

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

Dinâmica de Deposição e Decomposição da
Serapilheira em Sistema Silvopastoril com
Eucalipto

Leonardo Viana da Silva

2019



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DINÂMICA DA DEPOSIÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA
EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM EUCALIPTO**

LEONARDO VIANA DA SILVA

Sob a Orientação do Professor

João Carlos de Carvalho Almeida

e Co-orientação do Professor

João Batista Rodrigues de Abreu

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre**, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2019

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586d Silva, Leonardo Viana da, 1992-
Dinâmica de Deposição e Decomposição da Serapilheira
em Sistema Silvopastoril com Eucalipto / Leonardo
Viana da Silva. - Seropédica - RJ, 2019.
37 f.

Orientador: João Carlos de Carvalho Almeida.
Coorientador: João Batista Rodrigues de Abreu.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Pós-Graduação em Zootecnia,
2019.

1. serrapilheira. 2. silvipastoril. I. Almeida,
João Carlos de Carvalho, 1956-, orient. II. Abreu,
João Batista Rodrigues de, 1962-, coorient. III
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Pós
Graduação em Zootecnia. IV. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LEONARDO VIANA DA SILVA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre**, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 21 / 02 / 2019



João Carlos de Carvalho Almeida, Dr. UFRRJ
(Presidente)



Nivaldo Schultz, Dr. UFRRJ



Domingos Sávio Campos Paciullo, Dr. EMBRAPA

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Luís Soares da Silva e Rosângela Ramos Viana Soares da Silva, por todo apoio e amor incondicional.

AGRADECIMENTO

Aos meus pais, Luís Soares da Silva e Rosângela Ramos Viana Soares da Silva, por todo apoio e amor incondicional.

Aos meus professores e orientadores durante a graduação e pós-graduação, por todos ensinamentos, confiança e amizade, em especial ao professor João Carlos de Carvalho Almeida e ao professor João Batista Rodrigues de Abreu.

Aos meus amigos, que de maneira direta ou indireta, contribuíram e foram fundamentais na construção deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

SILVA, Leonardo Viana da. **Dinâmica de deposição e decomposição de serapilheira em sistema silvipastoril com eucalipto**. 2019. 37p Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

Os sistemas silvipastoris (SSP) são associações de espécies florestais com plantas forrageiras herbáceas ou rasteiras e animais herbívoros. A interação dos componentes dentro do sistema gera benefícios mútuos, dentre eles, a ciclagem de nutrientes, proporcionada pela maior deposição e posterior decomposição da serapilheira. Portanto, compreender a dinâmica da deposição e decomposição de serapilheira e suas consequências nos demais componentes é fundamental para se estudar o funcionamento dos sistemas silvipastoris. Para isso, este estudo teve como objetivo quantificar e qualificar a serapilheira deposta e estudar a dinâmica de decomposição em um sistema silvipastoril com eucalipto, comparando as variáveis estudadas com uma floresta secundária semidecidual e monocultivo de *Urochloa decumbens*, durante as quatro estações do ano, em uma propriedade em Barbacena, MG, de fevereiro a dezembro de 2018. Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, no arranjo de parcelas subdivididas no tempo, onde as parcelas foram: Sistema silvipastoril (SSP), Floresta Secundária Semidecidual (FL) e monocultivo de *Urochloa decumbens* (PS). As subparcelas foram: Verão, Outono, Inverno e Primavera. Foram estudados a deposição de serapilheira, constante de decomposição (k), tempo de meia-vida para decomposição ($t_{0,5}$), produção de massa de forragem, altura do dossel (ALT) matéria seca (MS), matéria mineral (MM), teor de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) na forragem. Quanto a deposição, houve interação significativa ($P < 0,05$) entre os fatores. O SSP apresentou maior deposição em todas as estações, com produção média anual de $12,09 \text{ Mg MS ha}^{-1}$, seguido da FL com $8,13 \text{ Mg MS ha}^{-1}$ e o PS com $1,93 \text{ Mg MS ha}^{-1}$. Entre as estações, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) no SSP e no PS, porém a FL teve maior deposição ($P < 0,05$) durante a estação de inverno. O SSP apresentou 65 % de folha, 18% de galho, 15 % de semente e 2% de casca de árvores em sua serapilheira deposta durante o ano. Já a FL apresentou 83% de folha, 15% de galho e 2% de semente. A constante k foi de 0,0021 e 0,0025 g g^{-1} para SSP e FL, respectivamente, apresentando um $T^{0,5}$ de 322 dias no SSP e 272 dias na FL. Quanto a produção de massa de forragem, o PS apresentou maior valor na estação verão, enquanto nas demais estações foram estatisticamente iguais. A ALT não apresentou diferença estatística ($P > 0,05$). O teor de PB, houve diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,05$), onde o SSP foi superior em todas as estações, com média de 12,60% PB, enquanto o PS apresentou média de 9,76% e PB. A FDN, os valores foram maiores ($P < 0,05$) para PS nas estações de verão e primavera. Dentro dos tratamentos, o SSP obteve maior valor ($P < 0,05$) no outono, enquanto o PS obteve no outono e verão. Com base nos dados, conclui-se que o SSP estudado foi capaz de produzir mais serapilheira, enquanto a serapilheira da FL é decomposta em menor tempo. A luminosidade reduzida do SSP influenciou na produção de massa de forragem somente no verão, porém favoreceu sua qualidade nutricional aumentando o teor de PB e diminuindo a FDN, quando comparado ao PS. Portanto, o SSP é uma alternativa viável aos sistemas convencionais de produção.

Palavras-chave: Sistemas agroflorestais. Ciclagem de nutrientes. *Urochloa decumbens*.

ABSTRACT

SILVA, Leonardo Viana da. **Dynamics of deposition and decomposition of litter in a silvopastoral system with eucalyptus**. 2019. 37p Dissertação (Mestre em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

Silvopastoral systems (SSP) are associations of forest species with herbaceous or creeping forage plants and herbivorous animals. The interaction of the components within the system generates mutual benefits, among them, the nutrient cycling, provided by the greater deposition and later decomposition of the litter. Therefore, understanding the dynamics of deposition and decomposition of litter and its consequences in other components is fundamental to study the functioning of silvopastoral systems. The objective of this study was to quantify and qualify the deforested litter and to study the dynamics of decomposition in a silvopastoral system with eucalyptus, comparing the studied variables with a semideciduous and monoculture secondary forest of *Urochloa decumbens* during the four seasons of the year a property in Barbacena, MG, from February to December 2018. A completely randomized design was used in the arrangement of subdivide plots in time, where the plots were: Silvopastoral System (SSP), Semideciduous Secondary Forest (FL) and *Urochloa decumbens* monoculture (PS). The subplots were: Summer, Autumn, Winter and Spring. Litter deposition, decomposition constant (k), half-life time for decomposition ($t_{0.5}$), forage mass production, canopy height (ALT) dry matter (DM), mineral matter (MM), crude protein content (CP) and neutral detergent fiber (NDF) in forage. Regarding deposition, there was significant interaction ($P < 0.05$) between the factors. The SSP presented higher deposition in all seasons, with annual average yield of 12.09 Mg MS ha⁻¹, followed by FL with 8.13 Mg MS ha⁻¹ and PS with 1.93 Mg MS ha⁻¹. Among the seasons, there was no significant difference ($P > 0.05$) in SSP and PS, but FL had higher deposition ($P < 0.05$) during the winter season. The SSP presented 65% leaf, 18% of branch, 15% of seed and 2% of bark of trees in their deposited litter during the year. The FL presented 83% of leaf, 15% of branch and 2% of seed. The constant k was 0.0021 and 0.0025 g g⁻¹ for SSP and FL, respectively, showing a T₂ of 322 days in SSP and 272 days in FL. As for the mass production of forage, the PS showed higher value in the summer season, while in the other seasons were statistically the same. ALT did not present statistical difference ($P > 0.05$). CP content was significantly different between treatments ($P < 0.05$), where SSP was higher in all seasons, with a mean of 12.60% CP, whereas PS presented a mean of 9.76% and PB. The NDF values were higher ($P < 0.05$) for PS in the summer and spring seasons. Among the treatments, the SSP obtained higher value ($P < 0.05$) in the fall, while the PS obtained in autumn and summer. Based on the data, it is concluded that the studied SSP was able to produce more litter, while the FL litter is decomposed in a shorter time. The reduced luminosity of the SSP influenced the production of forage mass only in the summer, but favored its nutritional quality, increasing the CP content and decreasing the NDF when compared to the PS. Therefore, SSP is a viable alternative to conventional production systems.

Keywords: Agroforestry systems. Nutrient cycling. *Urochloa decumbens*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 Conceitos de Sistemas Agroflorestais.....	10
2.2 Interações dos Componentes do Sistema Silvipastoril.....	10
2.2.1 Árvore – Pastagem.....	11
2.2.2 Árvore – Solo.....	11
2.3 Serapilheira.....	12
2.3.1 Deposição de serapilheira.....	12
2.3.2 Decomposição de serapilheira.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Área de Estudo.....	15
3.2 Área Experimental.....	16
3.3 Deposição de Serapilheira.....	16
3.4 Decomposição de Serapilheira.....	17
3.5 Pastagem.....	18
3.6 Análises Estatísticas.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1 Deposição de Serapilheira.....	19
4.2 Decomposição de Serapilheira.....	22
4.3 Pastagem.....	23
5 CONCLUSÕES.....	28
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37

1 INTRODUÇÃO

Diante das características climáticas e territoriais do Brasil, a pecuária nacional desenvolve-se majoritariamente em sistemas de pastagem. Possuímos 172 milhões de cabeças, em quase 159 milhões de hectares de pastagens, sejam nativas ou cultivadas (IBGE, 2017), porém a produtividade das pastagens cultivadas no Brasil está entre 32% e 34% de seu potencial (Strassburg et al., 2014). É possível estimar que em torno de 100 milhões de hectares de pastagens no Brasil estariam com nível de degradação alto ou moderado, necessitando sofrer alguma forma de intervenção (Dias-Filho, 2014). A busca por sistemas alternativos de produção objetiva o uso racional dos recursos naturais de forma economicamente viável e sustentável ao longo do tempo. Nesse contexto, os sistemas silvipastoris surgem como uma opção, tanto para recuperação das pastagens degradadas quanto na formação de novas áreas. Com a integração de espécies arbóreas ou arbustivas, pastagem e animais na mesma área, o sistema proporciona benefícios de ordem ambiental, econômica e social.

Os sistemas silvipastoris (SSP) são associações de espécies florestais com plantas forrageiras herbáceas ou rasteiras e animais herbívoros que buscam a sustentabilidade de pastagens naturais e cultivadas, além de obter múltiplos produtos vegetais e animais como madeira, carne e leite (Carvalho et al., 1995). Esses sistemas buscam diversificar o ecossistema, reduzindo o risco de ocorrência de pragas, doenças e, por consequência, os prejuízos econômicos, assegurando maior produtividade, rentabilidade e sustentabilidade, reduzindo as pressões de desmatamento de novas áreas florestais (Franke et al., 2001). A arborização das pastagens oferta aos animais um maior conforto térmico e melhor possibilidade de expressar seu potencial genético devido a diminuição da radiação solar e da temperatura do ambiente e aumento da umidade do ar. Além disto, o solo e a planta são favorecidas pelo incremento na deposição de serapilheira proporcionado pela arborização das pastagens, sua decomposição e posterior liberação de nutrientes, gerando uma ciclagem de nutrientes no sistema que possibilita melhor desenvolvimento e produtividade da planta forrageira, conservação dos recursos naturais tais como solo e água, sequestro de C e aumento da biodiversidade da fauna e flora.

