



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ASPECTOS ECOLÓGICOS E PRODUTIVIDADE EM UM  
SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-  
FLORESTA (ILPF) NO BRASIL CENTRAL**

**LUANNA ELIS GUIMARÃES**

Orientadora  
**Prof. Dra. Francine Neves Calil**

Goiânia, GO - Brasil  
Maio - 2015

**LUANNA ELIS GUIMARÃES**

**ASPECTOS ECOLÓGICOS E PRODUTIVIDADE EM UM  
SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-  
FLORESTA (ILPF) NO BRASIL CENTRAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.  
Área de concentração: Produção Vegetal

Orientadora:

**Prof. Dra. Francine Neves Calil**

Co-orientador:

**Prof. Dr. Jácomo Divino Borges**

Goiânia, GO – Brasil  
2015

**LUANNA ELIS GUIMARÃES**

**ASPECTOS ECOLÓGICOS E PRODUTIVIDADE EM UM  
SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-  
FLORESTA (ILPF) NO BRASIL CENTRAL**

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 29 de maio de 2015, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

---

Prof. Dr. Vicente Guilherme Lopes  
Membro - Universidade Federal do  
Pampa- UNIPAMPA

---

Prof. Dr. Fábio Venturoli  
Membro - PPGA/UFG

---

Prof. Dra. Francine Neves Calil  
Orientadora – PPGA/UFG

Goiânia, Goiás  
Brasil

A todos aqueles que desligaram a tevê, que falaram baixinho, que não me chamaram para sair aos fins de semana, que viajaram comigo à campo, que me deixaram um feriado inteiro sozinha, e que me desejaram profunda e sinceramente boa sorte. A esses nomes, uma dedicatória especial: Lúcia Maria (mãe), Anna Flávia (irmã), Eduardo Roberto (irmão), José Rodrigues (irmão posticho).

*In memoriam*

A meu PAI, meu exemplo de vida que hoje está no céu me abençoando.

**Dedico este trabalho**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e a graça de poder concluir boa parte de meus estudos, mesmo diante das dificuldades cotidianas;

À minha família, pela referência em tudo que fiz na vida, sempre me apoiando e incentivando, com exemplos de esforço e dedicação, em especial a minha mãe *Lúcia Maria da Silva Guimarães* que nunca poupou esforços para que eu pudesse me dedicar aos estudos;

Aos professores Francine Neves Calil (orientadora e anjo da guarda) e Jácomo Divino Borges (co-orientador), que me auxiliaram no decorrer desses anos a superar minhas dificuldades e vencer os obstáculos, sempre me incentivando, e claro, pelas amizades consolidadas;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa e apoio financeiro permitindo que eu me dedicasse de forma exclusiva a este trabalho;

À Universidade Federal de Goiás – UFG e à Escola de Agronomia, pela boa qualidade de ensino e a oportunidade de me aperfeiçoar;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pelo financiamento;

Ao Dr. Abílio Rodrigues Pacheco - Pesquisador da Embrapa Produtos e Mercado, por ceder área particular em sua propriedade para realização da pesquisa;

Aos técnicos dos Laboratórios de Alometria e inventário florestal e Qualidade da madeira e bioenergia da UFG, Guilherme Murilo de Oliveira e Macksuel Fernandes da Silva, pela ajuda sem medida na realização das análises e pela amizade;

Ao amigo especial Carlos de Melo e Silva Neto, por me acompanhar desde o início deste trabalho, ajudando “gratuitamente” nas correções, nas análises estatísticas, na discussão, no ócio criativo, e principalmente por me ouvir nas horas de desespero. Muita gratidão, de coração;

A todos os alunos e professores membros do Grupo de Estudos Florestais e ao PROFLORESTA - UFG que em espírito de grupo trabalhamos no decorrer destes dois anos de forma harmoniosa e promissora;

Aos meus amigos e colegas de campo Paola de Castro e Freitas, Pedro Vilela Gondim Barbosa, Flaviana Delmiro Oliveira, Marina Morais Monteiro, Carlos de Melo e Silva Neto, Rosana Alves Gonçalves, Carlos Eduardo Batista de Oliveira, Arthur Muller Siqueira Vaz, Daniel Berlamino Cardoso, Bênelly Jordana Costa Alves, Juliane Cruz Barros, Karine Meira de Abreu, Caio Henrique Januário Calassa, Fernanda Gomes Ferreira (chef cuca) a minha profunda gratidão;

E a todas as pessoas que de alguma forma participaram deste trabalho e contribuíram para minha formação, *meu muito obrigada!*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
2.1	INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (ILPF) .....	17
2.2	BIOMASSA DE SERAPILHEIRA ACUMULADA E ESTOQUE NUTRICIONAL .....	19
2.2.1	<b>Serapilheira e biomassa acumulada</b> .....	19
2.2.2	<b>Nutrientes e retorno nutricional</b> .....	20
2.2.3	<b>Serapilheira</b> .....	22
2.3	BIOMASSA E PRODUTIVIDADE DA FORRAGEIRA EM DIFERENTES PERÍODOS DO ANO.....	24
2.3.1	<b>Caracterização da espécie forrageira</b> .....	24
2.3.2	<b>Produtividade no sistema integrado</b> .....	25
2.3.3	<b>Produção de forragem em período seca e chuvosa</b> .....	26
2.4	RADIAÇÃO SOLAR.....	28
2.4.1	<b>A radiação solar e sua importância</b> .....	28
2.4.2	<b>Radiação fotossinteticamente ativa</b> .....	29
2.4.3	<b>Sombreamento</b> .....	30
2.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
<b>3</b>	<b>BIOMASSA ACUMULADA E ESTOQUE NUTRICIONAL DA SERAPILHEIRA EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (ILPF)</b> .....	43
3.1	INTRODUÇÃO.....	44
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	46
3.2.1	<b>Características gerais da área</b> .....	46
3.2.2	<b>Delineamento experimental e implantação do sistema</b> ...	48
3.2.3	<b>Materiais e métodos para coleta e análises da serapilheira acumulada</b>	49
3.2.3	<b>Análise estatística</b> .....	54
3.3	RESULTADOS.....	54
3.3.1	<b>Biomassa acumulada de serapilheira</b> .....	54
3.3.2	<b>Teor e estoque nutricional na serapilheira acumulada</b> .....	59
3.4	DISCUSSÃO.....	64
3.4.1	<b>Biomassa acumulada de serapilheira</b> .....	64
3.4.2	<b>Teor e estoque nutricional na serapilheira acumulada</b> .....	65
3.5	CONCLUSÃO.....	67
3.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

<b>4</b>	<b>BIOMASSA E PRODUTIVIDADE DA FORRAGEIRA BRAQUIÁRIA (<i>Urochloa brizantha</i> (STAPF) WEBSTER.) EM DIFERENTES ÉPOCAS/PERÍODOS DO ANO.....</b>	<b>71</b>
4.1	INTRODUÇÃO.....	72
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	73
4.3	RESULTADOS.....	75
4.4	DISCUSSÃO.....	77
4.5	CONCLUSÃO.....	79
4.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
<b>5</b>	<b>RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA (RFA) EM UM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (ILPF).....</b>	<b>81</b>
5.1	INTRODUÇÃO.....	82
5.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	83
5.3	RESULTADOS.....	86
5.4	DISCUSSÃO.....	90
5.5	CONCLUSÃO.....	91
5.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>94</b>

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 3.1** Análises física e química de solo realizadas no ano de 2012 antes do plantio na área da Fazenda Boa Vereda no município de Cachoeira Dourada, GO..... 47
- Tabela 3.2** Metodologia utilizada pelo Laboratório de Ecologia Florestal (Labeflo) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) para realizar análises de tecido vegetal para determinar os nutrientes presentes nas amostras de serapilheira..... 53
- Tabela 3.3** Resultados de cada um dos três componentes da serapilheira analisada quanto sua produção total em  $Mg.ha^{-1}$  e em proporção percentual (%), para cada época estudada, sendo época seca ou chuvosa, em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no município de Cachoeira Dourada, GO..... 55
- Tabela 3.4** Análise de Variância (ANOVA) a 95% de significância comparando a biomassa de serapilheira entre os períodos chuvoso e seco no sistema de integração lavoura-pecuária-florestal na Fazenda Boa Vereda em Cachoeira Dourada, GO..... 59
- Tabela 3.5** Teores nutricionais médios nos componentes da serapilheira coletados nos períodos de seca e chuva de acordo com cada macronutriente analisado do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, no município de Cachoeira Dourada-GO, na Fazenda Boa Vereda..... 61
- Tabela 3.6** Teores nutricionais médios nos componentes da serapilheira coletados nos períodos de seca e chuva de acordo com cada micronutriente analisado do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, no município de Cachoeira Dourada – GO, na Fazenda Boa Vereda..... 62
- Tabela 3.7** Estoque nutricional dos macronutrientes da biomassa acumulada de serapilheira de cada componente avaliado (folha, galho/casca e miscelânea) e o total de serapilheira em quilograma por hectare e em percentual, obtidas em dois períodos diferentes (seca e chuva) no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, no município de Cachoeira Dourada - GO, na Fazenda Boa Vereda..... 62
- Tabela 3.8** Estoque nutricional dos micronutrientes da biomassa acumulada de serapilheira de cada componente avaliado (Folha, Galho/casca e Miscelânea) e o total de serapilheira em quilograma por hectare e em percentual, obtidas em dois períodos diferentes (seca e chuva) no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, no município de Cachoeira Dourada - GO, na Fazenda Boa Vereda..... 64

<b>Tabela 3.9</b>	Análise de variância a 95% de significância comparando cada elemento (macro e micronutrientes), entre o local (entre plantas e entre linhas) e entre estação (seca e chuva) do sistema de integração lavoura-pecuária-florestal na Fazenda Boa Vereda em Cachoeira Dourada, GO.....	64
<b>Tabela 4.1</b>	Análise de variância a 95% de significância comparando a biomassa de forragem entre os períodos chuvosos e seco do sistema de integração lavoura-pecuária-florestal na Fazenda Boa Vereda, em Cachoeira Dourada, GO.....	77
<b>Tabela 5.1</b>	Valores obtidos de hora em hora com a miniestação meteorológica WINDMATE WM-300 para temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em Cachoeira Dourada, Goiás, na Fazenda Boa Vereda (2015).....	90

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 3.1</b>	Localização do município de Cachoeira Dourada, região sul do estado de Goiás.....	46
<b>Figura 3.2</b>	Plantio de Eucalipto ( <i>E. urograndis</i> ) consorciado com a Soja ( <i>Glycine max</i> L.).....	48
<b>Figura 3.3</b>	Arranjo espacial das espécies utilizadas no experimento; Sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) da Fazenda Boa Vereda.....	48
<b>Figura 3.4</b>	A- ILPF no primeiro ano de implantação com cultivo de soja; B – ILPF no segundo ano de implantação com cultivo do sistema Santafé; e C- ILPF no terceiro ano de implantação início da entrada de animais.....	50
<b>Figura 3.5</b>	A- Coleta realizada entre linhas (EL); B- Coleta realizada entre plantas (EP).....	51
<b>Figura 3.6</b>	Gabarito (0,0625m <sup>2</sup> ) utilizado na coleta da serapilheira, figuras mostram o antes e após a coleta das amostras.....	51
<b>Figura 3.7</b>	Estufa de circulação e renovação de ar.....	52
<b>Figura 3.8</b>	Amostras de serapilheira compartimentalizadas em miscelânea, folha e galho/casca respectivamente.....	52
<b>Figura 3.9</b>	A-Triturador Lippel; B- Moinho Wiley; C- Potes com as amostras trituradas para análise de nutrientes.....	54
<b>Figura 3.10</b>	Biomassa da serapilheira em g/m <sup>2</sup> coletadas em dois períodos (seca e chuva).....	56
<b>Figura 3.11</b>	Análise dos componentes principais da serapilheira acumulada (folha – 61,39%; galhos/casca – 23,09% e miscelânea – 15,51%) de um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em Cachoeira Dourada, Goiás.....	58
<b>Figura 3.12</b>	Análise dos componentes principais de macronutrientes de diferentes componentes de serapilheira (folha, casca/galhos e miscelânea) entre diferentes locais (entre plantas e entre linhas) e diferentes estações climáticas (N: 43,32%; P: 27,18%; K: 10,80%*; Ca 6,24%; Mg: 3,82%; S: 3,43%; B: 1,71%; Cu: 1,32%; Fe: 1,18%; Mn: 0,70%; Zn: 0,26%) *Último nutriente nos componentes da variância com significância estatística de 95%.....	60
<b>Figura 4.1</b>	Gabarito de 0,25m <sup>2</sup> (0,5m x 0,5m) utilizado na coleta de amostras de forrageira. A- local ainda sem ser coletada a amostra de forrageira; B – local com amostra já coletada.....	74

<b>Figura 4.2</b>	Metodologia de coleta da biomassa de forrageira .....	75
<b>Figura 4.3</b>	Produtividade da forrageira <i>Urochloa brizantha</i> por período (seca e chuva).....	76
<b>Figura 4.4</b>	Produtividade de massa seca da forrageira <i>Urochloa brizantha</i> nas amostras coletadas a 01, 04, 08 e 12 metros de distância do renque de eucaliptos.....	77
<b>Figura 5.1</b>	A – Aparelho de sensores de <i>quanta</i> LI-250 A, <i>Li-cor Inc.</i> , USA; B – Área de amostragem a pleno sol.....	83
<b>Figura 5.2</b>	Metodologia de coleta de radiação no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta – ILPF com os pontos de coleta (1 – dentro do renque, 2 – a 5 metros do renque, 3 – a 10 metros do renque e 4 – a 15 metros do renque).....	84
<b>Figura 5.3</b>	Aferição de temperatura (C°), umidade relativa do ar (UR%) e velocidade do vento (km) entre renques do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta estudado.....	85
<b>Figura 5.4</b>	Densidade de fluxo de fótons – DFF para a avaliação Luz no Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e para avaliação a pleno sol nas duas estações (seca e chuva).....	87
<b>Figura 5.5</b>	Diferença de incidência solar (RFA) entre os pontos amostrados no período de seca em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em Cachoeira Dourada, Goiás.....	87
<b>Figura 5.6</b>	Diferença de incidência solar (RFA) entre os pontos amostrados no período de chuva em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em Cachoeira Dourada, Goiás.....	88
<b>Figura 5.7</b>	Densidade de fluxo de fótons no período de seca com amostragem nos pontos 1, 2, 3 e 4 a pleno sol (SOL) e dentro do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) em Cachoeira Dourada, Goiás.....	88
<b>Figura 5.8</b>	Densidade de fluxo de fótons no período de chuva com amostragem nos pontos 1, 2, 3 e 4 a pleno sol (SOL) e dentro do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) em Cachoeira Dourada, Goiás.....	89

## RESUMO

GUIMARÃES, L. E. **Biomassa acumulada, nutrientes, radiação solar e produtividade em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no Cerrado central.** 2015. 94p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Escola de Agronomia. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.<sup>1</sup>

Ao longo do tempo, houve a renovação do interesse e crescimento da adoção de sistemas de produção sustentáveis. Buscou-se integrar as atividades agrícolas, pecuária e florestal, com o intuito de aumentar a eficiência do uso da terra, de energia, de nutrientes e de mão de obra. Este estudo, portanto, tem como objetivo avaliar: a) uma plantação de três anos de ILPF no que refere à biomassa acumulada e o estoque nutricional da serapilheira; b) a biomassa e produtividade da forrageira *Urochloa brizantha* (Stapf) Webster.; e c) analisar o comportamento da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e do microclima, sendo todas as avaliações deste estudo realizadas em dois períodos diferentes (estação seca e chuvosa) em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no município de Cachoeira Dourada, Goiás. As avaliações foram realizadas no ILPF é formado por plantas de *E. urograndis* no espaçamento de 4(3 X 3 m) + 22 m de cultivo de forrageira braquiária (*U. brizantha* (Stapf) Webster.). Em a) foi determinado seis blocos, com dois tratamentos – um entre plantas e um entre linhas de eucalipto. Em cada bloco foram coletadas 10 amostras em cada tratamento. Para a coleta da serapilheira acumulada utilizou-se um gabarito (0,25 m x 0,25 m). Após secagem do material foi separado cada componente (folha, galho/casca, miscelânea) e foi obtido seu peso total, e depois foi obtido o teor nutricional em metodologia própria. O resultados obtidos foram 17,9 Mg.ha<sup>-1</sup> de biomassa acumulada. Não houve diferença entre os locais amostrados (entre linhas e entre plantas) tanto para biomassa quanto para a concentração de nutrientes. Conclui-se que a maior biomassa acumulada foi obtida na época seca, e que o componente mais representativo de biomassa acumulada foi a Folha. O macronutriente com maior acúmulo nos componentes avaliados foi o cálcio (Ca) e o micronutriente foi o ferro (Fe). Em b) a amostragem da forrageira foi de 01, 04, 08, 12 metros, para cada renque (seis ao todo), utilizando o traçado de dois transectos de 75 metros equidistantes. Utilizou-se gabarito (0,5 m) e fez a retirada de toda forragem acima do solo. Após foi determinado o teor de massa seca (MS) e cálculo da produção de forragem. Os resultados apresentaram diferenças de MS no período chuvoso. As análises de variância realizadas a (p>0,05) notou-se que a cada metro que a amostra avançava sentido ao centro da pastagem, aumentaram 58% em produtividade. Concluindo assim, que a produtividade maior é no período chuvoso. E que a maior produção (MS) ocorreu nas amostras coletadas à 08 e 12 metros de distância do renque. Em c) para a coleta da densidade de fluxo de fótons - DFF ( $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) utilizou-se dois sensores de *quanta* LI-250 A, *Li-cor Inc.*, USA, na faixa fotossinteticamente ativa - RFA. Coletando de hora em hora, com início às 9:45 e término às 17:45, sendo coletado também o controle a pleno sol, e as outras coletas em: (1- no centro do renque de árvores, 2 - a 5m do renque, 3 - a 10m do renque e 4- a 15m do renque), sendo que cada ponto obteve-se mais 4 repetições. Utilizou-se também a miniestação meteorológica WINDMATE WM-300, em que se aferiu temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar, anotadas de hora em hora. Os resultados mostraram que houve diferença entre os pontos escolhidos,

---

<sup>1</sup> Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Francine Neves Calil. EA-UFG.

Co-orientador: Prof. Dr. Jácomo Divino Borges. EA-UFG

sendo o ponto 10 e 15 metros com maior recebimento de faixa de (RFA). A avaliação meteorológica mostrou maior tempo retendo umidade do ar no ambiente, e com temperaturas amenas, além da quebra da força do vento pelas árvores de eucalipto presentes no ILPF. Concluindo, portanto, que o sistema ILPF possui microclima diferenciado, e que, também estabelecem padrões de aumento de RFA, sendo neste estudo 56% para cada metro em direção ao centro da pastagem.

*Palavras-chave:* serapilheira, fertilidade, ecologia florestal, agrossilvipastoril

## ABSTRACT

GUIMARÃES, L. E. **Accumulated biomass, solar radiation and productivity in a crop livestock forest system (CLFS) in central Brazilian Savannah.** 2015. 94p. Master's Dissertation (Post-Graduation in Agronomy: Plant Production) - Escola de Agronomia. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.<sup>1</sup>

Over the time, there was a renewed interest and growth in the adoption of sustainable production systems. Attempts to integrate agricultural activities, livestock and forestry, in order to increase the efficiency of land use, energy, nutrients and labor. This study had as objective to evaluate: a) a three year CLFS, regarding to litter accumulated biomass and nutrients stock; b) biomass and forage productive of *Urochloa brizantha* (Stapf) Webster; c) to analyze the behavior of photosynthetically active radiation (PAR), microclimate, being all the evaluations done in two different periods (dry and wet season) in a crop livestock forest system (CLFS) in Cachoeira Dourada county, Goiás. The evaluations were performed in CLFS formed by plants of *E. urograndis* in the following spacing: 4 (3 X 3 m) + 22 m brachiaria forage crop (*U. brizantha* (Stapf) Webster.). In a) it was determined six blocks with two treatments - one between plants and between rows of eucalyptus. In each block 10 samples were taken for each treatment. To collect the accumulated litter, a wooden frame (0,25 m x 0,25 m) was used. After drying the material was separated in the following components: leaf, bark/branches and miscellaneous and total weight was obtained. After that, the samples were conducted to lab to analyze nutrients content. The results were 17.9 Mg ha<sup>-1</sup> of litter accumulated biomass. There was no difference among the sampled sites (between rows and between plants) for both biomass and the concentration of nutrients. It can be assured that the largest accumulated biomass was obtained in the dry season, and the most representative accumulated biomass was the leaf component. The macronutrient with the highest accumulation in the evaluated components was calcium (Ca) and micronutrient was the iron (Fe). In B) forage sampling was done at 01, 04, 08 and 12 meters, for each block (total six blocks) using two transects of 75 meters equidistant. A wooden frame (0,25m<sup>2</sup>) was used (0,25m<sup>2</sup>) and all above ground fodder was removed. After that, dry matter (DM) content was determined and also the calculation of the forage production. The results showed DM differences in wet season. The analysis of variance carried out ( $p > 0.05$ ) was noted that every meter that the sample was advancing towards the center of the pasture, increased 58% in productivity. It is possible to conclude that the higher productivity occurs in wet season. Highest production (DM) occurred in samples collected at 8 and 12 meters away from the hedgerow. In C) to collect the photon flux density - PFD ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) two quanta sensors were used (LI-250 A, Li-color Inc., USA), in photosynthetically active radiation - PAR. Data collection was done in each hour, starting at 9:45 and ending at 17:45, and also collected the control to full sun, and other collections in: (1 in the center of the row of trees, 2 - at 5 m of hedgerow 3 -at 10m of hedgerow 4- at 15m of hedgerow ), in each point 4 replications were obtained. A mini-weather station (Windmate WM-300) was used for measuring, in each hour, temperature, wind speed and relative humidity. The results showed that there were differences among the chosen points, with point 10 and 15 meters with most

receiving range (PAR). The weather evaluation showed long retaining humidity in the environment, and with mild temperatures, besides the wind force of the breaking by eucalyptus trees present in CLFS. In conclusion, CLFS shows a differential microclimate and also, establish patterns of PAR increase, in this study, 56% for each meter towards to forage center.

*Key-words:* litter, fertility, forest ecology, agroforestry.

---

<sup>1</sup> Adviser: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Francine Neves Calil. EA-UFG.  
Co-adviser: Prof. Dr. Jácomo Divino Borges. EA-UFG

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Perante os problemas ambientais que vêm crescendo no mundo, a humanidade está frente a imensos desafios. A ampliação e a adoção de práticas agrícolas sustentáveis são vistas como um caminho certo para a sociedade conseguir erradicar a fome de uma população crescente, com o nível econômico também crescente, ao mesmo tempo em que se necessita preservar os recursos naturais (Tilman et al., 2011).

A evolução tecnológica no meio rural tornou as atividades agrícolas cada vez mais padronizadas, sempre buscando ganhos crescentes. Essa é uma realidade, por exemplo, das pastagens cultivadas no ecossistema Cerrado, as quais estão concentradas em mais ou menos 50 milhões de hectares de um total de 208 milhões de hectares. O Estado de Goiás, o único totalmente inserido na sua região *core*, é o quinto estado mais antropizado, com uma conversão de mais ou menos 55% do seu território original (Sano et al., 2010; Bustamante et al., 2012). Ao longo do tempo, tem havido a renovação do interesse e crescimento da adoção de sistemas de produção que buscam integrar as atividades agrícolas, pecuária e florestais, com o objetivo de aumentar a eficiência do uso da terra, de energia, de nutrientes e de mão de obra (Entz et al., 2005; Balbino et al., 2011).

De acordo com a Bracelpa (2014), no Brasil, o eucalipto tem sido a principal espécie arbórea utilizada nos programas de reflorestamento e, quase sempre, questiona-se sobre as mudanças que podem promover no solo. Em direção oposta, estudos atestam que o gênero *Eucalyptus* apresenta elevada eficiência nutricional em razão de sua maior capacidade de retranslocação de nutrientes em relação a outras espécies florestais, especialmente coníferas (Attiwill, 1980; Reis & Barros, 1990).

Segundo Pereira et al. (2013), a serapilheira proveniente das plantas tem o importante papel de enriquecimento do solo, além de ser o habitat para animais invertebrados que compõem a fauna do solo. Frente ao atual cenário de degradação ambiental, é importante estabelecer esses sistemas de produção com bases sustentáveis, para que a agropecuária possa ser socialmente benéfica, economicamente viável e ambientalmente adequada (Porfírio-Da-Silva, 2010).

Para alcançarmos tais conhecimentos, é necessário entendermos a nutrição florestal, principalmente no que se refere ao adequado suprimento de nutrientes as plantas, como segundo os autores Silveira et al. (2003) apontam, que a deficiência ou excesso dos nutrientes provoca anormalidades nas árvores de eucalipto, diminuindo assim sua produtividade. Para tanto, é imprescindível o estudo da biomassa e nutrientes nela contido, sendo possível esclarecer os processos necessários e o máximo do desenvolvimento fisiológico da planta (Viera et al., 2012).

Uma aproximação quantitativa pode ser utilizada para determinar a relação entre produção de biomassa e radiação solar interceptada. Deve-se ressaltar então, a aplicabilidade de tal conhecimento a diversos tópicos de pesquisa, como análise de crescimento de plantas, previsão de crescimento e desenvolvimento e estimativa do potencial de produção, sendo um modelo consistente e simplificado (Caron et al., 2003; Müller & Bergamaschi, 2005; Assunção & Martins, 2008).

Além de saber as características sobre o desenvolvimento da planta e a relação com o estoque nutricional, também é necessário saber a influência da radiação que irá chegar às árvores e forrageiras do sistema de ILPF. Essa quantidade de luz disponível para o sub-bosque determinará o potencial de produção de forragem do sistema, uma vez que as plantas transformam energia solar em compostos orgânicos, via fotossíntese. Para que isso ocorra, alguns elementos são essenciais, como a capacidade fotossintética das folhas, a umidade do solo, o CO<sub>2</sub> atmosférico e a luz solar (De Andrade et al., 2014).

No Estado de Goiás até o momento, o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) possui poucos estudos realizados envolvendo sua dinâmica, tanto de nutrientes como de produtividade em geral. Dessa forma, apresentar como esse sistema pode proporcionar ganhos econômicos, sociais e ambientais se torna interessante tanto para grandes quanto para pequenos produtores rurais.

Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar uma plantação de três anos de ILPF no que refere à biomassa acumulada e o estoque nutricional da serapilheira; a biomassa e produtividade da forrageira *Urochloa brizantha* (Stapf) Webster.; e analisar o comportamento da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e o microclima, sendo todas as avaliações deste estudo realizadas em dois períodos diferentes (estação seca e chuvosa).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (ILPF)

Pela integração lavoura-pecuária-floresta é caracterizada a diversificação, rotação, consorciação ou sucessão das atividades agrícolas e pecuárias dentro da propriedade rural de forma equilibrada, compondo um mesmo princípio, de tal maneira que há benefícios para ambos. Permite ainda vantagens, como por exemplo, que o solo seja explorado economicamente durante todo o ano ou, pelo menos, na maior parte dele, favorecendo o aumento na oferta de grãos, fibras, carne, leite e de agroenergia a custos mais baixo devido ao sinergismo que acontece entre os componentes silviculturais e de pastagem (Alvarenga et al., 2010).

