

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PRODUTIVIDADE E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE  
SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-  
FLORESTA, EM CAMPO GRANDE, MS

Acadêmico: Karen Keli Barbosa Abrantes

Aquidauana-MS  
Agosto, 2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PRODUTIVIDADE E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE  
SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-  
FLORESTA, EM CAMPO GRANDE, MS

Acadêmico: Karen Keli Barbosa Abrantes  
Orientadora: Luísa Melville Paiva

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia”

Aquidauana-MS  
Agosto, 2015

A143p Abrantes, Karen Keli Barbosa

Produtividade e avaliação econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em Campo Grande, MS/  
Karen Keli Barbosa Abrantes. Aquidauana, MS: UEMS, 2015.  
61f.

Dissertação (Mestrado) – Zootecnia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2015.

Orientadora: Profa. Dra. Luísa Melville Paiva.

1. Lavoura - produtividade 2. Lavoura – avaliação econômica 3. Sistemas de integração I. Título

CDD 23.ed. - 630

Dedico aos meus pais, José e Lenilda Barbosa, por tudo que vocês abdicaram para que hoje eu pudesse estar aqui, sem o apoio e ajuda de vocês nada disso seria possível.

## **AGRADECIMENTOS**

Rendei graças ao Senhor porque Ele é Bom! Aquele que estava no princípio, minha fonte de inspiração e de direção todos os dias.

Obrigada ao meu companheiro aventuras, que não poderia estar fora dessa, que sempre me incentiva, me motiva, me mostra sempre que é possível seguir mais um milha com alegria, meu esposo Glaucio.

À professora Dra. Luísa Melville Paiva, pelo convite, pelo privilégio da parceria, pela amizade, pela compreensão, pelas risadas e pelas repreensões que me fizeram uma pessoa melhor.

Ao Dr. Roberto Giolo de Almeida, pela confiança, pela solidariedade, pela parceria, pelo privilégio de poder conhecê-lo e trabalhar ao seu lado.

Aos meus pais, José Barbosa e Lenilda, que sempre acreditam nos meus projetos, e minha irmã que mesmo longe estão longe me acompanham em todas as horas.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal no Cerrado Pantanal, por aceitarem o desafio de terem entre seus pós-graduandos uma Engenheira Florestal.

Aos professores engenheiros florestais Edilson Urbano, Filipe do Prado Valadão Cacao que me auxiliaram com tanta destreza, seja no trabalho duro de campo quanto no intelectual de correção e processamento dos dados, que estão sempre prontos a ajudar, vocês são mais que profissionais, são meus irmãos, e suas respectivas famílias pela compreensão.

Aos colaboradores da EMBRAPA, Paulino e Odivaldo, que sempre nos recebiam com alegria e nos auxiliavam nas medições.

A todos os professores da Pós-Graduação com quem tive o privilégio de aprender e compartilhar experiências, muitos que tiveram o trabalho de adaptar suas disciplinas para que melhorasse o meu aprendizado, foi um prazer estar com vocês nesse tempo.

À EMBRAPA Gado de corte que gentilmente nos forneceu todo o apoio e infraestrutura necessária para elaboração do projeto.

À Laura Castro, minha colega de medições, que mesmo com a distância atual, devo meu agradecimento.

À FUNDECT, pela concessão da bolsa para auxílio nos estudos e desenvolvimento do projeto.

A todos os meus alunos da Engenharia Florestal, em especial Fabíola Arnas Kuttert, minha parceira de campo, saibam que vocês são uma fonte importante de inspiração para que cada dia eu possa ser uma profissional melhor. Muito obrigada pela compreensão em todas as vezes que foi necessário.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	viii
<b>ABSTRACT</b>	ix
<b>CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS</b>	1
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA	2
OBJETIVOS	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
<b>CAPÍTULO 2 – ESTIMATIVA DO ESTOQUE VOLUMÉTRICO DE MADEIRA EM DOIS SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA EM CAMPO GRANDE, MS.</b>	23
RESUMO	23
ABSTRACT	23
INTRODUÇÃO	23
MATERIAL E MÉTODOS	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
<b>CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA EM CAMPO GRANDE, MS.</b>	34
RESUMO	34
ABSTRACT	35

INTRODUÇÃO	36
MATERIAL E MÉTODOS	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>51</b>

## RESUMO

O uso de sistemas agroflorestais é uma alternativa para produção sustentável de múltiplos produtos em uma mesma área. Objetivou-se avaliar a produtividade e a viabilidade econômica, com ênfase no produto madeireiro, de dois sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Foram estudados dois arranjos estruturais: ILPF<sub>1</sub>, com espaçamento de 14 m x 2 m e densidade de 357 árvores/ha, e ILPF<sub>2</sub>, com espaçamento de 22 m x 2 m e densidade de 227 árvores/ha. Foi realizada a medição do Diâmetro à Altura do Peito (DAP) de 100% das árvores dos dois sistemas, e da altura total aleatória de algumas árvores, assim como a cubagem rigorosa em classes diamétricas. O teste t indicou não haver diferença significativa entre as médias de DAP e de altura das árvores nos dois sistemas, tornando possível o ajuste de uma única equação de altura e outra de volume para os dois sistemas. Foram testados quatro modelos hipsométricos e seis modelos volumétricos. Com base no coeficiente de determinação ajustado, erro padrão da estimativa e análise gráfica de resíduos, escolheu-se a equação representada pelo modelo de Trorey para estimar alturas e a equação representada pelo modelo de Schumacher-Hall para estimar volume. A produtividade aos 6 anos de idade foi de 141,74 m<sup>3</sup>/ha para o ILPF<sub>1</sub> e de 90,904 m<sup>3</sup>/ha para o ILPF<sub>2</sub>. Para a análise econômica considerou-se uma rotação econômica de 7 anos e foram utilizados os métodos do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa interna de retorno (TIR), Razão receita/custo (R) e payback. O ILPF<sub>1</sub> se mostrou viável até a taxa de juros de 10% a.a., enquanto que o ILPF<sub>2</sub> se mostrou viável até taxas de juros de 14% a.a., sendo que o ILPF<sub>2</sub> apresentou maiores valores de VPL que o ILPF<sub>1</sub>. A TIR apresentou um valor de 11% para o ILPF<sub>1</sub> e 15% para o ILPF<sub>2</sub>. A razão/receita custo (R) foi positiva para os dois sistemas, representando que a cada R\$ 1,00 investido foi produzida uma receita de R\$ 1,34 para o ILPF<sub>1</sub> e R\$ 1,38 para o ILPF<sub>2</sub>. De acordo com o payback, o tempo de retorno do investimento é de 4 anos e 5 meses para o ILPF<sub>2</sub> e de 6 anos e 2 meses para o ILPF<sub>1</sub>. Assim, ambos os sistemas se mostraram viáveis economicamente, porém o ILPF<sub>2</sub> apresentou maior viabilidade segundo os indicadores analisados.

**Palavras chaves:** estoque volumétrico, indicadores econômicos, sistemas agroflorestais.

## ABSTRACT

Agroforestry systems has become a sustainable alternative to produce multiple products in a same cultivated area. This study aimed to evaluate the productivity and economic feasibility of two integrated crop-livestock-forestry systems in Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Two structural arrangement was evaluated: ILPF<sub>1</sub>, with 14m x 2m of spacing containing 357 trees/ha, and ILPF<sub>2</sub> with 22 m x 2m of spacing containing 227 tree/ha. The measurements of diameter at breast height (DBH) were taken from all trees of both systems, the total height was measured from only a portion of each population, as well as the tree volume in each diameter class. The t test indicated that there was no significant difference between the mean DBHs and mean heights of the evaluated systems, thus allowing to fit a unique equation for modelling height and volume for both arrangement. Four hipsometric models and six volumetric models were tested. Based on adjusted adjusted coefficient of determination, standard error of estimate and residual graphical analysis, the model of Trorey was chosen to estimate heights and Schumacher-Hall to model the volume. At the sixth year, ILPF<sub>1</sub> in ILPF<sub>2</sub> presented a productivity of 141,74 m<sup>3</sup>/ha and 90,904 m<sup>3</sup>/ha, respectively. The economic rotation was 7 years, and Economic Analisis used the following methods: Net Presente Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Benefit Cost Rate (R) and Payback. The ILPF<sub>1</sub> was feasible up to 10% per year of interest rate, and ILPF<sub>2</sub> up to 14% per year of interest rate. ILPF<sub>2</sub> presented greater values of NPV than ILPF<sub>1</sub>. The IRR to ILPF<sub>1</sub> and ILPF<sub>2</sub> was 11% and 15%, respectively. The Benefit Cost Rate (R) values for both systems were positives, showing that the investment of every R\$ 1,00, returned an income of R\$ 1,34 from ILPF<sub>1</sub> and R\$ 1,38 from ILPF<sub>2</sub>. The payback indicated that the time period required to recover the initial cost in ILPF<sub>2</sub> was 4 years and 5 months and in ILPF<sub>1</sub>, 6 years and 2 months. Therefore, both systems were economically feasible, however ILPF<sub>2</sub> presented greater feasibility according to the economic indicators.

**Key words:** volumetric stock, economic indicators, agroforestry.

## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **INTRODUÇÃO**

De acordo com as Nações Unidas, cerca de 805 milhões de pessoas passam fome no mundo e para a redução desse dado são necessárias ações integradas de investimento público e privado, dentre elas aumentar a produtividade agrícola, o acesso a insumos e o acesso à terra. (FAO, 2014). O Brasil é um dos países que tem maior potencial para suprir essa demanda, em função da disponibilidade de terras, porém a abertura de novas áreas tem se tornado inviável, e uma alternativa seria aumentar a eficiência produtiva das áreas já utilizadas (BALBINO, 2011).

No Brasil, aproximadamente 355 milhões de hectares são direcionados para a produção agropecuária, sendo 50% deles ocupados por pastagem e o restante se divide entre florestas (28%) e lavoura (22%) (OLIVEIRA et al., 2013). Oitenta por cento dos 120 milhões de hectares com pastagens do país se encontram em algum nível de degradação, acarretando impactos negativos ao meio ambiente, como a contaminação dos recursos hídricos e perdas de camadas produtivas de solo que comprometem sua sustentabilidade (BABILÔNIA, 2013; BARCELLOS; VILELA, 2001).

Para que seja possível aumentar a produção de alimentos sem aumentar a necessidade de abertura de novas áreas, faz-se necessário utilizar de forma sustentável os recursos naturais e as terras agrícolas existentes, e uma das opções são os sistemas agroflorestais, em que é possível produzir de forma simultânea gêneros alimentícios para seres humanos e animais, forragem, lenha e frutas. Dentre todas as vantagens do uso de sistemas agroflorestais estão a garantia da segurança alimentar e um menor custo de produção de alimentos, além da manutenção da cobertura florestal que é de importância econômica e ecológica (SWAMINATHAN, 1987).

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) são uma alternativa sustentável e desde que manejados corretamente, podem ser utilizados para recuperar áreas degradadas e conseqüentemente diminuir a

pressão para abertura de novas áreas, através da adoção de práticas conservacionistas, como princípios de manejo integrado de pragas, conservação do solo e da água e zoneamento agroecológico (BALBINO, 2011).

Os ILPF's são modelos que integram as atividades agrícolas, pecuárias e florestais em uma mesma área, seja de forma sequencial ou simultânea. Esses modelos buscam se beneficiar das interações entre os componentes do sistema, de forma a atender a requisitos ambientais, sociais e econômicos (BALBINO, 2011). Das muitas vantagens que esses sistemas podem oferecer para o produtor, estão a diversificação da renda com a possibilidade de comercialização de múltiplos produtos (carne, ovos, leite, lenha, madeira, grãos, etc.).

Para garantir o sucesso dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta são necessárias várias análises, dentre elas uma análise de viabilidade econômica. Tal análise visa determinar com antecedência a execução do projeto, por meio de indicadores econômicos, se a implantação do sistema é ou não economicamente viável, assim sendo um diagnóstico ou uma ferramenta de tomada de decisão para o produtor.

Assim, com esse trabalho objetivou-se avaliar a viabilidade econômica com ênfase na exploração dos produtos madeireiros, de dois sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta situados em Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### **Demanda por alimentos *versus* a degradação dos solos**

A Organização das Nações Unidas (ONU) que trabalha com o combate à fome e a miséria no mundo, estipulou cinco temas que considera como chaves para promover o desenvolvimento sustentável, que são: água, energia, saúde, agricultura e biodiversidade (OBJETIVOS DO MILÊNIO, 2015). Para todos esses temas, os sistemas agroflorestais são vistos como potenciais para atingir esse objetivo, uma vez que é possível através deles aumentar a produção de alimentos em zonas menos favorecidas pela adoção de práticas que diminuem

a degradação dos solos, da biodiversidade e dos recursos hídricos. A integração com árvores pode gerar ainda renda para comunidades rurais e auxiliá-las no combate às mudanças climáticas (GARRITY et al., 2006).

Cerca de 24 bilhões de toneladas de solo férteis estão se tornando inutilizáveis anualmente, principalmente, pela adoção de modelos de agricultura e pecuária que não adotam técnicas de manejo e conservação dos solos (HEINRICH BOLL STIFTUNG, 2015). Muitos são os motivos pelos quais ocorre degradação do solo, dentre eles os principais são o esgotamento de nutrientes do solo, e as perdas por erosão.

Em um solo de boa fertilidade da África Subsaariana, as perdas de nutrientes na camada de solo erodido, chegam à ordem de 0,2% de N, 0,1% de  $P_2O_5$  e 0,2% de  $K_2O$ , do total de nutrientes presentes no solo ( $t \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ ) (FAO, 2003). No Quênia, o balanço de nutrientes em um solo foi de -38kg/ha de N, 0 kg/ha de P e -23 kg/ha de K, atribuídos principalmente a erosão como principal causa para o desequilíbrio (ROY et al., 2003). Isso se deve principalmente ao fato de que durante décadas, principalmente, os pequenos agricultores têm retirado grande quantidade dos nutrientes do solo, sem repor esses nutrientes para sua reconstituição (SANCHEZ, 2002).