Segundo Xavier et al. (2011), a presença de árvores promove o incremento na produção de serapilheira no sistema silvipastoril, que podem, a longo prazo, contribuir para a sustentabilidade das pastagens. Serapilheira é a camada mais superficial do solo nos ambientes florestais e compõe-se geralmente de folhas, ramos, flores frutos, sementes e outros detritos (Costa et al., 2010). Sua produção é diretamente responsável pelo retorno quantitativo de nutrientes ao solo e seu acúmulo está associado à atividade decompositora dos microrganismos e ao seu grau de perturbação antrópica sobre o ecossistema (Fernandes et al., 2006).

Compreender a dinâmica da deposição e decomposição de serapilheira e suas consequências nos demais componentes é fundamental para se estudar o funcionamento dos sistemas silvipastoris e, através deles, o reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, objetivando benefícios ambientais e produtivos. Neste contexto, objetivou-se no presente trabalho quantificar e qualificar a deposição de serapilheira e estudar a dinâmica de decomposição em um sistema silvipastoril com eucalipto (SSP), comparando as variáveis estudadas com uma floresta secundária semidecidual (FL) e monocultivo de *Urochloa decumbens* (PS), durante as quatro estações do ano.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Conceitos de Sistemas Agroflorestais

A demanda por sistemas de produção sustentáveis vem crescendo nos últimos anos, objetivando maximizar a produtividade através do uso eficiente do solo, considerando além da produtividade biológica, aspectos socioeconômicos e ambientais. Sustentabilidade tem sido definida como a manutenção da produção ao longo do tempo, sem que ocorra a degradação dos recursos naturais dos quais a produção é dependente (Bernardino e Garcia, 2009). Neste sentido, a implantação de árvores em sistemas de produção agrícola e/ou pecuária constitui-se numa importante estratégia para alcançar os objetivos de produção sustentável, sendo denominados Sistemas Agroflorestais (SAFs)

Os SAFs referem-se a uma ampla variedade de uso da terra, onde árvores e arbustos são cultivados de forma interativa com cultivos agrícolas, pastagens e/ou animais, visando a múltiplos propósitos, que se constituem numa opção viável de manejo sustentado da terra (Ribaski et al., 2001). Esses sistemas são classificados de acordo com a natureza e o arranjo de seus componentes e assim denominados: silviagrícolas, aqueles constituídos de árvores e/ou de arbustos com culturas agrícolas; silvipastoris, cultivos de árvores e/ou de arbustos com pastagens e animais; e agrossilvipastoris, cultivo de árvores e/ou arbustos com culturas agrícolas, pastagens e animais (Medrado, 2000).

O sistema silvipastoril se caracteriza pela incorporação de árvores e arbustos à criação de animais. Pode-se defini-lo como um sistema que combina a produção de plantas florestais com animais e pastos, simultânea ou sequencialmente no mesmo terreno (Franke e Furtado, 2001). Quanto a sua concepção, podem ser classificados como eventuais ou verdadeiros. Eventuais são aqueles em que a associação árvore/pasto/animal se estabelece em determinando momento de uma exploração arbórea ou pecuária convencional. Neste caso, os subprodutos da exploração são manejados de modo leniente, para não prejudicar o produto principal. Já nos sistemas silvipastoris classificados como verdadeiro, o componente arbóreo, o pasto e os animais são considerados integrantes do sistema desde o planejamento do empreendimento, coexistindo na associação dentro de determinado nível de participação. São plantios regulares, feitos em espaçamentos ou densidades em que a possibilidade de supressão de um componente por outro é deliberadamente reduzida (Bernardino e Garcia, 2009). Os tipos de arranjo desses sistemas também variam de acordo com a necessidade e finalidade, podendo as árvores serem distribuídas em faixas ou dispersas nas pastagens; utilizando árvores frutíferas, leguminosas arbustivas ou plantio florestal madeireiro consorciado com animais; cerca viva, quebra vento ou ainda banco forrageiro.

2.2 Interações dos Componentes do Sistema Silvipastoril

Compreender as características de cada variável e o dinamismo entre elas é fator determinante no sucesso ou insucesso deste sistema de uso integrado da terra. Interpretar os resultados de forma sistêmica considerando todos os componentes e seus efeitos interdependentes gera uma dificuldade na determinação da viabilidade de sistemas silvipastoris.

Muitos estudos buscam avaliar os efeitos da introdução de árvores nos demais componentes do sistema (solo, animais, clima e pastagem), quantitativa e qualitativamente

(Radomski e Ribaski, 2012; Garcia et al. 2011; Soares et al. 2009; Silva et al. 2008; Leme et al. 2005; Castro et al. 1999)

2.2.1 Árvore – Pastagem

Embora algumas plantas forrageiras que constituem o sub-boque sejam mais tolerantes à sombra do que outras, o efeito geral da diminuição da intensidade de luz é a redução da produtividade do sub-bosque. A utilização de forrageiras tolerantes ao sombreamento é uma das condições necessárias para se obter vantagens potenciais da associação com árvores. Estas forrageiras têm que se desenvolver bem em condições de luminosidade reduzida e desfolha frequente, mantendo produção adequada e bom valor nutritivo (Bernardino e Garcia, 2009). Além da seleção e utilização de espécies forrageiras tolerantes ao sombreamento, é possível manipular o nível de iluminação do sistema silvipastoril através da escolha das espécies, densidade e pela disposição das árvores em relação ao sol e ao relevo, bem como através de técnicas silviculturais de manejo de copas das árvores.

Avaliando o desempenho de onze espécies forrageiras perenes sob influência de níveis de luminosidade produzidos pela espécie arbórea *Pinus taeda* em dois espaçamentos, Soares et al., 2009 observaram efeito direto da densidade arbórea e espécie forrageira na produção de matéria seca (MS) e valor nutritivo das onze espécies. As plantas sombreadas apresentam melhor qualidade, quando comparadas as plantas em sol pleno, especialmente maior teor de proteína bruta na lâmina foliar e maior relação lâmina foliar:colmo, enquanto a produção de MS foi reduzida com a presença das árvores. De modo geral, o arranjo com menor densidade (15 x 3) possibilitou às espécies forrageiras maior produtividade, demonstrando o poder limitante que o sombreamento exerce. Os autores ainda destacam as espécies *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Axonopus catharinensis* com desempenho satisfatório quanto a produtividade e adaptabilidade nesse sistema.

Avaliando a espécie *Urochloa decumbens* submetida a porcentagem de sombra de 29 e 45%, proporcionadas por cinco leguminosas arbóreas durante o inverno, primavera e verão, em Coronel Pacheco, MG, Castro et al. (1999) concluíram que o sombreamento influenciou positivamente a massa de forragem na primavera e verão, aumentando também a altura de pasto e cobertura do solo, assim como as leguminosas arbóreas influenciaram no teor de proteína bruta da forragem durante a primavera. As vantagens advindas do componente florestal são, sabidamente, mais acentuadas quando incluem arbustos e/ou árvores fixadoras de nitrogênio (Xavier et al., 2003; Carvalho e Botrel, 2002).

As plantas apresentam plasticidade fenotípica, um mecanismo de adaptação onde são capazes de alterar características bioquímicas, fisiológicas e morfológicas em resposta a variações ambientais. Essas características morfogênicas e estruturais de espécies forrageiras submetidas ao sombreamento têm sido alvo de estudos (Paciullo et al., 2005; Castro et al., 1999) por acreditar que o entendimento dessas características seja fundamental na adaptabilidade de forrageiras a sombra. Campos et al. (2007) avaliaram características morfogênicas e estruturais de pastagem de *Urochloa decumbens* em sol pleno, sombreamento parcial e intenso. O comprimento de folhas, a taxa de alongamento foliar e de colmo apresentaram maiores valores sob sombreamento intenso, enquanto o número de folhas e a taxa de aparecimento de folhas não variaram de acordo com a luminosidade disponível.

2.2.2 Árvore – Solo

Ao solo, as principais mudanças são consequências do microclima criado e maior deposição de serapilheira dos sistemas silvipastoris. Soares et al. (2009) correlacionaram a

porcentagem de umidade do solo significativamente maior dentro do bosque de sistema silvipastoril com *Pinus taeda* que a pleno sol, com variáveis micrometeorológicas, atribuindo à maior umidade do solo, a menor incidência de radiação solar e menor velocidade do vento que diminuem a evaporação da água do solo, superando o efeito de possível aumento da evapotranspiração da vegetação na presença de árvores no sistema. Com isso, a competição por água entre os estratos vegetais, *Pinus taeda* e espécies forrageiras pôde ser descartada.

O efeito que as árvores provocam nas características químicas do solo em um sistema silvipastoril com *Acacia magnum* em pastagem de *Urochloa decumbens*, foi avaliado por Xavier et al. (2003) e concluíram que a associação do componente arbóreo e pastagem proporcionou um aumento da fertilidade do solo, onde os cátions trocáveis apresentaram valores significativamente mais altos nas áreas sob influência das árvores. Neste sentido, Alvim et al. (2005) demonstraram que melhorias na fertilidade do solo através de aumentos dos teores de fósforo, bases trocáveis e matéria orgânica, têm sido atribuídos a presença de leguminosas arbóreas nas pastagens. Radomski e Ribaski (2012) também encontraram incrementos na fertilidade de solo em sistema silvipastoril composto com *Grevillea robusta* em pastagem de *Urochloa brizantha*, principalmente nos teores de N e K. Segundo estes autores, a serapilheira formada pelas árvores de *Grevillea robusta* foi uma importante fonte de matéria orgânica e nutrientes para o solo, além de favorecer a produção de matéria seca do componente forrageiro.

2.3 Serapilheira

As árvores exploram camadas de solo de um a mais de cinco metros abaixo do sistema de raízes de culturas anuais e de forrageiras e com isso trazem nutrientes e os depositam na superfície do solo como serapilheira, que se decompõe formando a matéria orgânica do solo (Abel et al., 1997). Portanto, a serapilheira é representada pelo material morto, proveniente da biomassa aérea da vegetação, que permanece no solo até ser fragmentado e decomposto por processos físico-químicos e bióticos (Aduan, 2003). A ciclagem de nutrientes é um dos processos mais importantes dentro dos ecossistemas. A serapilheira constitui-se em um dos componentes chave deste processo, uma vez que é por meio do seu depósito e de sua decomposição sobre o solo que os nutrientes minerais irão retornar às plantas e reiniciar o ciclo (Bauer et al., 2016). Fatores como precipitação e temperatura são os que mais influenciam a deposição e decomposição da serapilheira, portanto, o tipo de vegetação e as condições ambientais são fatores determinantes da diversidade, quantidade e qualidade do material que cai e se decompõe no solo (Moreira & Silva, 2004; Godinho, 2011).

2.3.1 Deposição de serapilheira

A matéria orgânica do solo apresenta funções importantes, como armazenamento de macro e micronutrientes; aumento da capacidade de troca catiônica (CTC); liberação de energia para a atividade microbiana; aumento na capacidade de armazenamento de água; melhoria na estrutura do solo; redução dos efeitos da compactação e aumento na infiltração de água. Estes processos estão intimamente ligados a sustentabilidade do solo e a serapilheira é a principal via de entrada de matéria orgânica no sistema (Martins, 2004).