Desde a idade média na Europa foram usados diversos modelos de plantios associados entre culturas anuais e perenes, como ainda frutíferas ou florestais (Dupraz & Liagre, 2008). Estes conhecimentos foram trazidos ao Brasil pelos imigrantes europeus que adaptaram em sistemas desenvolvidos ao longo do tempo às nossas condições. Bungenstab (2012) observou que nas áreas de Cerrado, a associação de pastos e cultivos vem sendo realizada desde as décadas de 1930 e 1940, pelo plantio de forrageiras com cultivos anuais ou após estes. Esse processo foi intensificado nas décadas de 60 e 70, com a vinda da mecanização e abertura de novas áreas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, o que refletiu no aumento substancial do rebanho bovino, e conseqüentemente, na produção nacional de carne e leite.

O marco da introdução do componente florestal em sistemas de integração agropecuária gerou o conceito mais amplo de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), os autores Balbino et al. (2012) observaram que o ILPF tem inúmeras possibilidades de combinação espaço-temporal entre os componentes agrícola, pecuária e florestal, resultando em diferentes sistemas como - silvipastoril, silviagrícola, agropastoril e agrossilvipastoril.

Segundo Balbino et al. (2011), as diferenças entre os sistemas de integração hoje utilizados, são eles definidos em quatro grandes grupos:

- a. Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou Agropastoril: sistema que integra os componentes agrícola e pecuária em consórcio, de forma a fazer rotação, sendo num mesmo ano, ou por vários anos seguidos.
- b. Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou Silvipastoril: sistema que integra plantio de floresta e pecuária consorciadas, de forma a produzir pastagem e animal, madeira e/ou fibras.
- c. Integração Lavoura-Floresta (ILF) ou Silviagrícola: sistema que integra o componente florestal e agrícola consorciados, sendo que o plantio agrícola anual ou perene.
- d. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou Agrossilvipastoril: sistema de produção que integra os componentes agrícolas e pecuário de forma rotacional, e na mesma área o cultivo florestal.

Conjugada a essa última perspectiva Zimmer et al. (2012) expressam que cada um desses grandes sistemas pode ser subdividido em modalidades variadas de princípios de produção conforme os componentes de produção vegetal ou animal envolvidos, adequando-se as criações e cultivos mais prósperos à cada agroecossistema, bem como à realidade local dos produtores. A utilização do ILPF na atividade agropecuária certamente acarreta uma gama de benefícios, tais como: benefícios ambientais importantes do ponto de vista da sustentabilidade ambiental (ambiência animal e fixação de carbono), da sustentabilidade econômica (poupança verde) e da sustentabilidade social por promover entradas de recursos financeiros distribuídos ao longo do tempo (Balbino et al., 2013; Alvarenga et al., 2010).

Ultimamente, o Sistema ILPF vem ganhando importância dentro da propriedade rural, pois permite de forma mais eficiente a constância na produção de alimentos. Além do mais, o componente arbóreo representa uma poupança para o agropecuarista, pois os custos podem ser menores em razão das outras atividades associadas ao sistema. Alvarenga et al. (2010) ressaltaram as possibilidades de combinação entre os componentes do sistema, tornando possível ajustes que se fazem necessários, dependendo do interesse do produtor e dos aspectos edafoclimáticos e mercadológicos.

## 2.2 BIOMASSA DE SERAPILHEIRA ACUMULADA E ESTOQUE NUTRICIONAL

### 2.2.1 SERAPILHEIRA E BIOMASSA ACUMULADA

A serapilheira pode ser determinada como todo tipo de material biogênico em vários estádios de decomposição, material esse que representa uma fonte potencial de energia para as espécies consumidoras (Brun et al., 2001). Os ecossistemas florestais desenvolvem um horizonte orgânico sobre o solo, que, segundo Koehler (1989) é o resultado da queda periódica de folha, galhos, frutos e às vezes árvores inteiras. Para Vibrans & Sevegnani (2000) serapilheira é todo material vegetal depositado no chão da floresta, bem como restos de animais e material fecal, excluindo troncos e ramos acima de 10 cm de diâmetro.

O material caído no solo florestal tem recebido várias denominações entre elas serapilheira, serrapilheira, sarrapilheira, sarapieira, manta florestal, folhedo, folhada, liteira e folhiço (Koehler, 1989; Fernandes et al., 1993), termos esses que equivalem ao inglês "litter", ao alemão "streu" e ao francês "litière". O termo inglês "litterfall" significa, em português, produção de serapilheira, que representa o processo de transferência ou queda do material de origem biótica o qual irá formar a camada de serapilheira no piso florestal (Mello, 1995; Calil & Schumacher, 2009).

Costa et al. (2010) observaram que nos sistemas florestais, a serapilheira é um importante componente, representando o material sob o solo, que inclui principalmente folhas, caules, frutos, sementes, flores e resíduos animais. Também se sabe que a produção e ciclagem de nutrientes podem variar de acordo com o grau de conservação, idade e composição do sistema florestal, além de diversos fatores bióticos e abióticos (Dickow et al., 2012; Vendrami et al., 2012).

Existem dois modelos básicos para a deposição anual de serapilheira nos ecossistemas brasileiros: um é caracterizado por apresentar maior deposição na época seca, como ocorre em ecossistemas amazônicos, nas florestas mesófilas e cerrados; o segundo versa no aumento na amplitude da deposição de serapilheira na época úmida, típico das florestas atlânticas e restingas (Cattanio et al., 2004; Cianciaruso et al., 2006; Araújo et al., 2006; Pires et al., 2006). A serapilheira exerce, também, funções de isolante térmico, que por sua vez, melhora as condições térmicas dos horizontes mais profundos, e também, a retenção de água atua ainda como amenizador de efeitos erosivos funcionando principalmente como filtro e esponja da água derivada da atmosfera que penetra no solo (Molchanov, 1963; Santos, 1989).

A biomassa de serapilheira contribui juntamente com os demais compartimentos florestais, na interceptação e retenção da água da chuva, favorecendo seu armazenamento no solo, e conseqüentemente, o crescimento das taxas de infiltração (Olson, 1963). Cabe destacar que a acumulação de biomassa é afetada principalmente por fatores ambientais, como luz, temperatura, umidade, concentração de CO<sub>2</sub> do ar, fertilidade do solo, doenças e, também, por fatores intrínsecos de cada planta, como idade, estrutura e disposição das folhas, distribuição e comportamento dos estômatos, teor de clorofila, entre outros (Kramer & Kozlowski, 1972).

Todo ecossistema florestal possui uma grande dinâmica no fluxo de biomassa, ocorrendo à medida que a floresta se desenvolve. Observa-se principalmente, em plantações florestais na fase inicial de crescimento, no qual ocorre gradual redução na biomassa da copa das árvores e, simultaneamente, aumento na proporção dos componentes madeira e casca, já os troncos das árvores representam, em média, mais de 80% da biomassa acima do solo, sendo esse trabalho avaliado em uma floresta plantada já com idade de corte (Schumacher & Hoppe, 1997).

Através de diversos trabalhos sobre a biomassa de serapilheira, sabe-se que é possível determinar os nutrientes nas árvores, sendo essa uma técnica bastante utilizada, a mesma é representada pelo somatório dos nutrientes contidos nos diferentes compartimentos das árvores (folhas, ramos, casca, tronco e raízes). Cada componente possui concentração de nutrientes minerais relacionada com suas funções, geralmente é apresentada na seguinte sequência de concentração: folha > casca > ramo > tronco > cerne (Gonçalves et al., 2004). Os horizontes orgânicos cumprem importante papel ecológico na floresta. Sendo assim, possível observar a biomassa acumulada sobre o solo mineral garantindo às plantas um estoque seguro de nutrientes, os quais vão sendo liberados à medida que ocorre o processo de decomposição dos resíduos (Rocha, 2014).

### 2.2.2 NUTRIENTES E RETORNO NUTRICIONAL

A quantidade e a proporcionalidade dos nutrientes absorvidos pelas plantas se dão em função de características intrínsecas da planta, como, também, dos fatores externos que influenciam o processo. A aptidão em retirar os nutrientes do solo e as quantidades demandadas varia não só com o vegetal, mas igualmente com o nível de competição existente (Grangeiro, & Cecílio Filho, 2004). Alterações nos fatores ambientais como

umidade do solo e temperatura podem afetar consideravelmente o teor de nutrientes minerais. Esses diversos fatores tem o poder de influir na disponibilidade dos nutrientes e na absorção destes pelas raízes e, por conseguinte, no crescimento da parte aérea. Entretanto, o estágio de desenvolvimento é fundamental no acúmulo e a disponibilização dos nutrientes minerais na planta (Goto et al., 2001).

Os elementos minerais essenciais às plantas são geralmente classificados em macro e micronutrientes, de acordo com suas concentrações disponíveis no tecido vegetal. Existem três critérios primários pelos quais um elemento é julgado essencial para a planta: (1) se ele é necessário para a planta completar seu ciclo de vida (isto é, para produzir sementes viáveis) e/ou (2) se ele faz parte de alguma molécula ou constituinte da planta que por si mesmo é essencial, como o nitrogênio nas proteínas. O terceiro critério é considerado por vários nutricionistas de plantas é se aparecem deficiência na ausência do elemento (Taiz & Zeiger, 2007; Raven, 2007).

A serapilheira é fundamental para a autossustentabilidade dos ecossistemas florestais, representando o início do primeiro estágio de transferência de nutrientes para o sistema. É nessa fase que grande parte dos nutrientes absorvidos pela vegetação retorna ao solo através da sua deposição (Caldeira et al., 2008).

Nessas circunstâncias, o acúmulo e distribuição de nutrientes nos diversos componentes da planta e no solo podem servir de indicadores de diferenças entre os ecossistemas, e em especial, a disponibilização de nutrientes para as plantas. Sendo assim, no processo de ciclagem o retorno de nutrientes por meio da serapilheira acumulada constitui a via mais importante do ciclo biogeoquímico, e que se torna mais relevante em condições de solos de baixa fertilidade (Reis & Barros, 1990).

Segundo Gonçalves (2005) a ciclagem de nutrientes em florestas pode ser analisada através da compartimentalização da biomassa acumulada nos diferentes estratos, além da quantificação das taxas de nutrientes que se movimentam entre seus compartimentos, através da produção de serapilheira, sua decomposição, lixiviação, entre outros. Há numerosos dados sobre a produtividade e estoques de nutrientes, em diferentes ecossistemas da terra, podendo ser encontrados no trabalho de Leith & Whittaker (1975), os quais comprovam que cada biosfera armazena e recicla os nutrientes de forma específica.

Para Costa (1990), a importância da heterogeneidade da comunidade vegetal para a manutenção dos nutrientes no sistema solo-plantas. Tudo isso em função das diferentes

exigências nutricionais. Sendo que, quanto maior a heterogeneidade da comunidade vegetal, melhor será o equilíbrio dos nutrientes no ecossistema.

Assim, para que a ciclagem de nutrientes ocorra é necessária, entretanto, a decomposição do material vegetativo depositado sobre o solo. Maiores taxas de decomposição favorecem a liberação mais rápida de nutrientes e o seu melhor reaproveitamento por parte da vegetação do sistema (Arato et al., 2003). A conversão dessa matéria orgânica para serapilheira ocorre a uma taxa de 30 a 50% ao ano (Golley, 1983). No mesmo sentido Vieira & Schumacher (2010) em que evidenciam que a via de produção e decomposição da serapilheira através da ciclagem de nutrientes, é o mais importante processo de transferência de nutrientes para o solo.

Deve-se ressaltar que toda essa dinâmica da serapilheira, representada pela entrada via deposição e saída via decomposição/mineralização, sendo de suma importância para a manutenção da ciclagem de nutrientes (Balieiro et al., 2004). Em função disso, o ciclo bioquímico (circulação de nutrientes no interior da planta) permite que as árvores possam sintetizar a matéria orgânica através da fotossíntese, ocorrendo assim, a reciclagem dos nutrientes especialmente em solos altamente intemperizados onde a biomassa vegetal é o principal reservatório de nutrientes (Caldeira, 2003).

No que se refere à ciclagem de nutrientes, há fatores que afetam a forma que ocorre essa ciclagem, estando intimamente ligados às condições climáticas e fenológicas, bem como aos aspectos ambientais e a composição atmosférica, variando de espécie para espécie (Schumacher, 1992; Poggiani & Schumacher, 2005). Em geral, nota-se um acréscimo da deposição da serapilheira até a idade em que as árvores atingem a maturidade ou fecham as suas copas. Após esse ponto pode ocorrer ligeiro decréscimo ou estabilização (Bray & Ghoran, 1964).

### 2.2.3 SERAPILHEIRA

A produtividade de um ecossistema depende da quantidade de nutrientes armazenados em seus vários compartimentos, como: a vegetação, o solo, a serapilheira e a biomassa animal e, principalmente, a taxa de transferência (Silva et al., 2007). Nos sistemas agrossilvipastoris, se utilizam de culturas anuais com o objetivo de cobertura do solo e ciclagem de nutrientes, visando à diversificação da produção agrícola, sendo vista como uma produção sustentável (Chaves & Calegari, 2001), que promove a melhoria da

qualidade ambiental, e diminui os efeitos nocivos dos diversos tipos de monocultivos. Nesse sentido, várias espécies de plantas de cobertura do solo podem ser utilizadas a fim de evitar seu esgotamento. Porém, para ser eficaz na ciclagem de nutrientes, deve haver sincronia entre o nutriente liberado pelo resíduo da decomposição da planta de cobertura e a demanda da cultura de interesse (Boer et al., 2007).

A serapilheira acumulada desempenha um papel essencial, aumentando a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo (Garay et al., 2004). Além disso, o material acumulado permite a existência de uma grande variedade de nichos para a mesofauna, microflora e microrganismo para o solo, sendo ainda fonte de coloides para o solo (Santos, 1989). Geralmente a acumulação de serapilheira é variável de acordo com o ecossistema considerado e seu estágio sucessional (Brasil et al., 2013). Apesar disso, é sabido que a serapilheira contribui importantemente, com os diversos compartimentos florestais, para a interceptação das águas da chuva, por meio do amortecimento e a consequente dispersão da energia cinética das gotas, minimizando assim os efeitos erosivos (Boer et al. 2007).

É extremamente significativo o fato de a serapilheira reduzir a incidência da radiação solar direta sobre o solo e, conseqüentemente, favorecer a retenção de umidade, e também favorecendo, a permeabilidade de água nesse solo e manutenção de sua microbiota (Jaramillo-Botero et al., 2008). Não obstante, Costa (1990) destaca que o sub-bosque de plantações florestais desempenha um aspecto conservacionista muito importante, sobretudo em áreas de topografia acidentada onde as árvores de eucalipto e sua vegetação de sub-bosque funciona como uma barreira física ao escoamento superficial, protegendo o solo contra a erosão.

Na mesma linha Schumacher et al. (2011) relataram, que é possível observar as fases nutricionais das árvores, ocorrendo primeiro antes do fechamento das copas, ocorrendo ainda, um período de intenso crescimento no qual a maior parte dos fotoassimilados sintetizados é canalizada para a formação do sistema radicular e da copa, resultando, portanto, na expansão da área foliar. Nessa fase, as raízes exploram parcialmente o volume de solo e as árvores não competem entre si por fatores de crescimento (luz, água, nutrientes), sendo o seu crescimento limitado pelas suas próprias condições fisiológicas. A segunda fase se dá a partir do fechamento das copas das árvores, o acúmulo de nutrientes ocorre com mais intensidade nos troncos, isso ocorre quando a formação de copas atinge uma fase de relativa estabilidade.

Todos esses fatos não seriam isentos para a ciclagem de nutrientes em povoamentos de eucalipto, ao qual é possível avaliar possíveis alterações decorrentes de técnicas de manejo aplicadas e possibilita inferir sobre a sustentabilidade das plantações (Gama-Rodrigues & Barros, 2002). Nessa mesma abordagem, os solos exercem uma apreciável influência sobre o tipo de comunidade vegetal presente numa dada localidade. Para tanto, a vegetação reciprocamente influencia as propriedades do solo, tanto de maneira direta, por meio de suprimento com matéria orgânica, quanto por um número de outras diferentes vias (Young, 1976).

## 2.3. BIOMASSA E PRODUTIVIDADE DA FORRAGEIRA EM DIFERENTES PERÍODOS DO ANO

### 2.3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE FORRAGEIRA

A espécie *Urochloa brizantha* apresenta potencial de produção, vigor de rebrota e qualidade de forragem muito satisfatórios (Botrel et al., 1998). É uma gramínea perene nativa na África, encontrada nas regiões tropicais, propagada por sementes, com hábito de crescimento cespitoso, ou seja, formam-se touceiras (Evangalista & Rocha, 1997). Ainda se caracteriza por ser uma planta que se adapta a diferentes regiões com solo e clima diversos, sendo também pouco tolerantes a baixas temperaturas. Seu uso no Brasil para formação de pastagens é relativamente recente. Por outro lado, a ampliação das áreas com esta espécie tem aumentado consideravelmente devido a suas características favoráveis, com destaque para boa tolerância às cigarrinha-das-pastagens (Botrel et al., 1998).

No Brasil tropical são semeados cerca de 5,5 milhões de hectares anualmente de pastagens perenes, incluindo formação, renovação ou recuperação, e que mais recentemente prepondera o interesse pela *Urochloa brizantha* cv. *marandu*, essas correspondem mais de 50% do mercado de sementes das gramíneas forrageiras tropicais utilizadas também para a produção de silagens, com produção semelhante ao gênero *Panicum*, e valor nutritivo ligeiramente superior (Zimmer & Euclides 2000; Loures et al. 2005).

Dados estimam que 80 milhões de hectares dos 197 milhões de hectares no território brasileiro destinados a agropecuária, seja constituída por espécies forrageiras do gênero *Urochloa*, principalmente *U. decumbens* e *U. brizantha*. E essas áreas normalmente apresentam baixa longevidade devido a baixa fertilidade natural do solo associada a alta taxa de lotação que levam ao processo de degradação poucos anos após o estabelecimento (Carvalho et al., 2001).

### 2.3.2. PRODUTIVIDADE NO SISTEMA INTEGRADO

O setor agropecuário vem sofrendo grandes transformações motivadas pelo aumento nos custos de produção e mercado mais competitivo, exigindo aumento na produtividade da atividade exercida, também, na qualidade e na rentabilidade, sem comprometer o meio ambiente (Bungenstab, 2012). Em texto Balbino et al., (2011) legitimam afirmando que para atingir tais objetivos, a melhor alternativa que vem se destacando nesse meio é o uso de sistemas de integração que incorporam as atividades de produção pecuária, agrícola e florestal, de forma sinérgicas com o ecossistema, contemplando assim a sustentabilidade da unidade de produção. A partir desse princípio para evitar que haja competição entre as espécies e inviabilize o cultivo consorciado o conhecimento do comportamento dos indivíduos na competição por fatores de produção é importante para obtenção de produtividades satisfatórias de grãos e formação da pastagem (Kluthcouski & Aidar, 2003).

Cabe destacar que no sistema de integração lavoura-pecuária - ILP a precocidade na formação da pastagem pode ser realizada com o consórcio de culturas anuais e forrageiras tropicais (Pariz et al., 2011). Em função disso, o consórcio de milho, sorgo granífero e soja com forrageiras do gênero *Urochloa* (CruscioL et al., 2011; BORGHI et al., 2013) tem-se mostrado extraordinária opção na produção de grãos e forragem para a pecuária no período seco, além de elevar o aporte de palhada para continuidade do Sistema de Plantio Direto - SPD (Pariz et al., 2011). Destaca-se que, não ocorrerá redução na produtividade de grãos desde que bem-conduzidos neste sistema de consórcio (Borghi et al., 2013). Na perspectiva da produção animal, as pastagens cultivadas em solos que antes foram cultivadas lavouras de grãos, apresentam alta capacidade de produção e qualidade na forragem, havendo ainda maior uniformidade na oferta de forrageiras, reduzindo os efeitos da sazonalidade na produção anual, além de evitar infestações de parasitas, resultando em desempenho animal superior ao das pastagens tradicionais (Bungenstab, 2012).

Por outro lado, há uma grande preocupação no processo de degradação de pastagens, sendo considerado um dos maiores problemas da pecuária brasileira. Entre as várias causas da degradação, têm-se a má formação do pasto, o manejo e manutenção inadequados e o excesso de lotação. Sendo que a evolução desse processo pode resultar em compactação do solo, diminuição da infiltração e da capacidade de retenção da água, favorecendo a ocorrência de erosão e assoreamento dos cursos d'água (Macedo, 2005; Peron & Evangelista, 2004).

Diante o interesse de recuperar a capacidade produtiva das pastagens, uma opção para superar esses problemas é a integração de pastagens com espécies arbóreas em sistemas agrosilvipastoris (Rozados-Lorenzo et al., 2007; Paciullo et al., 2011). O uso de sistemas silvipastoris apresenta efeitos benéficos, tais como a incorporação de nutrientes e o incremento da atividade microbiana do solo (Xavier et al., 2003; Neves et al., 2009), e a possibilidade de aumento do valor nutritivo da forragem (Paciullo et al., 2007; Sousa et al., 2007; Soares et al., 2009).

O valor nutritivo do pasto é comumente influenciado pela presença das arbóreas em sistemas agrosilvipastoris, principalmente em razão de adaptações morfofisiológicas. Ocorre também, que em condições de sombreamento moderado, haverá o aumento no teor de nitrogênio na folha podendo repercutir em melhorias do teor proteico da forragem (Baruch & Guenni, 2007; Kallenbach et al., 2006; Paciullo et al., 2007; Sousa, 2007).

Nessa trajetória é importante lembrar que as árvores também influenciam na produtividade e no valor nutritivo das forrageiras, e a intensidade destes efeitos varia em função do arranjo e da espécie arbórea utilizada, do grau de sombreamento e da tolerância da espécie forrageira à sombra (Paciullo et al., 2008; Oliveira et al., 2007; Castro et al., 2010). Para tanto, salienta-se que a presença de um estrato arbóreo em pastagens pode constituir, também, uma forma de promover a manutenção de forragem verde no inverno (Gatiboni et al., 2000).

### 2.3.3. PRODUÇÃO DE FORRAGEM EM PERÍODO SECA E CHUVA

Segundo Nabinger et al. (2000), a produção de biomassa da pastagem é resultado da variação de disponibilidade de elementos do meio como a radiação e a temperatura, que variam conforme disponibilidade de fatores manejáveis, que são basicamente os nutrientes e água. Paciullo et al. (2008) avaliaram o crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano e constataram que a espécie *U. decumbens* apresenta plasticidade fenotípica, em resposta às variações sazonais das condições climáticas e de sombreamento, que confere à essa espécie elevado potencial para uso em sistemas agrosilvipastoris.

Em seu trabalho, Castro et al. (2010) analisaram o período de coleta seca e chuvoso e também a altura do pasto, que variou conforme a interação da porcentagem de sombreamento versus a estação do ano. Como resultado, no inverno, as alturas do pasto

submetido às três condições de sombreamento foram semelhantes, já na primavera, a altura foi menor na condição a pleno sol, quando comparada aos valores obtidos sob sombreamento, e por fim, se concluiu que no verão as alturas foram diferentes conforme a porcentagem de sombreamento, sendo o menor valor observado no referente a pleno sol e o maior sob sombreamento mais intenso. Esses resultados do aumento da altura com o sombreamento estão em consonância com os resultados obtidos em outros estudos (Castro et al., 1999; Paciullo et al., 2008) e apresentam ser uma tendência geral em plantas cultivadas à sombra, pois é uma estratégia comum de se compensar a redução de luminosidade (Samarakoon et al., 1990; Castro et al., 1999).

Sabe-se, portanto, que esse padrão de resposta foi influenciado pelas condições climáticas em cada estação (Castro et al., 2010). Os mesmos autores confirmam que enquanto as elevadas precipitações pluviométricas e temperaturas incidentes no verão favoreceram o crescimento do pasto, a escassez de chuvas e a ocorrência de temperaturas inferiores a 15 °C no inverno são limitantes para a produção de forragem. Sendo ainda, que no inverno, a massa de forragem foi maior sob condições de pleno sol e de 29% de sombreamento, e menor no sombreamento mais intenso. Ocorre quem em parte, tal resultado contrasta com a hipótese de que o crescimento do pasto poderia ser favorecido na época seca do ano, sob sombreamento, em função da redução mais lenta do teor de água no solo à sombra do que em condições de sol pleno, após um período de chuvas (Wilson, 1998).

Foi comprovado por Paciullo et.al. (2008) que após um período de chuva o teor de umidade do solo se reduz mais lentamente à sombra do que em condições de pleno sol. A sombra reduz a temperatura do solo entre 5 e 10 °C, a depender de seu movimento durante o dia. Numa perspectiva que revela a importância no aumento do crescimento das plantas, tanto pela redução do déficit hídrico, quanto pelo favorecimento da atividade microbiana na serapilheira e no solo.

Em função desses resultados, Castro et al. (2010) corroboram que a maior porcentagem de material morto e, conseqüentemente, menor de forragem verde durante o inverno, decorreu das condições climáticas desfavoráveis ao crescimento do pasto, favorecendo o aumento da senescência de perfilhos com o avanço da estação. Com o aumento da precipitação pluviométrica e da temperatura do ar, na primavera, houve o aparecimento de novos perfilhos, o que contribuiu para a elevada proporção de forragem verde no pasto. Os dados permitem concluir, que a flutuação das porcentagens de material morto e verde no pasto seguiu padrão já descrito por outros autores para a *B. decumbens*,

manejada sob pastejo, na mesma região onde este estudo foi conduzido (Paciullo et al., 2003; Aroeira et al., 2005).

## 2.4. RADIAÇÃO SOLAR

### 2.4.1 A RADIAÇÃO SOLAR E SUA IMPORTÂNCIA

Toda vida na Terra é mantida por um fluxo de energia proveniente do sol e que passa pela biosfera. Esta recebe a radiação solar em comprimentos de onda de 290 nm até aproximadamente 3.000 nm. Em média, 45% da radiação proveniente do sol se encontra dentro de uma faixa espectral de 380 – 710 nm, a qual é utilizada para a fotossíntese das plantas (*Radiação Fotossinteticamente Ativa – RFA, entre 400-700 nm*). O autor ainda chama a atenção para o fato das plantas também absorverem radiação térmica (comprimentos longos de radiação infravermelha, 4.000-100.000 nm) e essas também emitem comprimentos de onda semelhantes (Larcher, 2000).