No Brasil, principalmente nos biomas amazônico e o cerrado, por muitos anos as atividades pecuárias se estabeleceram em áreas onde a mata era derrubada e a matéria orgânica acumulada ao longo dos anos no solo era utilizada como fonte exclusiva de nutrientes para as forrageiras. Após a exaustão do solo, novas áreas eram abertas para a criação do gado, repetindo se o ciclo. Porém, com aumento da pressão para diminuir o desmatamento e intensificar o uso das terras, se tornou fundamental a adoção de sistemas produção agropecuários mais sustentáveis (MAGALHÃES et al., 2004).

Aproximadamente 4,5% da área total do bioma pantanal ( $6000 \text{ km}^2$ ), um dos biomas presentes no estado do Mato Grosso do Sul, é ocupada com pastagens de baixa produtividade e qualidade nutricional (HOGAN et al., 2000). O manejo inadequado dessas pastagens, principalmente, em função de altas taxas de lotação tem gerado grandes perdas de produtividade e tem sido considerada como barreira a atividade pecuária sustentável (OLIVEIRA, 2013).

O Pantanal está dividido em sub-regiões, de acordo com características de inundação, relevo, solo e vegetação, e são: Cáceres, Aquidauana, Paraguai, Nabileque, Paiaguás, Nhecolândia, Barão de Melgaço. Poconé, Abobral, Porto Murtinho e Miranda (SILVA et.al., 1998) e apresenta extrema importância para a produção de bovinos do País, sendo representado por três cidades dentre os 20 municípios com maior efetivo de bovinos do País (IBGE, 2013).

### **Sistemas agroflorestais**

Sistemas agroflorestais (SAF's) são sistemas onde é possível integrar plantas perenes como cultivos agrícolas e animais, promovendo interações econômicas e ecológicas entre os componentes madeireiros e não madeireiros e mantendo a diversidade do local (SWAMINATHAN, 1987).

Os SAF's são utilizados e praticados a centenas de anos em diversos países como Quênia, Índia, países da América Central e América do Sul, e os mais comuns são: o modelo de agricultura itinerante (ou migratória), os Homegardens ou multiestratos, Taungya e mais recentemente os sistemas denominados agrossilviculturais e Alley cropping.

O modelo de agricultura itinerante é provavelmente um dos sistemas agroflorestais mais antigos em que árvores são cultivadas em conjunto com culturas agrícolas, de forma sequencial no tempo e no espaço. Os Homegardens ou plantios multiestratificados são comuns em pequenas propriedades, e são formados pela associação de árvores de maior porte (coco, manga) compondo o estrato superior, arbustos de porte médio (goiaba, café, abacate e banana) compondo o estrato mediano, e culturas anuais (feijão guandu, cebola, pimentão e gengibre) que compõe o estrato inferior. (SWAMINATHAN, 1987).

Utilizado desde o século IXX na Ásia, América Central e África, o modelo Taungya preza pela conservação do solo, cultivando árvores e culturas agrícolas de forma simultânea. As culturas agrícolas são cultivadas até que seu crescimento e desenvolvimento sejam reduzidos pelo fechamento da copa das árvores. Logo após, os agricultores mudam seus cultivos agrícolas para outras áreas, deixando que a floresta retorne ao seu estágio original (SWAMINATHAN, 1987).

No Alley cropping (cultivo em aleias, renques ou faixas) as culturas agrícolas estão distribuídas entre as faixas de árvores ou arbustos, que são podados no momento do plantio da cultura agrícola para aumentar a intensidade luminosa e servir de adubo verde para o componente agrícola (SWAMINATHAN, 1987). Em um sistema em aleias, utilizando faixas de leucena e cereais em comparação com uma área de cerrado aberta, verificou a entrada de nutrientes de diversas vias no sistema (serapilheira da poda das leguminosas, restos culturais, etc.), houve intensificação da adição de nutrientes no cultivo em aléias, resultando em  $126,4 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  de N,  $6,1 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  de P,  $74,5 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  de Ca e  $29,7 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  de Mg, além de um maior aporte nas reservas de matéria orgânica na camada superficial do solo (MAFRA, 1998).

### **Uso de sistemas agrossilvipastoris**

A prática de cultivar árvores em pastagens tem sido desenvolvida a centenas de anos na América Central, sendo praticada tanto nas planícies úmidas quanto nas regiões altas com estações secas bem definidas. Espécies como *Erythrina ssp* (leguminosa) e *Guazuma ulmiflora* em associação com gramíneas, produzem de 2 a 3 anos de forragem, além da possibilidade da utilização dos ramos para lenha (SPEARS, 1987).

Espécies como a Leucena, Gliricidia e Sesbania são utilizadas uma vez que podem fornecer alimento, forragem, fertilizante e combustível, além de diversificarem a renda do produtor, auxiliando na melhora das propriedades físicas e químicas do solo (SWAMINATHAN, 1987). Além de todos esses produtos, os sistemas agrossilvipastoris utilizando espécies leguminosas em associação com gramíneas, são provedores de serviços ambientais como, manutenção da biodiversidade e sequestro e armazenamento de carbono (MENDONÇA et al., 2010).

Na África, os sistemas agrossilviculturais são utilizados tradicionalmente, sendo que durante a estação seca prevalece a atividade pastoril enquanto que na estação chuvosa as mesmas áreas são utilizadas para produção de alimentos. Nesse modelo as espécies arbóreas compostas por arbustos e palmeiras já estão presentes nas áreas e são mantidas ou podem ser cultivadas dependendo da necessidade. As culturas agrícolas, principalmente os cereais

(milho, sorgo e cevada) estão presentes em maior diversidade ou variedade em áreas com maior disponibilidade de recursos hídricos (MAYDELL, 1987).

Os resíduos das culturas agrícolas podem ser utilizados como forragem na estação seca, e o componente arbóreo e os animais são polivalentes, podendo fornecer mais de um tipo de produto. As árvores (combustível, madeira para construção, móveis), o gado (carne, couro e leite), e o esterco seco dos animais como combustível para cocção e para melhorar a fertilidade do solo (MAYDELL, 1987).

No Brasil, em áreas de cerrado, a associação de pastagens com cultivos tem sido implantada desde a década de 1930. A partir da década de 1990, com o aumento da área com pastagens degradadas, a adoção de sistemas de produção integrados foi crescente, principalmente com objetivo de recuperação das áreas de pastagens degradadas e pelas limitações ambientais para abertura de novas áreas a partir de vegetação nativa (KICHEL et al., 2002).

Desta forma, os sistemas agrossilvipastoris propiciam a produção de alimentos e energia, por envolver grãos, carne, leite madeira para móveis, celulose e carvão (MACHADO et al., 2010), e podem ser divididos em três modalidades (BALBINO, 2011):

1. **Integração pecuária-floresta** - sistema silvipastoril que integra o componente animal (pecuária) e florestal.
2. **Integração lavoura-floresta** - sistema silviagrícola em que ocorre a integração de espécies arbóreas com culturas agrícolas (anuais ou perenes). Assim como no ILPF, o componente agrícola pode ser utilizado de diversas formas no tempo.
3. **Integração Lavoura-pecuária-floresta** - sistema agrossilvipastoril, ocorre com a integração de três componentes (lavoura-pecuária-floresta) na mesma área de forma simultânea ou sequencial no tempo. O componente agrícola pode ser utilizado de múltiplas formas, seja na fase inicial de implantação do componente arbóreo ou em outros ciclos.

Por se tratar de um sistema que busca a sustentabilidade da produção, as vantagens desse modelo podem ser separadas de acordo com os aspectos sociais, ambientais e econômicos. Os aspectos sociais estão associados à melhor distribuição da mão-de-obra ao longo do ano, diminuindo o processo de migração das áreas agrícolas, gerando empregos no campo (BALBINO, 2012).

Nos sistemas agroflorestais, espera-se que ocorra uma melhora nas condições ambientais, com menor amplitude térmica, aumento da umidade relativa e redução na velocidade dos ventos, que pode influenciar no comportamento dos animais principalmente em regiões com condições climáticas extremas (BALBINO, 2012). Em um sistema agrossilvipastoril com ovelhas crioulas na região semi árida do Nordeste brasileiro, foi possível obter maior oferta de forragem, pelo uso de resíduos florestais como banco de proteína ou feno de leucena, e observou-se que apesar de não haver diferença no desempenho das matrizes, foi possível a obtenção de três partos em dois anos, permitindo um planejamento mais adequado na oferta de animais para o mercado (CARVALHO et al., 2004).

Segundo Kichel (2002), existem diversas vantagens associadas à adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária que também podem ser associados aos sistemas que agregam o componente arbóreo, como: a melhoria da fertilidade do solo e das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo pelo sistema de rotação entre a cultura agrícola e a forrageira, que promovem a descompactação do solo e a incorporação de matéria orgânica dos resíduos animais e agrícolas.

Com relação as vantagens econômicas dos sistemas, Rodigherí (1997), comparando com os cultivos anuais de feijão, milho, soja e trigo solteiros, conclui que os sistemas agroflorestais apresentaram maior rentabilidade econômica, com redução no consumo de agrotóxicos, diminuindo os riscos técnicos de produção.

No entanto, o uso de sistema de ILPF's ainda apresenta algumas limitações ligadas principalmente ao fator humano, tanto de técnicos capacitados a gerenciar e manejar esses sistemas, quanto da resistência que os produtores rurais apresentarem ao emprego de novas tecnologias. Outras limitações como

o tempo de retorno mais longo do componente florestal, custos com transporte aos mercados consumidores são fatores que, se não gerenciados, podem impedir o avanço e aplicação desse modelo de produção (BALBINO, 2012).

Alguns requisitos importantes na adoção de sistemas de integração se não observados podem limitar o sucesso na adoção dos mesmos em diferentes regiões do país como as condições de solo e climas favoráveis as culturas, uma infraestrutura mínima para produção de grãos como máquinas, equipamentos e instalações, assim como a possibilidade e disponibilidade de terras para arrendamento ou para parceria com produtores tradicionais de grãos (KICHEL et al., 2002).

### **Escolha da espécie forrageira**

Os sistemas de produção animal estão constantemente ameaçados pelo manejo incorreto das forrageiras principalmente pelo número reduzido de espécies forrageiras utilizadas que tendem a aumentar a instabilidade do sistema e conseqüente a degradação (ocorrência de pragas e doenças, presença de plantas indesejáveis, erosão do solo, lixiviação dos nutrientes, etc.) (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2003). Estima-se que as pastagens percam cerca de 6% do seu potencial produtivo/ano e, mesmo que utilizada a espécie forrageira adequada, se não for associada a um manejo eficiente, como uma adubação de manutenção, acarretará em degradação (KICHEL et al., 2012).

A utilização e escolha de forrageiras em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, assim como os demais componentes devem seguir alguns critérios, dentre eles o principal está relacionado à tolerância da espécie ao sombreamento. Em condições de sombreamento, estas espécies tendem a priorizar o crescimento da parte aérea prejudicando o sistema radicular, conseqüentemente atrasando o florescimento (ALMEIDA et al., 2012).

Em um experimento com *Brachiaria decumbens*, foi observado que a baixa luminosidade a que estas estavam expostas promoveu alteração na morfologia e no dossel, o que permitiu aumentar a interceptação luminosa mesmo com um baixo valor de Índice de Área Foliar (IAF) em relação às plantas que estavam a pleno sol (PACIULLO et al., 2007). Isso demonstra que apesar

da possibilidade das forrageiras serem afetadas pelo sombreamento, esse também faz com que a gramíneas quando adaptadas, apresentem melhor valor nutritivo, com maior teor de proteína bruta e melhor digestibilidade da matéria seca.

As gramíneas forrageiras (Tabela 1) tendem a apresentar maior sensibilidade ao sombreamento na fase de estabelecimento do que na fase produtiva, logo o estabelecimento dessas plantas tende a ser mais efetivo no primeiro ano do plantio das árvores do que em sistemas já sombreados (ALMEIDA et al., 2012). As forrageiras leguminosas tendem a ser menos tolerantes ao sombreamento por apresentarem baixa persistência em períodos de sombreamento superiores a dois anos.

Tabela 1. Principais forrageiras (gramíneas e leguminosas) com potencial para uso em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, e sua classificação de acordo com a tolerância ao sombreamento (ALMEIDA et al., 2012).

<b>Forrageira</b>	<b>Grau de tolerância ao sombreamento</b>
<b>Gramíneas</b>	
<i>Brachiaria brizantha</i> (cvs. Marandu, Xaraés e Piatã); <i>Brachiaria decumbens</i> (cv. Basilisk) <i>Panicum maximum</i> (cvs. Aruana, Mombaça e Tanzânia) <i>Panicum spp.</i> (cv. Massai)	Tolerante
<b>Leguminosas</b>	
Estilosantes ( <i>Stylosantes sp.</i> ) Siratro ( <i>Macroptilium atropurpureum</i> )	Baixa tolerância
Calopogônio ( <i>Calopogonium mucunoides</i> ); Centrosema ( <i>Centrosena pubescens</i> ); Puerária ou kudzu-tropical ( <i>Pueraria phaseoloides</i> ).	Média tolerância
Amendoim forrageiro ( <i>Arachis pintoi</i> ).	Tolerante - lento processo de estabelecimento

## **Escolha do componente animal**

O PIB gerado pelo agronegócio brasileiro no ano de 2014 teve uma expansão de 1,59% (CEPEA, 2015), com destaque para o crescimento da pecuária que chegou a 6,91%, representado principalmente pelos bovinos e suínos. Tradicionalmente, a economia do estado do Mato Grosso do Sul está baseada na prática da pecuária, representada em 96 % pelo rebanho de corte (HOGAN et al., 2002). O cerrado, bioma que compõe grande parte do estado, é responsável por uma das maiores produções de carne bovina do país.

Apesar da pecuária ser a principal atividade econômica praticada no estado do Mato Grosso do Sul, dados do IBGE (2013) mostram que a pecuária de bovinos em ordem de importância no estado apresenta-se abaixo dos estados do Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás. Segundo Barcellos e Vilela (2001), 80% das pastagens cultivadas no cerrado apresentam algum grau de degradação, tornando-se incapazes de sustentar níveis de produção aceitáveis.

Considerando-se apenas as fases de recria e engorda de bovinos, a produtividade de carne de uma pastagem em estado de degradação está em torno de  $30 \text{ kg.carne}^{-1}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , em contraste com uma produtividade de  $450 \text{ kg. carne}^{-1}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  de uma pastagem recuperada com sistema de integração lavoura-pecuária (KICHEL et al., 2012).