A deposição de serapilheira está ligada a fatores como a espécie, idade das árvores e tipo de floresta (Neves et al., 2001). Vários fatores bióticos e abióticos influenciam a produção de serapilheira, tais como: tipos de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, relevo, decíduosidade, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e

características do solo. Dependendo das características de cada ecossistema, um determinado fator pode prevalecer sobre os demais (Figueiredo Filho et al., 2003).

A deposição de serapilheira em três tratamentos (monocultivos de *Pseudosamanea guachapele*, *Eucalyptus grandis* e o consórcio entre ambos), aos sete anos de idade, no município de Seropédica, RJ, foi avaliado por Balieiro et al. (2004). A deposição anual de serapilheira nos diferentes plantios não diferiu, apresentando 12,75 Mg ha⁻¹, 11,84 Mg ha⁻¹, 12,44 Mg ha⁻¹ para *Pseudosamanea guachapele*, *Eucalyptus grandis* e o consórcio, respectivamente, e não apresentou tendência diferenciada de deposição entre os plantios, predominando, de modo geral, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro.

Objetivando estudar a deposição da serapilheira em quatro diferentes tipologias florestais (povoamentos de *Acacia mangium wild*; *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula; *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*; e uma floresta secundária) no município de Além Paraíba, MG, Cunha Neto et al. (2013) destacaram o povoamento de *Eucalyptus* com os maiores estoques de serapilheira, em dois anos consecutivos, atingindo valores de 8,83 Mg ha⁻¹ no primeiro e 13,42 Mg ha⁻¹ no segundo ano, enquanto a *Mimosa artemisiana* cv. Heringer & Paula apresentou menores valores, atingindo 2,36 Mg ha⁻¹ em ambas avaliações anuais. A floresta secundária apresentou valores intermediários, com deposição de 3,82 e 4,71 Mg ha⁻¹, no primeiro e segundo ano de avaliação, respectivamente. O estudo evidencia a influência da idade das árvores na deposição da serapilheira, apresentando valores crescentes um ano após a avaliação.

Em avaliação sobre o efeito do componente arbóreo no aporte de serapilheira e de nutrientes em dois sistemas agrossilvipastoris, sendo o sistema 1 composto por milho (*Zea mays*) + eucalipto (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) + acácia (*Acacia mangium*) + braquiária (*Urochloa decumbens*); e o sistema 2 com milho + eucalipto + braquiária, que foram comparados com monocultivo de pasto, Freitas et al. (2013) encontraram que ambos os sistemas agrossilvipastoris apresentaram maior deposição de serapilheira total, comprovando a influência positiva da arborização no incremento de material vegetal no solo. A deposição de nutrientes também foi maior nos sistemas agrossilvipastoris (N, K, Ca, Mg e S) com exceção do P.

2.3.2 Decomposição de serapilheira

O acúmulo de serapilheira na superfície do solo está diretamente correlacionado com a decomposição da mesma. Esta decomposição mantém a fertilidade e produtividade do sítio, uma vez que gera acúmulo de matéria orgânica no solo e posterior liberação de seus nutrientes para a biota (Scheer, 2008). Portanto, a velocidade de decomposição da serapilheira regula este acúmulo.

A decomposição de serapilheira varia em função de diversos fatores, dentre eles destacam-se: a atividade da fauna do solo; as condições do ambiente como temperatura, precipitação pluviométrica e características edáficas do sítio; a composição química dos resíduos como teores de lignina, celulose, compostos fenólicos, elementos minerais, substâncias estimulantes ou alelopáticas no material biológico (Silva et al., 2014; Souto et al., 2013; Guimarães et al., 2010).

A taxa de decomposição da serapilheira (K) e o tempo necessário para que ocorra a decomposição da serapilheira são importantes parâmetros para determinar a eficiência do sistema na ciclagem de nutrientes. Diferentes metodologias vêm sendo utilizadas para estimar esses dados (Olson, 1963; Shanks & Olson, 1961; Hopkins, 1966; Jenny et al. 1949;

Landsberg & Gower, 1997; Thomas e Asakawa, 1993; Rezende et al., 1997). De maneira geral, o coeficiente K é calculado utilizando os dados de peso do material seco remanescente na *litter bag* após t dias, e o peso do material seco colocado na *litter bag* no tempo zero, através da equação proposta por Thomas e Asakawa (1993):

Já o tempo necessário para que ocorra a decomposição de serapilheira leva em consideração o coeficiente K e varia com a quantidade de serapilheira decomposta, comumente utilizado 50% (meia vida), calculada através da equação proposta por Rezende et al. (1997):

Silva et al. (2014) compararam esses parâmetros entre um fragmento de floresta nativa (Floresta Estacional Semidecidual montana) e dois plantios florestais, sendo um plantio de espécies nativas [Ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa*), Ipê amarelo (*Tabebuia serratifolia*), Ipê branco (*Tabebuia roseoalba*), Sete-cascas (*Alchornea triplinervia*) e Aroeira (*Astronium urundeuva*)] e outro um plantio de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*). Quanto ao coeficiente de decomposição (K), o plantio de jaqueira apresentou valores superiores a floresta nativa e plantio de espécies nativas, de $0,0033 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}$, $0,0023 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}$ e $0,0019 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}$, respectivamente. O tempo necessário para decompor 50% da serapilheira foi de 210 dias para o plantio jaqueira, 364 dias para o plantio de espécies nativas e 301 dias floresta nativa, demonstrando que a velocidade de decomposição da matéria vegetal presente no solo varia de acordo com as espécies presentes que dão origem a serapilheira.

Corroborando com a hipótese que o tipo de matéria vegetal influencia o tempo de decomposição, Oliveira et al. (2003) estudaram a dinâmica de decomposição de *Arachis pintoii* Krap. et Greg. (amendoim perene), *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf (capim-jaraguá) e o consórcio entre as duas espécies, encontrando diferença significativa quanto ao tempo necessário para decompor 50% da serapilheira quando a leguminosa foi introduzida no sistema com gramínea e entre o mesmo tratamento variando a estação do ano. No consórcio, a decomposição ocorreu com 272 dias durante a estação seca e de 20 dias na estação chuvosa, ao passo que 122 e 20 dias foram necessários para o *A. pintoii* na estação seca e chuvosa, respectivamente. Portanto, as relações lignina/N e C/N influenciaram a decomposição do *A. pintoii* e de *H. rufa*, assim como a estação do ano.

Com o objetivo de comparar a decomposição da serapilheira produzida em sistema silvipastoril e monocultivo de pasto, Xavier et al. (2011) não encontrou diferença significativa entre os dois sistemas de produção, que apresentaram constante K de 0,0224 a 0,0298 $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ por dia, e taxa de liberação do N expresso em termos de meia-vida da serapilheira de 46 e 42 dias, respectivamente, concluindo que a presença de folhas de árvores aumentou a quantidade de N na serapilheira depositada, mas não alterou o tempo de decomposição do resíduo da pastagem, porém esse incremento pode, a longo prazo, contribuir para a sustentabilidade das pastagens.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Registro, localizada no município de Barbacena, MG, situada à latitude de 21°15'18''S, longitude de 43°44'01''W e a 1.092m de altitude. O clima é do tipo Cwb (Classificação de Köppen), tropical de altitude, com invernos frios e verões brandos, por ser uma região de relevo serrano. Segundo dados do INMET, no ano de 2018, a região apresentou temperatura máxima média de 19,3°C e mínima de 17,8°C, com precipitação total de 1.606 mm (Figura1).

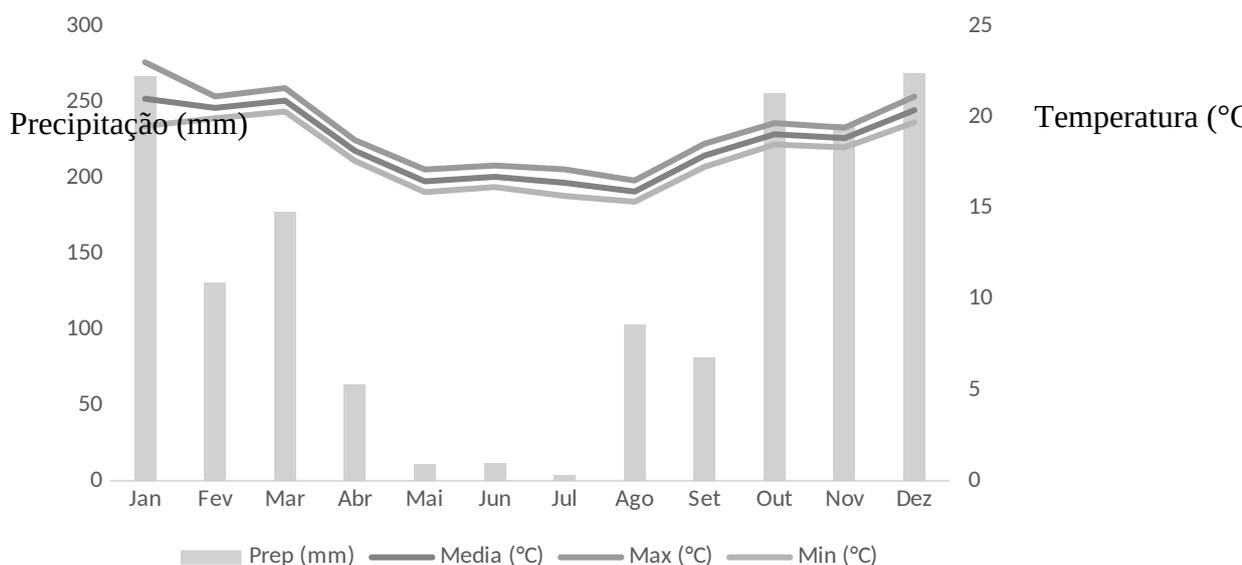


Figura 1. Temperatura máxima, média, mínima e precipitação pluviométrica do ano de 2018 em Barbacena, MG.

Foi realizado análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm (Tabela 1).

Sistema	Prof cm	pH H ₂ O	K	Ca	Mg	Al	Na	H + Al	V	P	K	C	MO
					cmolc	/dm ³			%	mg/dm ³		%	
FL	0-20	5	0,2	0,9	0,4	1,17	0,1	5,1	24	4	98	2,4	4,2
			5									2,3	
PS	0-20	5,3	0,1	1,6	0,7	0,47	2	5,8	31	6	52	4	4
			3									2,3	
SSP	0-20	5,2	0,1	0,9	0,3	0,3	7	4,7	23	3	52	6	4,1

Tabela 1. Análise química do solo em diferentes sistemas

Prof.: Profundidade. PS: Monocultivo de *Urochloa decumbens*. SSP: Sistema Silvipastoril. FL: Floresta Secundária Semidecidual.

