9Ea	15,3Dab	9,7Cbc	11,7Dbc	7,6Dc	6,4Dc
Açoita-cavalo	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. A *Sapindus 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 chagou ao final dos 180 dias com 11,1% do Mg presente na biomassa. A *Cordia 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 *Maclura 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 *Croton 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 *Celtis 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 *Croton 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 *Guazuma 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 *Trema micranta*, 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%. A *Myracrodruon 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 *Schinus terebinthifolia*, apresentou liberação de Mg de maneira bastante acelerada, logo nos primeiros 30 dias, seu Mg remanescente era de apenas 17,9%, onde 82,1% deste nutriente já havia sido ciclado, aos 180 dias seu Mg remanescente era de apenas 6,4%. Por último, a espécie *Luehea 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.

O Mg é um macro nutriente presente na composição nas plantas. Sua principal função, é ser o elemento central da molécula de clorofila (RAIJ, 1991). Na ausência deste nutriente, a fixação de CO<sub>2</sub> é inibida. A deficiência deste nutriente, se manifesta nas folhas mais velhas na forma de uma clorose internerval (CONCEIÇÃO, 2013).

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

## **Recomendações**

Trabalhos dessa natureza são importantes para compreender o comportamento das espécies nativas implantadas em ambientes degradados (que sofreram alterações em sua fisionomia 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, 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= liberação gradativa); 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 <sup>1/2</sup> (dias)	MR (%)	Teor de nutriente nas folhas (%)				Mobilidade dos nutrientes remanescente aos 180 dias (%)						Classificação
			N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	
<i>Cordia trichotoma</i> (Louro-Pardo)	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> (Açoita-cavalo)	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: Mobilidade gradativa de N e Ca
<i>Guazuma ulmifolia</i> (Mutambo)	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> (Saboneteira)	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> (Capixingui)	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> (Aroeira)	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> (Candiúva)	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> (Joá-mirim)	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> (Sangra-d'água)	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> (Amora-brava)	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>Schinus terebinthifolia</i> (Pimenteira)	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<sup>1/2</sup> : 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 fazer a poda das mesmas levando em consideração o nutriente que deseja 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.

## CONCLUSÕES

Todas as espécies avaliadas nesse SAF biodiverso são potenciais para serem utilizadas como fertilizantes de sistemas de produção através da poda, compostagem, garantindo assim, uma economia ao produtor por diminuir seu consumo de fertilizantes químicos e assegurando ao ambiente uma liberação gradativa de nutrientes e a proteção do solo.

Também são essenciais para utilização na implantação de sistemas agroflorestais em áreas de reserva legal e áreas de preservação permanente. Quantificar a contribuição

da serapilheira/folhas no fornecimento de nutrientes para o sistema, pode introduzir novas práticas de manejo, que colaboram para uma redução na demanda por insumos externos.

As espécies *Maclura tinctoria*, *Schinus terebinthifolia*, *Celtis iguanaea* e *Croton urucurana* apresentaram uma decomposição rápida ao longo de 180 dias, sendo espécies potenciais para incorporação rápida de nutrientes no solo, 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.

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

## REFERÊNCIAS

ABDO, M. T. V. N.; PAULA, R. C. de. Temperaturas para a germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus* - Spreng - Euphorbiaceae). **Rev. Bras. Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 135-140, 2006.

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.

CARVALHO, A. M.; DANTAS, R. A.; COELHO, M. C.; LIMA, W. M.; SOUZA, J. P. S. P.; FONSECA, O. P. & GUIMARÃES JÚNIOR, R. 2010. **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.

CARVALHO, P.H.R. **Espécies florestais brasileiras: Recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira**. Colombo: Embrapa – CNPF, 1994. 674 p.

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. 115f. Dissertação (Magister Scientiae)**. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M.B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M.A.O.; BAITELLO, J.B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. 2.ed. São Paulo: Páginas & Letras, 2002. p.22.
- 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.
- FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas/Valdemar Faquin**. Lavras: UFLA / FAEPE. Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente, 2005.
- 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.5 p. 366-403, 1983.
- LENZI, M.; ORTH, A.I. Characterization of the functional reproductive system of the pink-pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.198-201, 2004.
- 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.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil**. 4 ed. São Paulo: Editora Nova Odessa, Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2004.
- LORENZI, H. 2002. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Vol. 2, 2ª ed., Editora Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2.ed. São Paulo: Editora Plantarum, 1998. 368p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 352p
- LORENZI, H.; MATOS F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, 2002. 544p.
- 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.
- MORS, W.B.; RIZZINI, C.T.; PEREIRA, N.A. **Medicinal Plants of Brasil**. Reference Publications, Inc. Algonac, Michigan, 2000. 501p.
- 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 arbórea* 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, J. E.; ALVES J. L. H. **Madeiras nativas** – Anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso. Brasília: Fundação Mokiti Okada – MOA, 1997.
- PAULA, P. D.; CAMPELLO, E. F. C.; JOSÉ GUILHERME MARINHO 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.
- POTT, A.; POTT, V. J. **Plants of Pantanal**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 1994.
- 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.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/ POTAFOS, 1991. 343p.
- 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. 306 p.l
- 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.
- SCALON, S.P.Q.; KODAMA, F.M.; SCALON FILHO, H.; MUSSURY, R.M. Crescimento inicial de mudas de sangra-d'água (*Croton urucurana* Baill.) sob sombreamento e aplicação de giberelina. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.10, n.3, p.61-66, 2008.
- SCHEEREN, L. W.; SCHNEIDER, P. S. P.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento do louro-pardo, *cordia trichotoma* (vell.) arrab. ex steud., na depressão central do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 169-176, 2002.
- 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.

- SOUZA, P.A.; VENTURINI, N.; MACEDO, R.L.G.; ALVARENGA, M.I.N.; SILVA, V. F. Estabelecimento de espécies arbóreas em recuperação de área degradada pela extração de areia. Viçosa. **Cerne**, 7: 43-52, 2001.
- 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.
- through long-term plant and soil interactions in Patagonia, Argentina. **Journal of Ecology** v.96 p.727–736, 2008.
- VIANA, G. S. B. et al. **Aroeira-do-sertão**: estudo botânico, farmacognóstico, químico e farmacológico. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1995. 164p.
- VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V.; ARAÚJO, E. F. Disponibilização de Nutrientes via Decomposição da Serapilheira Foliar em um Plantio de *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus globulus*. **Floresta e Ambiente**, 2014.
- VIVANCO, L.; AUSTIN, A. T. Tree species identity alters forest litter decomposition
- WELZ, B. **Atomic Absorption Spectrometry**. 2ª ed.VCH, Deerfield, 1985.
- WILES. P.G.; GRAY, I.K ; KISSLING, R.C. Routine analysis of protein by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory 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.