As informações sobre o desempenho animal em sistemas de integração com árvores ainda são muito reduzidas principalmente sobre os efeitos do sombreamento sobre o componente animal (ALVES, 2012). Alguns resultados de pesquisa mostram que a densidade de sombra deve ser adequada para cada situação, para que não prejudique os objetivos propostos (FERREIRA, 2010). O mesmo autor concluiu que a presença de sombra na pastagem, em forma de bosque ou dispersa na pastagem, evita o estresse térmico de vacas leiteiras criadas a pasto na região Centro Oeste do Brasil.

Em um estudo avaliando o comportamento ingestivo de novilhas aneladas no verão, Souza (2010) observou que nos sistemas sem sombra não houve alteração no tempo de pastejo no período da manhã ou da tarde. Já nos sistemas silvipastoris, o tempo de pastejo foi maior no período da tarde, concluindo que a presença das árvores promoveu alterações no tempo e

frequência de pastejo e ócio entre os períodos da manhã e da tarde, sem influenciar no tempo e na frequência de rinação.

### **Escolha das espécies arbóreas**

Em sistemas de integração, as árvores podem estar distribuídas aleatoriamente na paisagem provenientes da regeneração natural, ou em espaçamento pré-determinados pela introdução de árvores pelo plantio de mudas. Podem ainda estar dispostas em linhas simples, duplas ou triplas, e o desenho deverá ser determinado de acordo com a realidade de cada propriedade rural, principalmente relacionado à utilização dos implementos agrícolas disponíveis (MELOTTO et al., 2013).

A escolha de espécies florestais para serem utilizadas em associação com pastagens deve respeitar uma série de características do componente arbóreo para que esse não cause problema para o animal e a pastagem. Estas características estão relacionadas principalmente às condições ecológicas do local, a facilidade de estabelecimento, a capacidade de fornecer sombra e abrigo e o auxílio no controle a processos erosivos (VILCAHUAMAN et al., 2000).

Outros aspectos que devem ser considerados relacionam-se a susceptibilidade da espécie arbórea a doenças e pragas, o potencial invasor e o efeito deletério que o componente pode exercer na pastagem como excesso de sombra ou serapilheira, além de seu efeito alelopático. O espaçamento das espécies florestais também é um fator importante que deve ser levado em conta, ele deve ser definido considerando-se principalmente as características do solo e disponibilidade hídrica da área, de forma a se obter o máximo rendimento de todos os componentes (MELOTTO et al., 2012).

Nos sistemas de integração lavoura pecuária floresta, podem ser utilizadas diferentes espécies exóticas arbóreas como *Eucalyptus spp.*, *Grevillea robusta* Cunn, *Toona ciliata* M. Roem., *Tectona grandis*, e *Acacia mangium* Wild (MELOTTO et al., 2012), no entanto as espécies do gênero *Eucalyptus* são as mais utilizadas, principalmente em função do grande número de clones adaptados as diferentes regiões e finalidade e seu rápido crescimento. Os efeitos do uso de espécies de *Eucalyptus ssp.* em diversos sistemas

agroflorestais ainda são complexos, como em cercas vivas, podendo promover mudanças na evapotranspiração e no uso da água dos cultivos que estão associados a eles.

Em relação ao microclima, as espécies do gênero *Eucalyptus* também podem promover mudanças significativas, quando comparada às outras espécies arbóreas, uma vez interceptam cerca de 15-20% da precipitação, maior do que as espécies de *Pinus* e menor do que as vegetações mais baixas (POOR; FRIES, 1985). No entanto, essas espécies se comportam de maneira diferente em regiões secas e em áreas irrigadas. No sul da Iugoslávia, no cultivo de Dryland (trigo de sequeiro) associados com árvores, o uso da água foi maior por área comparado com as áreas de cultivo isolada, enquanto que no Senegal, a evaporação de um cultivo de arroz protegido por árvores de espécies de eucalipto foi 40% menor, de forma que as árvores atuaram como barreira de proteção contra os ventos (JENSEN, 1983).

O Mato Grosso do Sul, além da vocação para as atividades de pecuária, possui uma área estimada de 500 mil hectares com sistemas de ILPF (Wruck, 2015). Dessa forma a utilização dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, apresentam grande potencial de desenvolvimento à medida que permitem ao agricultor continuar com sua atividade tradicional aliado ao cultivo das árvores, alternando as fontes de renda da propriedade rural.

### **Inventário florestal**

O plantio de espécies florestais no estado do Mato Grosso do Sul está relacionado principalmente a introdução de espécies exóticas do gênero *Eucalyptus*, para uso nas indústrias de papel e celulose. O Brasil apresenta grande vantagem no cultivo dessas espécies em relação a outros países, em função de suas características edafoclimáticas, apresentando uma produtividade média de 35 a 55 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, ou 6 a 9 m<sup>2</sup>/planta, superior a países como África do Sul, Chile e Portugal (SBS, 2008).

No entanto, para se obter a produtividade esperada, é necessário que sejam realizadas avaliações periódicas do componente florestal. Essas avaliações são realizadas através de técnicas de inventário florestal, os quais

fornecem informações estimadas da quantidade e da qualidade de diferentes recursos florestais em uma determinada área, bem como estimativas de crescimento do povoamento (SOARES et al., 2011).

Essas estimativas ou a avaliação do desenvolvimento florestal são de extrema importância se considerarmos a importância do setor florestal na economia do País, sendo o PIB da indústria de base florestal na ordem de 44,6 bilhões de dólares, representado por uma área de florestas natural de 477,7 milhões de ha e de florestas plantadas de 5,98 milhões de ha, sendo 3,75 milhões de ha ocupados com florestas de eucalipto (SBS, 2008).

Para realização do inventário, são necessários dados do Diâmetro à Altura do Peito (DAP) de todos os indivíduos amostrados e a altura de parte deles, que são utilizados para ajustar uma equação para estimar a altura em função do diâmetro e em seguida outra equação para estimar o volume de madeira da floresta, em função do diâmetro e da altura (CARVALHO, 2010).

São empregadas equações de volume para que se obtenha maior exatidão nas estimativas de volume de parcelas de inventário florestal, e estas devem ser compatíveis com a variação da população inventariada, o que demanda dados de cubagem de árvores-amostra, que pode ser realizada nas árvores abatidas ou em pé (CAMPOS et al., 2013). A cubagem rigorosa é realizada para corrigir os erros na estimativa de volume das árvores, considerando que uma árvore não é um cilindro, com auxílio de expressões matemáticas (SOARES et al., 2012).

Para o ajuste da equação de volume que melhor representa o povoamento florestal inventariado, são utilizados os dados da cubagem rigorosa (DAP, altura total e volume das árvores cubadas). As árvores selecionadas para a cubagem devem apresentar as classes de diâmetro representativas de todo povoamento, e que caracterizem a variância dos volumes dentro do mesmo (CAMPOS et al., 2013).

Dos diversos métodos de cubagem, o método Hohenadl (5 seções) consiste na divisão do fuste, em cinco seções de igual comprimento, os quais são estabelecidos em função da altura total (h) (FIGUEIREDO FILHO;

MACHADO, 2006). As árvores cubadas devem abranger todas as classes de DAP a partir de um diâmetro mínimo especificado, e os dados devem ser coletados em lugares distintos, de forma que a população seja bem representada (CAMPOS; LEITE, 2013).

### **Análise de viabilidade econômica de sistemas agrossilviculturais**

Uma das grandes vantagens associadas ao uso de sistemas de integração está relacionada a possibilidade de o produtor obter multiplicidade de renda ao longo do tempo, em função dos diferentes ciclos de rotação das diferentes culturas que compõe o sistema, como o componente agrícola a curto prazo e o componente florestal a longo prazo. No entanto, é necessário que se realize uma análise econômica do projeto, que permita ao produtor prever os resultados que serão obtidos, e tome as decisões no momento de planejamento da atividade (GUIDUCCI, 2012).

Essa análise envolve o uso de técnicas e critérios de análise que comparam os custos e as receitas inerentes ao projeto, baseadas em um fluxo de caixa. O fluxo de caixa contém as receitas e custos distribuídos ao longo da vida útil do projeto, e consiste em avaliar se as receitas são maiores que os custos (REZENDE et al., 2013).

A renda líquida é entendida como a renda bruta subtraindo-se os custos fixos e variáveis. Para apuração dos resultados do investimento, utiliza-se inicialmente uma análise do fluxo de caixa e alguns indicadores de viabilidade econômica como Valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR), *payback*, etc. (GUIDUCCI, 2012).

Uma particularidade dos sistemas de criação animal (pecuária de leite, de corte, ovino caprinocultura, etc.) está relacionada à geração de subprodutos (carne/ leite) em conjunto com a produção final. Sendo assim, para obtenção da produção final deve se calcular separadamente cada um dos subprodutos, assim como os custos por produto final gerado (GUIDUCCI, 2012).

A viabilidade econômica dos projetos de ILPF está ligada a aspectos como: otimização dos recursos produtivos que estão imobilizados na propriedade rural (terra, máquinas), possibilidade de utilização do resíduo de um

processo como insumo da outra atividade (resíduo animal como adubo para cultura agrícola), diversificação e possibilidade de renda alternativa não apenas com os produtos finais (carne, madeira e grãos), mas com os produtos intermediários como lenha, leite, ovos, entre outros (BALBINO, 2011).

Em geral a atratividade dos projetos agroflorestais como um todo é maior do que projetos de plantios florestais homogêneos, e isso se devem por diversos fatores, dentre eles (SPEARS, 1987):

- Menor demanda por infraestrutura de apoio (estradas, aceiros, etc.) necessária para os sistemas agroflorestais quando comparado com plantios florestais homogêneos.
- Possibilidade de utilização de espécies de ciclo curto de rotação e com retorno rápido do investimento (*Leucaena* spp, *Gliricidia*), que também fornecem benefícios para as culturas agrícolas e/ou forrageiras (fixação de nitrogênio, forragem, fornecimento de matéria orgânica, etc.).
- O preço da madeira para postes e para lenha tem aumentado mais rápido que os preços das *commodities*, associado à escassez do produto e aumento dos preços da madeira utilizada na construção civil.

Um dos exemplos da maior rentabilidade dos projetos de sistemas agroflorestais foi observado nas Filipinas e no Quênia, em que milhares de pequenos produtores cultivam árvores para produção de madeira, postes, celulose, carvão, com taxas de retorno de 20-30% (SPEARS, 1987).

Dentre as diversas vantagens ambientais, sociais e econômicas associadas ao uso de sistemas agroflorestais, Arnold (1987) relaciona uma série de vantagens, oportunidade, custos e limitações que quando não bem planejadas, podem colocar em risco a viabilidade dos projetos de sistemas agroflorestais (Tabela 2).

Tabela 2. Principais vantagens e oportunidades *versus* custos e limitações associadas ao uso de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)

<b>Vantagens e oportunidade</b>	<b>Custos e limitações</b>
Manutenção ou aumento da produtividade do local	Redução da produtividade individual das culturas.
Ciclagem de nutrientes; conservação do solo;	Competição por nutrientes das raízes das árvores com as culturas agrícolas e redução da produtividade individual das culturas.
A mão de obra é mais uniforme durante todo o ano, reduzindo os efeitos de baixa e alta oferta de empregos.	Em áreas áridas e semiáridas, em que a época de plantio é muito restrita, a grande demanda por mão de obra pode ser um impedimento para os cultivos.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Avaliar a produtividade e a viabilidade econômica, com ênfase no produto madeireiro, de dois sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar o Diâmetro à Altura do Peito (DAP) de todas as árvores;
- Verificar se há diferença entre a altura total e DAP entre os dois sistemas;
- Ajustar modelos hipsométricos tradicionais para estimar as alturas das árvores e equações volumétricas tradicionais para estimar o volume das mesmas;
- Estimar o estoque volumétrico de madeira nos dois sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta;
- Determinar os indicadores de viabilidade econômica, mais utilizados para sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. G de A.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos de integração. In: BUNGENSTAB, D.J. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. Brasília, **EMBRAPA**, 2012, 256 p.

ALVES, F. V. **O comportamento animal em sistemas de produção em integração.** In: BUNGENSTAB, D.J. **Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável.** Brasília, EMBRAPA, 2012, 256 p.

ARNOLD, J. E. M. Economic considerations in agroforestry. In: STEPLER, H. A.; NAIR, P. K. R. Agroforestry a decade of development. **ICRAF, International Council for Research in Agroforestry**, Nairobi, p. 345, 1987.

BABILÔNIA, J. L. **Pastagens consorciadas, estoques de carbono e nitrogênio, produtividade e persistência de leguminosas.** 159 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. **EMBRAPA**, Brasília, p 130, 2011.

BALBINO, L. C.; KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G de A. Sistemas de integração: o que são, suas vantagens e limitações. In: BUNGENSTAB, D.J. **Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável.** Brasília, EMBRAPA, 2012, 256 p.

BARCELLOS, A. de O.; VILELA, L. Restabelecimento da capacidade produtiva de pastagens por meio de introdução de *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão. **Embrapa Cerrados**, Comunicado Técnico, 65, p.5, 2001.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas.** Viçosa, MG, 4 ed. 2013, 605 p.

CARVALHO, F. C. de; GARCIA, R.; ARAÚJO FILHO, J. A. de; PAULINO, M. F.; PEREIRA, O. G.; COUTO, L; ROGÉRIO, M. C. P. Desempenho produtivo de ovelhas Crioulas em um Sistema de produção agrissilvipastoril, no semi-árido brasileiro. **Agrosilvicultura**, v.1, n.1, p.81-90, 2004.

CARVALHO, S. de P. M. **Uma nova metodologia de avaliação do crescimento e da produção de *Eucalyptus* sp clonal para fins energéticos.** 103 p. Dissertação de mestrado em Ciências Florestais. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2010

CEPEA – Centro de estudos em Economia aplicada. PIB do agronegócio. Disponível em:  
<[http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea\\_PIB\\_BR\\_dez12.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea_PIB_BR_dez12.pdf)>  
Acesso em: 03 de abril de 2015.

DRECHSEL, P.; GYIELE, L. A. The economic assessment of soil nutrient depletion, Analytical issues for framework development. **International Board for Soil Research and Management**, Bangkok, p. 80, 1999.