O modo como a *RFA* é interceptada pelas plantas é fundamental para a fotossíntese e para a produção da cultura (Stewart et al., 2003). De fato, a disponibilidade de luz é um dos principais fatores que limitam o crescimento das plantas (Denslow et al., 1990; Zipperlen & Press, 1996). Dessa maneira, é revelada a eficiência do uso da radiação ( $\epsilon_b$ ) pela espécie a *RFA* interceptada, que é convertida em fitomassa (Monteith & Moss, 1977).

A luz é um fator determinante na heterogeneidade espacial e conseqüentemente na disponibilização de recursos para as espécies vegetais e nos processos em nível de comunidade (nicotra et al. 1999). Em função disso, a heterogeneidade na distribuição da radiação solar, pode determinar pequenos sítios de recrutamento e, por conseguinte, influenciar na distribuição de espécies vegetais nos ambientes de floresta (Fetcher et al. 1994; Lüttge, 1997; Gendron et al. 2001).

Vale ressaltar que a radiação solar é um fator primordial que afeta a fotossíntese e a quantidade de luz que chega ao sub-bosque. É preciso que se diga que algumas características dependem do espaçamento e densidade arbórea, direcionamento da linha de plantio, seleção de espécies com copa pouco densa e manejo para diminuição da copa ou do número de árvores (Andrade et al., 2002). Partindo desse princípio, os sistemas de integração de lavoura-pecuária-floresta (ILPF), dão a oportunidade de manejo ideal para atender essas características.

De acordo com Soares et al. (2009), o nível de radiação que chega ao estrato inferior de um sistema silvipastoril é determinante para o crescimento e desenvolvimento de espécies em sub-bosque. Dentro dos ambientes florestais o acesso à luz é um dos principais fatores limitantes ao crescimento de espécies (Carswell et al. 2000; Felfili et al. 2001; Montgomery & Chazdon, 2002). Em outras palavras, o crescimento das plantas depende do saldo total de matéria seca acumulada pela fotossíntese. Ocorre que em plantas sadias que possuem à disposição quantidades adequadas de água e nutrientes, a produção de fitomassa seca que é governada pela radiação fotossinteticamente ativa - RFA (Monteith, 1965, 1977).

#### 2.4.2 RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA

A radiação fotossinteticamente ativa é interceptada em diferentes intensidades, dependendo da estrutura do dossel, e seu estudo nos permite tomar conhecimento de como a comunidade vegetal está usufruindo dos recursos abióticos, sendo eles luz, água e nutrientes (Laca & Lemaire, 2000). Forrageiras submetidas à baixa irradiância fotossintética, em contraste com aquelas em pleno sol, possuem entrenós mais longos, caules mais finos, folhas mais delgadas e sistema radicular menos desenvolvido (Castro et al., 1998), o que nos remete que plantas com deficiência luminosa poderá ter grandes prejuízos no seu desenvolvimento em geral.

No que diz respeito ao aproveitamento de luz, a relação entre a área de folhas e a superfície de solo que elas cobrem ( $m^2$  de folha/ $m^2$  de solo), é denominada de índice de área foliar (IAF) (Kunz et al., 2007). Tal parâmetro permite estimar o grau de incremento da planta e o potencial de interceptação de energia radiante, pois apresenta grande relação com a produção sendo este, afetado pelas características estruturais e de crescimento (Chapman & Lemaire, 1993).

Já Lucas (2004), salienta que em sistemas silvipastoris além da redução da quantidade de radiação incidente, ocorrem mudanças nas características espectrais da luz solar, com aumento da radiação difusa, que por ser multidirecional, torna-se também eficiente, devido a melhor penetração no dossel, sendo ainda, dinâmico e mutável o grau de radiação solar que chega o estrato herbáceo ao longo da evolução do sistema silvipastoril. Percebe-se, portanto, que a adaptação das espécies forrageiras em um sistema silvipastoril depende principalmente de sua habilidade em crescer em condições edafoclimáticas alteradas pela presença de árvores no estrato vegetal superior (Soares et al, 2009).

### 2.4.3 SOMBREAMENTO

De fato as árvores reduzem a luminosidade disponível para as plantas que crescem sob suas copas e têm influência sobre aspectos morfofisiológicos determinantes da produtividade da pastagem (Paciullo et al., 2008). Sabe-se, que em competição por luz haverá grande tolerância ao sombreamento ou maior capacidade em sombrear outras plantas vizinhas, o que pode ser bom por um lado, pois plantas daninhas heliófitas seriam prejudicadas. Para a circunstância Paciullo et al. (2007) conseguiram fazer uma observação bastante peculiar, em que há maior área foliar específica e menor índice de área foliar de um pasto de *U. decumbens*, em condições de sombreamento, quando comparado ao cultivo a pleno sol.

Alguns estudos referentes à germinação e primeiro estágio de sucessão em florestas, esses também podem ser favorecidos pela sombra (Collet & Chenost, 2006), mas entre os estágios mais avançados da regeneração a competição por luz é intensificada e a sombra pode impedir o desenvolvimento das plantas (Wadsworth & Zweede, 2006).

Portanto, o sombreamento imposto pelo componente arbóreo pode afetar o estabelecimento e crescimento das gramíneas, em função da maior ou menor disponibilidade de radiação (Andrade et al., 2004; Paciullo et al., 2008; Soares et al., 2009). Em contraste, os autores Paciullo et al. (2009) defendem que o sombreamento moderado no sistema agrossilvipastoril não interfere na capacidade de suporte do pasto, no valor nutritivo, no consumo de matéria seca e no desempenho de novilhas leiteiras. E o mesmo, faz em seu trabalho, uma comparação dos valores obtidos na pastagem de *U. decumbens* em monocultivo a sol pleno, no qual apresentam resultados satisfatórios para a espécie *U. decumbens* sombreada.

Nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta o microclima favorece a retenção de umidade e reciclagem de nutrientes, resultando na melhor qualidade da forragem (Santos et al., 2004). De fato, a sombra permite maior retenção de água no solo resultando em maior decomposição de matéria orgânica e, conseqüentemente, a ciclagem de nitrogênio (Paciullo et al., 2011), resultando no aumento na concentração de nitrogênio na forragem.

Ao mesmo tempo, sabe-se que pastagens arborizadas contribuem ainda para a fixação do carbono no solo e na biomassa, redução da emissão de óxido nitroso e a mitigação da emissão de gás metano pelos ruminantes, contribuindo desta maneira para diminuição do aquecimento global (Rodrigues et al, 2013). Apesar dos benefícios citados,

a presença das árvores reduz a luminosidade disponível para as plantas forrageiras que crescem sob suas copas. Todavia, Silva et al. (2011) registraram efeitos variáveis dessa restrição ambiental, dependendo tanto da espécie forrageira considerada como do nível de sombreamento imposto pelas espécies arbóreas associadas.

Há ainda várias interconexões que podem ser destacadas, em pesquisas, Glaser (2008) observou que bovinos usaram as sombras como primeiro recurso contra as temperaturas elevadas e a radiação solar direta. Outro autor, Titto (2006) verificou ainda, que o sombreamento da pastagem alterou positivamente o comportamento de pastejo, ruminação e ócio de touros Simental, e que a sombra natural apresentou benefícios sobre a artificial. Ainda segundo Baccari Júnior (2001), vários experimentos realizados em regiões de clima quente demonstraram que vacas que dispõem de acesso à sombra, durante as horas mais quentes dos dias de verão, podem produzir até 25% a mais de leite que aquelas expostas ao sol.

Em suma, os pecuaristas entendem e reconhecem a importância das árvores nas pastagens, especialmente no fornecimento de sombra para o gado, mas tendem que seu excesso possa prejudicar a produtividade da forrageira. Além do mais, não estão dispostos a arcar com o plantio de árvores no pasto, provavelmente por não estarem convencidos dos benefícios econômicos que podem advir dessa prática (Andrade et al., 2004). Ao contrário do que pensam os pecuaristas, a literatura apresenta diversos prós, inclusive com estudos apontando a densidade e tolerância do sombreamento das principais gramíneas e leguminosas forrageiras utilizadas na pecuária brasileira, os dados confirmaram que o crescimento dessas é pouco influenciado quando o nível de sombreamento é mantido na faixa de 30% a 40% (Andrade et al., 2004; Castro et al., 1999; Paciullo et al., 2007).

## 2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R. C.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; VILELA, L. Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Acondicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, v. 31, n. 257, p. 59-67, 2010.

ANDRADE, C. M. S de.; VALENTIM, J. F.; DA COSTA CARNEIRO, J.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília**, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004.

ANDRADE, C.; CARNEIRO, J.; VALENTIM, J.; SALES, M. Efeito do sombreamento sobre as taxas de acumulação de matéria seca de quatro gramíneas forrageiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.

ARATO, H.D.; MARINS, S.V.; FERRARI, S.H.S. Produção e decomposição de serapilheira em um Sistema agroflorestal implantando para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 715-721, 2003.

ARAÚJO, R. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; MACHADO, M. R.; PEREIRA, M. G.; FRAZÃO, F. J. Aporte de serapilheira e nutrientes ao solo em três modelos de revegetação na Reserva Biológica de Poços das Antas, Silva Jardim, RJ. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 12, n. 2, p. 15 - 21, 2006.

AROEIRA, L. J. M.; PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F.; MORENZ, M. J. F.; SALIBA, E. S.; SILVA, J. D.; DUCATTI, C. Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 413-418, 2005.

ASSUNÇÃO, I. C. A.; MARTINS, D. Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). **Energia na Agricultura**, v.23, n.4, p.34-43, 2008.

ATTIWILL, P. M. Nutrient cycling in a Eucalyptus obliqua (L'hérit.) forest [in Victoria]. IV. Nutrient uptake and nutrient return. **Australian journal of botany**, v. 28, n. 2, p. 199-222, 1980.

BACCARI JÚNIOR, F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. **Londrina: UEL**, p. 142, 2001.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. D.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 0-0, 2011.

BALBINO, L. C.; KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de.; Sistemas de integração: o que são, suas vantagens e limitações. In: BUNGENSTAB, D. (Ed.). **Sistemas de integração a produção sustentável: integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF)**. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2012. p. 11-18.

BALBINO, L. C.; VILELA, L.; CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, P. de.; PULROLNIK, K.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVA, J. L. S. da. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) Região Sul**. Curso de Capacitação do Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). 2013, 83p.

BALBINO, L. C.; BARCELOS, A. de O.; STONE, L. F. Marco referencial em integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, DF: **Embrapa informação tecnológica**, 130 p, 2011.

BALIEIRO, F. D. C.; DIAS, L. E.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F.; FARIA, S. M. D. Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de *Acacia mangium* Willd. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 59-65, 2004.

BARUCH, Z.; GUENNI, O. Irradiance and defoliation effects in three species of the forage grass *Brachiaria*. **Tropical Grasslands**, v.41, p.269-276, 2007.

BOER, C. A.; ASSIS, R. D.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. D. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, 2007.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A.C.; MATEUS, G.P.; NASCENTE, A.S.; MARTINS, P.O. Intercropping time of corn and palisadegrass or guineagrass affecting grain yield and forage production. **Crop Science**, v.53, p.629-636, 2013.

BOTREL, M. de A.; NOVAES, L. P.; ALVIM, M. J. **Características forrageiras de algumas gramíneas tropicais**. EMBRAPA-CNPGL ( Documentos, 66), 1998.

BRACELPA - Associação Brasileira de Celulose e Papel, **Panorama do Setor**: março de 2014. 29 p. Disponível em:  
<<http://bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/booklet.pdf>>, Acesso em: 14 abr. 2015.

BRASIL, L. S.; DA SILVA GIEHL, N. F.; DOS SANTOS, J. O.; DOS SANTOS, A. O.; MARIMON, B. S.; MARIMON JUNIOR, B. H. Efeito de borda sobre a camada de serapilheira em área de cerradão no leste de Mato Grosso. **Biotemas**, v. 26, n. 3, p. 37-47, 2013.

BRAY, J. R.; GORHAM, E. Litter production in forest of the world. **Advances in Ecological Research**, v. 2, p. 101-157, 1964.

BRUN, E. J.; SCHUMACHER, M. V.; VACCARO, S.; SPATHELF, P. Relação entre a produção de serapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 277-285, dez., 2001.

BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: A produção sustentável**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 239 p.

BUSTAMANTE, M. M. C.; CARLOS, C.A.; SMERALDI, R.; AGUIAR, A. P. D.; BARIONI, L.G.; FERREIRA, L.G.; LONGO, K.; MAY, P.; PINTO, A.S.; OMETTO, J. P.

H. B. Estimating greenhouse gas emissions from cattle raising in Brazil. **Climatic Change**, v. 115, n. 3-4, p. 559-577, 2012.

CALDEIRA, M. V. W.; VITORINO, M. D.; SCHAADT, S. S.; MORAES, E. BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 53-68, 2008.

CALIL, F. N.; SCHUMACHER, M. V. **Dicionário de termos técnicos florestais: português-inglês : inglês-português**. Santa Maria: Sociedade Vicente Palloti, 2009. 104 p.

CARON, B. O.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; SCHMIDT, D., BIANCHI, C.; POMMER, S. F. Eficiência de conversão da radiação solar fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de alface. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.11, n.2, p.261-268, 2003.

CARSWELL, F.E.; MEIER, P.; WANDELLI, E.V.; BONATES, L.C.M.; KRUIJT, B.; BARBOSA, E.M.; NOBRE, A.D.; GRACE, J. & JARVIS, P.G. 2000. Photosynthetic capacity in central Amazonian rain forest. **Tree Physiology**. 20: 179-186.

CARVALHO, P. D. F.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; POLI, C. H. E. C.; MORAES, A. D.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2001, p. 871, 2001.

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; MÜLLER, M. D.; JÚNIOR, É. R. N. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 19, 2010.

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.

CASTRO, E. D.; GAVILANES, M.; ALVARENGA, A. D.; CASTRO, D. D.; GAVILANES, T. Aspectos da anatomia foliar de mudas de *Guarea guidonea* (L.) Sleumer, sob diferentes níveis de sombreamento. **Daphne**, v. 8, n. 3, p. 31-35, 1998.

CATTANIO, J. H.; ANDERSON, A. B.; ROMBOLD, J. S.; NEPSTAD, D. C. Phenology, litterfall, growth, and root biomass in a tidal floodplain forest in the Amazon estuary. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 703 - 712, 2004.

CECCON, G.; MATOSO, A.O.; NETO NETO, A.L.; PALOMBO, L. Uso de herbicidas no consórcio de milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis*. **Planta Daninha**, v.28, p.359-362, 2010.

CHAPMAN, D; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993, p.95-104.

CHAVES, J. C. D.; CALEGARI, A. Adubação verde e rotação de culturas. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 212, p. 53-60, 2001.

CIANCIARUSO, M. V.; PIRES, J. S. R.; DELITTI, W. B. C.; SILVA, E. F. L. P. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 49-59, 2006.

COLLET, C.; CHENOST, C. Using competition and light estimates to predict diameter and height growth of naturally regenerated beech seedlings growing under changing canopy conditions. **Forestry**, v.79, n.5, p.489-502, 2006.

COSTA, C. C. D. A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D. D.; SILVA, P. C. M. D. 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, L. M. Manejo de solos em áreas florestais. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Ed.) **Relação solo eucalipto**. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, 1990. cap. 6, p. 237-302.

CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; PARIZ, C. M.; BORGHI, É.; COSTA, C.; SILVEIRA, J. P. F. D. Nutrição e produtividade de híbridos de sorgo granífero de ciclos contrastantes consorciados com capim-marandu. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1234-1240, 2011.

DE ANDRADE, A. M. D.; MOURA, M. A. L.; DOS SANTOS, A. B.; CARNEIRO, R. G.; SILVA, R. S da. Radiação fotossinteticamente ativa incidente e refletida acima e abaixo do dossel de floresta de mata atlântica em coruripe, alagoas. **Revista brasileira de meteorologia**, v. 29, n. 1, p. 68-79, 2014.

DENSLOW, J.S.; SCHULTZ, J.C.; VITOUSEK, P.M.; STRAIN, B.R. Growth response of tropical shrubs to treefall gap environments. **Ecology**, **71**, 165–179. 1990.

DICKOW, K. M. C.; MARQUES, R.; PINTO, C. B.; HOFER, H. Produção de serapilheira em diferentes fases sucessionais de uma floresta subtropical secundária, em Antonina, PR. **Revista Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 75 - 86, 2012.

DUPRAZ, C.; LIAGRE, F. Agroforesterie: des arbres et des cultures. Paris: **Editions France Agricole**, 2008. 413 p.

ENTZ, M. H.; BELLOTTI, W. D.; POWELL, J. M.; ANGADI, S. V.; CHEN, W. OMINSKI, K. H.; BOELT, B. Evolution of integrated crop-livestock production systems. **Grassland: A global resource. Wageningen Academic Publ., Wageningen, the Netherlands**, p. 137-148, 2005.

EVANGELISTA, A. R.; ROCHA, G. P. **Forragicultura**. Lavras: Gráfica Universitária, 1997.

FELFILI, J.M.; FRANCO, A.C.; FAGG, C.W.; SOUSA-SILVA, J.C. Desenvolvimento inicial de espécies de Mata de Galeria. Pp. 779–811. In: Ribeiro, J.F.; Fonseca, C.E.L. &

- Sousa-Silva, J.C (eds). **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina, Embrapa Cerrados. 2001.
- FERNANDES, F.; LUFT, C. P.; GUIMARÃES, F. M. Dicionário brasileiro da língua portuguesa. **São Paulo: Globo**, p. 80, 1993.
- FETCHER, N.; OBERBAUER, S. F.; CHAZDON, R. L. Physiological ecology of forest plants. In: McDADE. L. A.; BAWA. K. J.; HESPENHEIDE. H. A.; HARTSHORN. G. (eds.) **La Selva: ecology and natural history of a Neotropical rain forest**. Chicago: The University of Chicago Press.1994. p.128141.
- GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, v. 26 n.2, p. 193-207, 2002.
- GARAY, I.; PELLENS, R.; KINDEL, A.; BARROS, E.; FRANCO, A. A. Evaluation of soil conditions in fast-growing plantations of *Eucalyptus grandis* and *Acacia mangium* in Brazil: a contribution to the study of sustainable land use. **Applied Soil Ecology**, v. 27, n. 2, p. 177-187, 2004.
- GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; PELLEGRINI, J. B. R.; BRUNETTO, G.; SAGGIN, A.; FLORES, J. P. C. Influência da adubação fosfatada e da introdução de espécies forrageiras de inverno na oferta de forragem de pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 8, p. 1663-1668, 2000.
- GENDRON, F.; MESSIER, C.; COMEAU, P.G. Temporal variations in the understorey photosynthetic photon flux density of deciduous stand: the effects of canopy development solar elevation, and sky conditions. **Agricultural and Forest Meteorology**. 106: 23-40, 2001.
- GOLLEY, F. B. Ecosystems of the world. 14A. Tropical rain forest ecosystems. Structure and function. **Elsevier Scientific Publishing**, v. 14, p. 14B, 1983.
- GONÇALVES, J. L de M. **Nutrição e fertilização florestal**. IPEF, 2005. 427p.
- GONÇALVES, J. L. de M. de; STAPE, J. L.; LACLAU, J. P.; SMETHURST, P.; GAVA, J. L. Silvicultural effects on the productivity and wood quality of eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 193, n. 1, p. 45-61, 2004.
- GOTO, R.; GUIMARÃES, V.F.; ECHER, M. de M. Aspectos fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas. In: **FOLEGATTI, MV; CASARINI, E.; BLANCO, FF; BRASIL, RPC do.** (Coord.) Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças. Guaíba: Agropecuária, p. 241-268, 2001.
- GRANGEIRO, L.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22 , n. 1 , p. 93-97 , 2004.
- 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.

- JARAMILLO-BOTERO, C.; SANTOS, R. H. S.; FARDIM, M. P.; PONTES, T. M. SARMIENTO, F. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes de espécies arbóreas nativas em um sistema agroflorestal na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, vol.32, n.5, pp. 869-877, 2008.
- KALLENBACH, R.L.; KERLEY, R.L.; BISHOP-HURLEY, G.J. Cumulative forage production, forage quality and livestock performance from an annual ryegrass and cereal rye mixture in a Pine-Walnut silvopasture. **Agroforestry Systems**, v.66, p.43-53, 2006.
- KLUTHCOUSKI J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema Santa Fé. In: \_\_\_\_ **Integração lavoura e pecuária**. 1.ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.407-441.
- KOEHLER, W.C. **Variação estacional de deposição de serapilheira e de nutrientes em povoamentos de *Pinus taeda* na região de Ponta Grossa – PR**. 138p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1989.
- KRAMER, R. J.; KOSLOWSKI, T. T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Kalouste Gouldbenkian, 1972. 745p.
- KUNZ, J. H.; BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; HECKLER, B. M. M.; COMIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 42, n. 11, p. 1511-1520, 2007.
- LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: MANNETJE, L.; JONES, R.M. (Eds.) **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Wallingford: CABI Publication, 2000. p.103-121.
- LARCHER, W. Tradução Carlos Henrique BA Prado. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000.
- LEITH, H.; WHITTAKER, R. H. Primary production of the biosphere. **Ecological Studies**, Springer-Verlag, Berlin, 1975. 14 p.
- LOURES, D. R. S.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. D. F.; PEDROSO, A. D. F.; MARI, L. J., RIBEIRO, J. L.; CAMPOS, F. P. D. Efeito de enzimas fibrolíticas e do teor de matéria seca em silagens de capim tanzânia sobre os parâmetros ruminais, o comportamento ingestivo e a digestão de nutrientes, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 736-745, 2005.
- LUCAS, N. M. **Desempenho animal em sistema silvipastoril com acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) e rendimento de matéria seca de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob dois regimes de luz solar**. 2004. 127 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- LÜTTGE, U.. **Physiological ecology of tropical plants**. SpringerVerlag: Berlin. 1997. 384p.
- MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA

DE ZOOTECCIA, 42., 2005, Goiânia. A produção animal e o foco no agronegócio: **Anais. Goiânia: SBZ, 2005. p.56-84.**

MELLO, R.S.P. **Produção de serapilheira e aspectos da ciclagem de nutrientes em dois tipos florestais adjacentes no Rio Grande do Sul.** 1995. 136f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

MOLCHANOV, A. A. The hydrological role of forests. **The hydrological role of forests**, 1963.

MONTEITH, J. L.; MOSS, C. J. Climate and the efficiency of crop production in Britain [and discussion]. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 281, n. 980, p. 277-294, 1977.

MONTEITH, J.L. Light distribution and photosynthesis in field crops. **Annals of Botany**, v.29, p.17- 37, 1965.

MONTGOMERY, R.A.; CHAZDON, R.L. 2002. Light gradient partitioning by tropical tree seedlings in the absence of canopy gaps. **O ecologia** 131: 165-174.

MÜLLER. A. G.; BERGAMASCHI, H. Eficiências de interceptação, absorção e uso da radiação fotossinteticamente ativa pelo milho (*Zea mays* L.), em diferentes disponibilidades hídricas e verificação do modelo energético de estimativa da massa seca acumulada. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.13, n.1, p.27-33, 2005.

NABINGER, C.; MORAES, A. de; MARASCHIN, G. E. Campos in Southern Brazil. **Grassland ecophysiology and grazing ecology**, p. 355-376, 2000.

NEVES, F. P.; CARVALHO, P. D. F.; NABINGER, C.; JACQUES, A. V. A., CARASSAI, I. J., & TENTARDINI, F. Estratégias de manejo da oferta de forragem para recria de novilhas em pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1532-1542, 2009.

NICOTRA, A. B.; CHAZDON, R. L.; IRIARTE, S. VB. Spatial heterogeneity of light and woody seedling regeneration in tropical wet forests. **Ecology**, v. 80, n. 6, p. 1908-1926, 1999.

OLIVEIRA, T.K. de; MACEDO, R.L.G.; SANTOS, I.P.A. dos; HIGASHIKAWA, E.M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.748-757, 2007.

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.; AROEIRA, L. J. M.; ALVIM, M. J.; CARVALHO, M. M. Características produtivas e qualitativas de pastagem de braquiária em monocultivo e consorciada com estilosantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 3, p. 421-426, 2003.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. D.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. 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, n. 4, p. 573-579, 2007.

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

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M., CASTRO, C.R; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.917-923, 2008.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. D.; LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v. 41, n. 5, p. 875-882, 2011.

PEREIRA, G. H. A.; PEREIRA, M. G.; DOS ANJOS, L. H. C.; DE AZEVEDO AMORIM, T.; MENEZES, C. E. G. Decomposição da serrapilheira, diversidade e funcionalidade de invertebrados do solo em um fragmento de floresta atlântica. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, 2013.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 655-661, 2004.

PIRES, L. A.; BRITZ, R. M.; MARTEL, G.; PAGANO, S. N. Produção, acúmulo e decomposição da serrapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Feira de Santana, v. 20, n. 1, p. 173 - 184, 2006.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER M. V. Ciclagem de nutrientes em Florestas Nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.) **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF/ESALQ - USP. 2005. p. 287-308.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. 1. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 48 p.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 7ed. Tradução: Jane E. Kraus (coordenação geral). Rio de Janeiro, Guanabara, 2007.

REIS, M.G.F.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. de. (eds). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa : Folha de Viçosa, 1990. p.265-301.

REIS, M.G.F.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. de. (eds). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa : Folha de Viçosa, 1990. p.265-301.

ROCHA, J. H. T. **Reflexos do manejo de resíduos florestais na produtividade, nutrição e fertilidade do solo em plantações de *Eucalyptus grandis***. 2014. 124 f. Dissertação

(Mestrado em Ciências do Programa: Recursos florestais. Opção: Silvicultura e Manejo Florestal) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

RODRIGUES, D. M.; DA SILVA, M. M.; DE ALMEIDA, L. S.; DE SOUZA, T. R.; YARED, J. A. G.; DE SANTANA, A. C. Agrobiodiversidade e os serviços ambientais: perspectivas para o manejo ecológico dos agroecossistemas no Estado do Pará. **Revista Agroecossistemas**, v. 4, n. 1, p. 12-32, 2013.

ROZADOS-LORENZO, M.J.; GONZALEZ-HERNANDEZ, M.P.; SILVA-PANDO, F.J. Pasture production under different tree species and densities in an Atlantic silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v.70, p.53-62, 2007.

SAMARAKOON, S.P.; SHELTON, H.M.; WILSON, J.R. Voluntary feed intake by sheep and digestibility of shaded *Stenotaphrum secundatum* and *Pennisetum clandestinum* herbage. **J. Scientia Agricola**, 114(2):143-150, 1990.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L.; FERREIRA, L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental monitoring and assessment**, v. 166, n. 1-4, p. 113-124, 2010.

SANTOS, E. D. G.; PAULINO, M. F.; QUEIROZ, D. S.; FONSECA, D. M.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P. Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf. 2. Disponibilidade de forragem e desempenho animal durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 214-224, 2004.