O *Eucalyptus urophylla* foi plantado em covas com dimensões de 0,2x0,2 m (0,04 m²) orientado no sentido leste-oeste em um terreno com declividade acentuada (30-35°), nos espaçamentos 3x2 m, 6x4 m e 10x4 m em janeiro de 2008, em uma pastagem de *Urochloa decumbens* (capim-braquiária) de 2,27 ha, formada há 20 anos. No momento do plantio aplicou-se 50 g de calcário dolomítico (85% PRNT) e 100 g do adubo formulado 04-14-08 (N-P2O5 -K2O) por cova do eucalipto, e após dois meses foi realizada uma adubação de cobertura com 50 g do adubo formulado 12-06-12 (N-P2O5 -K2O) por cova do eucalipto. Após implantação, a área experimental foi utilizada para avaliações e, no intervalo dos experimentos, para pastejo. Em 2014, houve aplicação em superfície de 1 t/ha de calcário calcítico (85%PRNT), nas áreas do silvipastoril e monocultivo. No ano de 2015 houve seleção das árvores de *Eucalyptus urophylla*, sendo eliminadas aquelas que apresentaram crescimento retardado comparado com as demais e crescimento insatisfatório, como troncos sinuosos, de forma a eliminar os espaçamentos do plantio, caracterizando um sistema silvipastoril com árvores dispersas na pastagem, com densidade populacional estimada em 285 árvores/ha. Em janeiro de 2018 foi realizado um corte de uniformização das plantas em ambos os sistemas e aplicação de 90 kg de N/ha, nas áreas de avaliação.

A floresta classificada como estacional semidecidual possui 5 ha e mais de 30 anos de formação, localizada na mesma propriedade e próxima ao sistema silvipastoril, assim como o monocultivo de *Urochloa decumbens* que possui 3 ha, nos quais ambos foram parâmetro para comparação com o sistema silvipastoril.

3.2 Área Experimental

A instalação do experimento ocorreu em setembro de 2017 e o início das avaliações em fevereiro de 2018, sendo finalizado em dezembro de 2018. Foram utilizadas três árvores como referência, no SSP e na FL, escolhidas de forma aleatória e ao redor de cada uma foram alocados quatro coletores de serapilheira com dimensões de 50 x 50 cm e oito *litter bags* com dimensões de 20 x 13 cm (Figura 2). No SSP e PS, as áreas experimentais foram cercadas com 10 x 10 m, de forma a prevenir a entrada de animais.

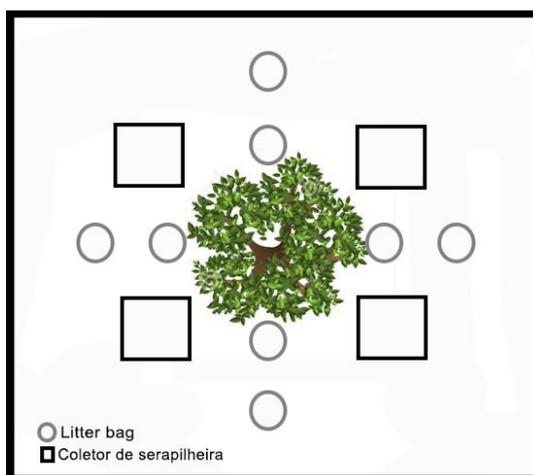


Figura 2. Esquemática das parcelas de avaliação do sistema silvipastoril e da floresta secundária

3.3 Deposição de Serapilheira

Na avaliação de deposição, no SSP e FL, foram utilizados coletores de serapilheira feitos de madeira de 50 x 50 cm e tela de náilon de 1 mm, permanecendo a cerca de 3 cm do solo e a 3 m da árvore de referência. No PS, 12 coletores de serapilheira com as mesmas dimensões, porém sem a tela de náilon, foram alocados aleatoriamente na pastagem e permanecendo fixos durante toda o período experimental, de forma a controlar o ambiente de deposição.

O material foi recolhido dos coletores, a cada 28 dias, durante 11 meses e colocado em sacos de papel, identificado com o mesmo número do coletor e com a data da coleta. Posteriormente foi transportado para o Laboratório de Bromatologia, no Departamento de Nutrição Animal e Pastagens do Instituto de Zootecnia da UFRRJ, onde foi realizada a secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura permanente de 55°C, até peso constante. A separação da serapilheira foi efetuada nas seguintes frações: folhas, elementos reprodutivos (flores, frutos, sementes e seus restos), galhos e miscelânea (material restante que não se enquadrou em nenhuma das frações anteriores). Cada fração foi pesada em balança semi-analítica. Os dados das frações e da serapilheira total foram reunidos em tabelas e transformados em Mg ha⁻¹, para estimativa estacional e anual da serapilheira produzida.

3.4 Decomposição de Serapilheira

Para avaliar a dinâmica da decomposição da camada de serapilheira, foram utilizadas *litter bags* (Bocock e Gilbert, 1957). O método consiste em acondicionar uma quantidade de material vegetal em sacolas com abertura de tamanho conhecido e avaliar a perda de massa ao longo do tempo. As *litter bags* foram confeccionadas em polivinil com 2 mm de malha e 25 cm de lado. Para sua montagem, amostras da serapilheira representativas de acordo com as proporções dos seus diferentes componentes (folhas, elementos reprodutivos, galhos e miscelânea) presentes do momento da coleta foram coletadas no piso florestal. Foram utilizados 24 *litter bags* por tratamento, sendo divididas em 3 repetições, que foram instaladas na disposição mostrada na Figura 1. Duas *litter bags* foram retiradas em cada tempo de coleta (28, 56, 84 e 112 dias) com três repetições por período em cada tratamento, aleatoriamente dentro da área experimental. As amostras de serapilheira remanescente nas *litter bags* foram secadas em estufa de circulação forçada a 55 °C até atingirem massa constante (Scoriza et al., 2012).

A partir dos valores obtidos, foi estimado a constante de decomposição (k) nos diferentes tempos e em dois ciclos de 120 dias, de fevereiro de 2018 a novembro de 2018 e calculada a média destes valores de modo a caracterizar a decomposição durante a maior parte do ano e em todas as estações. A taxa de decomposição da serapilheira foi calculada pela expressão:

Após o cálculo da massa remanescente ao longo do período, a constante de decomposição k foi calculada, segundo Thomas e Asakawa (1993), com o modelo exponencial:

Em que: X_t = peso do material seco remanescente após t dias; e X₀ = peso do material seco colocado nos *litter bags* no tempo zero (t = 0).

O tempo de meia-vida ($T^{0,5}$) foi calculado segundo Rezende et al. (1997):

Em que: K = constante de decomposição calculada pela fórmula anterior ($X_t = X_o \cdot e^{-kt}$).

3.5 Pastagem

Para a variável massa de forragem ($Mg MS ha^{-1}$), foi utilizado um quadrado de 0,5 x 0,5 m onde a forragem foi cortada a 15 cm do nível do solo, com 12 repetições por tratamento, a cada 28 dias, pesadas e encaminhadas para estufa de circulação forçada, a 55 °C, até atingir peso constante, para obtenção da amostra seca ao ar (ASA) ou amostra pré-seca, sendo que os valores observados foram extrapolados para $Mg MS ha^{-1}$. Foram retiradas 3 amostras compostas, a cada 28 dias, para análise de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) como descrito por Silva e Queiroz (2002).

A altura do dossel forrageiro foi definida alocando uma folha de acetato (transparência) sobre o pasto na área útil da unidade experimental (quadrado de 0,5 x 0,5 m) previamente fixados. Posteriormente, foram anotados os valores de maior e menor altura com uma régua graduada em milímetros, obtendo assim uma altura média de todas as unidades experimentais (Da Silva & Cunha, 2003).

3.6 Análises Estatísticas

O experimento foi realizado sob delineamento inteiramente casualizado e um arranjo de parcela subdividida no tempo, onde os diferentes sistemas (SSP, FL e PS) foram as parcelas e as estações do ano constituíram as subparcelas.

As avaliações de deposição de serapilheira foram feitas nos três sistemas, portanto, foram 3 tratamentos, avaliados em 4 tempos, com 12 repetições por tratamento. As variáveis massa e altura de forragem foram avaliados no SSP e PS, sendo assim, foram 2 tratamentos, em 4 tempos e 12 repetições. Para a análise bromatológica, foi utilizada amostra composta das áreas experimentais, ou seja, tanto do SSP quanto no PS, as 4 amostragens por área experimental foram moídas e homogeneizadas, de forma que as análises procederam com 2 tratamentos, 4 tempos e 3 repetições.

Os dados obtidos foram submetidos a teste de normalidade (Shapiro-Wilk), homogeneidade de variância (Bartlett) e transformação logarítmica quando necessário, de forma a comprimir os pressupostos para análise de variância. Posteriormente, foi empregado o teste de comparação de médias paramétricas de Tukey, considerando os fatores sistema e estações do ano, bem como a interação entre ambos. Para isso, foi utilizado o software de análises estatísticas R versão 3.5.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Deposição de Serapilheira

A Tabela 2 mostra os resultados de deposição de serapilheira no monocultivo de *Urochloa decumbens*, no sistema silvipastoril e na floresta secundária, durante as quatro estações do ano.

Tabela 2. Deposição de serapilheira (Mg ha⁻¹) no sistema silvipastoril (SSP), na floresta secundária semidecidual (FL) e no monocultivo de *Urochloa decumbens* (PS), durante as estações do ano.

Sistema	Deposição de serapilheira				
	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Anual
SSP	2,96Aa	3,49Aa	2,76Aa	2,88Aa	12,09a
FL	1,77Bb	1,63Bb	2,62Aa	2,11ABb	8,13b
PS	-	0,56Ac	0,57Ab	0,32Ac	1,93c

Médias seguidas pelas mesmas letras, letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A produção de serapilheira do sistema silvipastoril foi maior no verão, outono e primavera. No inverno, não houve diferença significativa entre SSP e FL, porém ambos diferiram ($P < 0,05$) da PS.

Os diferentes resultados de produção de serapilheira encontrados na literatura evidenciam a individualidade de cada sistema, atribuído às várias fontes de variação que podem influenciar este parâmetro. Essa ampla variação, encontrada em várias tipologias florestais, é devido a fatores como clima, tipo de solo, características genéticas das plantas, idade do povoamento florestal e densidade das plantas (Campos et al., 1999) que afetam diretamente a quantidade de material depositado.

A deposição de serapilheira em dois sistemas florestais (monocultivo de eucalipto e floresta secundária semidecidual) durante o verão em Rebelião da Serra, SP, foi avaliado por Diniz et al. (2011) e encontraram 2,4 Mg ha⁻¹ e 1,4 Mg ha⁻¹ de material decíduo, no sistema com eucalipto e na floresta secundária, respectivamente. Estes valores condizem com os encontrados no presente estudo, comparando a produção no verão do sistema silvipastoril e da floresta secundária. Estudando a deposição de serapilheira em três plantios de *Eucalyptus grandis* com oito anos de idade, na região norte do estado do Rio de Janeiro, Cunha et al. (2005) quantificaram um aporte de 5,63 Mg ha⁻¹ em um ano de avaliação, valor inferior ao encontrado no presente estudo de deposição anual da serapilheira no sistema silvipastoril. Vieira et al. (2014), ao avaliarem um plantio de *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus globulus*, em Eldorado do Sul, RS, por três anos, demonstraram que a idade do povoamento influencia diretamente na produção de serapilheira, encontrando valores de 6,9 Mg ha⁻¹ aos seis anos de idade e de 8,5 Mg ha⁻¹ aos oito anos de idade.

A quantidade de serapilheira em florestas tropicais, de maneira geral, sofre uma grande variação, entre 4 e 25 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ (Toledo, 2001; Unesco, 1978; Golley et al., 1978). Avaliando uma floresta secundária em estágio avançado em Pinheiral, RJ, Menezes (2008) observou deposição de 3,2 Mg ha⁻¹ no verão, valor superior ao encontrado no presente estudo na floresta avaliada. Já Fernandes et al. (2006), que avaliaram a deposição de serapilheira em

uma floresta secundária espontânea em Seropédica, RJ, encontraram aporte de $1,57 \text{ Mg ha}^{-1}$ durante o verão, semelhante ao encontrado no presente trabalho.