FERREIRA, L. C. B. **Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra**. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. do A. **Dendrometria**. Guarapuava: Ed. Unicentro, 2 ed, 2006. 316 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL FUND FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT, WORLD FOOD PROGRAM. The state of Food security in the world. Strengthening the enabling environment for food security and nutrition. **FAO**, Roma, p. 57, 2014.

GARRITY, D.; OKONO, A.; GRAYSON, M.; PARROT, S. World Agroforestry into the Future. **World Agroforestry Centre**, Nairobi, p. 196, 2006.

GUIUDUCCI, R. do C. N.; ALVES, E. R. de A.; LIMA FILHO, J. R. de L.; MOTA, M. M. Aspectos metodológicos da análise de viabilidade econômica de sistemas de produção. IN: GUIUDUCCI, R. do C. N.; LIMA FILHO, J. R. de L.; MOTA, M. M. **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários, metodologia e estudos de caso**. Brasília: Ed. EMBRAPA, 2012, 535 p.

HEINRICH BOLL STIFTUNG. Soil Atlas, facts and figures about earth, land and fields. **Institute for Advanced Sustainability Studies**, Potsdam, Germany, 68 p. 2015

HOGAN, D. J.; CARMO, R. L.; AZEVEDO, A. M. M. de, GAMA I.; DARCIE, C.; DELAGADO, C. C. Um Breve Perfil Ambiental da Região Centro-Oeste. IN: HOGAN, D. J.; CARMO, R. L.; CUNHA, J. M. P. da C.; BAENINGER, R. **Migração e Meio Ambiente no Centro Oeste**. Campinas, NEPO, 2000, 324p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Efetivo de bovinos em 31.12 e participações relativa e acumulada no efetivo total, segundo as Unidades da Federação e os 20 municípios com os maiores efetivos, em ordem decrescente – 2013. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção da Pecuária Municipal. **IBGE**, 2013.

JENSEN, A. M. Shelterbelt effects in tropical and temperature zones. **International Development Research Centre Manuscript Reports**, Ottawa, 1983.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C, H, B. Sistemas de integração pecuária e lavoura como formas de otimização do processo produtivo. **Comunicado Técnico 74**, EMBRAPA Gado de Corte, p. 5, 2002.

KLINK, C. A.; MOREIRA, A. G. Past and current human occupation, and land use. In: OLIVEIRA, M. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.) *The Cerrados of Brazil*:

ecology and natural history of Neotropical savanna. **University Press New York**: Columbia, p.69-90, 2002.

LIMA, W. P. The hydrology of eucalypt forests in Australia – a review. **Instituto de pesquisas florestais, IPEF**, Piracicaba, n.28, p.11-32, 1984.

MACHADO, P. L. O. D. A.; MADARI, B.E.; BALBINO, L. C. Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais- Panorama Brasil. IN: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. de. Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais. **EMBRAPA Solos**, Rio de Janeiro, p. 486, 2010.

MAFRA, A. L.; MIKLÓS, A. A. de W.; VOCURCA, H. L.; HARKALY, A. H.; MENDONZA, E. Adição de nutrientes ao solo em sistema agroflorestal do tipo “cultivo em aleias” e em cerrado na região na região de Botucatu, SP. **Scientia Forestalis**, São Paulo, n. 54, p. 41-54, 1998.

MAGALHÃES, J. A.; COSTA, N. de L.; PEREIRA, R. G. de A.; TOWNSED, C. R.; BIANCHETTI, A. Sistemas silvipastoris: alternativa para Amazônia. **Bahia Agrícola**, v.6, n.3, nov. p.52-54, 2004

MAYDELL, H. J. von. Agroforestry in the dry zones of Africa: past, present and future. In: STEPLER, H. A.; NAIR, P. K. R. Agroforestry a decade of development. **ICRAF, International Council for Research in Agroforestry**, Nairobi, p. 345, 1987.

MELOTTO, A. M.; LAURA, V. A.; BUNGENSTAB, D. J.; FERREIRA, A. D.; **Espécies florestais em sistemas de produção em integração**. IN: In: BUNGENSTAB, D.J. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. Brasília, **Embrapa Gado de corte**, 2012, 256 p.

MENDONÇA, E. de S.; FERNANDES, R. B. A. Manejo e conservação de solos no contexto dos serviços ambientais. IN: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. de. Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais. Rio de Janeiro, **Embrapa Solos**, 2010, 486 p.

OBJETIVOS DO MILÊNIO. **Objetivos de Desenvolvimento da ONU**. PNUD Brasil, 2015. Disponível em: < <http://www.objetivosdomilenio.org.br/objetivos/> > Acesso em: 05 de abril de 2015.

OLIVEIRA, P. de; FREITAS, R. J.; KLUTHCOUSKI, J.; RIBEIRO, A. A.; CORDEIRO, L. A. M.; TEIXEIRA, L. P.; MELO, R. A. de C.; VILELA, L.; BALBINO, L. C. Evolução de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF): estudo de caso da Fazenda Santa Brígida, Ipameri, GO. **Embrapa Cerrados, Documento 318**, p.50, 2013.

OSÓRIO, R. M. L. **Diálogo entre stakeholders: contribuições e perspectivas para o desenvolvimento e a adoção de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil**. 219 f. Dissertação (Mestrado em agronegócio) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B. de; 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**, Brasília, v. 42, n. 4, p.573-579, 2007.

POORE, M. E. D.; FRIES, C. The ecological effects of eucalyptus. **FAO Forestry paper 59**, p. 97, 1985.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistemas silvipastoris em Mato Grosso do Sul. Para que adotá-los? In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Embrapa Gado de Corte**, Campo Grande, 2003, 13 p.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. de. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa: Editora UFV, 3 ed, 2013. 385p.

RODIGUERÍ, H. R. Rentabilidade econômica comparativa entre plantios florestais e sistemas agroflorestais com erva-mate, eucalipto e pinus e as culturas do feijão, milho, soja e trigo. **EMBRAPA-CNPQ Circular Técnica**, 26, Colombo, p. 36, 1997.

ROY, R.N.; MISRA, R.V.; LESSCHEN, J.P.; SMALING, E.M. Assessment of soil nutrient balance. Approaches and methodologies. **Fertilizer and plant nutrition bulletin**, FAO, Roma, p.15, 2003.

SANCHEZ, P. A. Soil Fertility and Hunger in Africa. **Science**, v. 295, p. 2019-2020, 2002.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Cerrado: estratégias e resultados. **EMBRAPA CERRADOS-Documentos 190**, Planaltina, p. 30, 2007.

SILVA, J. dos S. V. da S.; ABDON, M. de M. Delimitação do pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, Número Especial, p. 1703-1711, 1998.

SOARES, C.P.B.; NETO, F. de P.; SOUZA, A.L. de. **Dendrometria e inventário florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2 ed, 2011.272p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. Fatos e números do Brasil florestal. **SBS**, São Paulo, p 93,2008.

SOUZA, W. de B.; ORLANDO, R. B.; MARQUES, J. de A.; GASPARINO, E.; CECATO, U.; BARBERO, L. M. Behavior of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.39, n.3, p.677-684, 2010.

SPEARS, J. Agroforestry: a development-bank perspective. In: STEPPLER, H. A.; NAIR, P. K. R. Agroforestry a decade of development. **ICRAF, International Council for Research in Agroforestry**, Nairobi, p. 345, 1987.

STEPPLER, H. A. NAIR, P. K. R. ICRAF and a decade of agroforestry development. In: STEPPLER, H. A.; NAIR, P. K. R. Agroforestry a decade of development. **ICRAF, International Council for Research in Agroforestry**, Nairobi, p. 345, 1987.

SWAMINATHAN, M. S. The promise of agroforestry for ecological and nutritional security. In: STEPPLER, H. A.; NAIR, P. K. R. Agroforestry a decade of development. **ICRAF, International Council for Research in Agroforestry**, Nairobi, p. 345, 1987.

TEIXEIRA, J. C.; HESPANHOL, A. N. A região centro-oeste no contexto das mudanças agrícolas ocorridas no período pós-1960. **Revista eletrônica da Associação de Geógrafos Brasileiros-Seção Três Lagoas-MS**, Três Lagoas, v. 1, n°3, ano 3, p. 52-66, 2003.

VILCAHUAMAN, M. L. J.; BAGGIO, A. J.; SOARES, A de O. Guia prático de arborização de pastagens. **Embrapa Florestas, Documentos 49**, Colombo, p.16, 2000.

VILELA L.; BARCELLOS A. de O.; SOUZA D. M. G. de. Benefícios da integração entre lavoura e pecuária. **EMBRAPA Cerrados, Documentos 42**, Planaltina, p. 21, 2001.

WRUCK, F.J.; BEHLING, M.; ANTONIO, D.B. A. **Sistemas integrados em Mato Grosso e Goiás**. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G de A **Sistema agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Brasília, EMBRAPA, 2015, 208 p.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation**. C. A. B. International, Wallingford: ICRAF, 1989, 318 p.

**CAPÍTULO 2 - ESTIMATIVA DO ESTOQUE VOLUMÉTRICO DE MADEIRA EM DOIS SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA, EM CAMPO GRANDE, MS**

Este capítulo foi redigido segundo das normas da Revista Floresta – Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná.

## ESTIMATIVA DO ESTOQUE VOLUMÉTRICO DE MADEIRA EM DOIS SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA, EM CAMPO GRANDE, MS

Karen Keli Barbosa Abrantes<sup>1</sup>, Luísa Melville Paiva<sup>1</sup>, Roberto Giolo de Almeida<sup>2</sup>, Edilson Urbano<sup>3</sup>,  
Gláucio Leboso Alemparte Abrantes dos Santos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil – kkelibarbosa@gmail.com; luisapaiva@uems.br

<sup>2</sup>Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil – roberto.giolo@embrapa.br

<sup>3</sup>Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Curso de Engenharia Florestal, Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil – edurbano2@gmail.com; glaucio@agronomo.eng.br

### Resumo

Objetivou-se com esse trabalho estimar o estoque volumétrico de madeira, por meio da avaliação de modelos hipsométricos e volumétricos, para dois sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF<sub>1</sub> e ILPF<sub>2</sub>) em Campo Grande, MS. Foram estudados dois arranjos estruturais: ILPF<sub>1</sub>, com espaçamento de 14 m x 2 m e densidade de 357 árvores/ha, e ILPF<sub>2</sub>, com espaçamento de 22 m x 2 m e densidade de 227 árvores/ha. Foi realizada a medição do Diâmetro à Altura do Peito de 100% das árvores dos dois sistemas, e da altura total aleatória de algumas árvores, assim como a cubagem rigorosa em classes diamétricas. O teste t indicou não haver diferença significativa entre as médias de DAP e de altura das árvores nos dois sistemas, tornando possível o ajuste de uma única equação de altura e outra de volume para os dois sistemas. Foram testados quatro modelos hipsométricos e seis modelos volumétricos. Com base no coeficiente de determinação, erro padrão da estimativa e análise gráfica de resíduos, escolheu-se a equação representada pelo modelo de Trorey para estimar alturas e a equação representada pelo modelo de Schumacher-Hall para estimar volume. A produtividade aos 6 anos de idade foi de 141,74 m<sup>3</sup>/ha para o ILPF<sub>1</sub> e de 90,904 m<sup>3</sup>/ha para o ILPF<sub>2</sub>.

*Palavras chaves:* equações volumétricas, equações hipsométricas, sistemas agroflorestais, eucalipto.

### Abstract

*Estimation of volumetric stock for trees, by evaluation of hipsometric and volumetric models for two integrated crop-livestock-forestry systems in Campo Grande, MS. Two structural arrangement was evaluated: ILPF<sub>1</sub>, with 14m x 2m of spacing containing 357 trees/ha, and ILPF<sub>2</sub> with 22 m x 2m of spacing containing 227 tree/ha. The measurements of diameter at breast height (DBH) were taken from all trees of both systems; the total height was measured from only a portion of each population, as well as the tree volume in each diameter class. The t test indicated that there was no significant difference between the mean DBHs and mean heights of the evaluated systems, thus allowing to fit a unique equation for modelling height and volume for both arrangement. Four hipsometric models and six volumetric models were tested. Based on adjusted coefficient of determination, standard error of estimate and residual graphical analysis, the model of Trorey was chosen to estimate heights and Schumacher-Hall to model the volume. At the sixth year, ILPF<sub>1</sub> in ILPF<sub>2</sub> presented a productivity of 141, 74 m<sup>3</sup>/ha and 90,904 m<sup>3</sup>/ha, respectively.*

*Keywords:* volumetric equations, hipsometric equations, agroforestry systems, Eucalyptus.

## INTRODUÇÃO

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta - ILPF, são implementados com a finalidade de agregar benefícios ambientais, econômicos e sociais na propriedade rural. Nesses sistemas, o componente florestal promove melhorias no microclima e, conseqüentemente, no bem-estar animal, na conservação da água e do solo, na ciclagem de nutrientes, no valor nutritivo da forragem e no suprimento de madeira (e de outros produtos não madeiráveis) para uso na propriedade e/ou para comercialização (ALMEIDA, 2012).

O conhecimento do ritmo de crescimento e da produção do componente florestal é de suma importância para avaliação da viabilidade técnica e econômica dos sistemas ILPF. A principal finalidade dos levantamentos florestais ou inventário é estimar o volume de madeira das árvores de uma determinada área (MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2006).

Para tentar reduzir o erro nessas estimativas, é necessário utilizar equações de altura e equações de volume que sejam representativas do povoamento em estudo, considerando que a produtividade e o desenvolvimento da floresta são em função de fatores como a idade, o potencial produtivo, do nível de utilização do local e dos tratamentos silviculturais.

Para ajuste de equações volumétricas são necessários dados de cubagem de árvores amostra (CAMPOS; LEITE, 2013), que são obtidos por meio da mensuração dos diâmetros em diferentes alturas dos indivíduos amostrados. Segundo Schmidt (1977), para estabelecer uma relação hipsométrica, ou a regressão da altura sobre o diâmetro de um povoamento, em uma determinada época é necessário medir alturas e DAP's de árvores representativas do povoamento. Espera-se que o espaçamento tenha uma influência maior no desenvolvimento do DAP que no desenvolvimento em altura tendendo ser diretamente proporcional e crescente com relação ao espaçamento (BALONI et al., 1980).