SANTOS, V. D. **Ciclagem de nutrientes minerais em mata tropical subcaducifolia dos planaltos do Paraná (Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo – Fênix/PR)**. 1989. 387 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1989.

SCHUMACHER, M. V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell.** 1992. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de São Paulo, 1992.

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. A complexidade dos ecossistemas. Porto Alegre: Pallotti, 1997. 50p.

SCHUMACHER, M. V.; WITSCHORECK, R.; CALIL, F. N. Biomassa em povoamentos de *Eucalyptus* spp. de pequenas propriedades rurais em Vera Cruz, RS. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 1, p. 17-22, 2011.

SILVA, C. J. D.; SANCHES, L.; BLEICH, M. E.; LOBO, F. D. A.; NOGUEIRA, J. D. S. Produção de serrapilheira no Cerrado e Floresta de transição Amazônia-Cerrado do centro-oeste brasileiro. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 4, p. 543-548, 2007.

SILVA, R. D.; GUIMARÃES, M. D. F.; AQUINO, A. D.; MERCANTE, F. M. Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1277-1283, 2011.

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N. **Aspectos nutricionais envolvidos na ocorrência de doenças com ênfase para o eucalipto**. IPEF-ESALQ/USP, Piracicaba. 2003. p. 1-13.

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, n. 3, p. 443-451, 2009.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C.; SALIBA, E.O.S.; MOREIRA, G.R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.1029-1037, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. (Vol. 10) Universitat Jaume I, 2007.

TILMAN, D.; BALZER, C.; HILL, J.; BEFORT, B. L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 50, p. 20260-20264, 2011.

TITTO, C.G. **Comportamento de touros da raça Simental a pasto com recursos de sombra e tolerância ao calor**. 2006. 53 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, 2006.

VENDRAMI, J. P.; JURINITZ, C. F.; CASTANHO, C. T. Litterfall and leaf decomposition in forest fragments under different successional phases on the Atlantic Plateau of the state of Sao Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 3, p. 136 - 143, 2012.

VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L. Produção de serapilheira em dois remanescentes de floresta ombrófila densa em Blumenau-SC. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 1, n. 2, p. 103116, 2000.

VIERA, M. **Dinâmica nutricional em um povoamento híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus* em Eldorado do Sul-RS, Brasil**. 2012. 119f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal: Silvicultura) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V. Teores e aporte de nutrientes na serapilheira de *Pinus taeda* L., e sua relação com a temperatura do ar e pluviosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 85-94, 2010.

WADSWORTH, F. H.; ZWEEDE, J. C. Liberation: Acceptable production of tropical forest timber. **Forest Ecology and Management**, v.233, n.1, p.45-51, 2006.

WILSON, J.R. Influence of planting four tree species on the yield and soil water status of green panic pasture in subhumid south-east Queensland. **Tropical Grasslands**, v.32, p.209-220, 1998.

YOUNG, A. **Tropical soils and soil survey**. Cambridge, Cambridge University Press.; 1976. 468 p.

ZIMMER, A. H.; ALMEIDA, R. G.; BUNGENSTAB, D. J.; KICHEL, A. N. Integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: Histórico e perspectivas para o desenvolvimento sustentável. In: **Proceedings of the 7th Congresso Latinoamericano de Sistemas Agroflorestais para a Produção Pecuária Sustentável**. Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brazil. 2012. p. 666-670.

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES, V. P. B. Importância das pastagens para o futuro da pecuária de corte no Brasil. In: **SIMPOSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDENCIA** (EVANGELISTA, A R., BERNARDES, TF, SALES, ECJ de (Edit.). Lavras, 1 a 3 de jun. de 2000. Anais... Lavras: UFLA, 2000. 369 p. p 01-51. 2000.

ZIPPERLEN, S. W.; PRESS, M. C. Photosynthesis in relation to growth and seedling ecology of two dipterocarp rain forest tree species. **Journal of Ecology**, p. 863-876, 1996.

### **3. BIOMASSA ACUMULADA E ESTOQUE NUTRICIONAL DA SERAPILHEIRA EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (ILPF)**

#### **Resumo**

O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de biomassa e estoque de nutrientes de serapilheira acumulada em plantio em sistema integrado de lavoura-pecuária-floresta, com consórcio de *Eucalyptus urograndis* com *Urchloa brizantha* no Sul de Goiás. O estudo foi realizado em um plantio de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) de três anos. As coletas de serapilheira foram realizadas em dois períodos distintos, sendo um na época seca e outro na época chuvosa, pois se pretende saber as diferenças entre os dois períodos. Foi determinado seis blocos, com dois tratamentos – um entre plantas e um entre linhas de eucalipto. Em cada bloco foram coletadas 10 amostras em cada tratamento. Para a coleta da serapilheira considerada (folhas, galhos, cascas e miscelânea.), em diferentes graus de decomposição, utilizou-se um gabarito, que possui o tamanho de 0,25 x 0,25 metros. Em laboratório todo material foi seco em estufa de circulação e renovação de ar por 72 horas a 65°C até atingir peso constante. Posteriormente foi separado cada componente e foi obtido seu peso total. Após, realizou-se a união das amostras transformando-as em amostras compostas para fazer as análises de teor nutricional. Para isso todas as amostras foram trituradas em moinho, que posteriormente, foram enviadas para análise. Os resultados obtidos foram acúmulo na produção média total de biomassa acima do solo estimada em 17,9 Mg.ha<sup>-1</sup>. O componente folha apresentou o maior acúmulo total nas duas épocas coletadas (seca e chuvosa). Não houve diferença entre os locais amostrados (entre linhas e entre plantas) tanto para biomassa quanto para a concentração de nutrientes. Neste estudo foi possível analisar que a produção de biomassa total de folhas nos dois períodos, também, correspondeu ao maior acúmulo, mesmo o total de biomassa sendo visivelmente maior na época da seca. É explicado, portanto, como um mecanismo de resposta ao estresse hídrico durante a estação seca. Referente aos nutrientes analisados, o componente galho/casca tem maior teor de Ca, isso deve-se ao elemento possuir uma certa imobilidade no floema das plantas. Pode-se essa concentração elevada na fração casca, assim como o fato do elemento ser componente estrutural da planta. Conclui-se que a maior biomassa acumulada foi obtida na época seca, e que o componente mais representativo de biomassa acumulada foi a folha. O macronutriente com maior acúmulo nos componentes avaliados foi o cálcio (Ca) e o micronutriente foi o ferro (Fe).

*Palavras-chave:* agrossilvipastoril, matéria orgânica, elementos essenciais, produção.

## ABSTRACT

### LITTER ACCUMULATED BIOMASS AND NUTRITIONAL STOCK IN A CROP LIVESTOCK FOREST SYSTEM (CLFS)

This study had as objective to evaluate litter biomass production and nutrients stock in a crop livestock forest system, with the consorciation of *Eucalyptus urograndis* and *Urchloa brizantha* in south Goiás. The study was conducted in a three year CLFS. Litter sampling was done in two different periods (dry and wet season), because it is important to know the differences between both periods. Six blocks were determined, with two treatments – one between plants and the other between lines of eucalyptus. In each block 10 samples in each treatment were collected. For litter collection (leaves, branches, bark and miscellaneous) in different decomposition stages, a wooden frame (0,25 x 0,25 m) was used. In laboratory all the material was dried in circulating oven and renewal of air for 72 hours at 65 °C until constant weight. After that, each component was separated and then total weight was obtained. Composed samples were used for nutritional analyzis. Obtained results were 17.9 Mg ha<sup>-1</sup> of accumulated biomass. Leaf component showed the highest accumulation in both periods (wet and dry). There was no difference between sampled sites (between plants and between rows) for biomass and also for nutrients. It was possible to analyze that total leaves biomass production in both periods, also corresponded to highest accumulation, even though that total biomass was visible high in drought period. According to analyzed nutrients, the component branch/barks show highest contents of Ca, because this nutrient is immobile in plants phloem. Highest biomass accumulation was performed in dry season and leaf was the most representative. Calcium (Ca) was the macronutrient with highest accumulation and iron (Fe) the micronutrient.

*Key-words:* agroforestry, organic matter, essential elements, production.

### 3.1 INTRODUÇÃO

Serapilheira tem seu conceito bastante antigo, pois compreende a cama de detritos que se acumulam sobre o solo dos ecossistemas florestais (Nunes et al., 2012). Por definição ela abrange o aglomerado de matéria orgânica que se encontra sobre a superfície do solo que não está mais ligada a planta de origem, e que já está em algum estágio de decomposição (Golley, 1983).

A serapilheira representa uma correlação extraordinária no ciclo orgânico de produção-decomposição, sendo essencial para o funcionamento do ecossistema. Na superfície de solos e de restos vegetais de uma floresta além de sementes de espécies distintas, encontra-se ainda nutrientes, matéria orgânica e microrganismos, fundamentais para a regeneração da fertilidade e da atividade biológica destes solos (Rodrigues *et al.*, 2010).

Diversos fatores bióticos e abióticos influenciam na produção de serapilheira, tais como: a temperatura, a altitude, a latitude, a precipitação, o tipo de vegetação, estágio sucessional, regimes de luminosidade, relevo, decíduosidade, disponibilidade hídrica e características do solo. Dependendo das particularidades de cada ecossistema, um certo fator pode prevalecer sobre os demais (Figueiredo-Filho et al., 2003).

Em seu trabalho, Kleinpaul et al. (2005) afirmam a conservação da serapilheira em contato com o solo na floresta, faz com que esta seja reaproveitada no ciclo de nutrientes do ecossistema, através da decomposição da mesma e liberação dos minerais constituintes para uma posterior reabsorção pelas raízes das plantas, garantindo assim que, além das relações mútuas entre solo-plantas, sejam estabelecidas as relações floresta-solo-microfauna, o que vem a possibilitar a explicação para a existência de florestas em áreas com solos de baixa fertilidade.

A avaliação da nutrição de um sistema vegetacional é feita através de diversos métodos, no entanto, a amostragem correta é de suma importância para o sucesso dos estudos nutricionais. O nitrogênio pode ser transferido da espécie *Eucalyptus* sp. através da decomposição de serapilheira (folhas, galhos finos, materiais reprodutivos e raízes, incluindo exsudados de raiz) e subsequente liberação (Forrester et al., 2006). Godinho et al. (2014), relatam que conforme as folhas, galhos e raízes vão sendo agregados à serapilheira e sofrem a ação da decomposição, acontece liberação de nutrientes ao solo e, por conseguinte, disponibilização para as plantas.

Além das limitações dos métodos existe a dificuldade em se fazer diagnósticos corretos, que podem ser influenciados por diversas causas como: a época de amostragem; o tipo de tecido vegetal; dificuldade de analisar os fatores que interferem na disponibilidade e absorção elementos químicos essenciais e não essenciais; o clima; o manejo do solo; a ação da microbiota do solo; e o manejo cultural e silvicultural (Bellote & Silva, 2005). O processo da ciclagem dos nutrientes está relacionada a manutenção da capacidade produtiva dos povoamentos de eucalipto, no qual a biomassa acumulada sobre o solo representa relevante fonte de nutrientes. Sabe-se que conhecimentos a cerca desta dinâmica proveem subsídios ao planejamento de ações voltadas a silvicultura, principalmente, no que diz respeito ao manejo de adubação (Santos et AL., 2014).

Contudo, ainda pouco se sabe sobre as melhores combinações de plantios consorciados e sobre a potencialidade desses sistemas para a produção agrícola. De tal modo, este estudo teve como objetivo avaliar a produção de biomassa nas estações de seca

e chuva, teores e estoque de nutrientes na serapilheira de um plantio de *Eucalyptus urograndis* em sistema integrado de lavoura-pecuária-floresta (ILPF), em consórcio com *Urochloa brizantha* no Sul de Goiás.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

O estudo foi desenvolvido no período de outubro de 2013 à abril de 2015, no município de Cachoeira Dourada, GO, Brasil, ao sul do estado de Goiás (Figura 3.1). A cidade é banhada pelas águas do Rio Paranaíba e pelo Rio Meia Ponte, e está localizada a 240 quilômetros de Goiânia, nas seguintes coordenadas geográficas: latitude de 18° 29' 30'' S, longitude 49° 28' 30'' W, e altitude de 459 metros em relação ao nível médio do mar.



Fonte: Abreu (2006)

**Figura 3.1.** Localização do município de Cachoeira Dourada, região sul do estado de Goiás.

De acordo com a classificação de Köppen e Geiger o clima é considerado o Aw - clima tropical com estação seca de inverno. A precipitação média anual é de 1.200 a 1.500 milímetros, concentrando-se entre o período chuvoso de outubro a abril. Quanto à distribuição das chuvas se concentram no mês Janeiro, com uma média de 246 mm, e

Agosto é o mês mais seco com 4 mm. A temperatura média anual é de 24,8 °C, registrando a máxima de 26,2°C, em setembro e a mínima de 21,9°C, em junho (Cabral, 2006).

Segundo Cabral, (2006) os solos dessa região são muito intemperizados devido à agressividade dos fatores ativos de formação dos solos e a intensidade dos processos pedogenéticos. Predominam nestes solos os Latossolos com horizonte “A”, moderado e proeminentemente de textura muito argilosa e argilosa. Em pequenas áreas ocorrem Argissolos, Nitossolos, Gleissolos Háplicos e Neossolos, que apresentam pH variando de 4,3 a 6,2. Também possui elevado conteúdo de alumínio, baixa disponibilidade de macro e micro nutrientes ainda, reduzido conteúdo de matéria orgânica e a fração argila, composta predominantemente por caulinita, goethita ou gibbsita (IBGE, 1983; Embrapa, 1999).

O experimento foi implantado na Fazenda Boa Vereda, anteriormente a área era utilizada como pastagem, no momento de implantação do sistema a área estava degradada. O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) implantado onde a espécie florestal cultivada é o *Eucalyptus urograndis* consorciado com a espécie forrageira braquiária (*Urochloa brizantha* (Stapf) Webster.). A madeira produzida tem como objetivo realizar seu primeiro desbaste com cerca de seis anos, tendo a finalidade de madeira para energia, e o corte final com quatorze anos com a finalidade de uso da madeira para serraria.

Verificam-se, na Tabela 3.1, os atributos físico-químicos do solo nas diferentes profundidades na área experimental localizada no município de Cachoeira Dourada-GO.

**Tabela 3.1.** Análises física e química de solo realizadas no ano de 2012 antes do plantio na área da Fazenda Boa Vereda no município de Cachoeira Dourada, GO.

Amostra	Mat. Org. (%)	CTC	Sat. Bases (%)	Ph CaCl <sub>2</sub>	Textura (%)				
					Argila	Limo	Areia		
0-20	1,90	4,89	36,61	4,80	42,0	11,0	47,0		
0-40	1,10	4,27	22,69	4,70	47,0	11,0	42,0		
Amostra	Cmolc/dm <sup>3</sup> (Me/100ml)						mg/dm <sup>3</sup> (ppm)		
	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P(Mel.)	S
0-20	1,6	1,2	0,4	0,1	3,1	0,18	72,0	2,4	4,3
0-40	0,8	0,6	0,2	0,1	3,3	0,16	63,0	1,8	3,5

Fonte: Laboratório Agropecuário Solocria Ltda.

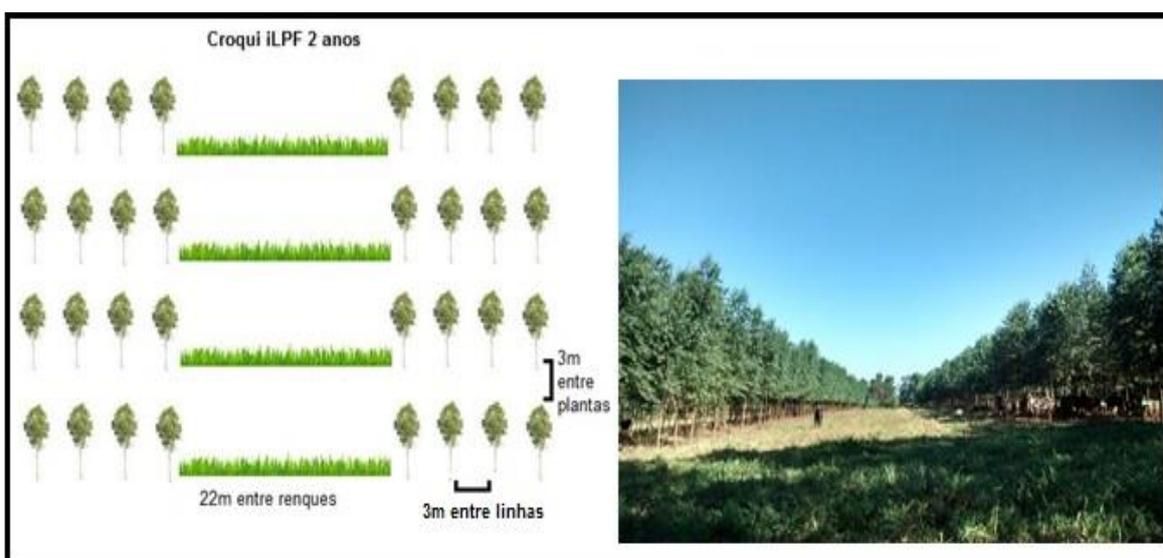
### 3.2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

O sistema de iLPF estudado possui uma área total de 9,45 hectares e sua implantação foi no mês de fevereiro de 2012 (Figura 3.2).



**Figura 3.2.** Plantio de eucalipto (*Eucalyptus urograndis*) consorciado com a soja (*Glycine max* L.).

O delineamento é formado por renques de 4 linhas de plantas de *E. urograndis* no espaçamento de 4 (3 X 3 m) + 22 m. Entre os renques são 22 metros de cultivo de forrageira braquiária (*U. brizantha* (Stapf) Webster.), ao todo são 08 blocos de renques, como pode-se observar na Figura 3.3.



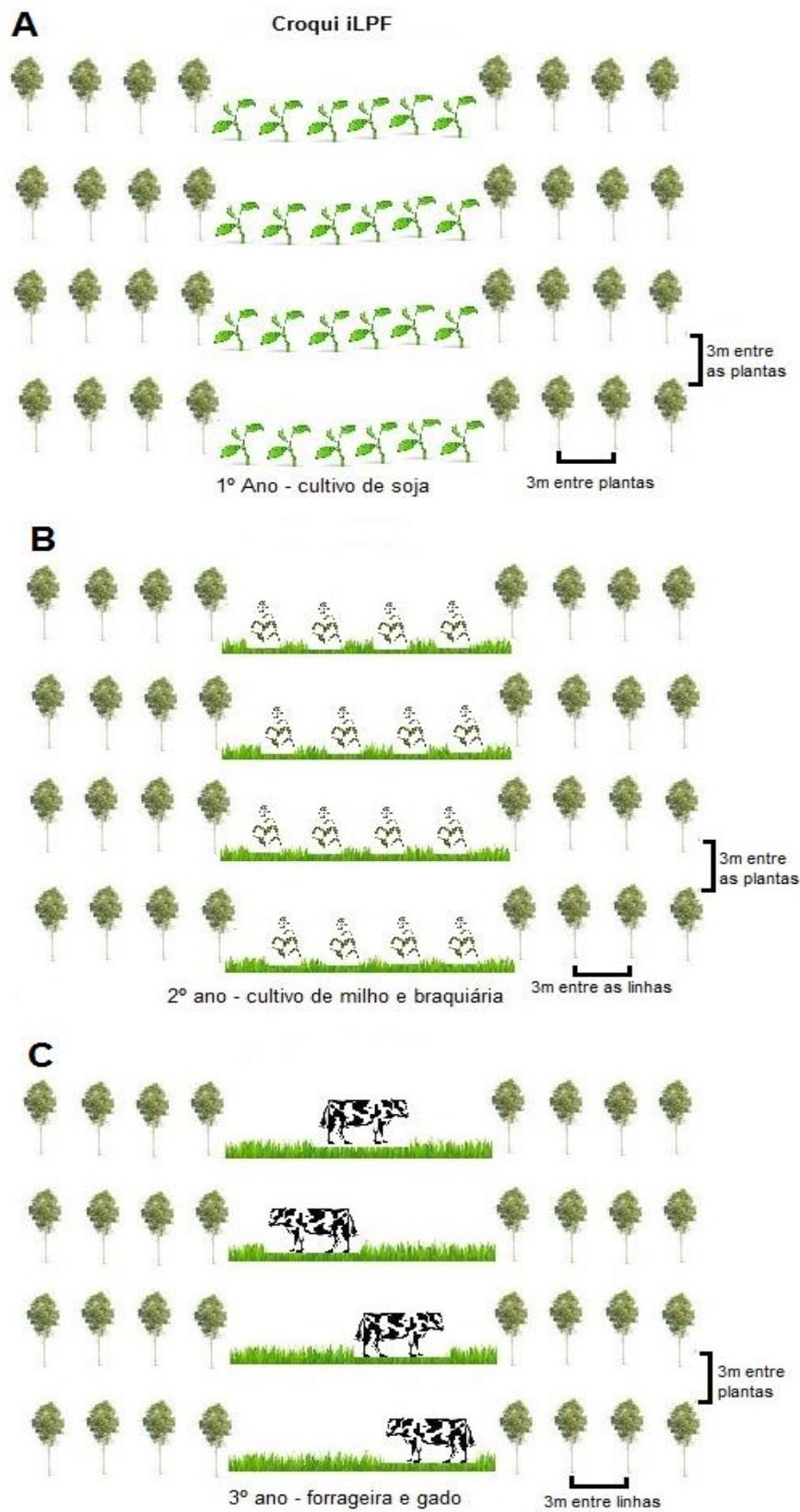
**Figura 3.3.** Arranjo espacial das espécies utilizadas no experimento; Sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) da Fazenda Boa Vereda.

Para a implantação das espécies florestais e do primeiro cultivo anual, foi realizado primeiramente combate às formigas e ao cupim em toda área. Após foi realizada a gradagem na linha de plantio, sendo que, juntamente com essa operação, foi aplicada a calagem e a adubação química ao solo, na linha do cultivo anual de soja, com a seguinte formulação: NPK 08-30-10 + 0,5% de Zn, sendo aplicados 300 kg.ha<sup>-1</sup>. O plantio da soja (*Glycine max* L.) foi realizado entre renques de eucalipto (22 metros). Em seguida, realizou-se o plantio das mudas de eucalipto da espécie *E. urograndis*, que foi realizado manualmente, no mês de janeiro de 2012. Após 20 dias do plantio do eucalipto foi realizada a adubação com 150g/planta de NPK 08-30-10, o procedimento foi através de covetas laterais a um palmo da planta. Ao final do período chuvoso foi realizada a adubação de 10g/planta com Ácido Bórico através de lançamento, e também, de 150g de super simples por planta. Para o controle de ervas daninhas, foi realizado coroamento num raio de 50 cm no entorno das arbóreas aos dois meses após o plantio, além de capina química com herbicidas à base do princípio ativo glifosato no restante da linha de plantio.

No segundo ano na época de safra, foi plantado entre os renques de eucalipto, o milho (*Zea mays* L.) no sistema Santafé, que compreende o cultivo de milho e braquiária (*Urochloa brizantha*) plantados juntos, e após a colheita do milho a braquiária permanece na área. A adubação realizada no cultivo Santafé foi de 200 kg ha<sup>-1</sup> de Ureia, sendo destes 100Kg/ha de ureia e 100 kg ha<sup>-1</sup> de MAP. Logo depois, do segundo para o terceiro ano de implantação do sistema, após o crescimento das árvores de Eucalipto, entrou-se com o gado no sistema integração. Assim como é recomendando por Franke & Furtado (2001) que se deve começar a associação com bovino somente quando as árvores tiverem desenvolvido o suficiente (cerca de um ano e meio) para não serem danificadas ou comprometidas pelos animais. Na Figura 3.4 abaixo se encontram os croquis do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) de acordo com os anos correspondentes a sua produção.

### 3.2.3 MATERIAIS E MÉTODOS PARA COLETA E ANÁLISES DA SERAPILHEIRA ACUMULADA

Para a coleta de serapilheira acumulada foram utilizados seis renques, com dois tratamentos – um entre plantas e um entre linhas de eucalipto (Figura 3.5). Em cada renque foram coletadas 10 amostras em cada tratamento. Para a coleta da serapilheira, considerada aqui como todo material acumulado sobre o solo (folhas, galhos, cascas e miscelânea.), em diferentes graus de decomposição, utilizou-se um gabarito, que possui o tamanho de 0,0625 m<sup>2</sup> (0,25 m x 0,25 m) (Figura 3.6).



**Figura 3.4.** A- ILPF no primeiro ano de implantação com cultivo de soja; B - ILPF no segundo ano de implantação com cultivo do sistema Santafé; e C- ILPF no terceiro ano de implantação início da entrada de animais.



**Figura 3.5.** A- Coleta realizada entre linhas (EL); B- Coleta realizada entre plantas (EP).



**Figura 3.6.** Gabarito ( $0,0625\text{m}^2$ ) utilizado na coleta da serapilheira, figuras mostram o antes e após a coleta das amostras.

Realizaram-se coletas da serapilheira acumulada sobre os coletores no período de seca no mês de setembro de 2014, e outra coleta no período chuvoso no mês de fevereiro de 2015. Essas duas épocas foram escolhidas devido a vários estudos mostrarem diferenças de resultados referentes às épocas de coleta dos dados, portanto, foi entendido como importante fazer a coleta nas duas épocas, para identificar as diferenças reais nos resultados e fazer as devidas comparações com outros trabalhos.

Ao todo foram coletadas 120 amostras nos dois tratamentos. As mesmas foram armazenadas em sacos de papel Kraft, identificadas e encaminhadas ao Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Goiás (UFG). Para a obtenção da massa

seca, todo material coletado foi colocado em estufa de circulação e renovação de ar por 72 horas a 65°C até atingir peso constante, de acordo com a Figura 3.7.



**Figura 3.7.** Estufa de circulação e renovação de ar.

Posteriormente, os componentes foram separados manualmente com o auxílio de pinças e então determinados os percentuais de folhas, galho/casca, miscelânea e biomassa total em  $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . A estimativa por unidade de área (hectare) foi realizada por extrapolação da massa seca, com base na área da moldura ( $0,0625\text{m}^2$ ). A serapilheira depositada foi separada em três frações: (a) galhos: parte da serapilheira constituída apenas de galhos e casca; e (b) folhas: fração da serapilheira constituída de folhas secas e/ou em estado de decomposição; c) miscelânea: material reprodutivo, frutos, capim e demais materiais vegetais, os quais não se podiam identificar a origem (Godinho et al., 2013), como mostrado na Figura 3.8 as diferentes frações.