Em relação a serapilheira produzida no monocultivo de pasto, sua produção foi menor ($P < 0,05$) aos demais sistemas e não diferiu entre si nas estações. Freitas et al. (2013) avaliaram a deposição de serapilheira no monocultivo de *Urochloa decumbens*, comparando com sistema agrossilvipastoris com eucalipto, e obtiveram produção anual de $2,38 \text{ Mg ha}^{-1}$ e $4,21 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente. De forma semelhante, Xavier et al. (2011) também observaram incremento na produção de serapilheira com a arborização da pastagem ($5,03 \text{ Mg ha}^{-1}$) em comparação ao monocultivo de pasto ($3,94 \text{ Mg ha}^{-1}$). Estes dados enfatizam a importância dos sistemas integrados na deposição de material vegetal no solo e, por isso, estes sistemas podem contribuir na recuperação de pastagem degradadas, através da posterior decomposição destes resíduos orgânicos, gerando, portanto, ciclagem de nutrientes no sistema.

O sistema silvipastoril e o monocultivo de *Urochloa decumbens* não apresentaram variação na deposição de serapilheira entre as estações ($P > 0,05$). Já a floresta secundária, apresentou maior deposição no inverno e menor no verão e outono ($P < 0,05$), porém os valores encontrados na primavera não diferiram das demais estações.

Martins & Rodrigues (1999) sugerem que o estresse hídrico seja uma causa da queda sazonal de material de árvores em muitas florestas. Segundo dados do INMET, a precipitação média dos meses de outono e inverno no município de Barbacena, MG, é de 28,4 e de 62,5 mm, respectivamente, o que pode ter contribuído para atingir esse padrão de deposição na floresta secundária. A Figura 3 expõe os dados de deposição de serapilheira da floresta secundária e precipitação pluviométrica da região de Barbacena, MG, em 2018.

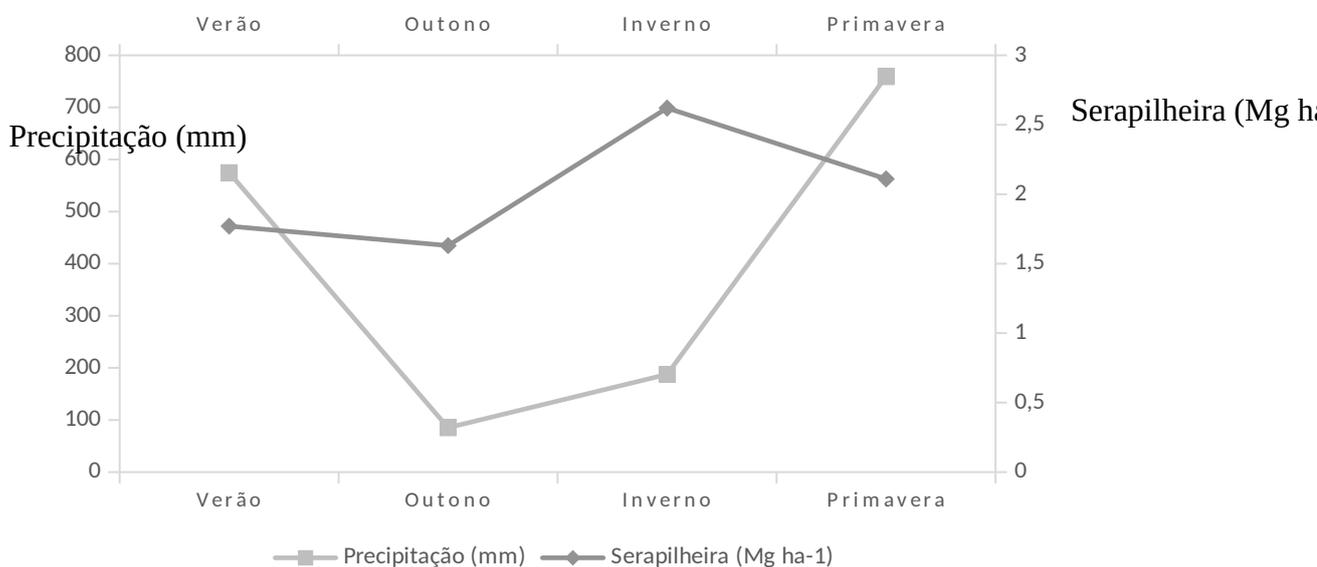


Figura 3. Deposição de serapilheira (Mg ha^{-1}) da floresta secundária semidecidual e precipitação pluviométrica (mm), de acordo com as estações do ano.

Semelhante ao padrão de deposição da floresta durante o ano do presente estudo, avaliações feitas na Caatinga mostram um aumento na deposição nos meses secos do ano (Souza et al., 2016; Costa et al., 2010). Essa maior deposição no início do período seco na região da Caatinga é devido às adaptações fisiológicas das espécies do bioma, onde a maioria

perde suas folhas como mecanismo de sobrevivência nos períodos de grande deficiência hídrica, evitando, dessa forma, a eliminação excessiva de água por transpiração (Souto, 2006). Contudo, Vital (2002) evidencia que outros ecossistemas como cerrado, matas ciliares e florestas estacionais semidecíduas apresentam também esse comportamento. Outros autores também atribuíram o maior aporte de serapilheira nos meses secos do ano à resposta da vegetação ao estresse hídrico (Giácomo et al., 2017; Alonso et al., 2015 e Fernandes et al., 2006). Padrão semelhante foi identificado em florestas estacionais semidecíduais de Minas Gerais e Espírito Santo. (Cunha et al., 2018; Pinto et al., 2009).

Quanto ao fracionamento da serapilheira, os resultados estão apresentados na Figura 4. Em toda as estações do ano, o SSP apresentou maior porcentagem de galhos (G), sementes (S) e casca de árvore (C). A porcentagem de folha (F) também foi maior para o SSP, exceto na estação de verão, onde a floresta secundária apresentou maiores valores.

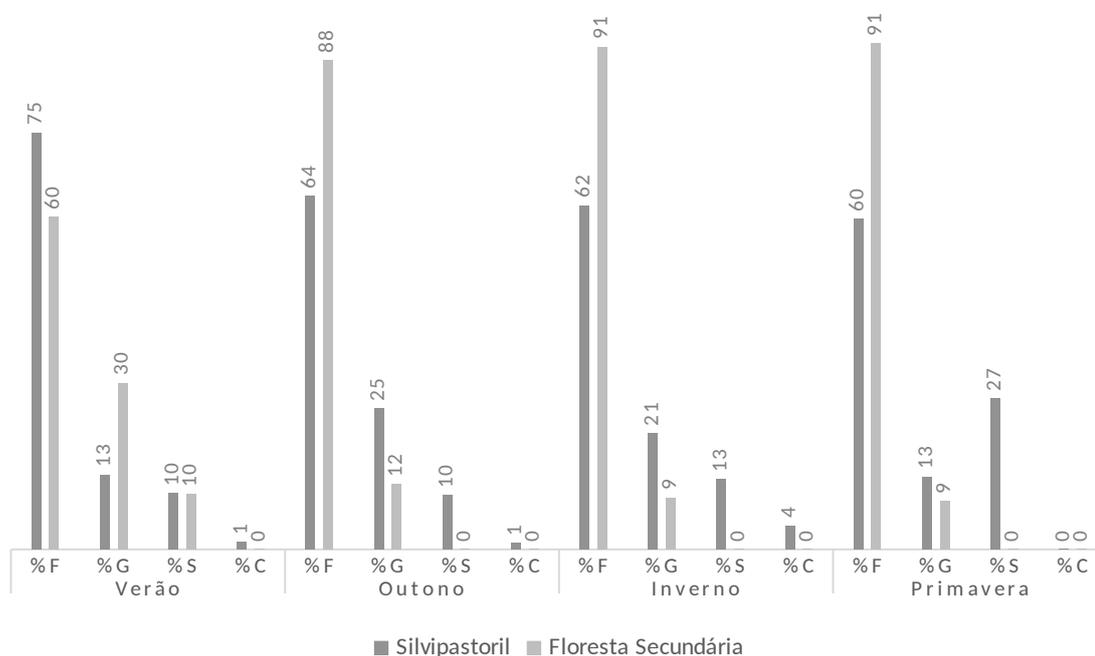


Figura 4. Porcentagem de folha (F), galho (G), semente (S) e casca de árvore (C) da serapilheira no sistema silvipastoril e na floresta secundária semidecidual, de acordo com as estações do ano.

A menor deposição de folhas pela floresta secundária na estação de verão pode estar relacionada com as características climáticas. Giácomo et al. (2017) estudaram padrões de deposição correlacionado com variáveis climáticas e encontraram correlação negativa entre deposição de folha e precipitação pluviométrica e temperatura média, ou seja, nos períodos de menor precipitação e menores temperaturas, houve um aumento significativo na deposição de folhas na floresta secundária localizada em Seropédica, RJ.

Em média, durante o ano, a serapilheira do sistema silvipastoril possuiu 65% de folha, 18% de galhos, 15% de semente e 1% de casca de árvore, em sua composição. Já a serapilheira deposta na floresta secundária possuiu 83% de folha, 15% de galho e 3% de semente (Figura 5).

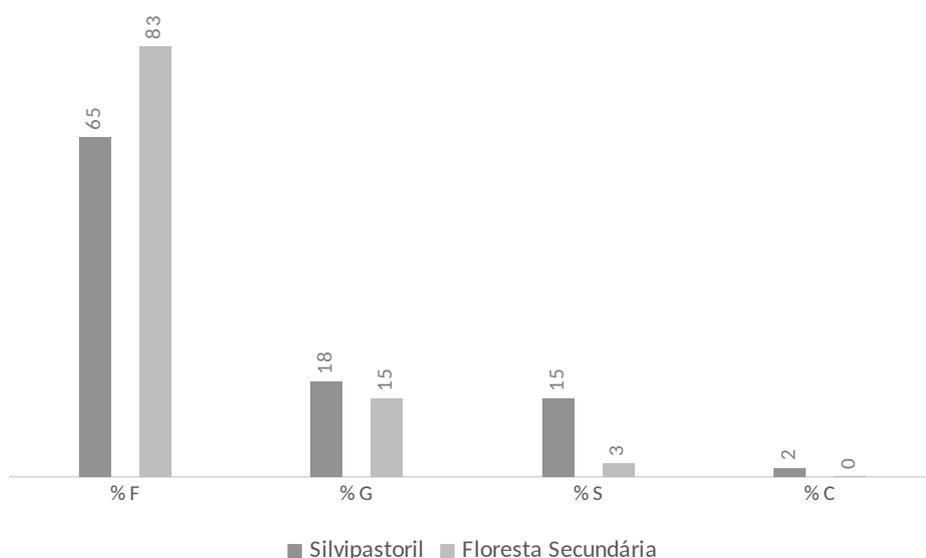


Figura 5. Porcentagem de folha (F), galho (G), semente (S) e casca de árvore (C) da serapilheira no sistema silvipastoril e na floresta secundária semidecidual, no ano de 2018.