Existem vários estudos analisando diferentes métodos para estimar volume, principalmente, com as espécies do gênero *Eucalyptus* no Brasil (AZEVEDO et al., 2011). Todavia, são poucos os estudos que testam modelos que expressem a altura individual das árvores em função do Diâmetro à Altura do Peito (DAP), assim como o volume individual das árvores (em função do DAP e da Altura total) e o estoque volumétrico de madeira em sistema ILPF.

Desta forma, objetivou-se com esse trabalho estimar o estoque volumétrico de madeira, por meio da avaliação de modelos hipsométricos e volumétricos, para dois sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF<sub>1</sub> e ILPF<sub>2</sub>) em Campo Grande, MS.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS, localizado a sudoeste da região do Cerrado, nas coordenadas, 20°27' S e 54°47' W, a uma altitude de 530 m, na microbacia do Rio Piraputanga. Segundo Köppen, o clima da região é pertencente à faixa de transição entre Cfa e Aw tropical úmido, com precipitação média anual de 1560 mm. O solo da área é caracterizado como Latossolo Vermelho Distrófico, de textura argilosa.

Em outubro de 2008 a área estava formada com pastagem de espécies do gênero *Urochloa*, apresentando baixa produtividade e em novembro do mesmo ano, passou pelo processo de renovação direta, com subsolagem, gradagem, calagem e gessagem para posterior semeadura de soja na área no mesmo mês.

A análise química do solo antes da implantação do experimento na profundidade de 0-20 cm apresentou teores de argila de  $41 \pm 5\%$ ; P (Mehlich-1) de 0,29 a 0,42 mg/dm<sup>3</sup>; saturação por bases de 26 a 34%; saturação por alumínio de 10 a 23%. Ao final do mês de novembro de 2008, foi realizada a semeadura da soja (cultivar BRS 255 RR) com espaçamento entrelinhas de 0,45 m e uma densidade de semeadura de 30 sementes/m, deixando uma faixa de 2m livre para o transplante das mudas das espécies arbóreas.

Em janeiro de 2009 foi realizado o plantio das mudas do híbrido *Eucalyptus grandhis* x *E. urophylla* – clone H 13, com altura média entre 15 -20 cm e 2 mm de diâmetro do coleto. A abertura de covas foi realizada manualmente, o plantio foi realizado no sentido de caminhamento do sol (leste-oeste), e adubação de base de 160g por planta de NPK 05:25:20. Foram realizadas adubações de cobertura no eucalipto aos 6, 12 e 18 meses após o plantio, sendo utilizado a seguinte formulação/planta: 0,6 g de Monoamônio-fosfato (MAP), 0,3g de cloreto de potássio, 0,5 g de sulfato de amônio, 0,06g de sulfato de zinco e 0,06g de Borax.

A colheita da soja foi realizada na primeira quinzena de abril de 2009. Na segunda quinzena de abril do mesmo ano, foi realizada semeadura do sorgo granífero (cv. BRS 310) em conjunto com capim-piatã (*Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã), em que foi realizada uma adubação a lanço, com 200 kg/ha da fórmula 05:25:15, no entanto não foi possível colher o sorgo, possivelmente em decorrência de déficit hídrico ocorrido logo após a semeadura.

Os sistemas foram mantidos sem a presença de animais até que os elementos arbóreos atingissem um DAP médio maior que 60 mm, para evitar danos causados pelos animais ao componente florestal, e o material vegetal das pastagens foi utilizado para feno. A partir de maio de 2010 as pastagens foram manejadas em sistema de lotação contínua, com taxas de lotação variáveis, em função das alturas de pastejo distintas (alto e baixo), com a introdução de novilhas nelore em fase de recria.

Foram realizadas as atividades de desrama artificial no componente arbóreo, com a retirada de alguns ramos das árvores, visando melhores qualidades da madeira para serraria e evitar o ramoneio pelos animais. A primeira foi realizada em abril/maio de 2010, até uma altura de 2 m nos dois sistemas. A segunda desrama foi realizada em julho de 2011 no sistema ILPF<sub>1</sub> quando as árvores apresentavam altura média de 12,44 m, e 15,16 m no ILPF<sub>2</sub>, até a altura de 4,0m. A terceira desrama foi realizada em julho de 2012, até a altura de 6 m.

Assim, o estudo foi composto por dois tratamentos com arranjos estruturais distintos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: ILPF<sub>1</sub>: formado por quatro piquetes (1-4), com árvores espaçadas 2 m na linha de plantio e 14 m entre as linhas, com densidade de 357 árvores.ha<sup>-1</sup> e pastagem de capim-piatã (*Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã) com área total de 6 ha; ILPF<sub>2</sub>: formado por quatro piquetes (5-8), com árvores espaçadas 2 m na linha de plantio 22 m entre linhas, com densidade de 227 árvores.ha<sup>-1</sup> e pastagem de capim-piatã (*Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã), com área total de 6 ha. A área experimental foi formada por 8 piquetes com área de 1,5 ha cada, totalizando 12 ha.

### Coleta de dados

Aos 6 anos de idade, foi realizado um censo das árvores dos tratamentos, tomando-se a Circunferência a altura do peito (CAP) com casca, em centímetros, de todos os indivíduos. Essa medição foi realizada com o auxílio de fita métrica e em seguida os valores de CAP foram convertidos em DAP usando a seguinte fórmula:

$$DAP = \frac{CAP^2}{\pi}$$

A altura total (h), em metros, foi medida a cada 20 indivíduos na linha de plantio, e foi medida com o auxílio de um clinômetro. Para a coleta dos dados de altura e DAP ao longo do fuste das árvores selecionadas por classes de diâmetro (Tabela 1) para cubagem em pé (método não destrutivo), foi utilizado o Dendrômetro Criterion RD 1000. Foram cubadas em média dez árvores por classes diamétrica.

Tabela 1. Classes diamétricas e limites superior e inferior das árvores cubadas nos tratamentos.  
Table 1. Diametric classes and upper and lower limits of the scaled trees nos treatments.

Classes DAP	LI	LS
1	3,25	7,59
2	7,59	11,94
3	11,94	16,28
4	16,28	20,62
5	20,62	24,96
6	24,96	29,31
7	29,31	33,65

Legenda: DAP = Diâmetro à Altura do Peito; LI= Limite inferior; LS=Limite superior.

O método de cubagem utilizado foi o de Hohenadl (5 seções). Foi medida a altura total da árvore e com base nessa altura foram tomados as alturas e os diâmetros nas seguintes proporções: 10%, 30%, 50%, 70% e 90%. As árvores cubadas foram selecionadas aleatoriamente e distribuídas em diferentes classes de diâmetro sendo 36 árvores no sistema ILPF<sub>1</sub>, 35 árvores no ILPF<sub>2</sub>, totalizando 71 árvores cubadas nos dois tratamentos.

### Análise estatística dos dados coletados

Foi aplicado o Teste t de Student à probabilidade de 95%, para as variáveis DAP e altura total. Esse teste permitiu definir se a modelagem da altura e do volume de cada árvore seria feita por tratamento ou para o experimento como um todo.

Depois de calculado o volume individual das árvores e o estoque volumétrico por hectare, procedeu-se novamente o teste t para verificar se houve diferença entre os tratamentos analisados.

### Modelagem da altura e do volume

Os modelos de altura e volume foram ajustados no software Microsoft Excel, para obtenção dos coeficientes de regressão, das estatísticas de ajuste e precisão e gráficos de resíduos. Para estimativa da altura foram testados quatro modelos selecionados na literatura florestal (Tabela 2).

Tabela 2. Modelos testados para estimativa da altura das árvores individuais.

Table 2. Tested models to estimate the height of individual trees.

Equações	Autores	Modelos
1	Henriksen	$h = b_0 + b_1 \ln d$
2	Trorey (1932)	$h = b_0 + b_1 d + b_2 d^2$
3	Stofeus (1953)	$\ln h = b_0 + b_1 \ln d$
4	Curtis (1967)	$\ln h = b_0 + b_1 (1/d)$

Legenda: h= altura total da árvore (m); d= diâmetro a 1,30 m do solo (cm); ln = logaritmo neperiano;  $\beta_i$ =coeficientes dos modelos.

Para estimativa do volume foram testados 6 modelos selecionados na literatura florestal (Tabela 3).

Tabela 3. Modelos testados para estimativa de volume das árvores individuais.

Table 3. Tested models to estimate the volume of individual trees.

Equações	Autores	Modelos
1	Hohenadl – Krenn	$v = b_0 + b_1 d + b_2 d^2$
2	Spurr	$v = b_0 + b_1 (d^2 h)$
3	Stoate	$v = b_0 + b_1 h + b_2 d^2 + b_3 (d^2 h)$
4	Meyer	$v = b_0 + b_1 d + b_2 h + b_3 d^2 + b_4 (d^2 h) + b_5 (dh)$
5	Husch	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d$
6	Schumacher – Hall	$\ln v = b_0 + b_1 \ln d + b_2 \ln h$

Legenda: v = volume (m<sup>3</sup>); d=diâmetro a 1,30 m do solo (cm); h= altura total da árvore (m); ln = logaritmo neperiano;  $\beta_i$ = coeficientes dos modelos.

### Seleção do melhor modelo

A eleição do melhor modelo de regressão foi baseada nos seguintes critérios estatísticos: Coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj.}$ ), erro padrão da estimativa em porcentagem ( $S_{yx}\%$ ) e a análise gráfica dos resíduos. Segundo Machado (2008), para modelos de ajustes logarítmicos ocorre uma discrepância ao efetuar a operação para obter a variável de interesse, sendo assim necessário multiplicar a variável dependente estimada pelo fator de correção de Meyer (FCM). Além dos estimadores para escolha do modelo, a análise gráfica de resíduos, apesar de ser uma avaliação visual, permite identificar se existe ou não tendenciosidade na estimativa da variável dependente ao longo da linha de regressão, se os resíduos são independentes ou se há homogeneidade da variância (MACHADO et al., 2002).

Foi realizado também um ranqueamento dos modelos testados. Para os modelos hipsométricos foi atribuída uma nota de 1 a 4, e para os modelos volumétricos, de 1 a 6. Para ambos os modelos foi apresentado a nota 1 para equação que apresentou maior precisão quanto ao  $R^2_{aj.}$  e ao  $S_{yx}\%$ , até um maior valor para equação que apresentou menor precisão. Ao final, a equação que recebeu a menor soma, em

conjunto com a análise gráfica de resíduo (se não tendenciosa), foi recomendada como a mais adequada para uso, segundo metodologia proposta por Machado et al. (2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença estatística significativa a 95% de probabilidade entre as médias das alturas (h) e entre as médias dos diâmetros a altura do peito (DAP) dos dois tratamentos (Tabela 4), pois o valor de t calculado para a variável h foi igual a 0,09 (menor que o valor de t tabelado de 1,65) e o valor de t calculado para a variável DAP foi igual a 0,40 (menor que o valor de t tabelado de 1,65).

Tabela 4. Altura total (h) e Diâmetro à Altura do Peito (DAP) de *E. urophylla* x *E. grandis* – clone H 13, em dois sistemas de integração lavoura-pecuária-florestal, em Campo Grande-MS, aos seis anos de idade.

Table 4. Overall height (h) and Diameter at Breast Height (DBH) of *E. urophylla* x *E. grandis* - clone H 13, in two systems of crop-livestock-forest integration in Campo Grande-MS, to six years of age.

Tratamentos	h (m)	DAP (cm)
ILPF <sub>1</sub> (14 x 2 m)	20,66 a	21,98 a
ILPF <sub>2</sub> (22 x 2 m)	21,61 a	22,02 a

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de t (P<0,05).

Em relação à altura, também não houve diferença entre os espaçamentos, sendo 20,66 m para o espaçamento de 14 m x 2 m, e 21,61 m, para o espaçamento maior. O mesmo foi observado em um experimento no IPEF (Instituto de Pesquisas Florestais) aos 74 meses de idade as árvores dominantes da parcela não sofreram alterações significativas na altura média, para as espécies de eucalipto estudadas, de forma que a altura nem sempre apresenta o mesmo comportamento do diâmetro com relação ao espaçamento (Baloni,1980).

Como não houve diferença significativa entre as médias das variáveis DAP e h dos dois tratamentos, as medidas de altura e as árvores cubadas nos dois tratamentos foram agrupadas em bancos de dados únicos (Tabela 5).

Tabela 5. Equações hipsométricas ajustadas para os dois tratamentos e suas estatísticas.

Table 5. Hypsometric equations adjusted for the two treatments and their statistics.

Autor	Equação	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	S <sub>yx</sub> %	Soma
HENRIKSEN	$h = -18,0643 + 13,1297 \cdot \ln d$	0,820(4)	10,89(2)	6
TROREY (1932)	$h = -7,2669 + 2,2669 \cdot d - 0,0403 \cdot d^2$	0,851(3)	9,907(1)	4
STOFEUS (1953)	$\ln h = 0,3332 + 0,8937 \cdot \ln d$	0,863(2)	12,93(3)	5
CURTIS (1967)	$\ln h = 3,6251 - 11,3410 \cdot (1/d)$	0,874(1)	12,93(3)	4

Legenda: h= altura total da árvore (m); d=diâmetro a 1,30 m do solo (cm); ln = logaritmo neperiano; R<sup>2</sup><sub>aj</sub>=coeficiente de determinação ajustado; S<sub>yx</sub> %= erro padrão da estimativa em porcentagem; Soma= somatório do ranqueamento de R<sup>2</sup><sub>aj</sub> e S<sub>yx</sub> %.

Os R<sup>2</sup><sub>aj</sub> das equações de altura variaram de 0,82 a 0,87 (Tabela 5). Considerando as estatísticas de ajuste e precisão das equações ajustadas e a somatória do ranqueamento, observou-se que os modelos de Trorey (1932) e Curtis obtiveram menor somatório, sendo considerados os melhores modelos.

Como ocorreu um empate no valor do ranqueamento, recomenda-se utilizar o valor de S<sub>yx</sub>% com critério de desempate, por se tratar de uma estatística mais apropriada que o R<sup>2</sup><sub>aj</sub> (DRAPER; SMITH, 1998). Assim, tem-se que o modelo de Trorey é o mais adequado para estimar a altura das árvores. No entanto é necessário utilizar em conjunto a análise gráfica do resíduo, para verificar se não há tendenciosidade em nenhum dos seus segmentos.