**Figura 3.8.** Amostras de serapilheira compartimentadas em miscelânea, folha e galho/casca, respectivamente.

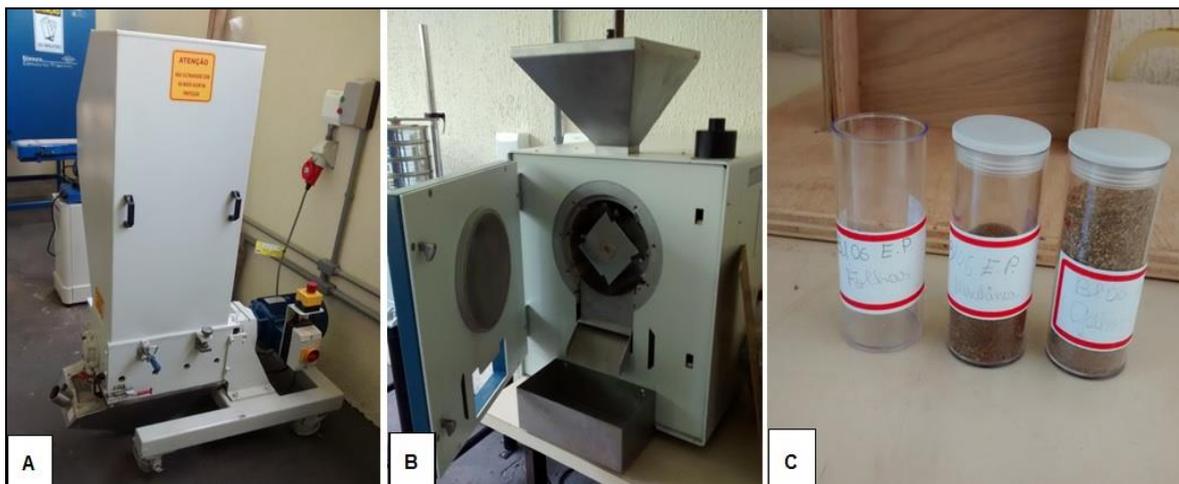
Para a avaliação de teor e estoque nutricional, foram avaliados também 06 renques. Para fazer as amostras compostas foram unidas 10 amostras de cada tratamento - entre plantas de Eucalipto e entre linhas de Eucalipto, e após, transformadas em uma unidade (01). Para cada renque então, obteve-se 02 amostras compostas, sendo 01 entre plantas e 01 entre linhas. Em cada amostra composta havia separadas as frações de folhas, galhos e miscelânea. Ao todo foram abrangidos 06 renques, com 12 amostras compostas de folhas, 12 de galhos e 12 de miscelânea, formando um total de 36 amostras compostas analisadas em cada período - seco e chuvoso. Por fim, foram analisadas ao todo 72 amostras correspondentes aos dois períodos.

Todo material das amostras compostas foi triturado no triturador Lippel e depois passado em moinho do tipo Wiley e passadas em peneiras de malha 1,0 mm (20 mesh) de acordo com a Figura 3.9. Posteriormente, o material foi encaminhado para análise química no Laboratório de Ecologia Florestal (Labeflo) do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) para a determinação de macronutrientes e de micronutrientes em tecido vegetal seguindo a metodologia preconizada por (Tedesco et al., 1995; Miyazawa et al., 1999), vide em Tabela 3.2.

**Tabela 3.2.** Metodologia utilizada pelo Laboratório de Ecologia Florestal (Labeflo) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) para realizar análises de tecido vegetal para determinar os nutrientes presentes nas amostras de serapilheira.

Nutriente	Digestão	Método (equipamento)	Comprimento de onda (nm)
N	Sulfúrica ( $H_2SO_4 + H_2O_2$ )	Kjeldahl (Büchi, Autokjeldahl K-370)	—
Ca	Nítrico-perclórica ( $HNO_3 + HClO_4$ ) [3:1]	Espectrometria de absorção atômica (Perkin Elmer, Analyst 200)	422,67
Mg			285,21
Cu			324,75
Fe			248,33
Mn			279,48
Zn			213,86
K		Fotometria de chama (Digimed DM – 62)	—
P		Espectrofotometria (Unico 2100)	660,00
S		Turbidimetria (Unico 2100)	420,00
B	Seca	Espectrofotometria (Unico 2100)	460,00

Fonte: Laboratório de Ecologia Florestal (Labeflo/UFSM).



**Figura 3.9.** A-Triturador Lippel; B- Moinho Wiley; C- Potes com as amostras trituradas para análise de nutrientes

#### 3.2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise estatística dos dados foi verificado a distribuição dos resíduos dos dados e posterior a análise de variância a 95% de significância comparando a biomassa de serapilheira entre os períodos chuvoso e seco. Para verificar os componentes da serapilheira em relação ao total de biomassa entre as áreas (entre plantas e entre linhas) e as estações climáticas foi realizado análise dos componentes principais. Para a análise do teor nutricional foi realizada análise de variância comparando cada elemento (nutrientes) entre o local (entre plantas e entre linhas) e estação (seca e chuva), com 95% de significância.

### 3.3 RESULTADOS

#### 3.3.1 BIOMASSA ACUMULADA DE SERAPILHEIRA

A produção média total de biomassa de serapilheira acumulada sobre o solo foi estimada em  $17,9 \text{ Mg.ha}^{-1}$ . Observando os totais de cada componente referente a cada período, os seguintes resultados foram obtidos no período de seca: folhas  $5,92 \text{ Mg.ha}^{-1}$ , galhos/casca  $2,11 \text{ Mg.ha}^{-1}$  e Miscelânea  $1,37 \text{ Mg.ha}^{-1}$ . No período de chuva obteve-se: em folhas  $6,35 \text{ Mg.ha}^{-1}$ , galhos/casca  $1,36 \text{ Mg.ha}^{-1}$  e miscelânea  $0,35 \text{ Mg.ha}^{-1}$ .

A produção de biomassa total lenhosa (casca + galhos) diferiu do período seco para o chuvoso com os seguintes resultados:  $2,11 \text{ Mg.ha}^{-1}$  no período seco, e  $1,36 \text{ Mg.ha}^{-1}$

no período chuvoso. A biomassa total da miscelânea foi de 1,37 Mg.ha<sup>-1</sup> na seca e 0,35 Mg.ha<sup>-1</sup> na época chuvosa, sendo assim pouco representativa.

A distribuição relativa dos componentes da serapilheira acima do solo com sua média total em percentual seguiu a seguinte ordem decrescente: folhas (70%) > galhos/casca (19%) > miscelânea (9%). (Tabela 3.3).

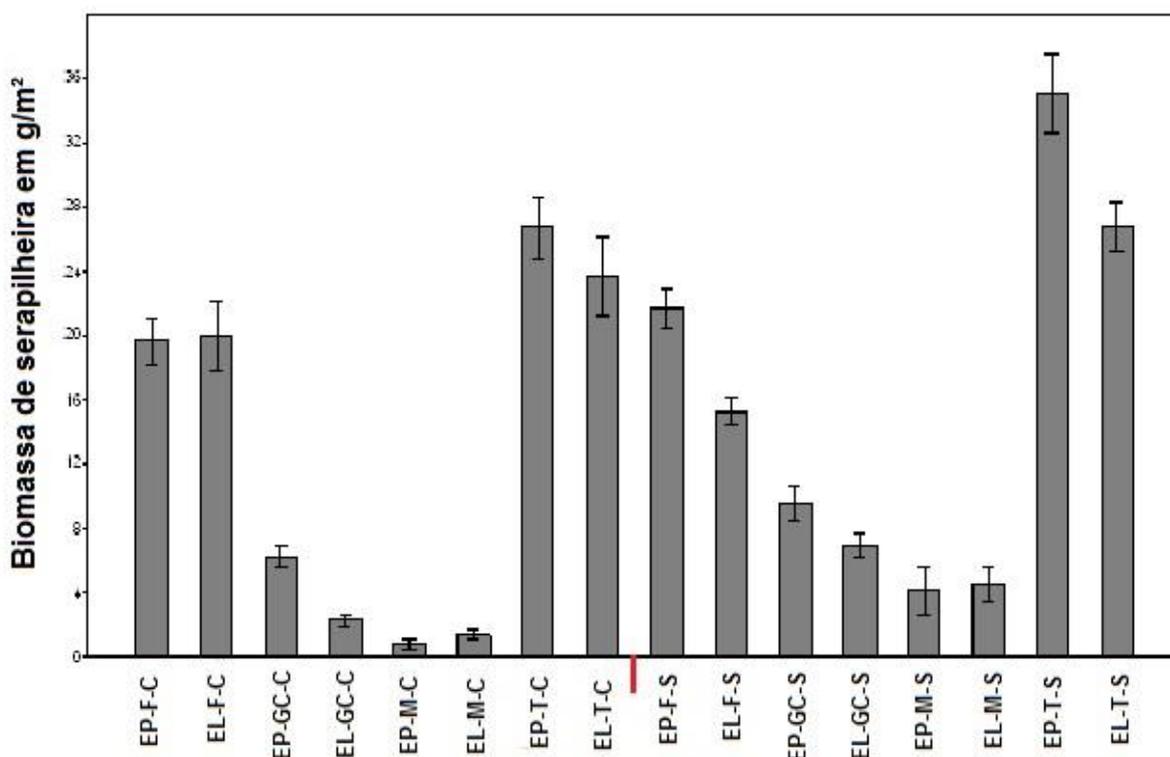
**Tabela 3.3.** Resultados de cada um dos três componentes da serapilheira analisada quanto sua produção total em Mg.ha<sup>-1</sup> e em proporção percentual (%), para cada época estudada, sendo época seca ou chuvosa, em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no município de Cachoeira Dourada, GO.

Componente	Produção total (Mg.ha <sup>-1</sup> )	Proporção (%)
Folhas (Seca)	5,92	62,98
Galhos/Casca (Seca)	2,11	22,44
Miscelânea (Seca)	1,37	14,58
Total seca	9,40	100,00
Folhas (Chuva)	6,35	78,79
Galhos/Casca (Chuva)	1,36	16,87
Miscelânea (Chuva)	0,35	4,35
Total chuva	8,06	100,00
Total geral	17,46	100,00%

Na Figura 3.10 verifica-se a biomassa para cada componente nas diferentes épocas coletadas e também para seus totais. Na época chuvosa, somente o componente folha entre plantas (EP-F-c) e entre linhas (EL-F-c) tiveram grande representatividade sobre os outros componentes, porém, não tiveram diferenças significativas entre elas. Ao contrário, das amostras da época seca em que o componente folha obteve diferença entre plantas (EP-F-s) e entre linhas (EL-F-s), mas também, se sobressaíram sobre os outros componentes analisados na mesma época de coleta.

Ao mesmo tempo, pôde ser observado na mesma Figura 3.10, que tanto na época chuvosa como na época seca notou-se que o componente galho/casca entre plantas (EP-GC-c) obteve maior biomassa do que a coletada entre linhas (EL-GC-c). Já a

miscelânea seu resultado foi diferente, visto que nota-se uma maior biomassa do componente entre linhas (EL-M-c/s) em ambas as épocas estudadas. Podendo ocorrer devido a forrageira, ervas daninhas, entre outros componentes se encontrarem mais presentes entre as linhas do renque. Na comparação geral, a biomassa total dos componentes foi maior na época seca, tanto entre plantas (EP-T-s) como entre linhas (EL-T-s) (Figura 3.10).



**Figura 3.10.** Biomassa da serapilheira em  $\text{g/m}^2$  coletadas em dois períodos (seca e chuva).

Na Figura 3.11, observou-se uma variação no material referente às estações em que foram coletados. Sendo possível notar que na época seca a variação dos componentes foram maiores do que na época chuvosa, portanto, verificando que os maiores valores da produção de serapilheira estavam associados com o período seco, de fato, corroborando com os resultados da figura anterior (Figura 3.10).

Em se tratando dos componentes da serapilheira acumulada analisada, percebeu-se uma variação no componente galho/casca da época seca em que este se assemelhou ao total. Isso pode ocorrer devido aos galhos/casca representarem na referida época um volume maior. Outro fator que poderia afetar esse resultado seria a desrama natural e artificial que ocorreu próximo a época da coleta.

De acordo com a avaliação dos componentes principais da serapilheira acumulada, mostrado na Figura 3.11, o período de seca apresentou a maior biomassa acumulada, sendo o total percentual total influenciado pelos acúmulos da biomassa de galhos/casca. As maiores variações de biomassa acumulada entre plantas e entre linhas foram também na época seca, isso provavelmente ocorre devido ao período seco, em que as plantas sofrem desrama natural e suas folhas caem, para evitar o estresse hídrico.

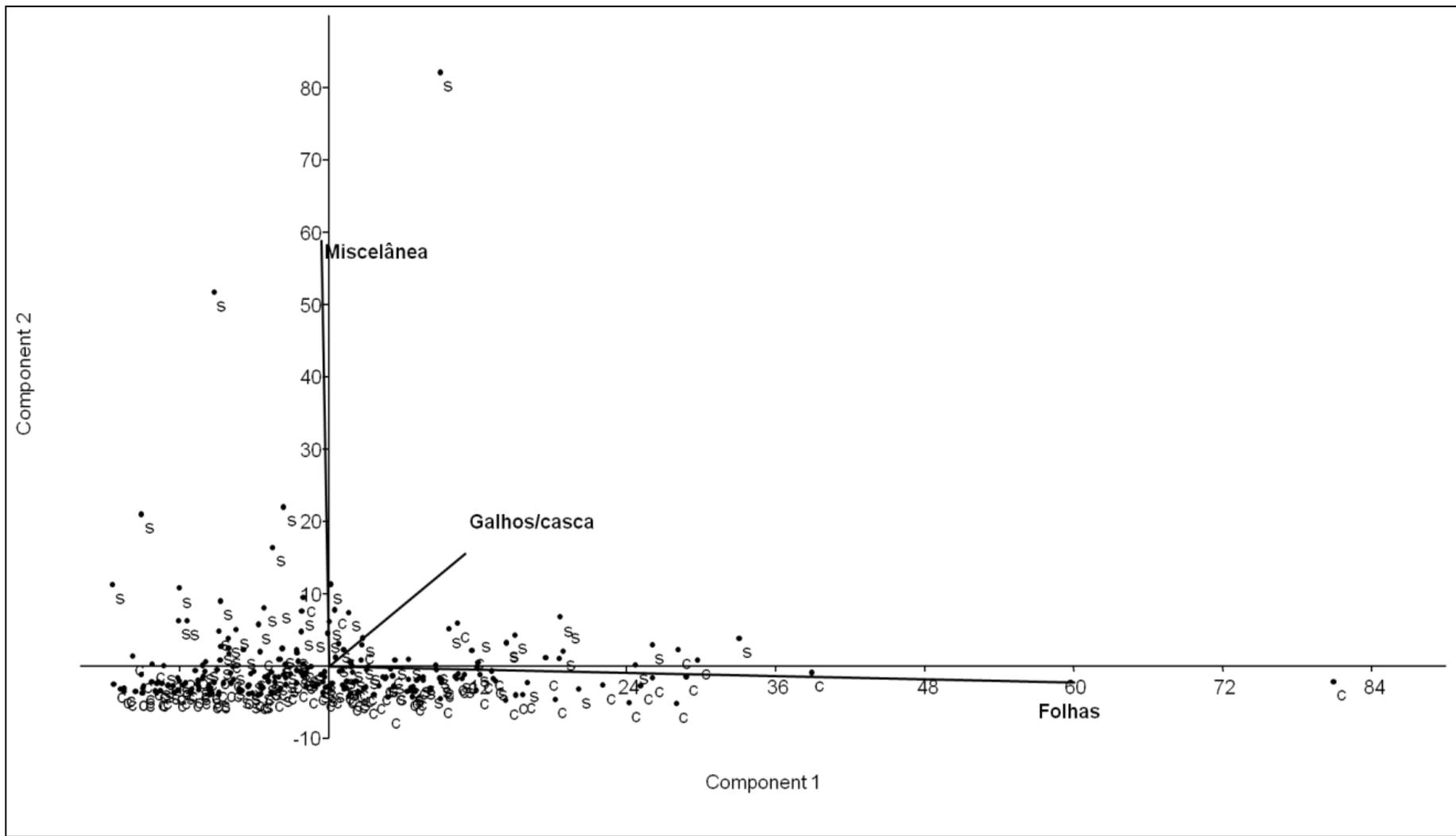
As estações avaliadas (seca e chuva) influenciaram também nas diferenças entre os componentes de biomassa acumulada de serapilheira. Como se pode observar na Figura 3.11, em que componentes referentes à chuva estão agrupados em uma só direção, o que acontece também com os componentes do período de seca, sendo os maiores valores apresentados no período de seca.

Na Tabela 3.4. encontram-se os dados da análise de variância realizada para comparação da biomassa acumulada de serapilheira e os períodos de coleta do material (seca e chuva).

**Tabela 3.4.** Análise de variância (ANOVA) a 95% de significância comparando a biomassa de serapilheira entre os períodos chuvoso e seco no sistema de integração lavoura-pecuária-florestal na Fazenda Boa Vereda em Cachoeira Dourada, GO.

Variáveis	Valores	F	GL. Effect df	GL do Error df	p
Intercept	0,212	263,485	3	213,000	0,000
bloco	0,929	1,060	15	588,401	0,391
estação	0,825	15,014	3	213,000	0,000
Local	0,917	6,439	3	213,000	0,000
bloco*estação	0,911	1,343	15	588,401	0,171
bloco*Local	0,908	1,402	15	588,401	0,140
estação*Local	0,967	2,421	3	213,000	0,067
bloco*estação*Local	0,925	1,125	15	588,401	0,330

<sup>1</sup>F (teste que compara a variância); <sup>2</sup> GL Effect (Grau de liberdade); <sup>3</sup> GL Error (Grau de liberdade do erro); p (significância estatística).

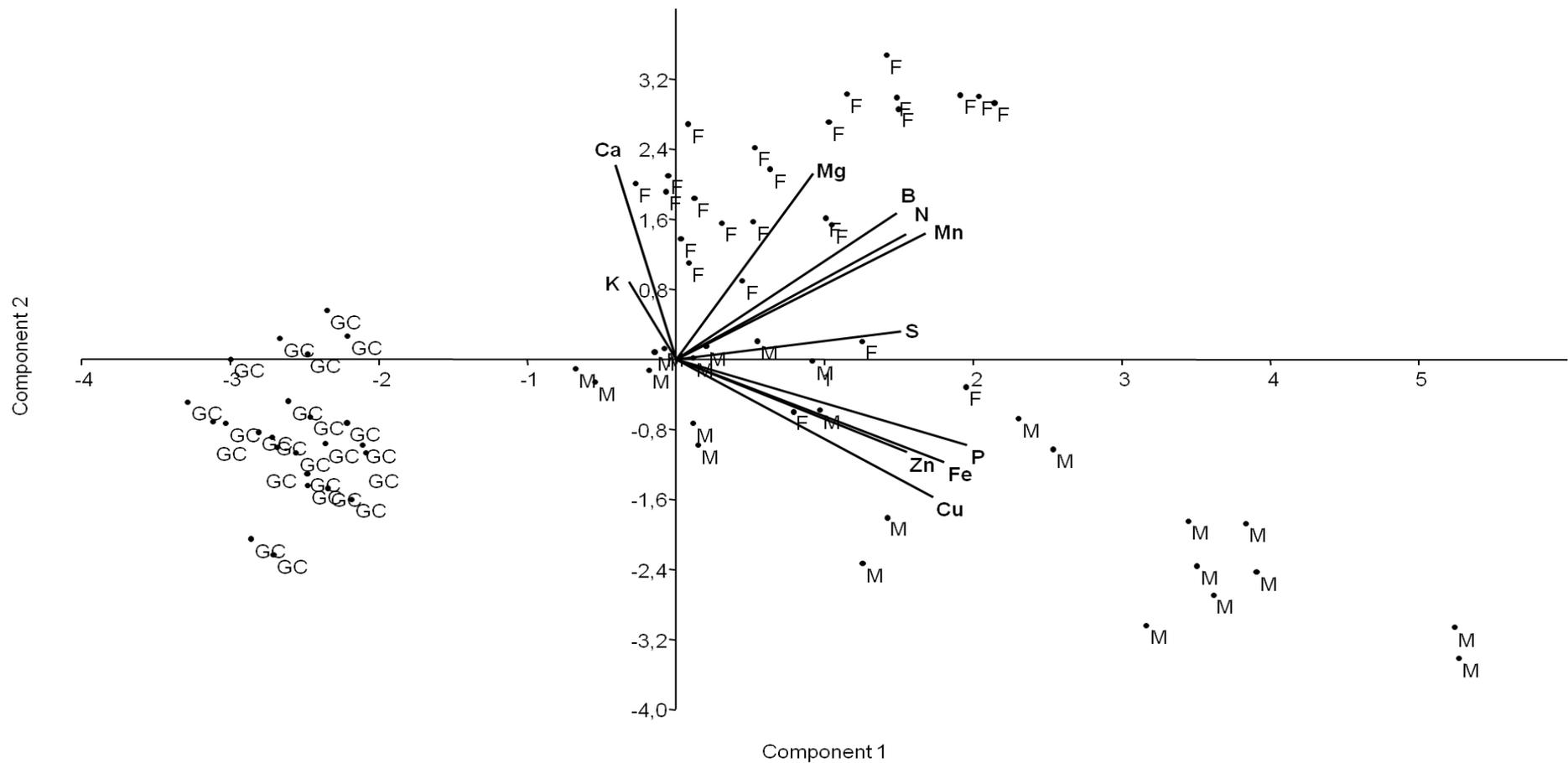


**Figura 3.11.** Análise dos componentes principais da serapilheira acumulada (Folha - 61,39%; Galhos/casca - 23,09% e Miscelânea - 15,51%) de um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em Cachoeira Dourada, Goiás.

### 3.3.2 TEOR E ESTOQUE NUTRICIONAL NA SERAPILHEIRA ACUMULADA

A análise dos componentes principais dos nutrientes da serapilheira no sistema de integração lavoura-pecuária floresta (ILPF) permite evidenciar que não houve diferença entre os nutrientes encontrados na biomassa da serapilheira entre linhas dos renques de eucalipto (EL) nem entre as plantas (EP), ambas apresentando quantidade e nutrientes semelhantes. Já entre as estações climáticas, houve variação de alguns nutrientes como cálcio (Ca) e potássio (K), com a estação seca apresentando serapilheira com quantidades menores destes elementos, sendo a folha o componente que apresentou maior variação entre as estações (Figura 3.12).

A composição nutricional da serapilheira se mostrou diferente entre cada componente, como evidenciado na Figura 3.12, que mostra a análise dos componentes principais referentes aos macronutrientes e micronutrientes. Folha foi o componente com maior quantidade de nutrientes, com elementos como nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), boro (B), magnésio (Mg), manganês (Mn) e enxofre (S). A miscelânea foi o componente mais semelhante a folha, porém com maior quantidade dos nutrientes fósforo (P), zinco (Zn), ferro (Fe) e cobre (Cu). O componente de galhos/casca apresentou menor quantidade de nutrientes de maneira geral.



**Figura 3.12.** Análise dos componentes principais de macronutrientes de diferentes componentes de serapilheira (folha, casca/galhos e miscelânea) entre diferentes locais (entre plantas e entre linhas) e diferentes estações climáticas (N: 43,32%; P: 27,18%; K: 10,80%\*; Ca 6,24%; Mg: 3,82%; S: 3,43%; B: 1,71%; Cu: 1,32%; Fe: 1,18%; Mn: 0,70%; Zn: 0,26%) \*Último nutriente nos componentes da variância com significância estatística de 95%

Quanto ao teor de macronutrientes na biomassa de serapilheira acumulada, o nutriente com menor teor em comparação aos outros elementos foi o enxofre (S), já o cálcio (Ca) apresentou o elemento com maior teor. Este ainda foi o nutriente com destaque no acúmulo, sendo o componente folha coletado no período de chuva o mais representativo. A miscelânea tanto a coletada no período de chuva quanto na época seca foi o componente com menor teor de Ca, não havendo diferenças entre os períodos coletados (seca e chuva), vide Tabela 3.5.

**Tabela 3.5.** Teores nutricionais médios nos componentes da serapilheira coletados nos períodos de seca e chuva de acordo com cada macronutriente analisado do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, no município de Cachoeira Dourada – GO, na Fazenda Boa Vereda.

Época	Amostra	N	P	K	Ca	Mg	S
				g kg <sup>-1</sup>			
	Folha	11,97	0,72	3,33	16,18	2,97	0,71
Chuva	Galhos-Casca	3,23	0,39	3,66	11,97	2,22	0,31
	Miscelânea	9,24	0,88	3,66	6,99	2,74	0,55
	Folha	8,65	0,72	1,59	12,81	2,76	0,51
Seca	Galhos-Casca	3,57	0,40	1,14	10,71	1,62	0,45
	Miscelânea	8,44	1,48	1,62	7,28	2,12	0,72

Fonte: Laboratório de Ecologia Florestal (Labeflo/UFSM).

Sobre a análise do teor dos micronutrientes o componente folha coletado no período de seca apresentou o maior teor de ferro (Fe) de todas avaliações, em contraste, o menor teor nutricional foi o de cobre (Cu) no componente galho/casca coletado no período de chuva (Tabela 3.6).



De modo geral, a estoque de macronutrientes seguiu a ordem folha > galho/ casca > miscelânea, com exceção para N e P, em que a ordem foi alterada para folha > miscelânea > galho. A magnitude de armazenamento geral dos macronutrientes seguiu a seguinte ordem: Ca > N > Mg > K > P > S (Tabela 3.7).

Na folha a ordem de estoque dos macronutrientes foi: 177,89(Ca) > 126,43(N) > 35,14(Mg) > 30,13(K) > 8,81(P) > 7,53(S). No galho/casca a concentração dos macro-nutrientes foi de: 39,34(Ca) > 11,81(N) > 8,32(K) > 6,67(Mg) > 1,36(P) > 1,31(S). Na miscelânea o estoque dos macronutrientes foi de: 15,20(N) > 12,28(Ca) > 4,54(K) > 4,18 (Mg) > 2,03(P) > 1,10(S). Os resultados mostraram que o fósforo (P) e o enxofre (S) estavam presentes na mesma ordem em todos os componentes avaliados. Já o cálcio (Ca) e o nitrogênio estavam presentes na mesma ordem nos componentes folha e galho/casca. Nos componentes galho/casca o potássio (K) e o magnésio (Mg) estavam presentes na mesma ordem.

No que se refere o estoque de micronutrientes nos componentes avaliados seguiu a ordem folha > miscelânea > galho/casca, com exceção apenas do B, em que a ordem foi alterada para folha > galho > miscelânea. A magnitude de armazenamento dos micronutrientes seguiu a seguinte ordem: Fe > Mn > B > Zn > Cu (Tabela 3.6).

Os dados da Tabela 4.8, correspondentes ao percentual de acúmulo dos micronutrientes revelaram que o componente folha foi o que representou maior estoque, sendo aqui, exemplificado, no elemento boro (B) com 81% do resultado total do estoque nutricional que foi de 0,58 kg ha<sup>-1</sup>.