As folhas foram encontradas como o principal material formador da serapilheira em um povoamento de eucalipto, estudado por Barbosa et al. (2017), com 65% de participação, valor semelhante à média anual do sistema silvipastoril no presente estudo. Outros trabalhos com povoamento de *Eucalyptus* indicam 61% a 65% de participação da fração folha na serapilheira deposta e 27% e 18% de galhos (Diniz et al., 2011; Correa Neto et al., 2001), condizentes com os valores obtidos no presente estudo.

Na estratificação da serapilheira da floresta secundária, o valor obtido de 83% de folhas é superior aos relatados na literatura consultada, os quais variam de 52% a 72% (Giácomo et al., 2017; Diniz et al., 2011; Pinto et al., 2009 Fernandes et al., 2006). Estes valores podem variar em virtude das diversas possibilidades de composição das florestas estacionais semidecíduas, seja de característica dos indivíduos (genética) ou a interação entre as diferentes espécies presentes e de todas as condições edafoclimáticas que interferem nesta variável, tornando muito particular cada local estudado.

4.2 Decomposição de Serapilheira

A decomposição da serapilheira nos sistemas estudados foi estimada através da constante de decomposição (K) e o tempo de meia vida ($T^{0,5}$), e os resultados estão expostos na Tabela 3.

Tabela 3. Constante de decomposição (k) e tempo de meia-vida ($T^{0,5}$) da serapilheira no sistema silvipastoril (SSP) e na floresta secundária semidecidual (FL).

Decomposição de Serapilheira		
Sistema	K (g.g ⁻¹)	T ^{0,5} (dias)
SSP	0,0021	322
FL	0,0025	272

Diferenças na taxa de decomposição em diferentes tipologias florestais podem ser atribuídas ao tipo de cobertura vegetal, à qualidade do material, a atividade da fauna do solo e às condições ambientais (Caldato et al., 2010, Pinto et al., 2009).

Os valores encontrados no presente estudo foram estimados na serapilheira total, ou seja, além das folhas, havia galhos, sementes e casca de árvore, de maneira representativa a serapilheira dos sistemas. A presença de resíduos com maior teor de lignina (galhos e casca de árvore), dado as proporções apresentadas (Figura 5) pode ter contribuído para a decomposição mais lenta do sistema silvipastoril, visto que este apresentou menor proporção de folhas no material decíduo durante todo o ano, em relação a floresta.

A taxa de decomposição da fração foliar do material decíduo, estudado por Cunha Neto et al. (2013), em diferentes formações florestais, incluindo plantio de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e floresta secundária em Além Paraíba, MG, obteve constante K e $T^{0,5}$ de 0,0028g.g⁻¹ e 247 dias no plantio de eucalipto e 0,0026 g.g⁻¹ e 266 dias na floresta secundária. Pinto et al. (2016) estudaram os mesmos parâmetros, também na fração foliar, em um plantio de *Eucalyptus urophylla* e em uma floresta estacional semidecidual no sudoeste da Bahia, e encontraram constante k de 0,0015 e 0,0016 g.g⁻¹ e $T^{0,5}$ de 462 e 433 dias para eucalipto e floresta, respectivamente.

De maneira geral, nas plantações de eucalipto, as baixas taxas de decomposição são relacionadas à baixa qualidade nutricional da serapilheira, que apresenta baixos teores de N, aumentando a relação C:N e assim interfere na ação dos microrganismos que atuam na decomposição (Barreto et al., 2012; Costa et al., 2005; Adams e Atiwill, 1986).

Paula et al. (2015) avaliaram estes parâmetros de decomposição nos resíduos orgânicos de *Acacia angustissima* implantada em um sistema agroflorestal em Seropédica, RJ e encontraram valores da constante k de 0,012 e 0,007 g.g⁻¹ e $t^{0,5}$ de 53 e 93 dias, no período chuvoso e seco, respectivamente. Esta rápida decomposição é comumente encontrada em espécies de leguminosas, que apresentam uma relação C/N menor, quando comparado com outras espécies, enfatizando que a qualidade da serapilheira é importante na sua taxa de decomposição.

4.3 Pastagem

Os dados de massa de forragem e altura da forrageira dos tratamentos estudados estão apresentados na Tabela 4.

Os sistemas apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) na produção de massa de forragem somente no verão, onde o PS produziu 27% a mais do que o SSP. De maneira geral, os resultados foram semelhantes ao encontrados por Pereira et al. (2015) que avaliaram o mesmo sistema do presente estudo, três anos após a arborização das pastagens e observaram produção de massa de forragem de 2,37 Mg ha⁻¹ no verão, 1,88 Mg ha⁻¹ na primavera e 1,97 Mg ha⁻¹ no outono, no ano de 2012.

Tabela 4. Produção de Massa de forragem (Mg ha⁻¹) e altura da pastagem (cm) no sistema silvipastoril (SSP) e no monocultivo de *Urochloa decumbens* (PS), de acordo com as estações do ano.

Sistema	Verão	Outono	Inverno	Primavera
	Massa de forragem			
SSP	1,84 Ab	1,74 Aa	0 Ba	1,64 Aa
PS	2,53 Aa	1,81 Ba	0 Ca	2,14 ABa
Média	2,18	1,77	0	1,89
CV (%)	33,97			
Altura				
SSP	24 Aa	19 Aa	15 Aa	24 Aa
PS	25 Aa	18 Aa	15 Aa	26 Aa
Média	24,5 A	18,5 B	15 C	25 A
CV (%)	6,54			

C.V.: Coeficiente de Variação

Médias seguidas pelas mesmas letras, letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Apesar desta diferença significativa na produção de massa de forragem entre os tratamentos no verão, a altura da pastagem não diferiu significativamente ($P>0,05$) nesta estação, assim como em nenhuma outra estudada. Portanto, o que pode ter gerado uma maior produção de massa observada no PS foi a taxa de perfilhamento. Segundo Paciullo et al. (2014), esta é uma característica fortemente influenciada pela radiação, visto que a planta prioriza o crescimento dos perfilhos existentes em detrimento da produção de novos perfilhos, em condições de sombreamento. Os resultados encontrados por Paciullo et al. (2007) evidenciam a influência da sombra sobre este fator. Estes autores encontraram aumento na densidade populacional de perfilhos de *Urochloa decumbens* de 253 para 447 perfilhos/m² quando a intensidade de luz se elevou, respectivamente, de 35 para 65%, em relação à condição de sol pleno. Em outro estudo mais abrangente com várias espécies do gênero *Urochloa*, Paciullo et al. (2011b) confirmaram este comportamento com a redução entre 20 e 32% na densidade de perfilhos, com o sombreamento, em comparação com as espécies cultivadas em pleno sol.

Mesmo em condições de luminosidade reduzida proporcionado pela presença de árvores, a massa de forragem do SSP não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) do PS, nas estações de outono e primavera, o que pode ser atribuído a tolerância da braquiária ao sombreamento moderado através de sua plasticidade fenotípica. O capim braquiária é capaz de manter sua produtividade, ainda que esteja em condições de sombreamento, sofrendo alterações morfofisiológicas em resposta a esse distúrbio, tais como aumento da relação parte aérea/raiz, aumento da área foliar específica e a taxa de alongamento foliar (Guenni et al., 2008; Paciullo et al., 2007).

A escolha de espécies forrageiras tolerantes ao sombreamento e o planejamento do arranjo espacial do sistema silvipastoril tem papel importante na produção de massa de forragem. Santos et al. (2018) compararam a produção de massa de forragem de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã em condições de pleno sol (controle) com dois diferentes sistemas silvipastoris, ambos com *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*)

plantados na direção norte-sul, variando o arranjo espacial, um com 22m (SSP22) entre linhas e o segundo com 12m (SSP12) entre linhas. O tratamento controle produziu 36,8% e 89% a mais de massa de forragem do que o SSP22 e SSP12, respectivamente, na estação chuvosa e 81,2% e 140,4% na estação seca, para SSP22 e SSP12, respectivamente. Os autores atribuíram este impacto na produção de massa ao espaçamento entre linhas, a implantação de linhas duplas nas filas de árvores e a orientação norte-sul do plantio, características estas que reduziram a radiação ao ponto de prejudicar o desempenho da espécie forrageira. Contribuindo com esta hipótese, Rodrigues et al. (2014) mostraram que um arranjo espacial com linha simples proporciona maior radiação solar, quando comparado com adoção de linhas duplas nas fileiras de árvores, enquanto Santos et al. (2016) afirmam que árvores na orientação leste-oeste, linhas simples e manejo correto de podas e desbastes pode favorecer a produção de pastagens em sistemas silvipastoris.

Pastagens submetidas ao efeito de sombreamento apresentam também modificações no seu valor nutricional. Os teores de MS, MM, PB e FDN de *Urochloa decumbens* nos dois sistemas de produção estudados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Percentagem de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), no sistema silvipastoril (SSP) e no monocultivo de *Urochloa decumbens* (PS), de acordo com as estações do ano.

Sistema	Estações do ano				Média
	Verão	Outono	Inverno	Primavera	
MS (%)					
SSP	12,80 Aa	10,91 Aa	-	11,18 Aa	11,63
PS	12,85 Aa	11,73 Aa	-	11,00 Aa	11,83
Média	12,82 A	11,32 B	-	11,09 B	
CV (%)	0,77				
MM (%)					
SSP	9,56 Aa	7,11 Aa	-	7,95 Aa	8,21
PS	7,45 Aa	6,62 Aa	-	9,40 Aa	7,82
Média	8,51 a	6,86 b	-	8,68 a	
CV (%)	15,68				
PB (%)					
SSP	11,9 Aa	11,0 Aa	-	10,4 Aa	11,10
PS	8,5 Ab	8,4 Ab	-	8,8 Ab	8,57
Média	10,25	8,75	-	9,61	
CV (%)	8,92				
FDN (%)					
SSP	49,3 Bb	55,4 Aa	-	49,8 Bb	51,50
PS	55,5 Aa	56,2 Aa	-	51,6 Ba	54,43
Média	52,4	55,8	-	50,7	
CV (%)	1,51				

CV.: Coeficiente de Variação.

Médias seguidas pelas mesmas letras, letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados apresentaram interação significativa ($P < 0,05$) entre as estações e os sistemas estudados. O SSP apresentou maior teor de proteína bruta na braquiária durante todas as estações, com média de 11,10%, enquanto no PS a média foi 8,56%. Paciullo et al. (2007) encontraram valores semelhantes do presente estudo ao comparar monocultivo de braquiária com um sistema silvipastoril, de 9,6% de PB a pleno sol e 12,4% de PB em condições de sombreamento, obtendo 29% a mais de PB no sistema sombreado comparado com os a pleno sol, enquanto os dados do presente estudo mostram um acréscimo de 23% de PB no sistema silvipastoril. Paciullo et al. (2011) avaliaram o teor de proteína da braquiária decumbens em diferentes distancias da copa das árvores e encontraram valor 51% maior sob a copa das árvores (9,8%) do que a 13,5m delas (6,5%), enfatizando que o sombreamento é uma importante variável no acréscimo de PB das plantas forrageiras nestas condições.

O incremento de proteína bruta em plantas forrageiras sob condições de sombreamento está bem estabelecido na literatura, especialmente em solos com baixos teores de nitrogênio (Lopes et al., 2017; Paciullo et al., 2010; Souza et al., 2010; Gobbi et al., 2010). Segundo Kephart & Buxton (1993), um efeito de concentração pode estar associado a esse incremento através da redução do tamanho da célula em função do sombreamento, ou seja, com a redução do tamanho celular e a manutenção da quantidade de nitrogênio mais ou menos constante por célula, resultaria no aumento de concentração desse mineral.