Segundo a análise gráfica de resíduos (Figura 1), entre os modelos de melhor ajuste (Curtis e Trorey), o modelo de Trorey foi o que apresentou uma melhor distribuição visual dos resíduos para as classes de DAP com maior frequência de indivíduos (de 20,62 m a 24,96 m). O modelo de Stofeus também apresentou uma distribuição regular dos resíduos, porém não representou bem os resíduos para as classes de DAP com maior frequência de indivíduos.

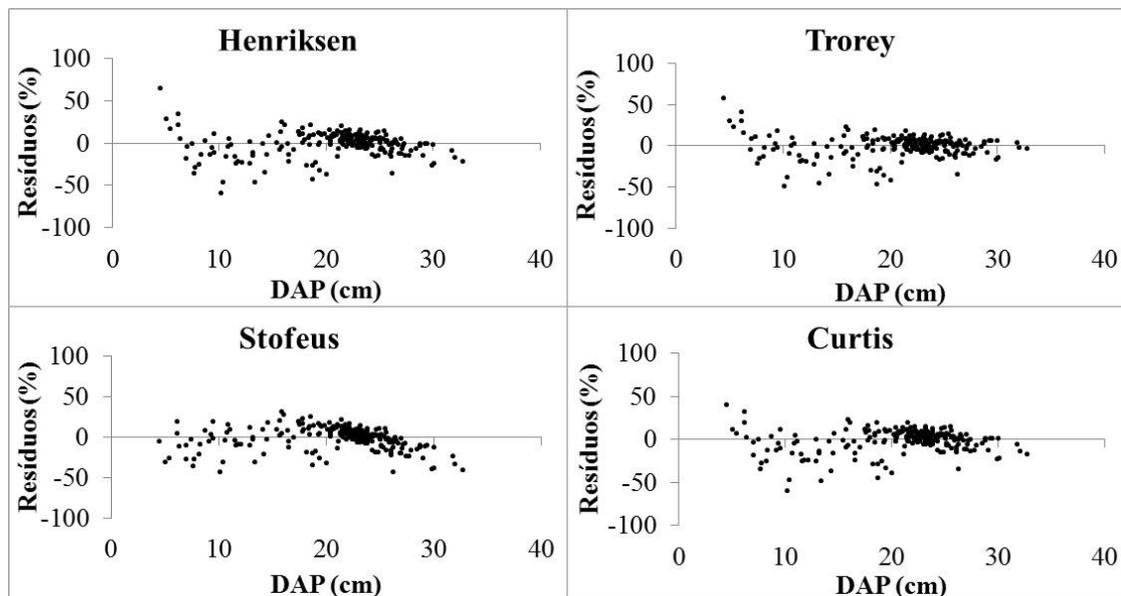


Figura 1. Gráficos da distribuição dos resíduos em função dos diâmetros, para as equações hipsométricas ajustadas.

Figure 1. Charts the distribution of waste following diameters for the adjusted hypsometric equations.

Assim, a equação utilizada para estimar a altura das demais árvores que não foram medidas no povoamento foi a equação ajustada segundo o modelo de Trorey (1932).

Procedeu-se o ajuste dos modelos volumétricos apresentados (Tabela 3) usando os dados da cubagem das árvores em pé de acordo com as frequências em cada classe de DAP (Tabela 1).

Tabela 6. Frequência observada e número total de árvores cubadas nos dois arranjos (ILPF<sub>1</sub> e ILPF<sub>2</sub>), por classe de DAP.

Table 6. Frequency observed and total number of cubed trees in the two arrangements (ILPF<sub>1</sub> and ILPF<sub>2</sub>) for DBH class.

Classes DAP	Frequência Observada	Nº árvores cubadas
1	20	8
2	72	12
3	99	11
4	358	12
5	1484	12
6	360	11
7	10	5
Total	2403	71

Todos os modelos apresentaram altos valores de  $R^2_{aj}$  (Tabela 7) variando de 0,942 a 0,989, demonstrando que existe um elevado grau de relação entre o volume e as variáveis independentes (DAP e h). Resultados semelhantes foram encontrados por Machado (2002), que ao testar 9 modelos de equações volumétricas para *Pinus oocarpa*, encontrou valores de  $R^2_{aj}$  entre 0,8757 e 0,9845. Com relação aos valores do erro-padrão da estimativa (Syx%), o modelo que apresentou menor valor em porcentagem foi o de Meyer com 14,32%, seguido pelo de Stoaate com 14,58% e em terceiro, pelo de Schumacher-Hall com 15,25%.

Tabela 7. Equações volumétricas ajustadas para os dois tratamentos e suas estatísticas.

Table 7. Volumetric equations adjusted for the two treatments and their statistics.

Autor	Equação	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	Syx %	Soma
Hohenadl-Krenn	$v = -0,0740 + 0,006874 * d + 0,0006286 * d^2$	0,940(6)	20,22(5)	11
Spurr	$v = 0,02137 + 0,00003132 * (d^2h)$	0,964(5)	15,67(4)	9
Stoate	$v = -0,0364 + 0,004946 * h + 0,00001934 * d^2 + 0,00002667 * (d^2h)$	0,969(3)	14,58(2)	5
Meyer	$v = 0,04872 - 0,02487 * d + 0,01033 * h + 0,0009460 * d^2 + 0,000002484 * (d^2h) + 0,0003116 * (dh)$	0,970(2)	14,32(1)	3
Husch	$\ln v = -9,2356 + 2,6595 * \ln d$	0,967(4)	30,37(6)	10
Schumacher-Hall	$\ln v = -9,7004 + 1,5205 * \ln d + 1,2914 * \ln h$	0,989(1)	15,25(3)	4

v= volume estimado da árvore (m<sup>3</sup>/ha); d=diâmetro a 1,30 m do solo (cm); ln= logaritmo neperiano; R<sup>2</sup><sub>aj</sub>=coeficiente de determinação ajustado; Syx %= erro padrão da estimativa em porcentagem; Soma= somatório do ranqueamento de R<sup>2</sup><sub>aj</sub> e Syx %.

Considerando as estatísticas de ajuste e precisão (R<sup>2</sup><sub>aj</sub> e Syx) das equações ajustadas e a somatória do ranqueamento, observou-se que os modelos de Meyer seguido pelo de Schumacher-hall obtiveram menor somatório (Tabela 7). Portanto, tem-se que o modelo de Meyer como o mais adequado para estimar o volume do povoamento. No entanto é necessário utilizar em conjunto a análise gráfica do resíduo, para verificar se não há tendenciosidade em nenhum dos seus segmentos (Figura 2).

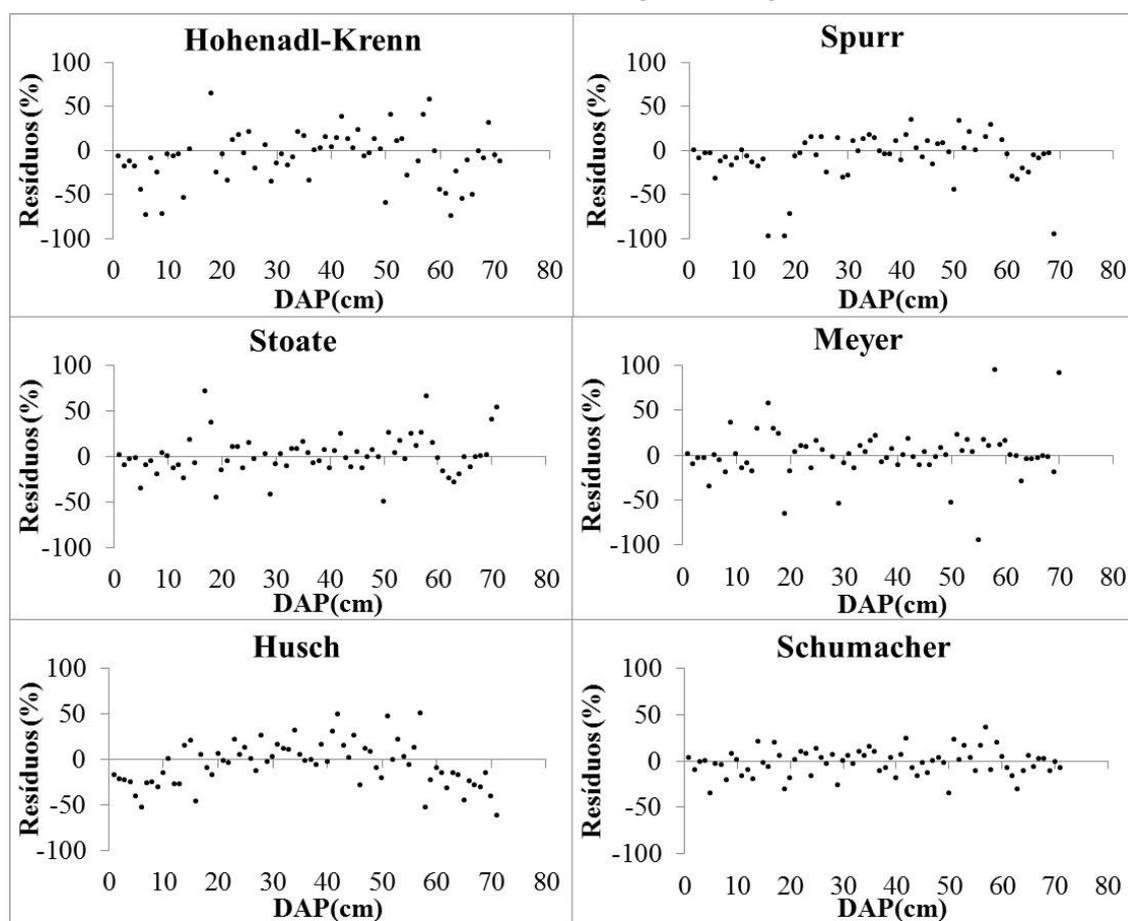


Figura 2. Gráficos da distribuição dos resíduos em função dos DAP, para os modelos volumétricos ajustados.

Figure 2. Graphs of the distribution of waste according to the DBH, to the adjusted volumetric models.

Com relação à análise gráfica de resíduos (Figura 2) a equação de Schumacher-Hall foi a que apresentou melhor distribuição dos resíduos, com inexistência de tendenciosidade ao longo de toda sua linha de regressão, enquanto que a análise gráfica dos resíduos para o modelo de Meyer apresentou maior dispersão e tendenciosidade principalmente na estimativa para os maiores DAP.

No contexto geral, a equação de Schumacher – Hall foi a que apresentou os maiores valores para  $R^2_{aj}$ , e a melhor distribuição dos resíduos, apesar de apresentar o terceiro melhor valor de  $Sy\%$ , sendo, portanto, a equação indicada para estimar o volume do povoamento na idade atual (Tabela 7 e Figura 2).

Resultados semelhantes foram encontradas por Azevedo *et al.* (2011), onde o modelo de Schumacher-Hall foi o modelo mais indicado para estimar o volume de *Eucalyptus sp.* em Sergipe. Assim como Rocha *et al.* (2010), com *Eucalyptus urophylla* no Planalto da Conquista - BA, que obteve no modelo de Schumacher-Hall os melhores valores de  $R^2_{aj}$  e  $Sy\%$ , sem tendenciosidade na análise gráfica dos resíduos. Leal *et al.* (2015) encontraram resultados semelhantes com ajuste de modelos para *Eucalyptus urophylla*, com vistas à redução do número de árvores cubadas em Rio Verde/GO, e o modelo de Schumacher-Hall foi o mais eficiente em estimar o volume do povoamento.

Estimadas as alturas e juntando com os DAP's de todas as árvores do censo, foi possível calcular usando a equação ajustada segundo o modelo de Schumacher-Hall a estimativa do volume individual de madeira ( $m^3.árvore^{-1}$ ) e por consequência o volume por hectare ( $m^3.ha^{-1}$ ), aos 6 anos de idade, para cada um dos tratamentos. Realizou-se um teste t para verificar se havia diferença entres os volumes médios individuais e por hectares nos dois tratamentos (Tabela 8)

Tabela 8. Produtividade de *E. urophylla* x *E. grandis* – clone H 13, em dois sistemas de integração lavoura-pecuária-florestal, em Campo Grande, MS, aos seis anos de idade.

Table 8. Productivity *E. urophylla* x *E. grandis* - clone H 13, in two systems of crop-livestock-forest integration, Campo Grande, MS, at six years of age.

Tratamentos	Volume ( $m^3.árvore^{-1}$ )	Volume ( $m^3.ha^{-1}$ )
ILPF <sub>1</sub> (14 x 2 m)	0,3970 a	141,74 a
ILPF <sub>2</sub> (22 x 2 m)	0,4005 a	90,904 b

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de t ( $P<0,05$ ).

O teste t mostrou que não houve diferença a 95% de probabilidade entre as médias de volume por árvore ( $m^3/árvore$ ) dos dois tratamentos. Com área útil menor por planta no ILPF<sub>1</sub> (28  $m^2$  em relação a 44  $m^2$  no ILPF<sub>2</sub>), esperava-se um aumento no diâmetro e, consequentemente, do volume das árvores para o espaçamento com maior área útil (ILPF<sub>2</sub>), porém isso não foi observado (Tabela 4 e 8). Em oposto ao observado no seguinte trabalho, de Leite *et al.* (1996), avaliaram o crescimento de *Eucalyptus grandis* aos 31 e 39 meses de idade e observaram um aumento do volume em relação ao aumento do espaçamento.

Um experimento em área de cerrado, em Minas Gerais, avaliou os espaçamentos 3,33 x 2m, 3,33 x 3m, 5 x 2m e 10 x 2m para um híbrido de *Eucalyptus camaldulenses* Dehnh x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. Aos 67 meses após o plantio, o maior DAP foi observado no espaçamento 10 x 2 m, demonstrando que a área útil por planta tem forte influência sobre o DAP. Neste mesmo estudo, o menor volume por planta foi observado no arranjo com menor área útil por planta (3,33 x 2 m), os demais arranjos não demonstraram diferença significativa entre eles para volume por planta (Kruschewsky *et al.*, 2007).