Observou-se que os micronutrientes estão na seguinte ordem de acúmulo: Fe > Mn > B > Zn > Cu, estando presentes tanto no componente folha quanto no galho/casca. Somente o componente miscelânea possui sequência diferente nas concentrações dos micronutrientes, sendo essa ordem: Fe > Mn > Zn > Cu > B. O elemento de maior acúmulo na avaliação dos componentes foi o Ferro (Fe), com 185,62 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 3.8).

Na Tabela 3.9 está à análise de variância a 95% de significância. Foi realizada com os dados de nutrientes e comparando com o local – entre plantas e entre linhas, e também com o período de coleta – seca e chuva.

**Tabela 3.8.** Estoque nutricional dos micronutrientes da biomassa acumulada de serapilheira de cada componente avaliado (Folha, Galho/casca e Miscelânea) e o total de serapilheira em quilograma por hectare e em percentual, obtidas em dois períodos diferentes (seca e chuva) no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, no município de Cachoeira Dourada - GO, na Fazenda Boa Vereda.

Amostra	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	kg ha <sup>-1</sup>				
Folha	0,47 (81,03%)	0,28 (65,12%)	136,87 (73,73%)	7,67 (85,12%)	0,32 (65,30%)
Galhos/Casca	0,06 (10,34%)	0,05 (11,62%)	13,21 (7,12%)	0,67 (7,04%)	0,06 (12,24%)
Miscelânea	0,05 (8,62%)	0,09 (20,93%)	35,55 (19,15%)	0,67 (7,04%)	0,11 (22,45%)
Total Serapilheira	0,58 (100%)	0,43 (100%)	185,62 (100%)	9,01 (100%)	0,49 (100%)

**Tabela 3.9.** Análise de variância a 95% de significância comparando cada elemento (macro e micronutrientes), entre o local (entre plantas e entre linhas) e entre estação (seca e chuva) do sistema de integração lavoura-pecuária-florestal na Fazenda Boa Vereda em Cachoeira Dourada, GO.

Variáveis	Valores	F <sup>1</sup>	GL. Effect df	GL do Error df	p
Intercept	0,003	1344,376	11	51	0,000
Compartimento	0,006	57,834	22	102	0,000
Estação	0,122	33,424	11	51	0,000
Local	0,631	2,715	11	51	0,008
Compartimento*Estação	0,096	10,363	22	102	0,000
Compartimento*Local	0,652	1,105	22	102	0,355
Estação*Local	0,847	0,840	11	51	0,602
Compartimento*Estação*Local	0,712	0,859	22	102	0,646

<sup>1</sup>F (teste que compara a variância); <sup>2</sup> GL Effect (Grau de liberdade); <sup>3</sup> GL Error (Grau de liberdade do erro); p (significância estatística).

### 3.4 DISCUSSÃO

#### 3.4.1 BIOMASSA DE SERAPILHEIRA ACUMULADA

Os resultados de biomassa acumulada obtidos corroboraram aproximadamente com os resultados de Vieira et al. (2012) obtiveram 18,5 Mg.ha<sup>-1</sup> avaliando um

povoamento de *E. urograndis* na região da serra no sudeste do Rio Grande do Sul. Com os resultados deste estudo foi possível analisar que a produção de biomassa total de folhas nos dois períodos, também, correspondeu ao maior acúmulo, mesmo o total de biomassa sendo visivelmente maior na época da seca. É explicado, portanto, como um mecanismo de resposta ao estresse hídrico, para reduzir a perda de água por transpiração, e por isso a perda de folhas das árvores durante a estação seca (Martins & Rodrigues, 1999; Alves et al., 2010).

O fato da maior deposição na época seca também é explicado por Moreira & Silva (2004) que esclarecem a ocorrência dessa maior produção de serapilheira dar-se na estação seca é consequência da diminuição da precipitação causando ao ecossistema florestal um estresse hídrico que usa a queda de folhas para atenuar seu consumo de água.

Um fato relevante que outros autores também observaram (Borém & Ramos, 2002; Caldeira et al., 2007; Caldeira et al., 2008) foi de que a elevada taxa de precipitação apresentada para os meses mais chuvosos como fevereiro e março, podem ter ocasionado o carreamento da serapilheira que estava acumulada sobre o solo. Sendo uma resposta real ao local analisado, ao qual, a plantação está em declive, podendo também esclarecer a relativa diminuição da biomassa entre as épocas.

Os valores de biomassa total obtidos na estação chuvosa foram menores, podendo ser resultado de fatores pertinentes à taxa de decomposição e principalmente por influência da temperatura e precipitação (Caldeira et al., 2008). Ao fazermos comparações deste estudo com outros trabalhos de Souto (2006), podemos observar que a sazonalidade foi fator decisivo na produção de serapilheira, pois é característica das plantas, mesmo as exóticas, a perda das folhas e, conseqüentemente, as maiores taxas de deposição de serapilheira sendo associado ao período seco.

Caldeira et al. (2008) concebem que a composição de espécies varia na quantidade de serapilheira sobre o solo, além também, da influência do estágio sucessional, da amplitude da cobertura florestal, da idade, da época da coleta, do tipo de floresta e o local. Godinho et al. (2014) também acrescenta outros fatores como condições edafoclimáticas, sub-bosque, proporção de copa, manejo silvicultural, bem como percentual de decomposição e distúrbios naturais, como ataque de insetos/pragas e o fogo ou até artificiais, como remoção da serapilheira e cultivos, ocorridos na floresta ou no povoamento, tudo isso pode também influenciar no acúmulo de serapilheira.

#### 3.4.2 TEOR E ESTOQUE NUTRICIONAL NA SERAPILHEIRA ACUMULADA

As concentrações dos macronutrientes deste trabalho estão na seguinte ordem folha > galho > miscelânea, esta ordem também foi encontrada por Corrêa et al. (2013), que avaliou a ciclagem de nutrientes em plantio de *Eucalyptus dunnii*, porém considerou apenas galhos grossos. Nos trabalhos com *Eucalyptus* sp. de Vieira et al. (2012) a magnitude de armazenamento dos diferentes elementos na biomassa total apresentou a seguinte ordem decrescente de acúmulo para os macronutrientes: Ca > N > K > Mg > P > S e Mn > Fe > B > Zn > Cu, para os micronutrientes. O que revela uma maior semelhança nos macronutrientes, diferenciando apenas a ordem de Mg > K, e nos resultados de micronutrientes não houve semelhança na ordem de nenhum elemento. Já no trabalho de Calil et al. (2014) que trabalhou com sistema silvipastoril obteve um resultado com similaridade nos micronutrientes, sendo eles: Fe > Mn > Zn > B > Cu, com exceção apenas na ordem Cu > B.

Na avaliação dos componentes as folhas possuem maior atividade metabólica por isso há uma tendência na maioria dos nutrientes de concentrarem-se nas estruturas mais novas da planta (Vieira et al. 2012). O teor de nitrogênio (N), bem superior nas folhas em comparação aos demais componentes, deve-se ao fato deste elemento participar da maioria das reações de metabolismo de compostos (aminoácidos, proteínas, amins, amidas, vitaminas, entre outros), em virtude da ocorrência da fotossíntese têm seu sítio de ocorrência principal nas folhas (Malavolta, 1985).

Os resultados também apresentaram menor teor de enxofre (S) em todos os componentes, essa deficiência pode ser explicada por Taiz & Zeiger (2009) que diz que o enxofre e o nitrogênio são constituintes de proteínas, e atuam nas mesmas regiões, e conseqüentemente, com as mesmas funções, a diferença é que o enxofre não é remobilizado com facilidade para as folhas jovens da maioria das espécies.

O componente galho/casca tem maior teor de Ca, isso deve-se ao elemento possuir uma certa imobilidade no floema das plantas. Pode-se explicar a sua concentração elevada na fração casca, assim como o fato de o elemento ser componente estrutural, fazendo parte da lamela média de membrana celular (Brum, 2010).

Segundo Kolm & Poggiani (2003), o desbaste não afeta a ordem de deposição de macronutrientes, mesmo após 13 anos de aplicação de tratamentos silviculturais. Corrêa et al. (2013) comentam que é provável que a comparação pode ser dificultada pela diferença metodológica que os estudos se baseiam, e que, portanto, ocasiona alterações na porcentagem e funcionalidade de casca e galhos. Diferenciais entre a concentração e teor

de nutrientes entre espécies, compartimentos e idade foram verificadas por (Turner & Lambert, 2008).

Para Vilela et al. (2011) há uma maior eficiência no uso dos nutrientes do solo pelas culturas nos sistemas de integração lavoura-pecuária, em comparação ao cultivo solteiro, resultando ao final uma grande economia de fertilizantes e, portanto, na redução dos custos de produção. No entanto, esses lucros nem sempre são fáceis de serem obtidos em curto prazo. Com o intuito de aumentar a produtividade dos componentes (agrícola, animal e florestal), futuros estudos devem focar na densidade e diversificação de árvores, nas forrageiras, na ambiência animal e na ciclagem de nutrientes.

### 3.5 CONCLUSÕES

- A biomassa acumulada de serapilheira total é maior na época seca. O componente folha tem representatividade na serapilheira maior nas duas épocas coletadas. Houve diferenças na serapilheira acumulada entre os locais de coleta para galho/casca e miscelânea tanto no período de seca quanto na chuva, e no componente folha somente houve diferença no período de seca. A magnitude da biomassa de acúmulo está em ordem decrescente em: Folha > Galho/Casca > Miscelânea.
- A magnitude de armazenamento geral dos macronutrientes seguiu a seguinte ordem: Ca > N > Mg > K > P > S. Nos micronutrientes seguiu a seguinte ordem: Fe > Mn > B > Zn > Cu.
- Entre as estações climáticas, houve variação de alguns nutrientes como cálcio (Ca) e potássio (K), com a estação seca apresentando serapilheira com quantidades menores destes elementos.

### 3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, R. L. de. **Localização de Cachoeira Dourada**. 2006. 1 ilustração. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Cachoeira\\_Dourada\\_\(Goi%C3%A1s\)#/media/File:Goias\\_Municip\\_CachoeiraDourada.svg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Cachoeira_Dourada_(Goi%C3%A1s)#/media/File:Goias_Municip_CachoeiraDourada.svg)>. Acesso em: 14 jun 2015.

ALVES, L. S.; de HOLANDA, A. C.; WANDERLEY, J. A. C.; SOUSA, J. da SILVA.; ALMEIDA, P. G. de. Regeneração natural em uma área de caatinga situada no município de Pombal-PB–Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 2, p. 152-168, 2010.

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. da. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 105-133, 2005.

- BORÉM, R. A. T.; RAMOS, D. P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de mata atlântica. **Cerne**, v. 8, n. 2, p. 42-59, 2002.
- BRUN, E. J.; BRUN, F. G. K.; CORRÊA, R. S. S.; VACCARO, S.; SCHUMACHER, M. V. Dinâmica de micronutrientes na biomassa florestal em estágios sucessionais de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, v.38, n.86, p.307-318, 2010.
- CABRAL, J. B. P. **Análise da sedimentação e aplicação de métodos de previsão para tomada de medidas mitigadoras quanto ao processo de assoreamento no reservatório de Cachoeira Dourada–G0/MG**. 2006. 211 f. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- CALDEIRA, M. V. W.; MARQUES, R.; SOARES, R. V.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes–Floresta Ombrófila Mista Montana–Paraná. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 101-116, 2007.
- CALDEIRA, M.V.W.; VITORINO, M.D.; SCHAADT, S.S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Semina: Ciências Agrárias** 29: 53-68, 2008.
- CALIL, F. N.; VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V.; LOPES, V. G.; WITSCHORECK, R. Biomassa e nutrientes em sistema agrossilvicultural no extremo sul do Brasil. **Ecologia e Nutrição Florestal**, v. 1, n. 2, p. 80-88, 2014.
- CORRÊA, R. S.; SCHUMACHER, M. V.; MOMOLLI, D. D. R. Deposição de serapilheira e macronutrientes em povoamento de *Eucalyptus dunnii* Maiden sobre pastagem natural degradada no Bioma Pampa. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 97, p. 65-74, 2013.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- FIGUEIREDO FILHO, A.; MORAES, G. F.; SCHAAF, L. B.; FIGUEIREDO, D. J. D. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do estado do Paraná. 2003.
- FORRESTER, D.I.; BAUHUS, J.; COWIE, A.L.; VANCLAY, J.K. Mixed-species plantations of Eucalyptus with nitrogen-fixing trees: a review. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 233, p. 211–230, 2006.
- FRANKE, I. L.; FURTADO, S. C. **Sistemas silvipastoris: fundamentos e aplicabilidade**. Rio Branco: EMBRABA, 2001. 53 p.
- GODINHO, T. D. O.; CALDEIRA, M. V. W.; CALIMAN, J. P.; PREZOTTI, L. C.; WATZLAWICK, L. F.; AZEVEDO, H. C. A.; ROCHA, J. H. T. Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Scientia Forestalis, Piracicaba**, v. 41, n. 97, p. 131-144, 2013.
- GOLLEY, F. B. **Ecosystems of the world. 14A. Tropical rain forest ecosystems. Structure and function**. Elsevier Scientific Publishing, 1983.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeto Radambrasil: Levantamento de Recursos hídricos. Folha SE 22 – Goiânia. V31. Geologia, geomorfologia, pedologia**. Rio de Janeiro. 1983.

- KLEINPAUL, I. S.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J., BRUN, F. G. K.; KLEINPAUL, J. J. Suficiência amostral para coletas de serapilheira acumulada sobre o solo em *Pinus elliottii* Engelm, *Eucalyptus sp.* e floresta estacional decidual. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 965-972, 2005.
- KOLM, L.; POGGIANI, F. Ciclagem de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus grandis* submetidos à prática de desbastes progressivos. **Scientia Forestalis**, v. 63, p. 79-93, 2003.
- MALAVOLTA, E.; FERRI, M. G. Nutrição de plantas. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, v. 1, p. 400-408, 1985.
- 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, n. 3, p. 405-412, 1999.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.; MURAOKA, T.; CARMO, C.; MELLO, W. Análises químicas de tecido vegetal. In: SILVA, F.C. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. cap. 4, p.171-224.
- MOREIRA, P.R.; SILVA, O.A. Produção de serapilheira em área reflorestada. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 49-59, 2004.
- NUNES, E. N.; ANSELMO, M. D. G. V.; ALVES, F. A. L.; HOLANDA, A. E.; ROSA, J. H.; ALVES, C. A. B.; SOUTO, J. S. Análise da taxa de decomposição da serrapilheira na Reserva Ecológica Mata do Pau-Ferro, Areia-PB. **Revista Gaia Scientia**, 2012.
- PACHECO, A. R. (Sem título). 2012. 1 Fotografia.
- RODRIGUES, B. D.; MARTINS, S. V.; LEITE, H. G. Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 65-73, 2010.
- SANTOS, J. C. dos.; SCHUMACHER, M. V.; WITSCHORECK, R. ; ARAÚJO, E. F. de.; LOPES, V. G. Nutrientes na serapilheira acumulada em um povoamento de *Eucalyptus saligna* Smith em São Gabriel, RS. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal - ENFLO**, v. 2, p. 1-8, 2014.
- SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil. 2006. 150 f.** 2006. Tese (Doutorado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 2009. Artmed, Porto Alegre. 379p.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C. BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).
- TURNER, J.; LAMBERT, M.J. Nutrient cycling in age sequences of two *Eucalyptus* plantation species. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.255, n.5-6, p.1701-1712, 2008.

VIERA, M.; BONACINA, D. M.; SCHUMACHER, M. V.; CALIL, F. N.; CALDEIRA, M. V. W.; WATZLAWICK, L. F. Biomassa e nutrientes em povoamento de *Eucalyptus urograndis* na Serra do Sudeste-RS. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6Supl1, p. 2481-2490, 2012.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1127-1138, 2011.

#### **4. BIOMASSA E PRODUTIVIDADE DA FORRAGEIRA BRAQUIÁRIA (*Urochloa brizantha* (STAPF) WEBSTER.) EM DIFERENTES PERÍODOS DO ANO**

##### **Resumo**

Melhores condições de plantios consorciados e potencialidade desses sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) para a produção agrícola necessitam de estudos no Centro-Oeste brasileiro. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo analisar a biomassa e produtividade da forrageira *Urochloa brizantha* em dois períodos distintos (seca e chuva). Para as avaliações de Produção de Massa Seca (PMS) do sistema, realizaram-se coletas em dois períodos distintos (seca e chuva). O arranjo estrutural de amostragem da forrageira foi de 12×(1x4x8x12)m, para cada bloco, sendo seis blocos no total, utilizando o traçado de dois transectos de 75 metros de distâncias equivalentes. Foi utilizado gabarito de 0,5m x 0,5m e tesouras de poda para a retirada de todo material forrageiro acima do solo. Após a coleta do material, este foi acondicionado em sacos de papel Kraft, identificadas e encaminhadas para determinação do teor de massa seca (MS) e cálculo da produção de forragem. As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas até peso constante para após realizar a pesagem de todo material. Os resultados obtidos referentes a comparação entre os períodos coletados, apresentaram diferenças de MS no período chuvoso. As análises de variância realizadas a ( $p>0,05$ ) notou-se que a cada metro que se avançava sentido ao centro da parcela de forrageira, aumentou 58% em produtividade. Então as amostras coletas à 08 e 12 metros de distância do renque exibiram maiores índices de MS. Concluindo a melhor produtividade é no período chuvoso. A maior produção de biomassa (MS) ocorreu nas amostras coletadas à 08 e 12 metros de distância do renque.

Palavras-chave: produção; pastagem; agrossilvipastoril; estações.

##### **ABSTRACT**

#### **BIOMASS AND PRODUCTIVITY of Braquiária (*Urochloa brizantha* (STAPF) WEBSTER.) AT DIFFERENT PERIODS OF THE YEAR**

Better conditions of mixed stands and potential of these crop-livestock-forest integration systems (CLFS) for agricultural production require studies in the Brazilian Midwest. This study aims to analyze the biomass and forage productivity of *Urochloa brizantha* in two distinct periods (dry and wet). For dry mass production (DMP) evaluations, collects were conducted in two distinct periods (wet and dry season). The structural forage sampling arrangement was 12 × (1x4x8x12) m for each block (total six blocks) using two transects of 75 meters equidistant. A wooden frame (0,5m x 0,5m) and pruning shears to remove all

the material feed above ground. Samples were identified and sent to the lab for dry mass content (DMC) determination and the forage production was estimated. <sup>2</sup>). In laboratory all the material was dried in circulating oven and renewal of air for 72 hours at 65 ° C until constant weight. The results regarding the comparison between the collected periods presented DMC differences in wet season. The analysis of variance carried out ( $p > 0.05$ ) was noted that every meter that the sample was advancing towards the center of the portion of fodder, increased 58% in productivity. Highest production (DM) occurred in samples collected at 8 and 12 meters away from the hedgerow. Highest productivity occurs in wet season.

Key-words: production; forage; agroforestry; seasons.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

As forrageiras pertencentes aos gêneros *Urochloa* e *Panicum* constituem a maior parte das gramíneas forrageira brasileira, por terem sistema radicular forte e profundo, oferecem elevada tolerância ao estresse hídrica e absorvimento de nutrientes em camadas profundas do solo, desenvolvendo-se em condições ambientais em que a maioria de outras espécies não se desenvolveria (Sávio et al., 2011).

O gênero *Urochloa* é considerado a forrageira mais cultivada no Brasil, sendo utilizado na cria, recria e engorda, principalmente, dos bovinos. Esta forrageira teve papel muito importante no país, pois facilitou e viabilizou a pecuária na região dos Cerrados, onde predominam solos ácidos e de baixa fertilidade. Durante o crescimento vegetativo de uma gramínea a morfogênese da espécie pode ser descrita por três variáveis: a taxa de nascimento, a taxa de expansão e a duração de vida das folhas, as quais são profundamente influenciadas pelas condições abióticas (temperatura, luz, água e fertilidade do solo) e práticas de manejo (Costa et al., 2011).

O Brasil tem por volta de 100 milhões de hectares de pastagens cultivadas, muitas dessas já com cerca de 10 anos ou mais de pastejo, sendo que está avançando para um estado de degradação, apresentando aproximadamente 60% das áreas totais (Barducci et al., 2009). O que reflete ser necessário repensar e praticar novas formas de cultivos mais sustentáveis.

A recuperação de áreas degradadas, o abatimento dos custos de produção e o uso intenso da área durante o ano todo, estão sendo viabilizados pelo sistema plantio direto (SPD), pela a integração lavoura-pecuária (ILP), abrangendo o cultivo de culturas de forragem e a pecuária, originando resultados ambientais e socioeconômicos positivos

(Pariz et al., 2011; Costa et al., 2012). Atualmente, o exercício do cultivo consorciado é considerado uma das melhores escolhas para a sustentabilidade em sistemas agrícolas tropicais (Borghi et al., 2013).

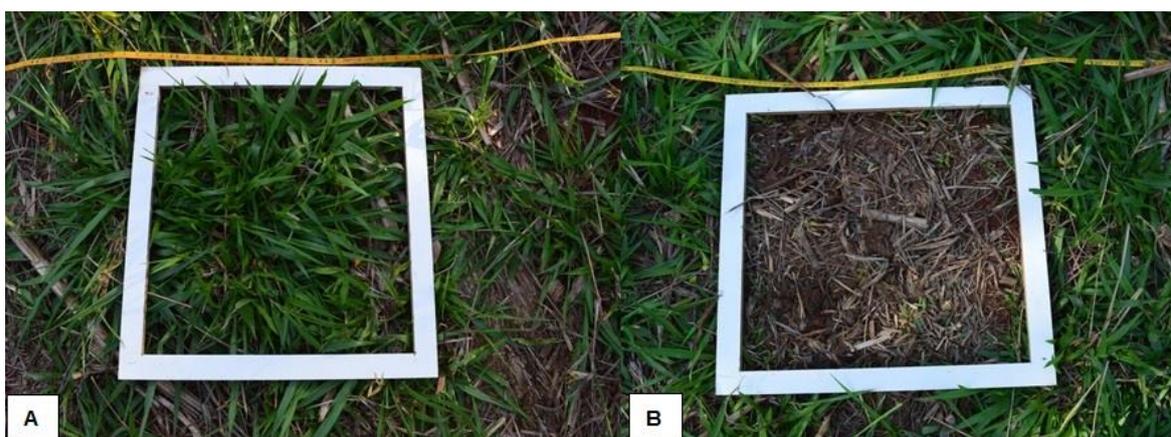
Apesar disso, ainda há poucos estudos sobre as melhores condições de plantios consorciados e sobre a potencialidade desses sistemas para a produção agrícola. Dessa forma, este capítulo tem por objetivo analisar a biomassa e produtividade da forrageira *Urochloa brizantha* em dois períodos distintos (seca e chuva) no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta ILPF em Cachoeira Dourada, Goiás.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Referente a área de implantação do experimento deste capítulo e suas caracterizações gerais estão descritas no item 3.2.1 e 3.2.2 do capítulo 01. Para as avaliações de produção de massa seca (PMS) do sistema, realizaram-se coletas em dois períodos distintos, sendo uma coleta na época seca no início de outubro de 2014 (dias 02 e 03), e outra na época chuvosa em fevereiro de 2015 (dia 19), com o intuito de avaliar e comparar a produtividade da forrageira nas duas épocas. Isso devido a vários estudos mostrarem diferenças de resultados referentes às épocas de coleta dos dados, portanto, foi entendido como importante fazer a coleta nos dois períodos, para identificar as diferenças reais nos resultados e fazer as devidas comparações com outros trabalhos. A primeira coleta de amostras das plantas forrageiras foi realizada em outubro de 2014, quando o pasto apresentou altura média entre 30 a 40 cm. A segunda coleta foi realizada em fevereiro de 2015, e a altura média do pasto era de 40 a 70 cm.

Na implantação do ILPF em 2012 foi realizada um preparo no solo com aração e gradagem, e este recebeu desde então 100 kg ha<sup>-1</sup> de Ureia e MAP (Fosfato Monoamônico) anualmente. A entrada do gado na área foi após um ano e quatro meses de implantação do ILPF. No período de estudo 2013 a 2015, o tempo de ocupação da área com os bovinos foi feito por todo o ano de 2014 e continuação de 2015, com exceção de um mês, que foi no início do período chuvoso de 2014 (novembro/dezembro), pois, o pasto foi adubado com MAP/UREIA. A taxa de lotação no período de maio a novembro foi de 25 animais (gado garrote) com peso médio de 300 kg cabeça<sup>-1</sup> até o mês de novembro. A produtividade de gado em toda fazenda está em média 18 arrobas/hectare/ano.

Para a coleta de amostras para saber a produtividade da biomassa, realizou-se cortes da forrageira braquiária rente ao solo, com o auxílio de tesoura de poda e um gabarito de 0,5m x 0,5m para avaliações de PMS (Figura 4.1). O modelo escolhido para a coleta da forrageira foi constituído a partir do estabelecimento do comprimento de um dos reques de árvores de eucalipto, sendo o tamanho total em comprimento do bloco de 250 metros, para tanto, escolheu-se fazer duas amostragens por bloco, sendo cada uma a 75 metros de distância uma da outra, assim ficou estabelecido um transecto equidistante.



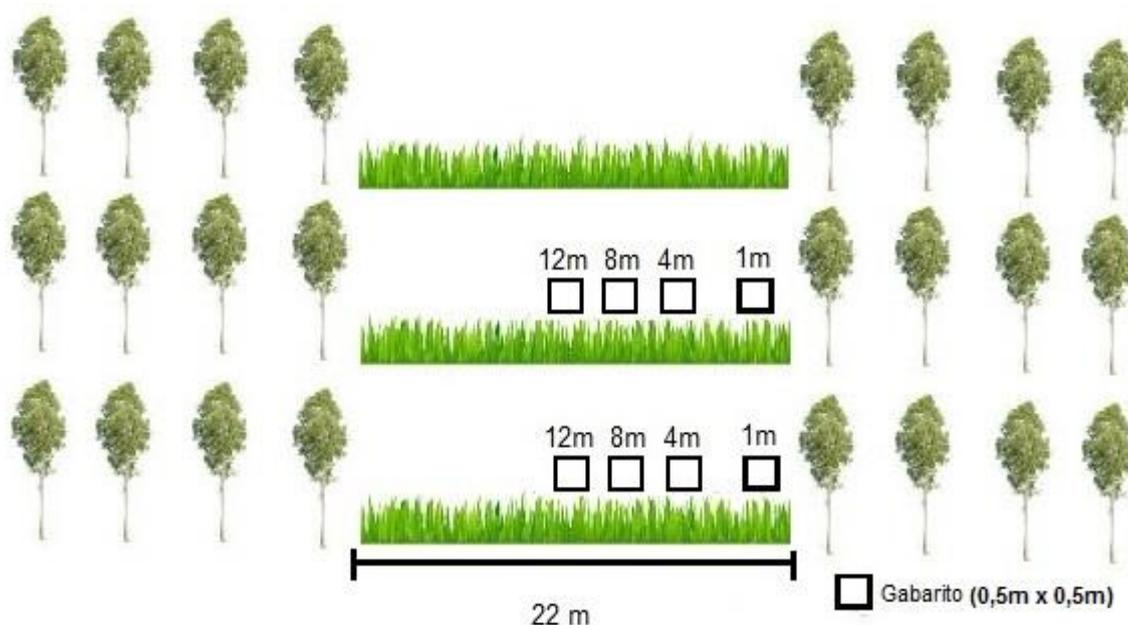
**Figura 4.1.** Gabarito de 0,25m<sup>2</sup> (0,5m x 0,5m) utilizado na coleta de amostras de forrageira. A- local ainda sem ser coletada a amostra de forrageira; B – local com amostra já coletada.