Quanto a FDN, os valores encontrados no presente estudo estão dentro dos níveis considerados adequados para nutrição animal. Segundo Van Soest (1994), valores acima de 60% são indicativos de baixa qualidade da planta forrageira, pois, acima disto, o material fibroso pode atuar como limitante no consumo. Entre os tratamentos, o PS apresentou maiores valores ($P < 0,05$) de FDN, quando comparados com o SSP, nas estações de verão e primavera. No verão, os valores foram de 55,5 e 49,3% de FDN para PS e SSP, respectivamente, enquanto na primavera os teores de FDN foram de 51,6% no PS e 49,8% no SSP. Na estação do outono, as médias dos tratamentos não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$), contudo, analisando o comportamento do SSP durante o ano, na estação de outono este tratamento apresentou seu maior valor ($P < 0,05$) de FDN, comparado com as demais estações, de 55,4%. Já no PS, os maiores teores de FDN foram encontrados nas estações de outono e verão, com 56,2 e 55,5%, respectivamente.

Em um sistema silvipastoril composto com *Urochloa decumbens* e eucalipto, Guerreiro et al. (2015) encontraram valores médios de FDN na pastagem de 53%, semelhante aos valores encontrados no presente estudo. Porém, de maneira geral, estes valores estão abaixo aos relatados na literatura consultada, tanto em condições de luminosidade reduzida do SSP quanto a pleno sol do PS (Santos et al., 2018; Bernardi, 2018; Lana et al., 2016). A periodicidade das coletas de forragem pode ter influenciado nestes valores, uma vez que as pastagens eram avaliadas a cada 28 dias, e, por isso, em nenhuma das avaliações apresentaram altura de corte recomendada para braquiária (30 cm), ou seja, as amostras eram de uma porção com um melhor valor nutricional.

O efeito do sombreamento sobre os teores de FDN das plantas forrageiras ainda são inconsistentes e parecem variar de acordo com o tipo de sombreamento (artificial ou natural) ou arranjo espacial dos sistemas agroflorestais nos quais são submetidos. Carvalho et al. (2002) não encontraram diferença significativa em cinco gramíneas estudadas sob efeito de sombreamento e a pleno sol, nos teores de FDN, assim como Lana et al. (2015), avaliando dois sistemas de produção, sendo um silvipastoril com três espécies de eucalipto e outro o monocultivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Já Paciullo et al. (2007) encontraram diferença significativa nos teores de FDN, avaliando os mesmos tratamentos. Em condições

de pleno sol, pode ocorrer um aumento da quantidade de tecido esclerenquimático da planta forrageira, gerando maior número de células e parede mais espessas, como consequência da maior disponibilidade de fotoassimilados nestas condições, resultando em maior teor de FDN (Deinum et al., 1996).

5 CONCLUSÕES

O sistema silvipastoril apresenta maior deposição de serapilheira, comparado com a floresta secundária e ambos apresentam maior deposição de serapilheira quando comparado com o monocultivo de *Urochloa decumbens*.

A decomposição da serapilheira é mais acelerada na floresta secundária, em relação ao sistema silvipastoril.

A pastagem em monocultivo apresenta maior massa de forragem enquanto no sistema silvipastoril apresenta maior teor proteico e menor de FDN.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEL, N.; BAXTER, J.; CAMPBELL, A. et al. **Design Principles for Farm Forestry: A guide to assist farmers to decide where to place trees and farm plantations on farms.** Joint Venture Agroforestry Program, 1997.
- ADAMS, M. A.; ATTIWILL, P. M. Nutrient cycling and nitrogen mineralization in eucalypt forests south-eastern Australia. I. Nutrient Cycling and nitrogen turnover. **Plant and Soil**, New York, v. 92, p. 319-339, 1986.
- ADUAN, R. E. **Respiração de solos e ciclagem de carbono em cerrado nativo e pastagem no Brasil Central.** 2003. 149f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, 2003.
- ALONSO, J. M.; LELES, P. S. S.; FERREIRA, L. N.; OLIVEIRA, N. S. A. Aporte de serapilheira em plantio de recomposição florestal em diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 1-11, 2015.
- ALVIM, M. J.; CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A.; PIRES, M. F. A. Ganho de peso vivo de novilhas leiteiras em sistema silvipastoril e em pastagem de brachiaria decumbens. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 19, 2005, Tampico. **Anais...** Tampico, 2005
- BALIEIRO, F. C.; FRANCO, A. A.; PEREIRA, M. G.; DIAS, L. E.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Dinâmica da serapilheira e transferência de nitrogênio ao solo, em plantios de *Pseudosamanea guachapele* e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39. p.597-601, 2004.
- BARBOSA, V.; BARRETO-GARCIA, P.; GAMA-RODRIGUES, E.; PAULA, A. Biomassa, Carbono e Nitrogênio na Serapilheira Acumulada de Florestas Plantadas e Nativa. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, 2017.
- BARRETO, P. A. B.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; Nitrogen balance in soil under eucalyptus plantations. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1239-1248, 2012.
- BAUER, D.; SANTOS, E. L. S.; SCHIMITT, J. L. Avaliação da Decomposição de Serapilheira em Dois Fragmentos de Caatinga no sertão paraibano. **Pesquisas Botânica**. v. 69, p. 307-318 São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisas, 2016.
- BERNARDI, C. M. M. **Desempenho de Progênies e Clones de *Eucalyptus Grandis* Hill Ex. Maiden em Sistema Silvipastoril.** Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” Faculdade De Engenharia De Ilha Solteira. Ilha Solteira. Tese. 2018.
- BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. Sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 60, p. 77-87, 2009.
- BOCOCK, K. L.; GILBERT, O. J. W. The disappearance of litter under different woodland conditions. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 9, n. 2, p. 179-185, 1957.

CALDATO, S.L.; FLOSS, P.A. & FLOSS, E.C.S. Producción y descomposición de hojarasca en la selva ombrofila mixta en el sur de Brasil. **Bosque (Valdivia)**, Valdivia, v. 31, n. 1, p. 3-8, 2010

CAMPOS, M. L.; MARCHI, G.; LIMA, D. M.; SILVA, C. A. Ciclagem de nutrientes em florestas e pastagens. **Boletim Agropecuário**, n. 65, p. 1-61, 1999.

CAMPOS, N. R.; PACIULLO, D. S. C.; BONAPARTE, T. P.; NETTO, M. M. G.; CARVALHO, R. B.; TAVELA, R. C.; VIANA, F. M. F. Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* em Sistema Silvopastoril e cultivo. Nota científica. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 819-821, 2007.

CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. Arborização de pastagens: um caminho para sustentabilidade de sistemas de produção animal a pasto. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: Temas em Evidências, 3., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Editora UFLA, 2002, p. 31-76.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; XAVIER, D. F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.5, p.717-722, 2002.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ANDRADE, A.C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um subbosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth). **Pasturas Tropicais**, v.17, p.24-30, 1995.

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M. COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

CORRÊA NETO, T. A. C.; PEREIRA, M. G.; CORREA, M. E. F.; ANJOS, L. H. C. Deposição de serapilheira e mesofauna edáfica em áreas de eucalipto e floresta secundária. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 70-75, 2001.

COSTA, C.C.A.; CAMACHO, R.G.V.; MACEDO, I.D.; SILVA, P.C.M. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na FLONA de Açú-RN. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.2, p.259-265, 2010.

COSTA, G. S.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CUNHA, G. M.; Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamento de *Eucalyptus grandis* no norte fluminense. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 563-570, 2005.

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**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 379-387, Sept. 2013

CUNHA, G. M.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; COSTA, G. S. Ciclagem de nutrientes em *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no Norte Fluminense. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 353-363, Junho, 2005.

CUNHA, G. M.; TINTORI, J. L.; MOREIRA, G. R.; DA SILVA, D. M.; PIVATTO, G. L.; Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em Sistema Agroflorestal com cafeeiro no

DA SILVA, S.C.; CUNHA, W.F. Métodos indiretos para estimar a massa de forragem em pastos de *Cynodon* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.8, p.981-989, 2003.

DEINUM, B.; SULASTRI, R. D.; ZEINAB, M. H. J.; MAASSEN, A. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria brizantha* and *Panicum maximum* var. *Trichoglume*). **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v. 44, p. 111-124, 1996.

DIAS-FILHO, MOACYR BERNARDINO. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, p. 36, 2014. (Documentos / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0513; 402).

DINIZ, A. R., PEREIRA, M. G. & LOSS, A. Aporte de material decíduo e nutrientes para o solo em plantio de eucalipto e floresta secundária. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo v. 31, n. 65, p. 19-26, jan/mar. 2011

FERNANDES, M. M.; PEREIRA, M. G.; MAGALHÃES, L. M. S.; 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 Mario Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria , v. 16, n. 2, p. 163-175, Junho, 2006.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MORAES, G.F.; SCHAAF, L.B.; FIGUEIREDO, D.J. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Estado do Paraná. **Ciência Florestal**, v.13, p.11-18, 2003.

FRANKE, I. L. & FURTADO, S. C. **Sistemas silvipastoris: fundamentos e aplicabilidade**. Rio Branco: Embrapa Acre; 2001: 51p.:il.p. (Documentos, 74).

FREITAS, E. C. S; OLIVEIRA NETO, S. N.; F, D. M.; SANTOS, M. V.; LEITE, H. G.; MACHADO, V. D. Deposição de serapilheira e de nutrientes no solo em Sistema Agrossilvipastoril com eucalipto e acácia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 409-417, 2013

GARCIA, A.R.; MATOS, L.B.; LOURENÇO JÚNIOR, J. de B.; NAHÚM, B. de S.; ARAÚJO, C.V. de; SANTOS, A.X. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1409-1414, 2011.

GIÁCOMO R. G.; PEREIRA, M. G.; SILVA, C. F.; GOMES, J. H, G. Deposição de serapilheira e carbono em plantios de sabiá, andiroba e floresta secundária. **Floresta**, Curitiba, PR, v.47, n. 2, p. 187 – 196, abr. / jun. 2017

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; ROCHA, G. C. Valor nutritivo do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Archivos Zootecnia**, Córdoba, v. 59, n. 227, p. 379-390, 2010.

GODINHO, T.O. **Quantificação de biomassa e de nutrientes na serapilheira em trecho de floresta estacional semidecidual submontana. Cachoeira de Itapemirim.** 114f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, Brasil, 2011.

GOLLEY, F. B. Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida. **Pedagógica e universitária.** São Paulo, p. 265, 1978.

GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity and nitrogen supply. **Tropical Grasslands**, v.42, p.75-87, 2008

GUERREIRO M. F.; FRANCESCHI N. M. L.; PORFÍRIO D. S. V. Vulnerability of ten eucalyptus varieties to predation by cattle in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**. v. 89, Issue 4, p. 743–749 2015.

GUIMARÃES, A. K. V.; PINTO, J. C.; FORTES, C. A. Acúmulo e decomposição de serrapilheira em ecossistema de pastagem. **PUBVET**, Londrina, V.4, N. 3, Ed. 108, Art. 725, 2010.