Portanto, a provável razão para a não variação entre as médias de volume por árvore ( $m^3/árvore$ ) dos dois tratamentos (ILPF<sub>1</sub> e ILPF<sub>2</sub>) foi a ampla distância entre linhas (14 e 22 m, respectivamente), que até a idade de 6 anos pode não ter restringido os fatores de crescimento nos dois tratamentos.

Já os volumes por hectare diferiram a 95% de probabilidade, sendo que o ILPF<sub>1</sub> apresentou maior volume de madeira ( $m^3/ha$ ) que o ILPF<sub>2</sub> (Tabela 8), reforçando a afirmação de que, em geral, povoamentos mais densos produzem maior volume total de madeira ( $m^3/ha$ ) que os povoamentos menos densos (BALONI *et al.*, 1980).

## CONCLUSÕES

A ausência de diferença significativa para altura total e DAP entre os dois tratamentos, permitiu o ajuste de um mesmo modelo hipsométrico e um volumétrico para os dois tratamentos.

Para o conjunto de dados em estudo, a equação segundo o modelo de Trorey estimou com maior exatidão as alturas individuais das árvores e o modelo de Schumacher-Hall estimou com maior exatidão o volume total com casca dos dois sistemas.

O estoque volumétrico de madeira, aos 6 anos de idade, encontrado no ILPF<sub>1</sub> (141,74 m<sup>3</sup>/ha) foi maior que no ILPF<sub>2</sub> (90,904 m<sup>3</sup>/ha), devido a uma maior densidade de plantas por área.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. G. DE; MACEDO, M. C. M.; VILLA, F. Integración de sistemas de cultivo-ganadería-forestal con énfasis en la producción de carne. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com ênfase na produção de carne. In: **Anais do Congresso Colombiano y 1º Seminário Internacional Silvopastoreo**. 2012.

AZEVEDO, G. B. de; SOUSA, G. T. de; BARRETO, P. A. B.; CONCEIÇÃO JÚNIOR, V. Estimativas volumétricas em povoamentos de eucalipto sob regime de alto fuste e talhadia, no sudoeste da Bahia. **Revista Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.31, n. 68, p. 309-318, 2011.

AZEVEDO, T. L.; MELLO, A. A.; FERREIRA, R. A.; SANQUETA, C. R.; NAKAGIMA, N. Y. Equações hipsométricas e volumétricas para um povoamento de *Eucalyptus* sp. localizado na FLONA do Iburá, Sergipe. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n. 1, p. 105-112, 2011.

BALONI, E. A.; SIMÕES, J. W. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. **IPEF- Série Técnica Piracicaba**, Piracicaba, v.1, p. 1-16, 1980.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. Viçosa: UFV, 2013, 605 p.

DRAPER, N. R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. New York: John Wiley & Sons, 3 ed. 1998, 706 p.

KRUSCHEWSKY, G. C.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA, T. K. DE. Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp., em sistema agrossilvipastoril no cerrado. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 360-367, 2007.

LEAL, F. A.; CABACINHA, C. D.; CASTRO, R. V. O.; MATRICARDI, E. A. T. Amostragem de árvores de *Eucalyptus* na cubagem rigorosa para estimativa de modelos volumétricos. **Revista Brasileira de biomassa**, São Paulo, v. 33, n.1, p. 91-103, 2015.

MACHADO, S. do A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Guarapuava: Unicentro, 2 ed. 2006, 316p.

MACHADO, S. do A.; FIGUEIREDO, M. B. da C. Modelagem do volume individual para diferentes idades e regimes de desbaste em plantações de *Pinus oocarpa*. **Revista de ciências exatas e naturais**, Curitiba, v.4. n. 2, p. 185-197, 2002.

MACHADO, S. do A.; NASCIMENTO, R. G. M.; AUGUSTYNCZIK, A. L. D.; SILVA, L. C. R. da; FIGURA, M. A.; PEREIRA, E. M.; TÊO, S. J. Comportamento da relação hipsométrica de Araucária angustifólia no capão da Engenharia Florestal da UFPR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 56, p. 5-16, 2008.

ROCHA, T. B.; CABACINHA, C. D.; ALMEIDA, R. C.; PAULA, A.; SANTOS, R. C. Avaliação de métodos de estimativa de volume para um povoamento de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. no Planalto da Conquista-BA.. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.6, n. 10, 2010.

SCHMIDT, P. B. Determinação indireta da relação hipsométrica para povoamentos de *Pinus taeda*, L. **Floresta**, Curitiba, v. 8, n. 1, 1977.

THOMAS, C.; ANDRADE, C.M.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A.G. Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de cubagem e análise do tronco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16. n. 3, p. 319-327, 2006.

### **CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA EM CAMPO GRANDE, MS**

Este capítulo foi redigido segundo das normas da Revista Cerne – Universidade Federal de Lavras, MG.

# **<sup>1</sup> AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA EM CAMPO GRANDE, MS**

Karen Keli Barbosa Abrantes<sup>1</sup>, Luísa Melville Paiva<sup>2</sup>, Roberto Giolo de Almeida<sup>3</sup>, Filipe Valadão do Prado Cacau<sup>4</sup>, Glaucio Lebosos Alemparte Abrantes dos Santos<sup>4</sup>

**RESUMO:** O uso de sistemas agroflorestais é uma alternativa para produção sustentável de múltiplos produtos. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a viabilidade econômica de dois sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em Campo Grande, MS. Os sistemas em estudo foram: ILPF<sub>1</sub>, com espaçamento de 14 m x 2 m e densidade de 357 árvores.ha<sup>-1</sup>, e ILPF<sub>2</sub>, com espaçamento de 22 m x 2 m e densidade de 227 árvores.ha<sup>-1</sup>. A rotação econômica foi de 7 anos e a estimativa do volume de madeira dos dois sistemas foi ajustada pela equação de Schumacher-Hall. Para a análise econômica foram utilizados os métodos do valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), razão receita/custo (R) e payback. O ILPF<sub>1</sub> se mostrou viável até a taxa de juros de 10% a.a., enquanto que o ILPF<sub>2</sub> se mostrou viável até taxas de juros de 14% a.a., sendo que o ILPF<sub>2</sub> apresentou maiores valores de VPL que o ILPF<sub>1</sub>. A TIR apresentou um valor de 11% para o ILPF<sub>1</sub> e 15% para o ILPF<sub>2</sub>. A razão/receita custo (R) foi positiva para os dois sistemas, representando que a cada R\$ 1,00 investido foi produzida uma receita de R\$ 1,34 para o ILPF<sub>1</sub> e R\$ 1,38 para o ILPF<sub>2</sub>. De acordo com o payback, o tempo de retorno do investimento é de 4 anos e 5 meses para o ILPF<sub>2</sub> e de 6 anos e 2 meses para o

---

1

<sup>1</sup>Engenheira Florestal, Mestranda em Zootecnia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – Rodovia Aquidauana/UEMS, km 12 – CEP 79200-000 – Aquidauana, MS – kkelibarbosa@gmail.com

<sup>2</sup>Zootecnista, Doutora em Zootecnia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – Rodovia Aquidauana/UEMS, km 12 – CEP 79200-000 – Aquidauana, MS – luisapaiva@uems.br

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Zootecnia, Embrapa Gado de Corte – Avenida Rádio Maia, 830 – CEP 79106-550 – Campo Grande, MS – roberto.giolo@embrapa.br

<sup>4</sup> Professores do curso de Engenharia Florestal da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Rodovia Aquidauana/UEMS, km 12 – CEP 79200-000 – Aquidauana, MS – filipecacau@uems.br, glaucioabrantes@uems.br

ILPF<sub>1</sub>. Assim, ambos os sistemas se mostraram viáveis economicamente, porém o ILPF<sub>2</sub> apresentou maior viabilidade segundo os indicadores analisados.

**Palavras Chave:** valor presente líquido, viabilidade, sistemas agroflorestais

## **ECONOMIC EVALUATION OF INTEGRATED CROP-LIVESTOCK- FORESTRY SYSTEMS IN CAMPO GRANDE, MS.**

**ABSTRACT:** Agroforestry systems has become a sustainable alternative to produce multiple products. This study aimed to evaluate economic feasibility of two integrated crop-livestock-forestry systems in Campo Grande, MS. The systems evaluated were: ILPF<sub>1</sub>, with 14 m x 12 m of spacing containing 357 trees/ha, and ILPF<sub>2</sub> with 22 m x 2 m of spacing containing 277 trees/ha. The economic rotation was 7 years, and wood volume estimate was adjusted by Schumacher-Hall model. Economic analysis used the following methods: Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Benefit Cost Rate (R) and Payback. The ILPF<sub>1</sub> was feasible up to 10% per year of interest rate, and ILPF<sub>2</sub> up to 14% per year of interest rate. ILPF<sub>2</sub> presented greater values of NPV than ILPF<sub>1</sub>. The IRR to ILPF<sub>1</sub> and ILPF<sub>2</sub> was 11% and 15%, respectively. The Benefit Cost Rate (R) values for both systems were positives, showing that the investment of every R\$ 1, 00, returned an income of R\$ 1,34 from ILPF<sub>1</sub> and R\$ 1,38 from ILPF<sub>2</sub>. The payback indicated that the period required to recover the initial cost in ILPF<sub>2</sub> was 4 years and 5 months and in ILPF<sub>1</sub>, 6 years and 2 months. Therefore, both systems were economically feasible, however ILPF<sub>2</sub> presented greater feasibility according to the economic indicators.

**Keywords:** Net Present Value, feasibility, agroforestry systems

## INTRODUÇÃO

O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é um exemplo de sistema em que é possível conciliar em uma mesma área a produção animal, de grãos e de produtos madeireiros. Esses sistemas tendem a proporcionar menores riscos ao produtor, principalmente em função da multiplicidade de renda e produtos, amortizando a volatilidade dos preços de determinada cultura pela venda dos demais produtos do sistema (BEHLING et al., 2013).

O ILPF quando conduzido de forma correta, pode ser considerado como um sistema sustentável, uma vez que prioriza o uso de técnicas de manejo sustentáveis como conservação do solo e da água, manejo integrado de pragas e doenças, entre outros. (BALBINO et al., 2011). A intensificação da produção observada nesse sistema permite reduzir a abertura de novas áreas, e a diversificação da renda na propriedade, amortiza os custos de produção da atividade agrícola e pecuária (GONTIJO NETO et al., 2015).

Estima-se que, apenas no estado do Mato Grosso do Sul, 500 mil hectares estão ocupados por sistemas de integração (WRUCK et al., 2015). A escolha por esses sistemas está relacionada à possibilidade de conciliar atividades tradicionais (como a pecuária) e o setor madeireiro (FERREIRA et al., 2012).

Porém esses sistemas são mais complexos e, se não planejados de forma adequada, podem acarretar em prejuízos para o produtor (ARCO VERDE, 2008). Por isso, estudos de análise econômica são necessários para avaliar a viabilidade dos sistemas de integração (MAGALHÃES et al., 2014), nos diferentes biomas brasileiros (BALBINO et al., 2011).

Para o cálculo da análise econômica de um projeto são utilizadas técnicas que comparam os custos e receitas do projeto. Os indicadores tradicionalmente utilizados são o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o payback e a razão

receita/custo (R) (REZENDE; OLIVEIRA, 2013). Cada um desses indicadores aponta para diferentes aspectos do projeto, considerando ou não a variação do capital no tempo (MAGALHÃES et al., 2014).

Assim, de acordo com esta demanda, objetivou-se com este trabalho avaliar a viabilidade econômica de dois sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em Campo Grande, MS.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS, localizado a sudoeste da região do Cerrado, nas coordenadas, 20°27' S e 54°47' W, a uma altitude de 530 m, na microbacia do Rio Piraputanga. Segundo Köppen, o clima da região é pertencente à faixa de transição entre Cfa e Aw tropical úmido, com precipitação média anual de 1560 mm. O solo da área é caracterizado como Latossolo Vermelho Distrófico, de textura argilosa.

Em outubro de 2008 a área estava formada com pastagem de espécies do gênero *Urochloa*, de baixa produtividade e em novembro do mesmo ano, passou pelo processo de renovação direta, com subsolagem, gradagem, calagem e gessagem para posterior semeadura de soja na área no mesmo mês.

A análise química do solo antes da implantação do experimento na profundidade de 0-20 cm apresentou teores de argila de  $41 \pm 5\%$ ; P (Mehlich-1) de 0,29 a 0,42 mg/dm<sup>3</sup>; saturação por bases de 26 a 34%; saturação por alumínio de 10 a 23%. Ao final do mês de novembro de 2008, foi realizada a semeadura da soja (cultivar BRS 255 RR) com espaçamento entrelinhas de 0,45 m e uma densidade de semeadura de 30 sementes/m, deixando uma faixa de 2m livre para o transplântio das mudas das espécies arbóreas.

Em janeiro de 2009 foi realizado o plantio das mudas do híbrido *Eucalyptus grandhis x E. urophylla* – clone H 13, com altura média entre 15 a 20 cm e 2 mm de diâmetro do coleto. A abertura de covas foi realizada manualmente, o plantio foi realizado no sentido de caminhamento do sol (leste-oeste), e adubação de base de 160g por planta de NPK 05:25:20. Foram realizadas adubações de cobertura no eucalipto aos 6, 12 e 18 meses após o plantio, sendo utilizado a seguinte formulação/planta: 0,6 g de Mono-amonio-fosfato (MAP), 0,3g de cloreto de potássio, 0,5 g de sulfato de amônio, 0,06g de sulfato de zinco e 0,06g de Borax.

A colheita da soja foi realizada na primeira quinzena de abril de 2009. Na segunda quinzena de abril do mesmo ano, foi realizada semeadura do sorgo granífero (cv. BRS 310) em conjunto com capim-piatã (*Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã), em que foi realizada uma adubação a lanço, com 200 kg/ha da fórmula 05:25:15, no entanto não foi possível colher o sorgo, possivelmente em decorrência de déficit hídrico ocorrido logo após a semeadura.

Os sistemas foram mantidos sem a presença de animais até que os elementos arbóreos atingissem um DAP médio maior que 60 mm, para evitar danos causados pelos animais ao componente florestal, e o material vegetal das pastagens foi utilizado para feno. A partir de maio de 2010 as pastagens foram manejadas em sistema de lotação contínua, com taxas de lotação variáveis, em função das alturas de pastejo distintas (alto e baixo), com a introdução de novilhas nelore em fase de recria.