O arranjo estrutural de amostragem da forrageira foi de 01, 04, 08 e 12 metros, equivalendo uma área de 0,25m<sup>2</sup> (0,5m x 0,5m) amostrada para cada bloco e transecto, vide na Figura 4.2.

A forrageira braquiária amostrada foi acondicionada em sacos de papel Kraft, identificadas e encaminhadas ao Laboratório de Ecologia e Inventário Florestal da Universidade Federal de Goiás, para determinação do teor de massa seca (MS) e cálculo da produção de forragem. As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas até peso constante para após realizar a pesagem de todo material e determinar a MS. Após as análises o material foi descartado.

Para análise estatística dos dados foi verificado a distribuição dos resíduos dos dados e posterior a análise de variância a 95% de significância comparando a biomassa de forragem entre os períodos chuvosos e seco. Para verificar o efeito do gradiente luminoso criado pelo sombreamento dos eucaliptos na biomassa de forragem foi comparada com

modelo de regressão linear simples a 95% de significância estatística entre as distâncias de 1 m, 4 m, 8 m e 12 m.



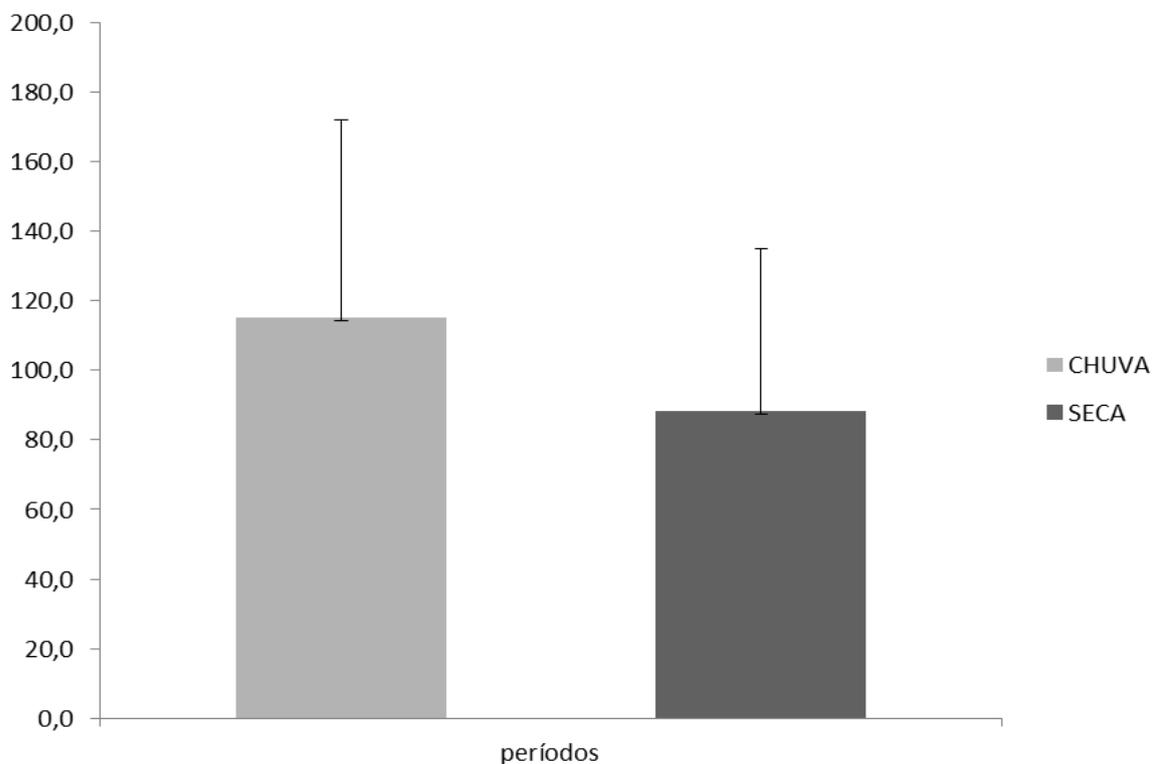
**Figura 4.2.** Metodologia de coleta da biomassa de forrageira.

### 4.3 RESULTADOS

Foram realizadas dois tipos de avaliações sobre a pastagem estudada. Uma comparou a produtividade de massa seca (PMS) por período (seca e chuva). A outra avaliação foi uma comparação entre as distâncias das coletas das amostras analisadas. Referente a primeira avaliação em que comparou os dois períodos, foi realizada a análise de variância ( $p > 0,05$ ) que revelou que houve diferenças no período chuvoso, não havendo diferenças para o período de seca. Essa resposta aconteceu devido às condições climáticas das épocas avaliadas serem de grande influência na produtividade. Geralmente, a época chuvosa influencia em uma maior produtividade, e ao contrário, a época de seca esse valor de PMS diminui. De fato, na Figura 4.3, notou-se essa discrepância no resultado total de PMS, sendo a época chuvosa a de maior produtividade de forrageira.

A segunda avaliação realizada foi referente às distâncias de coleta das amostras. Notou-se com a estatística aplicada que a cada metro que a amostra avançava sentido ao centro da parcela de forrageira, aumentaram 54% em produtividade. Em outras

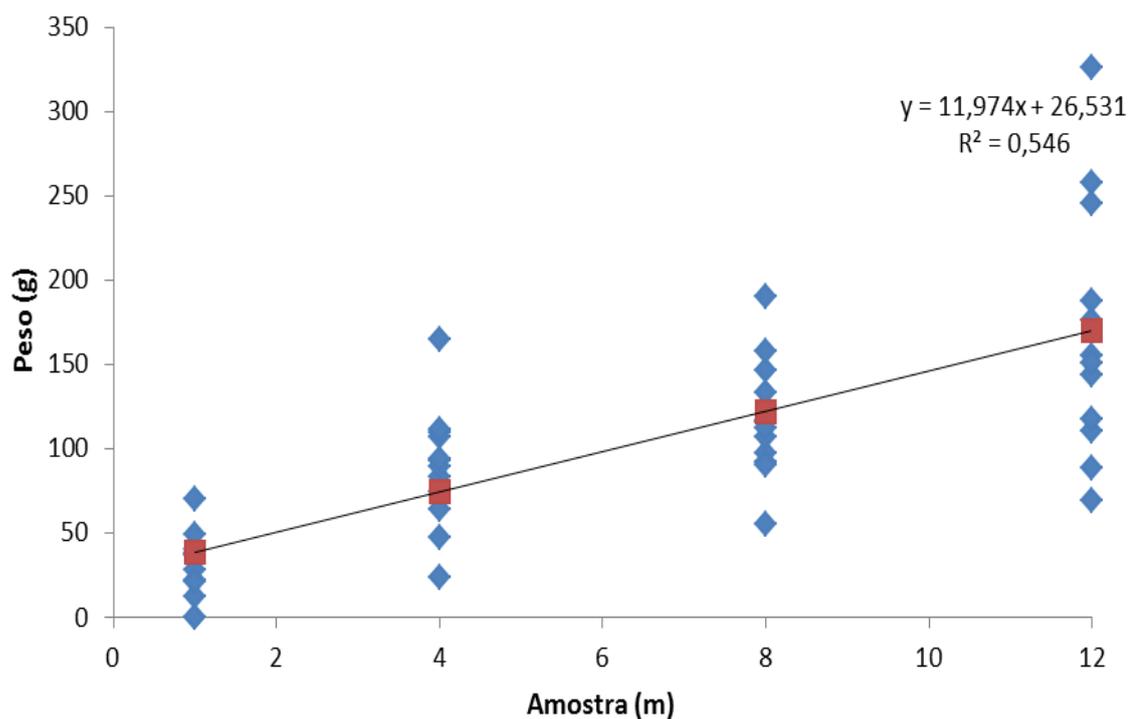
palavras, pode-se afirmar que houve um ganho de biomassa a cada metro de forrageira que se aproximava do centro.



**Figura 4.3.** Produtividade da forrageira *Urochloa brizantha* por período (seca e chuva).

Pode tratar-se, portanto, de um possível resíduo dos cultivos anteriores que incorporaram sua biomassa no solo, e assim, aumentaram a matéria orgânica, e conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes, para o próximo cultivo, que no referente estudo foi a forrageira *Urochloa brizantha*. Deve-se notar na Figura 4.4, que nas amostras de 8 e 12 metros na média geral foram as que mais apresentaram ganho de biomassa.

Na Tabela 4.1 está a análise de variância (ANOVA) a 95% de significância realizada com os dados da biomassa de forragem comparando com o período de coleta – seca e chuva.



**Figura 4.4.** Produtividade de massa seca da forrageira *Urochloa brizantha* nas amostras coletadas a 1, 4, 8 e 12 m de distância do renque de eucaliptos.

**Tabela 4.1.** Análise de variância a 95% de significância comparando a biomassa de forragem entre os períodos chuvosos e seco do sistema de integração lavoura-pecuária-florestal na Fazenda Boa Vereda em Cachoeira Dourada, GO.

Variáveis	SQ	GL	QM	F	p
Intercept.	10.323,5	1	10.323,5	5,225	0,027
Amostra (m)	118.284,3	1	118.284,3	59,868	0,000
Estação	9.120,4	1	9.120,4	4,616	0,038
Erro	88.908,1	45	1.975,7		

#### 4.4 DISCUSSÃO

Foi analisado por Castro et al. (2010) o período de coleta seca e chuvoso e também a altura do pasto, que variou conforme a interação da porcentagem de sombreamento versus a estação do ano. Como resultado, no inverno, as alturas do pasto submetido às três condições de sombreamento foram semelhantes, já na primavera, a altura foi menor na condição a pleno sol, quando comparada aos valores obtidos sob sombreamento, e por fim, se concluiu que no verão as alturas foram diferentes conforme a

porcentagem de sombreamento, sendo o menor valor observado no referente a pleno sol e o maior sob sombreamento mais intenso. Esses resultados do aumento da altura com o sombreamento estão em consonância com os resultados obtidos em outros estudos (Castro et al., 1999; Paciullo et al., 2008) e apresentam ser uma tendência geral em plantas cultivadas à sombra, pois é uma estratégia comum de se compensar a redução de luminosidade (Samarakoon et al., 1999; Castro et al., 1999).

Os autores Castro et al. (2010) afirmam que a massa de forragem pode ser influenciada ( $p < 0,05$ ) pela relação de interação entre a porcentagem de sombreamento e a estação do ano. E ainda entendeu que esse padrão de resposta foi influenciado em cada estação pelas condições climáticas. Portanto, o autor chegou a conclusão que ao passo que elevadas precipitações pluviométricas e temperaturas incidentes no verão podem beneficiar o crescimento do pasto. Em parte, tal resultado contraria com a pressuposição de que o crescimento da forrageira poderia ser beneficiado na época seca do ano, sob condição de sombreamento, pois pode ocorrer à sombra a redução mais lenta do teor de água no solo, do que em pastos à sol pleno, após um período de chuvas (Wilson, 1998). Ribaski & Rakocevic (2002) atribuíram à competição, principalmente por água, o menor desempenho da braquiária sob a copa das árvores.

A questão das distâncias das amostras em direção ao centro da parcela favorecer a produtividade da forrageira pode ocorrer devido ao efeito da disponibilidade de luz, ou também, através do sombreamento das árvores que compõem o Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. O crescimento das plantas varia de acordo com os efeitos da disponibilidade de luz, como também através de outros fatores, como a tolerância da espécie forrageira à sombra e com a quantidade de sombreamento (Andrade et al., 2004; Guenni et al., 2008).

A taxa de crescimento e a produção de forragem diminuem com a ampliação das condições de sombreamento, embora, dependendo da espécie, em condições de sombra moderada pode haver maiores rendimentos forrageiros (Carvalho et al., 2001). Agora Andrade et al. (2004) verificaram decréscimo intenso na taxa de crescimento da *U. brizantha*, quando as plantas foram expostas ao sombreamento intenso (mais de 50% de redução da luminosidade). O que corrobora com o resultado deste estudo referente a distância entre as amostras e a pouca produtividade a 01 e 04 metros de distância do renque de árvores (Figura 4.4).

Outros autores notaram que a espécie *Urochloa decumbens*, cultivada em condições de sombreamento artificial moderado (30% em relação à radiação fotossinteticamente ativa plena), produziu 70% da quantidade de forragem obtida a pleno sol. No mesmo

estudo, os autores concluíram que as espécies *Panicum maximum* e *Setaria sphacelata* foram as mais tolerantes ao sombreamento e atingiram, respectivamente, à sombra moderada, 119,7 e 100,5% da produção de matéria seca obtida a pleno sol (Castro et al., 1999).

De acordo com Freitas et al. (2005), visando a formação de pastagem e a pluralização da produção, a *Urochloa brizantha* é excelente forrageira para ser empregada no sistema de integração lavoura-pecuária (ILP).

#### 4.5 CONCLUSÕES

- A maior produtividade nessa área de estudo ocorre no período chuvoso, que compreende os meses de novembro a abril.
- A maior produção de biomassa (MS) ocorreu nas amostras coletadas a 08 e 12 metros de distância do renque.

#### 4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, C. M. S. de., VALENTIM, J. F., CARNEIRO, J. C. da; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília**, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004.

BARDUCCI, R. S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; PUTAROV, T. C.; SARTI, L. M. N. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Archivos de zootecnia**, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C.A.C.; MATEUS, G.P.; NASCENTE, A.S.; MARTINS, P.O. Intercropping time of corn and palisadegrass or guineagrass affecting grain yield and forage production. **Crop Science**, v.53, p.629-636, 2013.

CARVALHO, P. D. F.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; POLI, C. H. E. C.; MORAES, A. D.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2001, p. 871, 2001.

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; MÜLLER, M. D.; NASCIMENTO JÚNIOR, É. R. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 19, 2010.

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.

COSTA, N. de L.; GIANLUPPI, V.; MORAES, A. de. Produtividade de forragem e morfogênese de "*Trachypogon vestitus*" em diferentes idades de rebrota nos cerrados de Roraima. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 4, 2011.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. D. A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, 2012.

FREITAS, F.C.L.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A.; SANTOS, M.V.; AGNES, E.L.; CARDOSO, A.A.; JAKELAITIS, A. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com o milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v.23, p.49- 58, 2005.

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.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.917-923, 2008.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. D.; LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v. 41, n. 5, p. 875-882, 2011.

RIBASKI, J.; RAKOCEVIC, M. Disponibilidade e qualidade da forragem de braquiária (*Brachiaria brizantha*) em um sistema silvipastoril com eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) no noroeste do Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS: SISTEMAS AGROFLORESTAIS, TENDÊNCIA DA AGRICULTURA ECOLÓGICA NOS TRÓPICOS: SUSTENTO DA VIDA E SUSTENTO DE VIDA, 4., 2002, Ilhéus. **Anais...Ilhéus: CEPLAC**, 2002.

SAMARAKOON, S.P.; SHELTON, H.M.; WILSON, J.R. Voluntary feed intake by sheep and digestibility of shaded *Stenotaphrum secundatum* and *Pennisetum clandestinum* herbage. **J. Scientia Agricola**, 114(2):143-150, 1990.

WILSON, J.R. Influence of planting four tree species on the yield and soil water status green panic pasture in subhumid south-east Queensland. **Tropical Grasslands**, v.32, p.209-220, 1998.

## **5. RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA (RFA) EM UM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO-LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (ILPF)**

### **Resumo**

Este estudo foi realizado em um sistema de integração-lavoura pecuária-floresta no município de Cachoeira Dourada, Goiás. Tendo como intuito colaborar para o melhor entendimento dos fatores abrangidos na interação planta-ambiente, realizou-se a esta pesquisa com o objetivo de analisar o comportamento da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), e também a aferição da temperatura, umidade relativa e velocidade do vento em dois períodos diferentes (estação seca e chuvosa). Para a coleta da densidade de fluxo de fótons - DFF ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) foi medida com a utilização de dois sensores de *quanta* LI-250 A, *Li-cor Inc.*, USA, na faixa fotossinteticamente ativa. Coletando de hora em hora, com início às 9:45 e término às 17:45, sendo coletado também o controle a pleno sol, e as outras coletas em quatro pontos: (1- no centro do renque de árvores, 2 - a 5m do renque, 3 - a 10m do renque e 4- a 15m do renque), sendo que cada ponto obteve-se mais 4 repetições. Utilizou-se também a miniestação meteorológica WINDMATE WM-300, em que se media temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar, coletadas e anotadas de hora em hora. Os resultados obtidos mostraram que houve diferença entre os pontos escolhidos, sendo o ponto 10 e 15 metros com maior recebimento de faixa de radiação fotossinteticamente ativa (RFA). A avaliação meteorológica mostrou maior tempo retendo umidade do ar no ambiente, e com temperaturas amenas, além da quebra da força do vento pelas árvores de eucalipto presentes no ILPF. Concluindo, portanto, que o sistema ILPF possui microclima diferenciado e também estabelecem padrões de aumento de RFA, sendo neste estudo 56% para cada metro em direção ao centro da pastagem.

Palavras-chave: luminosidade, microclima, produtividade, fotossíntese, agrossilvipastoril.

### **ABSTRACT**

#### **PHOTOSYNTHETICALLY ACTIVE RADIATION (PAR) IN A CROP LIVESTOCK FOREST SYSTEM (CLFS)**

This study was conducted in a crop livestock forest system in Cachoeira Dourada county, Goiás. Having the intention to contribute to a better understanding of the factors covered in plant-environment interaction, this study had as to analyze the behavior of photosynthetically active radiation (PAR), and also the measurement of temperature, relative humidity and speed wind in two different periods (dry and wet season). Data collection was done in each hour, starting at 9:45 and ending at 17:45, and also collected the control to full sun, and other collections in: (1 in the center of the row of trees, 2 – at 5 m of hedgerow 3 –at 10m of hedgerow 4- at 15m of hedgerow ), in each point 4

replications were obtained. A mini-weather station (Windmate WM-300) was used for measuring, in each hour, temperature, wind speed and relative humidity. The results showed that there were differences among the chosen points, with point 10 and 15 meters with most receiving range (PAR). The weather evaluation showed long retaining humidity in the environment, and with mild temperatures, besides the wind force of the breaking by eucalyptus trees present in CLFS. In conclusion, CLFS shows a differential microclimate and also, establish patterns of PAR increase, in this study, 56% for each meter towards to forage center.

Key-words: luminosity, microclimate, productivity, photosynthesis, agroforestry.

## 5.1 INTRODUÇÃO

A luz é a fonte elementar de energia associada à fotossíntese e a fenômenos morfogenéticos, sendo assim, um dos influenciadores do crescimento e do desenvolvimento vegetal (Gazolla-Neto et al., 2013). Dessa forma, a eficácia do crescimento pode estar relacionada à capacidade de adaptação das plantas às condições de luminosidade do ambiente, constituindo o crescimento satisfatório de espécies em ambientes com luminosidade baixa ou alta, atribuído à habilidade da espécie se ajustar em passo acelerado seu modelo de alocação de biomassa e comportamento fisiológico (Dias-Filho 1999).

As plantas também apresentam distintas respostas quanto à tolerância ao sombreamento, influenciando no crescimento e no desenvolvimento (Paez et al. 2000). As espécies arbóreas proporcionam certo sombreamento que pode interagir de diversas formas com as espécies gramíneas, como por exemplo, diminuir a produção de biomassa da pastagem (Rozados-Lorenzo et al., 2007) ou aumentar o teor de proteína existente nas forrageiras (Paciullo et al., 2011). O componente florestal exerce uma influência no sistema que depende de uma série de fatores, entre eles, as espécies vegetais empregadas e os espaçamentos instituídos na implantação do sistema (Paciullo et al., 2011).

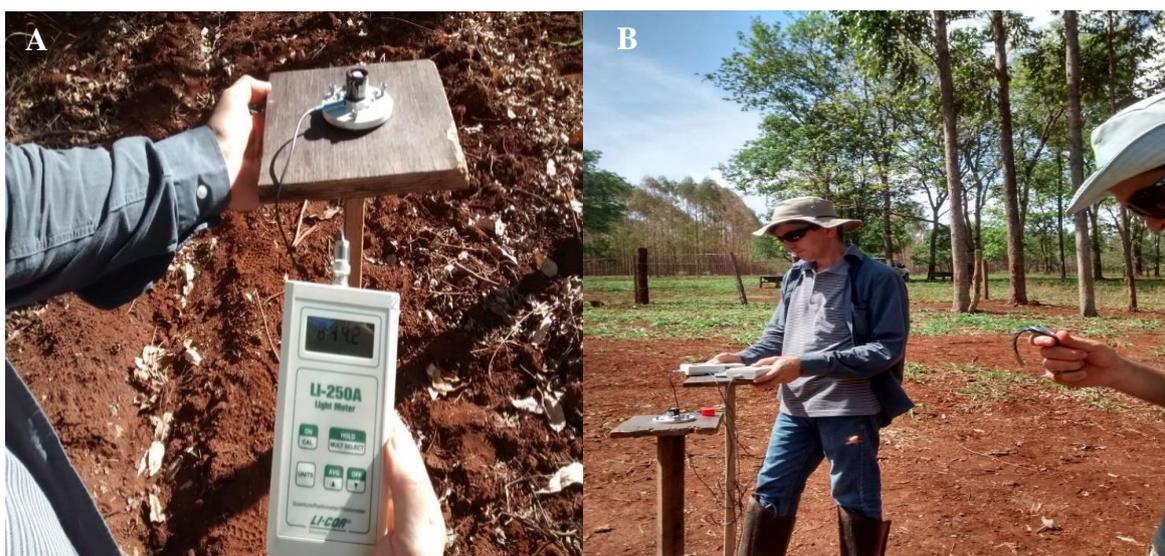
Numa outra direção, a temperatura e a quantidade de luz disponível, junto com a água e os nutrientes do ambiente, determinam quando e quão rapidamente a folha pode fotossintetizar e até que ponto a planta cresce e tem probabilidade de sobreviver. (Gurevitch et al., 2009). Em função disso a disponibilidade de Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) desempenha efeito na determinação de condições específicas de cultivo, pelo fato de ser o fator principal de regulação da fotossíntese, especialmente da assimilação de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) na abertura estomática e na síntese de clorofila (Kozlowski et al., 1991).

Nas áreas relacionadas à fisiologia vegetal e às ciências agrárias as medições da RFA são importantes, pois estão diretamente associadas à morfologia, ao crescimento das plantas e à produção de biomassa (Carter & Klinka, 1992; Ackerly & Bazzaz, 1995), também sendo fundamentais em estudos ecológicos (Brock, 1981).

Visando colaborar para o melhor entendimento dos fatores abrangidos na interação planta-ambiente, realizou-se esta pesquisa com o objetivo de analisar o comportamento da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), e também a aferição da temperatura, umidade relativa e velocidade do vento em dois períodos distintos (estação seca e chuvosa) no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta ILPF em Cachoeira Dourada, Goiás.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

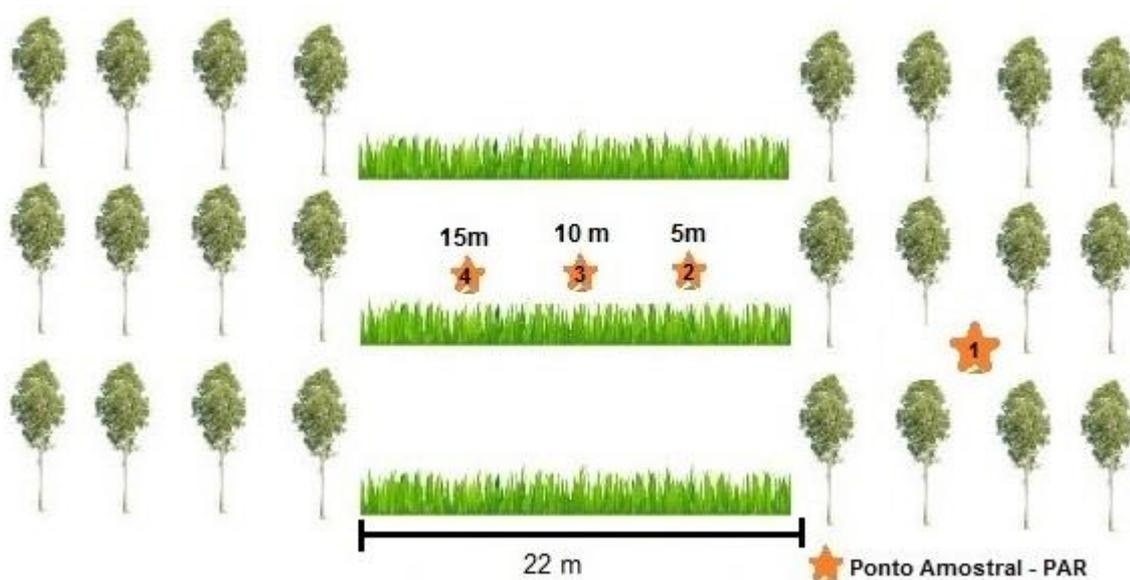
Referente a área de implantação do experimento deste capítulo e suas caracterizações gerais estão descritas no item 3.2.1 e 3.2.2 do capítulo 1. A densidade de fluxo de fótons - DFF ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) foi medida com a utilização de sensores de *quanta* LI-250 A, *Li-cor Inc.*, USA, na faixa fotossinteticamente ativa. Os sensores foram calibrados durante o decorrer das medições, sob a condição uniforme de pleno sol. Para cada medida tomada no sistema ILPF, outra medida era tomada, simultaneamente a pleno sol próximo a área do ILPF estudado, como podemos observar na Figura 5.1.



**Figura 5.1.** A – Aparelho de sensores de *quanta* LI-250 A, *Li-cor Inc.*, USA; B – Área de amostragem a pleno sol.

Para as variáveis relacionadas à luz (radiação fotossinteticamente ativa – RFA) foram utilizados os dados referentes ao período de amostragem realizada em novembro/2014 (período de seca) e abril/2015 (período de chuva). As medidas foram coletadas entre as horas 9:45 e 17:45, em dias com céu predominantemente claro, devendo ser observado que na primeira coleta de dados era horário de verão. Cada medição foi realizada com 30 segundos de diferença para cada um dos 16 pontos amostrados, além do sensor posicionado a pleno sol. Ao término das coletas, se espera um hora até a próxima, tudo foi anotado em planilha específica.