HOPKINS, B. Vegetation of the Olkemeji Forest Reserve, Nigéria. IV: The litter and soil with special reference to their seasonal changes. **Journal of Ecology** 54: 687-703, 1996.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Censo Agropecuário 2006. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <www.inmet.gov.br>

JENNY, H.; GESSEL, S. P.; BINGHAM, T. Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. **Soil Science**, Baltimore, v. 68, p. 419-432, 1949

KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. Forage quality response of C3 and c4 perennial grasses to shade. **Crop Sci.**, v.33, p.831-837, 1993

LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; REIS, G. L.; MIRANDA, E. Productivity and nutritive value of brachiaria forage intercropping with eucalyptus in a silvopastoral system in the Brazilian Cerrado biome. **African Journal of Agricultural Research**. 10(05):654-659, 2016.

LANDSBERG, J. J. & GOWER, S. T. Applications of physiological ecology to forest management. San Diego: **Academic Press**. 354 p, 1997.

LEME, T.M.S.P.; PIRES, M. de F.Á.; VERNEQUE, R. da S.; ALVIM, M.J.; AROEIRA, L.J.M. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.668-675, 2005.;

LOPES, C. M.; PACIULLO, D. S. C.; ARAÚJO, S. A. C.; GOMIDE, C. A. M.; MORENZ, M. J. F.; VILLELA, S. D. J. Herbage mass, morphological composition and nutritive value of signalgrass, submitted to shading and fertilization levels. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, p.225-233, 2017.

MARTINS S. V.; RODRIGUES R. R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de**

Botânica; v.22(3), p. 405-412, 1999.

MARTINS, K. G. **Deposição e decomposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas sobre solos hidromórficos na Estação Ecológica da Ilha do Mel – PR**. Dissertação (Mestrado). Curitiba: Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2004.

MEDRADO, M. J. S. Sistemas agroflorestais: aspectos básicos e indicações. **In: GALVÃO, A. P. M. (Org.)**. Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Colombo: Embrapa Florestas. cap 15, p.269-3, 2000.

MENEZES, C. E. G. **Integridade de paisagem, manejo e atributos do solo no médio vale do paraíba do sul, Pinheiral – RJ**. 175 f. Tese (Agronomia em Ciencia do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

MOREIRA, P. R.; SILVA, O. A. Produção de serapilheira em área reflorestada. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.49-59, 2004.

NEVES, E. J. M.; MARTINS, E. G.; REISSMANN, C. B. Deposição de serapilheira e de nutrientes de duas espécies da Amazônia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v. 7, n. 43, p. 47-60, 2001

OLIVEIRA, C.A.; MUZZI, M.R.S.; PURCINO, H.A.; MARRIEL, I.E.; SÁ, N.M.H. Decomposition of *Arachis pintoi* and *Hyparrhenia rufa* litters in monoculture and intercropped systems under lowland soil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p.1089-1095, 2003.

OLSON, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, v. 44, n. 2, p. 322-331, 1963.

PACIULLO D.S.C., CASTRO, C.R.T., GOMIDE, C.A.M. et al. Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system. **Scientia Agricola**, v. 67, p.401-407, 2010.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; LOPES, F. C. F. et al. Morfofisiologia e produção de forragem da *Brachiaria decumbens* sob sombreamento por árvores ou a pleno sol. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 19, 2005, Tampico. **Anais...** Tampico, 2005.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; MÜLLER, M. D.; PIRES, M. D. F. A.; CASTRO, C. R. T. Potencial de produção e utilização de forragem em sistemas silvipastoris. In ‘**Simpósio de Pecuária Integrada: intensificação da produção animal em pastagens**’. p.51-82 (Embrapa: Brasília, DF), 2014.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MÜLLER, M. D.; PIRES, M. F. A.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1176-1183, Outubro, 2011.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.573-579, 2007.

PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T.; PASSOS, L.P. et al. Partición de biomasa en *Brachiaria decumbens* en respuesta a la radiación incidente en um sistema silvopastoril. In: CONGRESO FORESTAL DE CUBA, 5., 2011. Havana. **Anais...** Havana: Instituto de Investigaciones Forestais. 5p. 2011b

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**. v. 25, p. 791-800, 2015.

PEREIRA, A. C. M; ALMEIDA, J. C. C.; MOREIRA, T. G. B.; ZANELLA, P. G.; CARVALHO, C. A. B.; MORAIS, L. F.; SOARES, F. A.; LIMA, M. A. Avaliação do componente arbóreo e forrageiro de sistemas silvipastoris na mesorregião dos campos das vertentes de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, MG, v. 5, n. 1, p. 66-77, 2015.

PINTO, H. A.; BARRETO, P. B.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; OLIVEIRA, F.; PAULA, A.; AMARAL, A. Leaf litter decomposition in native forest, plantation of *Pterogyne nitens* and *Eucalyptus urophyllain* southwestern Bahia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1141-1153, Dec. 2016.

PINTO, S. I. C.; MARTINS, S. V.; BARROS, N. F.; DIAS, H. C. T. Ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta estacional semidecidual na reserva florestal mata do paraíso em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**. v. 33, p. 653-663, 2009

RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, J. Fertilidade do solo e produtividade da pastagem em sistema silvipastoril com *Grevillea robusta*. **Pesquisa Florestal Brasileira** (Impresso), v. 32, p. 53-62, 2012.

REZENDE, J. 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: **Anais do 3º Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas: do Substrato ao Solo**; 1997; Ouro Preto. Ouro Preto: SOBRADE; UFV; DEF; 1997. p. 136-143.

RIBASKI, J.; MONTOYA VILCAHUAMAN, L. J.; RODIGHERI, H. R. Sistemas agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 212, p. 61-67, 2001

RODRIGUES, C. O. D.; ARAÚJO, S. A. C.; VIANA, M. C. M.; ROCHA, N. S.; BRAZ, T. G. S.; VILLELA, S. D. J. Light relations and performance of signal grass in Silvopastoral System. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 36(2), 129-136. 2014.

SANTOS, D. C.; JÚNIOR, R. G.; VILELA, L.; MACIEL, G. A.; FRANÇA, A. F. S. Implementation of silvopastoral systems in Brazil with *Eucalyptus urograndis* and *Brachiaria brizantha*: Productivity of forage and an exploratory test of the animal response. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 266, p. 174-180. 2018.

SANTOS, D.C.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VILELA, L.; PULROLNIK, K.; BUFON, V.B.; FRANÇA, A.F. Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 233, p.16–24. 2016.

SCHEER, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em um trecho de floresta ombrófila densa aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). **Floresta**, v. 38, n. 2, p. 253-266, 2008

SCORIZA, R. N.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, G. H. A.; MACHADO, D. L.; SILVA, E. M. R. Métodos para coleta e análise de serrapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 2, n. 2, p. 01-18, 2012.

SHANKS, R.; OLSON, J. First-year breakdown of leaf litter in Southern Appalachian Forests. **Sciense**, v. 134, p. 194-195, 1961.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 2. ed. Viçosa, MG: UFV. 2002. 178 p.

SILVA, H. F.; BARRETO, P. A. B.; SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, B. G.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; OLIVEIRA, F. G. R. B. Decomposição de serapilheira foliar em três sistemas florestais no Sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira Biociências**, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 164-172, 2014

SILVA, L. L. G. G., RESENDE, A., DIAS, P., SOUTO, S., AZEVEDO, B., VIEIRA, M., COLOMBARI, A., TORRES, A., MATTA, P. & PERIN, T. Conforto térmico para novilhas em sistema silvipastoril. Embrapa Agrobiologia. **Boletim de Pesquisa**, 2008.

SOARES, A. B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.443-451, 2009.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; MOREIRA, G.R.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; PEREIRA, L.G.R. Nutritional evaluation of “Braquiarão” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v.79, p.189-199, 2010.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição de serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil**. 2006. 150 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2006.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; BAKKE, I. A.; SALES, F. C. V.; SOUZA, B. V. Taxa de decomposição da serapilheira e atividade microbiana em área de Caatinga. **CERNE**, Lavras, v. 19, n. 4, p. 559-565, Dec. 2013

SOUZA, B. V.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; SALES, F. C. V.; GUERRINI. Avaliação sazonalidade da deposição de serapilheira em área de preservação da Caatinga na Paraíba, Brasil. **Agropecuária Científica do Semiárido**, v. 12, n. 3, p. 325-331, 2016

STRASSBURG, B. B. N.; SCARAMUZZA, C. A. M.; SANSEVERO, J. B. B.; CALMON, M.; LATAWIEC, A.; PENTEADO, M.; RODRIGUES, R. R.; LAMONATO, F.; BRANCALION, P.; NAVE, A.; SILVA, C. C. **Análise preliminar de modelos de**

restauração florestal como alternativa de renda para proprietários rurais na Mata Atlântica. Relatório técnico do Instituto Internacional para Sustentabilidade - IIS. 64p., 2014.

THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, n. 10, p. 1351-1361, 1993.

TOLEDO, L. O. **Influência da cobertura vegetal na ciclagem de nutrientes e na fauna edáfica e áreas de floresta secundária no município de Pinheiral – RJ.** Seropédica – RJ, 2001. 50p. Monografia (Engenharia Florestal) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2001.

UNESCO (Paris, França). **Tropical forest ecosystems.** A state of knowledge. Paris, UNEP/FAO. (Natural Resources Research, 14). P. 233-88, 1978.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant, 2nd edn. Cornell University Press, Ithaca, 1994.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V.; ARAÚJO, E. F.; CORRÊA, R. S.; CALDEIRA, M. V. W. Deposição de serapilheira e nutrientes em plantio de *Eucalyptus urophylla* × *E. globulus*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 3, p. 327-338, Sept. 2014.

VITAL, A. R. T. **Caracterização hidrológica e ciclagem de nutrientes em fragmento de mata ciliar em Botucatu**, SP. 2002. 117 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2002.

XAVIER, D. F.; LEDO, F. J. da S.; PACIULLO, D. S. C.; PIRES, M. de F. A.; BODDEY, R. M. Dinâmica da serapilheira em pastagens de braquiária em sistema silvipastoril e monocultura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 46, n. 10, p. 1214-1219, Oct. 2011.

XAVIER, D.F.; CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A. Melhoramento da fertilidade do solo em pastagem de *Brachiaria decumbens* associada com leguminosas arbóreas. **Pasturas Tropicais**, v.25, p.23- 26, 2003.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim como qualquer outro sistema de produção, os sistemas silvipastoris apresentam pontos positivos e negativos e estes devem ser considerados na decisão sobre implantar ou não este tipo de sistema alternativo. Contudo, é preciso uma análise sistêmica e que abranja não só parâmetros econômicos, mas também as melhorias ambientais promovida pela arborização das pastagens.

O incremento no aporte de serapilheira em função da presença de árvores pode gerar consequências em todos componentes do sistema árvore-solo-planta-animal, sejam estas diretas ou indiretas, como melhorias de características físico-químicas no solo, produção diferenciada de algumas plantas forrageiras em questões estruturais e nutricionais, e melhorias na produção animal, quantitativa e qualitativamente.

Além destes benefícios econômicos, a preservação dos recursos naturais, o aumento da biodiversidade vegetal e biodiversidade animal, seja micro ou mesofauna, são características dos sistemas agroflorestais que podem, a longo prazo, gerar sustentabilidade na produção.

Portanto, objetivando uma produção animal de qualidade e estável a longo prazo, sem que ocorra esgotamento dos recursos naturais, ou mesmo objetivando a recuperação de áreas já degradadas, os sistemas silvipastoris devem ser cada vez mais estudados e indicados como opção para o presente e futuro da produção animal do país.