As avaliações de irradiância foram realizadas com um ponto no centro do renque de Eucalipto (com 4 linhas de *Eucalytus urograndis*), e mais três pontos avaliados à 5 metros entre os renques (pasto), depois a 10 metros (pasto), e por fim a 15 metros (pasto), sendo amostradas por bloco 4 pontos no sistema de ILPF estudado, vide figura 5.2. O número total de repetições foi de 16 pontos, sendo ao todo 4 blocos analisados, cada bloco representa um renque e uma pastagem, como na Figura 5.2.



**Figura 5.2.** Metodologia de coleta de radiação no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta – ILPF com os pontos de coleta (1 – dentro do renque, 2 – a 5 metros do renque, 3 – a 10 metros do renque e 4 – a 15 metros do renque).

Os sensores a pleno sol e o móvel foram posicionados a 1,0 metro de altura do solo. Por medida de controle, foi mantido o sensor nivelado horizontalmente com o auxílio de plataformas e estacas de madeira que foram previamente fixadas no local, conforme metodologia descrita por Felfili & Abreu (1999) e utilizada por Venturoli et al. (2012).

Essa técnica permitiu, por comparação, quantificar a quantidade de luz que conseguia atravessar o dossel da árvore até a altura dos sensores, e também, a quantidade de luz fotossinteticamente ativa (RFA) que estava chegando às diferentes posições na pastagem.

Ao mesmo tempo foi realizadas análises de luz com uma avaliação meteorológica, usando a miniestação meteorológica WINDMATE WM-300, em que se aferiu a temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar, sendo estas também, coletadas e anotadas de hora em hora. Após foi tabelado os resultados e avaliadas as médias referentes a cada período e componente meteorológico (Figura 5.3).



**Figura 5.3.** Aferição de temperatura (C°), umidade relativa do ar (UR%) e velocidade do vento (km) entre renques do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta estudado.

Toda amostragem de dados foi realizada em dois períodos distintos – época seca (novembro/2015) e chuvosa (abril/2015). Na estação seca, os dias avaliados eram ensolarados e sem nuvens, e na estação chuvosa, apesar de ensolarado, muitas nuvens cobriam o céu em determinados períodos ao longo do dia. Esses dois períodos foram realizados devido a vários estudos mostrarem diferenças de resultados referentes às épocas de coleta dos dados, portanto, foi entendido como importante fazer a coleta nos dois períodos, para identificar as diferenças reais nos resultados desse ILPF no centro oeste do Brasil e fazer as devidas comparações com outros trabalhos.

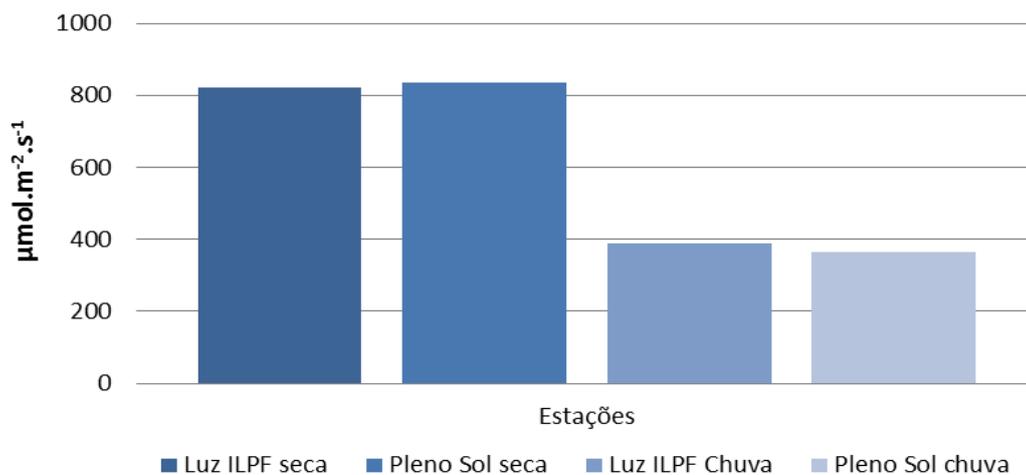
Para verificar o ajuste entre os dois medidores de luz, foi realizada regressão linear simples e verificado o coeficiente de regressão ( $R^2=0,999$ ), a partir dessa análise os equipamentos apresentam leituras comparáveis entre as áreas. Para verificar a diferença de intensidade luminosa em cada localidade, foi realizada regressão múltipla, com 95% de significância estatística, da diferença de intensidade luminosa do equipamento controle (ambiente externo ao ILPF) com o do ponto avaliado (Ponto 1: entre as plantas da linha do eucalipto, Ponto 2: a 5 metros das plantas de eucalipto; Ponto 3: a 10 metros das plantas de eucalipto e Ponto 4: a 15 metros das plantas de eucalipto). Quanto maior diferença entre os valores dos equipamentos, menor é a chegada de intensidade luminosa no ambiente avaliado. Foram comparados diferentes pontos, em diferentes horários (9:45 as 17:45) do dia e diferentes estações climáticas (seca e chuva).

### 5.3 RESULTADOS

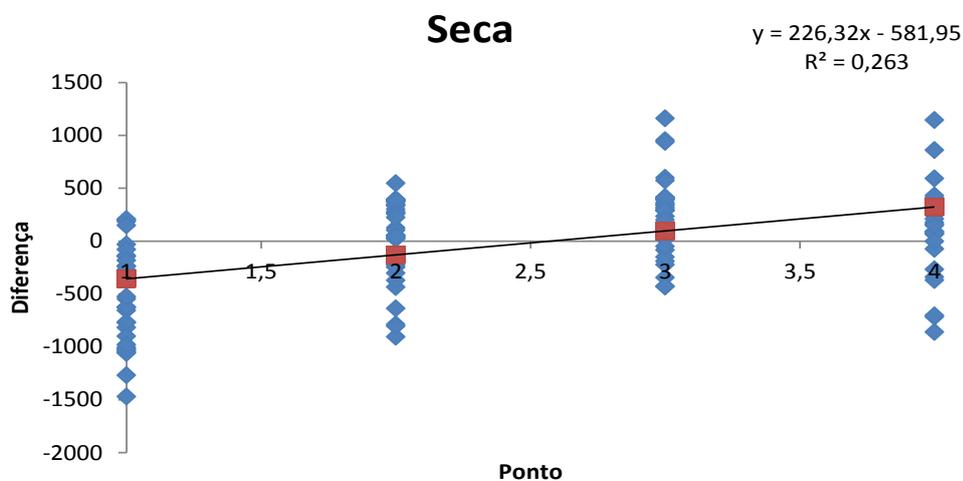
Os resultados de RFA coletados em densidade de fluxo de fótons (DFF) para a avaliação a pleno sol variaram ao longo do dia de  $2,23 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  a  $1622,4 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . E na avaliação no sistema ILPF variou de  $1,49 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  a  $1915,6 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , ambos valores foram interceptados no mesmo horário, sendo o menor valor às 17:45 e o maior valor às 13h45. Também foi observado, que ambos maiores valores foram interceptados no período seco, e os menores no período chuvoso.

No período de seca foi obtida média total de  $821,17 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  para a avaliação no sistema ILPF e de  $835,84 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  na avaliação a pleno sol. Já no período de chuva obteve-se média total de  $390,1 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  para a avaliação no sistema ILPF e de  $363,08 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  na avaliação a pleno sol. Demonstrando maior DFF no período de seca, porém, com variação maior variação do DFF no período chuvoso (Figura 5.4).

De acordo com as análises estatísticas realizadas para este estudo não houve diferença nas estações/períodos (seca e chuva), como também, não houve nos horários de coleta. Por outro lado, houve diferenças nos pontos amostrados neste estudo, sendo os pontos com maior percentual de incidência luminosa: pontos 3 (a 10 metros do renque) e 4 (a 15 metros do renque), vide nas Figuras 5.5 e 5.6.

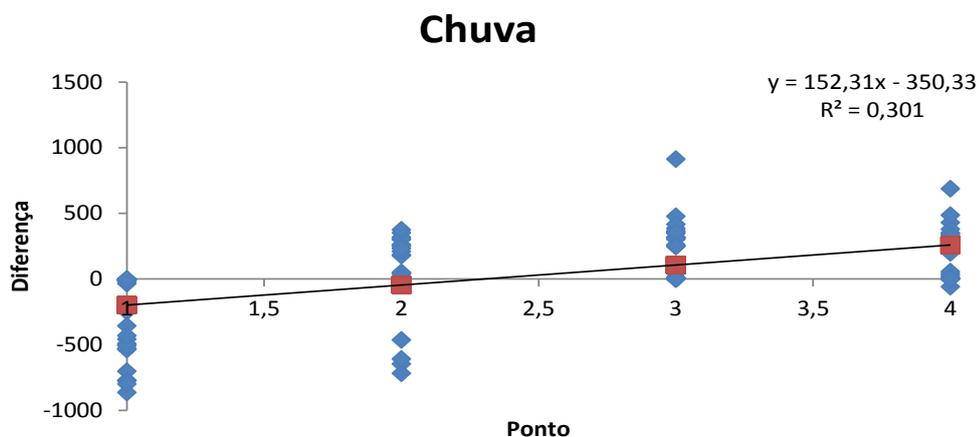


**Figura 5.4.** Densidade de fluxo de fótons – DFF para a avaliação Luz ILPF e para avaliação a pleno sol nas duas estações (seca e chuva).



**Figura 5.5.** Diferença de incidência solar (RFA) entre os pontos amostrados no período de seca em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em Cachoeira Dourada, Goiás.

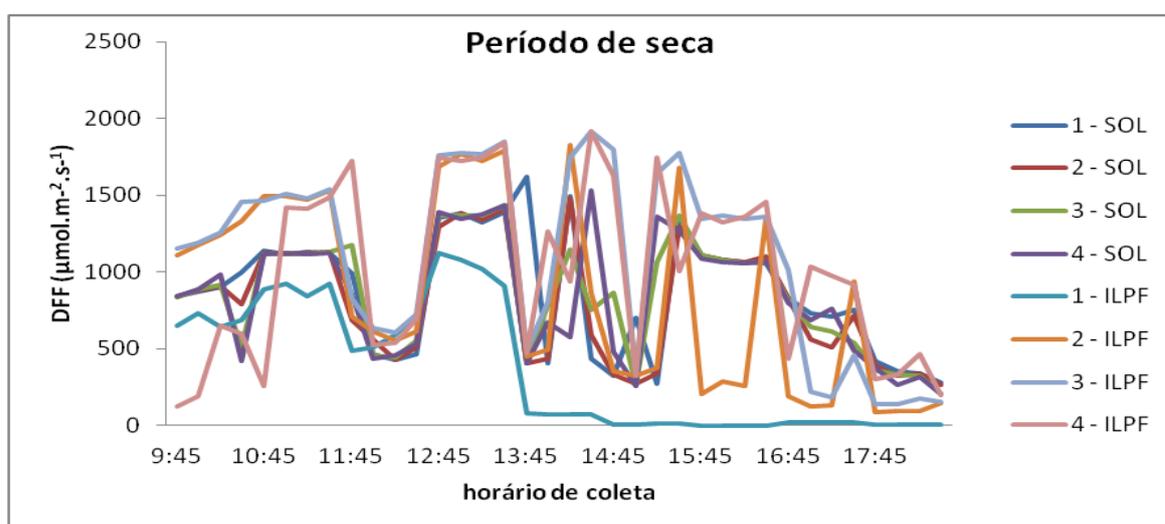
Assim como as análises realizadas no Capítulo 4 (página 71) na produtividade da forrageira estudada, os resultados obtidos neste capítulo também demonstraram maior porcentagem de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) nos pontos referentes mais ao centro da pastagem do sistema ILPF. Ocorrendo assim, percentual de 26% de aumento de radiação RFA a cada metro em direção ao centro da pastagem no período de seca (Figura 5.5). Já no período de chuva o aumento foi de 30% de incidência (Figura 5.6).



**Figura 5.6.** Diferença de incidência solar (RFA) entre os pontos amostrados no período de chuva em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em Cachoeira Dourada, Goiás.

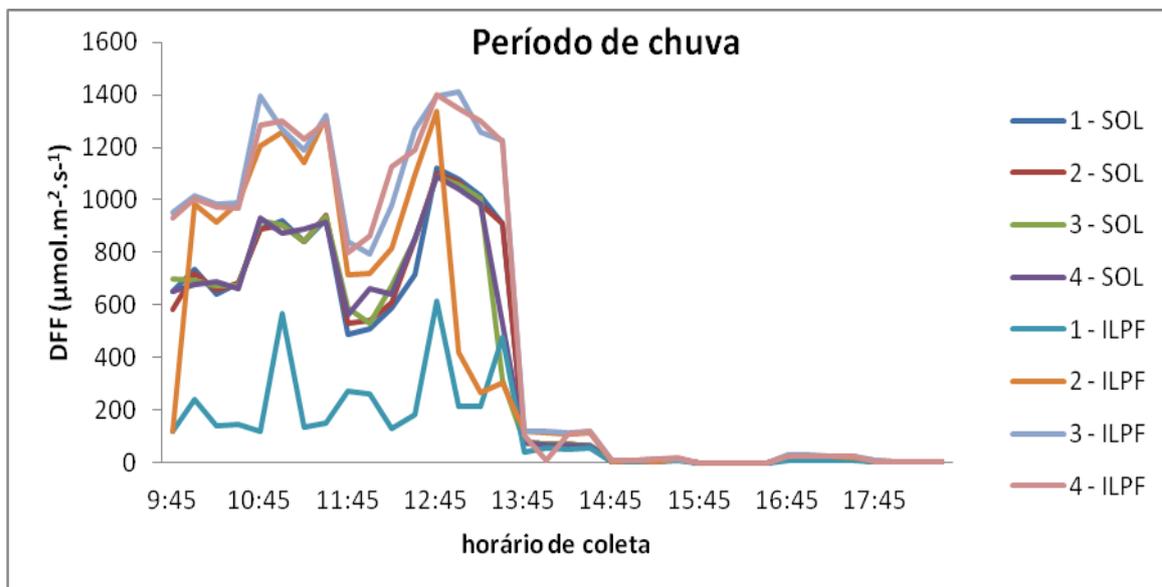
Nas Figuras 5.7 e 5.8 observamos as comparações entre as análises de DFF a pleno sol e nos pontos no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Notou-se na figura 5.7 que não houveram muitas alterações entre os dados a pleno sol e no ILPF, mostrando apenas uma diferença no ponto 1 ILPF com valores menores, sendo este dado algo esperado, visto que o ponto se trata de local sombreado por estar dentro do renque.

Na Figura 5.8 foi observado que o período de chuva influenciou nos resultados, em que há uma variação grande nos horários de coleta. Sendo o período da manhã com DFF maior, e no período da tarde com DFF bem baixas, ou seja, ocorreu uma influencia das chuvas que ocorreram no período vespertino no dia da coleta.



**Figura 5.7.** Densidade de fluxo de fótons no período de seca com amostragem nos pontos 1, 2, 3 e 4 a pleno sol (SOL) e dentro do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) em Cachoeira Dourada, Goiás.

A aferição dos dados meteorológicos coletados no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta revelou que no período de seca a temperatura média foi mais alta com  $34,4^{\circ}\text{C}$  contra  $30,7^{\circ}\text{C}$  do período chuvoso. Já a umidade relativa média do ar foi maior no período chuvoso com  $67,5\%$ , contra  $50,2\%$  na seca. Por fim a velocidade média do vento chegou a  $1,3\text{ km/h}$  nos dois períodos verificados (seca e chuva).



**Figura 5.8.** Densidade de fluxo de fótons no período de chuva com amostragem nos pontos 1, 2, 3 e 4 a pleno sol (SOL) e dentro do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) em Cachoeira Dourada, Goiás.

Mesmo a média de temperatura sendo mais alta na seca, o valor mais alto verificado foi no período chuvoso com  $40,5^{\circ}\text{C}$  às 11h35min. Quanto a menor temperatura do período chuvoso foi o que também apresentou menor valor com  $25,2^{\circ}\text{C}$  às 17h35min (Tabela 5.1).

O mesmo resultado verificado com a temperatura ocorreu com a umidade relativa do ar. Sendo o resultado de maior e menor percentual de umidade relativa do ar ocorrendo no período chuvoso ( $84,3\%$  e  $47,4\%$ , respectivamente, Tabela 5.1). Sobre a velocidade do vento registrada obtivemos maiores e menores valores parecidos nos dois períodos.

Os resultados referentes a meteorologia revelam que não houve diferenças discrepantes nas avaliações nos dois períodos de seca e chuva, de forma, que se observou que os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) contribuem para um conforto térmico no ambiente.

**Tabela 5.1.** Valores obtidos de hora em hora com a miniestação meteorológica WINDMATE WM-300 para temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em Cachoeira Dourada, Goiás, na Fazenda Boa Vereda (2015).

Horário	Temperatura (C°)		Umidade Relativa do Ar (%)		Velocidade do Vento (km/h)	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
<b>9h35</b>	33,7	29,4	56,7	73,0	2,0	1,7
<b>10h35</b>	33,2	31,6	57,2	66,0	0,5	3,4
<b>11h35</b>	35,6	40,5	47,8	47,4	0,0	0,4
<b>12h35</b>	34,0	36,2	48,7	49,9	1,8	0,4
<b>13h35</b>	34,9	30,7	47,8	66,4	0,5	0,0
<b>14h35</b>	34,6	26,6	47,7	70,1	1,2	2,5
<b>16h35*</b>	34,9	25,7	47,8	82,6	0,5	1,7
<b>17h35</b>	34,6	25,2	48,1	84,3	3,5	0,0

\* Exclusão de dado referente ao horário 15:35 devido ao momento de coleta da estação chuvosa estar chovendo e não foi possível utilizar a miniestação meteorológica.

#### 5.4. DISCUSSÃO

Como observado nos resultados, o centro da pastagem foi o local com maior radiação fotossinteticamente ativa, mostrando que este local é o de maior produtividade. Gurevitch et al. (2009) explana que quanto mais luz estiver disponível para captura, maior é a taxa fotossintética, que cresce até atingir um platô na maioria das espécies.

O limite de radiação mínima para a sobrevivência das plantas vasculares, em geral, está entre 0,5% - 1% da radiação solar total incidente (Larcher, 2004). Oliveira et al. (2007) estudando o efeito de diferentes arranjos na radiação que atingia o sub-bosque de eucaliptos e a pastagem em sistema agrossilvipastoril, encontraram que maiores entrelinhas de árvores foram as mais iluminadas e por mais tempo. Independentemente da idade do componente arbóreo, o arranjo mais amplo sempre apresentará maior luminosidade no meio da entrelinha. A argumentação destes autores vai de encontro com os resultados sistema de ILPF estudado, pois este possui o arranjo mais amplo indicado pelos autores [4(3 × 3 m) + 22 m].

Corroborando com os resultados que mostram que a cada metro ao centro do renque a incidência de RFA aumenta, e, portanto, aumenta também a produtividade do cultivo no local. Rodrigues et al. (2014) concluíram em seu estudo com o sistemas agrossilvipastoris que os arranjos espaciais influenciam a produção e valor nutritivo do

capim-braquiária sendo que o arranjo espacial utilizando no trabalho foi de 20×(3×2)m proporciona melhor produção massa seca.

Estudando uma pastagem de *U. brizantha* arborizada, Rakocevic & Ribaski (2002) registraram respostas morfológicas provocadas pelo regime de radiação solar predominante no plano de pastagem, e que a restrição de radiação fotossinteticamente ativa causada pelo sombreamento somente se tornou crítica para a fotossíntese líquida quando estabeleceu-se estresse hídrico, acentuando a competição interespecífica. Neste estudo o período de seca, mesmo sendo o período de maior preocupação dos pecuaristas no centro-oeste brasileiro, foi o que apresentou maior índice de DFF, e nenhum estresse hídrico aparente.

Para a época de seca, Andrade et al. (2014) afirmaram que há menor nebulosidade na atmosfera, ou seja, poucas nuvens cobrindo o céu, como também onde se registra as altas incidências de radiação solar. Neste estudo, mesmo havendo no período chuvoso menor incidência de RFA, Porfírio-da-Silva (2001) registrou em seus estudos um incremento do índice de área foliar das forrageiras nas regiões centrais entre os renques de árvores.

Estudos de modificações microclimáticas em sistemas silvipastoris com grevilea na região noroeste do Paraná realizados por Porfírio-da-Silva (1998) foi observado que, apesar de atenuar o fluxo de radiação fotossinteticamente ativa para o sub-bosque, a presença das espécies arbóreas contribuiu para o aumento da produtividade de matéria seca da pastagem nas áreas sob as copas das árvores. O estudo concluiu ainda, que o sistema silvipastoril proporcionou uma série de melhorias no ambiente, tais como: menor perda de umidade do solo, menor amplitude térmica diária, diminuição da velocidade dos ventos, melhoria do conforto térmico para os animais. Legitimando os resultados de microclima obtido também neste estudo. Para o componente pecuário, a ILPF proporciona microclima favorável ao aumento do índice de conforto térmico para os animais à sombra das árvores, ao contrário da exposição à insolação direta (Garcia et al., 2011; Silva et al., 2011).

## 5.5 CONCLUSÕES

- Não houve diferença nas análises entre os períodos (seca e chuva) amostrados. Nos pontos amostrados (1 - dentro do renque, 2 – a 5 m do renque, 3 – a 10 m do renque, 4 – a 15 m do renque) houve diferença, estabelecendo um padrão anual de 56% de aumento de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) a partir dos pontos a 10 e 15 metros do renque.

- Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) apresentam microclima diferenciado, com temperatura amena, retém umidade e são bons quebra vento, ou, também conhecidos, efeito barreira de árvores.

## 5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERLY, D. D.; BAZZAZ, F. A. Seedling crown orientation and interception of diffuse radiation in tropical forest gaps. **Ecology**, p. 1134-1146, 1995.
- ANDRADE, A. M. D. de; MOURA, M. A. L.; DOS SANTOS, A. B.; CARNEIRO, R. G.; SILVA, R. S. da. Radiação fotossinteticamente ativa incidente e refletida acima e abaixo do dossel de floresta de mata atlântica em Coruripe, Alagoas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29, n. 1, p. 68-79, 2014.
- BROCK, T.D. Calculating solar radiation for ecological studies. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 14, p. 1-19, 1981.
- CARTER, R.E.; KLINKA, K. Variation in shade tolerance of Douglas-fir, western hemlock, and western red cedar in coastal British Columbia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 55, p. 87-105, 1992.
- DIAS FILHO, M. B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, p. 789-796, 1997 2000.
- FELFILI, J. M.; ABREU, H. M. Regeneração natural de *Roupala montana* Aubl., *Piptocarpha macropoda* Back. E *Persea fusca* Mez. em quatro condições ambientais na mata de galeria do Gama - DF. **Cerne**, v.5, n.2, p.125-132, 1999.
- 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.
- GAZOLLA-NETO, A.; AUMONDE, T. Z.; PEDÓ, T.; OLSEN, D.; VILLELA, F. A. Ação de níveis de luminosidade sobre o crescimento de plantas de maria-pretinha (*Solanum americanum* Mill.). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 11, n. 1, 2013.
- GUREVITCH, Jessica; SCHEINER, Samuel M.; FOX, Gordon A. **Ecologia vegetal**. Artmed, 2009.
- KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. The Physiological Ecology of Woody Plants. **Tree Physiology**, v. 8, n. 2, p. 213-213, 1991.
- OLIVEIRA, T. D.; MACEDO, R. L. G.; SANTOS, I. D.; HIGASHIKAWA, E. M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 748-757, 2007.
- 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. 2011.

Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema. agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46(10), 1176-1183.

PAEZ, A.; PAZ, V.; LÓPPEZ, J. C. 2000. Crecimiento y respuestas fisiológicas de plantas de tomate cv. Rio Grande en la época mayo-julio. Efecto del sombreado. **Revista da Faculdade de Agronomia**, 17: 173-184.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Arborização de pastagens como prática de manejo ambiental e estratégia para o desenvolvimento sustentável do Paraná. In: CARVALHO, M.M. et al. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. p.235-255.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Modificações microclimáticas em sistema silvipastoril com *Grevillea robusta* A. Cunn ex. R. Br. na região noroeste do Paraná**. 1998. 152 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, SC, 1998.

RAKOCEVIC, M.; RIBASKI, J. Propriedades fisiológicas e estruturais de braquiária (*Braquiaria brizantha* Hochst. ex A. Rich) em consórcio com eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook.) em um sistema silvipastoril no noroeste do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. Sistemas agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos: sustento da vida e sustento de vida: **Anais...** Ilhéus: CEPLAC, 2002.

ROZADOS-LORENZO, M. J.; GONZALEZ-HERNANDEZ, M. P.; SILVA-PANDO, F. J. Pasture production under different tree species and densities in an Atlantic silvopastoral system. **Agroforestry Systems** 70, 53-62, 2007.

SILVA, C. C. M. F.; ROSSIELLO, R. O. P.; PACIULLO, D. S. C.; GOMES, D. M. S.; CARVALHO, C. A. B.; RIBEIRO, R. C. Atributos morfofisiológicos e fitomassa de *Brachiaria decumbens* em um sistema silvipastoril. **Revista Ciências da Vida**, v. 31, n. 2, p. 87-95, 2011.

VENTUROLI, F.; FRANCO, A. C.; FAGG, C. W.; FELFILI, J. M. Regime de luz em uma floresta estacional semidecídua sob manejo, em Pirenópolis, Goiás. **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, p. 1135-1144, 2012.

## 6 CONCLUSÕES GERAIS

Com a realização deste estudo baseado nas avaliações da biomassa acumulada, nutrientes, radiação solar e produtividade em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no Cerrado central, pode-se inferir que:

- Não houve diferença entre os locais de coleta (entre plantas e entre linhas). A biomassa acumulada total é maior na época seca. O componente folha tem representatividade de biomassa acumulada maior nas duas épocas coletadas. A magnitude da biomassa de acúmulo está em ordem decrescente em: folha > galho/casca > miscelânea.
- A magnitude de armazenamento geral dos macronutrientes seguiu a seguinte ordem: Ca > N > Mg > K > P > S. Nos micronutrientes seguiu a seguinte ordem: Fe > Mn > B > Zn > Cu.
- Entre as estações climáticas, houve variação de alguns nutrientes como cálcio (Ca) e potássio (K), com a estação seca apresentando serapilheira com quantidades menores destes elementos.
- A melhor produtividade nessa área de estudo ocorre no período chuvoso, que compreende os meses de novembro à abril.
- A maior produção de biomassa (MS) ocorreu nas amostras coletadas à 08 e 12 metros de distância do renque de eucaliptos.
- Não houve diferença nas análises entre os períodos (seca e chuva) amostrados. Nos pontos amostrados (1 - dentro do renque, 2 – a 5 metros do renque, 3 – a 10 metros do renque, 4 – a 15 metros do renque) houve diferença, estabelecendo um padrão anual de 56% de aumento de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) a partir dos pontos a 10 e 15 metros do renque.
- Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) apresentam microclima diferenciado, com temperatura amena, retém umidade e são bons quebra vento.