Assim, o estudo foi composto por dois tratamentos com arranjos estruturais distintos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: ILPF<sub>1</sub>: formado por quatro piquetes (1-4), com árvores espaçadas 2 m na linha de plantio e 14 m entre as linhas, com densidade de 357 árvores.ha<sup>-1</sup> e pastagem de capim-piatã (*Urochloa brizantha* cv. BRS

Piatã) com área total de 6 ha; ILPF<sub>2</sub>: formado por quatro piquetes (5-8), com árvores espaçadas 2 m na linha de plantio 22 m entre linhas, com densidade de 227 árvores.ha<sup>-1</sup> e pastagem de capim-piatã (*Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã), com área total de 6 ha. A área experimental foi formada por 8 piquetes com área de 1,5 ha cada, totalizando 12 ha.

Para a análise de viabilidade econômica dos dois sistemas em estudo foi realizado um levantamento dos custos e das receitas atualizadas para o ano vigente (2015) por hectare (TABELAS 1 e 2).

Os custos do ano zero correspondem aos custos de implantação das quatro culturas (lavoura de soja, forrageira, sorgo e eucalipto) e do preparo do solo. Para o preparo do solo considerou-se a análise de solo, limpeza da área, terraceamento, gradagem (pesada e niveladora) e aplicação de gesso e calcário. Para a atividade de semeadura da soja: adubação, aplicação de herbicida (dessecante e pós emergente), fungicidas e inseticidas. Para o plantio do eucalipto: operação de subsolagem e adubação, combate as formigas, plantio, replantio, adubação de cobertura, compra das mudas, cupinicida, coroamento, capina mecânica na linha e duas irrigações. Para a semeadura do sorgo em consórcio com o capim foram consideradas a compra das sementes e a adubação de plantio.

**TABELA 1** Custos de implantação (Ano 0) e demais custos dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (Ano 1-7).

**TABLE 1** Establishment costs (Year 0) and other costs of crop-livestock-forest integration systems (Year 1-7).

Discriminação do custo	Ano	ILPF <sub>1</sub>	ILPF <sub>2</sub>
		R\$/ha	
Preparo do solo	<b>0</b>	1532,00	1532,00
Semeadura da soja	<b>0 e 4</b>	1413,15	1413,15
Plantio Eucalipto	<b>0</b>	2069,54	1621,58
Semeadura sorgo + forrageira	<b>0</b>	525,00	525,00
Custo manutenção Eucalipto	<b>1</b>	1981,93	1380,69
Custo manutenção Eucalipto	<b>2</b>	160,00	160,00
Custo implantação forrageira	<b>5</b>	445,00	445,00
Custo manutenção pecuária	<b>2 a 7</b>	3215,59	4004,34

Os custos de manutenção do Eucalipto no ano um referem-se aos custos com controle de formigas, adubação de cobertura e coroamento e capina mecânica na linha. Para o ano dois, esses custos relacionam-se apenas ao coroamento e capina mecânica na linha. Foi considerado um horizonte de planejamento de sete anos, considerando ao final desse período a venda de 100% da madeira.

Os custos das atividades de pecuária foram calculados de acordo com o custo operacional por arroba produzida (R\$ 60,58/@), de acordo com dados fornecidos pela EMBRAPA Gado de Corte. Esses custos incluem os custos com adubação, manutenção das instalações, benfeitorias, máquinas e equipamentos, suplemento mineral, vacinas, vermífugos e outros medicamentos, combustíveis e lubrificantes, salários mais encargos dos empregados, serviços gerais, impostos e taxas, energia elétrica e telefone. Foi considerado um cenário em que a propriedade já possuía máquinas para o serviço, estrutura de tanques de água, cochos e animais.

O valor da mão-de-obra do trabalhador rural foi considerado como um salário mensal de R\$ 855,00 mais os encargos sociais na ordem de 80% desse valor, totalizando R\$ 1539,00 mensais. Considerando-se uma carga horária semanal de 40 horas, o valor da hora adotado foi de R\$ 10,00. Os custos relacionados ao valor da hora máquina, bem como dos insumos (adubos e produtos agroquímicos) foram adquiridos no mercado local (região de Campo Grande, MS). As quantidades de insumos utilizadas no projeto se basearam em recomendações técnicas para cada uma das culturas. Para a semeadura da soja foram utilizados como referência os valores encontrados por Richetti (2014), para região de Mato Grosso do Sul e para as operações de plantio de eucalipto alguns valores de tabelas de referências para a região de Campo Grande, MS (CNA, 2013).

Para o cálculo das receitas dos produtos (soja, feno, gado e madeira) foram utilizados os preços e índices de mercado. Para a venda dos animais considerou-se, para os anos 2 e 3, um ganho médio de 339 kg peso vivo/ha/ano ou 11,3@/ha/ano para o ILPF<sub>1</sub> e de 420 kg peso vivo/ha/ano ou 14@/ha/ano para o ILPF<sub>2</sub>. Já para os anos de 5 a 7, considerou-se um ganho médio de 305 kg peso vivo/ha/ano para o ILPF<sub>1</sub> ou 10,16@/ha/ano e de 381 kg peso vivo/ha/ano ou 12,7@/ha/ano para o ILPF<sub>2</sub> (TABELA 2). Não foi considerado a compra dos animais, uma vez que para o cálculo da receita foi considerado apenas a venda do ganho médio de peso vivo.

Para a venda da soja, nos anos 0 e 4, foram consideradas sacas de 60 kg e utilizados os preços de referência para região, assim como para o feno. Considerou-se uma queda na produtividade da soja do ano zero para o ano quatro, sendo igual para os dois sistemas no ano zero, de 35 sacas/ha, e no ano 4 de 34 sacas no ILPF<sub>1</sub> e de 38 sacas/ha no ILPF<sub>2</sub>.

**TABELA 2** Tipos de receitas, valores individuais e quantidades dos produtos por ano nos dois sistemas (ILPF<sub>1</sub> e ILPF<sub>2</sub>).

**TABLE 2** Type of revenue, individual values and quantities of products per year in both systems (ILPF<sub>1</sub> and ILPF<sub>2</sub>).

Ano	Fonte de receita	ILPF <sub>1</sub>				ILPF <sub>2</sub>			
		Qtd.	Und.	R\$/und	RS/ha	Qtd.	Und.	R\$/und	RS/ha
0	Soja	35	sc	56,31	1970,85	35	sc	56,31	1970,85
1	Feno	4	t	200,00	800,00	4	t	200,00	800,00
2	Animais	11,30	@	132,00	1491,60	14,00	@	132,00	1848,00
3	Animais	11,30	@	132,00	1491,60	14,00	@	132,00	1848,00
4	Soja	34	sc	56,31	1914,54	38	sc	56,31	2139,78
5	Animais	10,16	@	132,00	1341,12	12,7	@	132,00	1676,40
6	Animais	10,2	@	132,00	1341,12	12,70	@	132,00	1676,40
7	Animais e madeira	10,2	@	132,00	1341,12	12,70	@	132,00	1676,40
		141,74	m <sup>3</sup>	45,00	6378,30	90,904	m <sup>3</sup>	45,00	4090,68

Qtd – quantidade; und – unidade de medida utilizada; R\$/ha- Preço individual da cultura em reais por unidade; R\$/ha- preço da cultura em reais por hectare; sc=saca; @=arroba do boi; t=tonelada.

Com relação ao componente florestal foi considerada a venda da madeira em pé aos 7 anos para diferentes usos. O preço utilizado para venda da madeira foi de R\$

45,00/m<sup>3</sup>, praticado no mercado local. O preço da saca de soja foi calculado em R\$ 56,31 a saca de 60 kg para o mês de junho. (APROSOJA MS, 2015).

Para a análise de viabilidade econômica foram utilizados os seguintes indicadores: o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR), o payback e a razão receita/custo (R).

O VPL determina a viabilidade econômica de um projeto através da diferença positiva entre as receitas e os custos atualizados a uma taxa de desconto. Quanto maior o seu valor, mais atrativo o projeto, e quando este apresentar valor negativo, o projeto será inviável economicamente (REZENDE; OLIVEIRA, 2013). Foram utilizadas várias taxas de desconto (6%, 8%, 10%, 12% e 14%), abrangendo as principais taxas aplicadas por programas de financiamento para implantação de sistemas de integração.

Para o cálculo do VPL foi utilizada a seguinte fórmula:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j}$$

Em que:

C<sub>j</sub> = custo no final do ano j, ou do período de tempo considerado;  
 R<sub>j</sub> = receita no final do ano j, ou do período de tempo considerado;  
 i = taxa de desconto; e  
 n = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo.

A TIR de um projeto é a taxa que iguala o valor atual das receitas futuras ao valor atual dos custos do projeto e permite verificar se a rentabilidade de um investimento é superior, inferior ou igual ao capital que será investido no mesmo (REZENDE; OLIVEIRA, 2013). A TIR foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\sum_{j=0}^n R_j(1+I)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+I)^{-j} = 0$$

Em que:

$R_j$  = receita no final do ano  $j$ , ou do período de tempo considerado;  
 $C_j$  = custo no final do ano  $j$ , ou do período de tempo considerado;  
 $n$  = duração do projeto, em anos.

O payback é um indicador que determina o prazo de recuperação de um investimento. Foi utilizado para comparar o tempo de retorno do investimento nos dois sistemas, sendo que o sistema que apresentou o menor payback foi considerado o projeto de maior viabilidade (MARQUESAN; BRONDANI, 2006). A fórmula utilizada para o cálculo do payback foi:

$$\text{Payback} = \frac{\text{Valor retorno por ano}}{\text{Valor investimento}}$$

Para o cálculo da razão receita/custo ( $R$ ) dividiu-se o somatório nominal das receitas ( $R_j$ ) pelo dos custos ( $C_j$ ) que ocorreram durante o projeto. Quanto maior o  $R$ , mais interessante a opção de investimento (REZENDE; OLIVEIRA, 2013). O mesmo foi obtido dado pela fórmula:

$$R = \frac{\sum_{j=0}^n R_j}{\sum_{j=0}^n C_j}$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As principais diferenças nos custo de implantação (ano zero) dos dois sistemas foram relacionados ao número de árvores por hectare, sendo que o custo no ILPF<sub>1</sub> (357 árvores/ha) é maior que no ILPF<sub>2</sub> (227 árvores/ha). Os custos com a implantação do componente arbóreo representaram 37% e 32% dos custos totais de implantação do ILPF<sub>1</sub> e ILPF<sub>2</sub>, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Dubé et al. (2000) em que os custos de implantação e manutenção de um hectare de eucalipto representaram 37% dos custos totais de implantação, manutenção e colheita dos componentes do sistema. Arco verde (2008) estudando sistemas agroflorestais na

Amazônia, também encontrou altos custos de implantação e propôs uma divisão da etapa de a fim de reduzir os custos do ano zero.

Como ambos os sistemas não foram utilizados com pastejo no ano um, utilizou-se do recurso vegetal da pastagem como feno para comercialização, além da renda oriunda da comercialização da soja. Para ambos o sistema, o saldo foi positivo a partir do ano um, R\$ 584,92 e R\$ 1186,16 para o ILPF<sub>1</sub> e ILPF<sub>2</sub>, respectivamente. A maior renda líquida associada ao ILPF<sub>2</sub> se deve pelos custos de manutenção do eucalipto representarem 70% dos custos do ILPF<sub>1</sub> (TABELA 3) e ILPF<sub>2</sub> (TABELA 4).

**TABELA 3** Fluxo de caixa por hectare do sistema ILPF<sub>1</sub> até os 7 anos.

**TABLE 3** Cash Flow per hectare of the ILPF<sub>1</sub> system up to 7 years.

Ano	ILPF <sub>1</sub>				Saldo (R\$/ha)
	Receitas		Custos		
	Fontes de receitas	R\$/ha	Tipo de Custos	R\$/ha	
0			Implantação sistema	5539,69	
	<i>Sub total</i>	<i>0,00</i>	<i>Sub total</i>	<i>5539,69</i>	- 5539,69
1	Venda do feno	800,00	Corte e enfardamento feno	72,00	
	Venda da soja	1970,85	Manutenção Eucalipto	1981,93	
			Colheita soja	132,00	
	<i>Sub total</i>	<i>2770,85</i>	<i>Sub total</i>	<i>2185,93</i>	584,92
2	Venda animais	1491,60	Manutenção pecuária	684,55	
			Manutenção Eucalipto	160,00	
	<i>Sub total</i>	<i>1491,60</i>	<i>Sub total</i>	<i>844,55</i>	647,05
3	Venda animais	1491,60	Manutenção pecuária	684,55	
	<i>Sub total</i>	<i>1491,60</i>	<i>Sub total</i>	<i>684,55</i>	807,05
4	Venda soja	1914,54	Custo implantação soja	1413,15	
			Custo colheita soja	130,80	
	<i>Sub total</i>	<i>1914,54</i>	<i>Sub total</i>	<i>261,60</i>	370,59
5	Venda animais	1341,12	Manutenção pecuária	615,49	
			Implantação forrageira	445,00	
	<i>Sub total</i>	<i>1341,12</i>	<i>Sub total</i>	<i>1060,49</i>	280,63
6	Venda animais	1341,12	Manutenção pecuária	615,49	
	<i>Sub total</i>	<i>1341,12</i>	<i>Sub total</i>	<i>615,49</i>	725,63
7	Venda animais	1341,12	Manutenção pecuária	615,49	
	Venda Eucalipto	6378,30			
	<i>Sub total</i>	<i>7719,42</i>	<i>Sub total</i>	<i>615,49</i>	7103,93

Os custos de manutenção com a pecuária nos anos dois, três, cinco, seis e sete representaram a maior proporção dos custos, 48% e 58% dos custos totais de manutenção do ILPF<sub>1</sub> e ILPF<sub>2</sub>, respectivamente. Essa diferença entre os sistemas nos custos de manutenção da pecuária se deu, provavelmente, em função do menor número de árvores no ILPF<sub>2</sub>, que proporcionou uma maior produtividade da forragem (em função da menor competição por fatores de crescimento) e, conseqüentemente, um maior ganho médio de peso vivo no ILPF<sub>2</sub>. Os menores custos de manutenção estão relacionados a sementeira da soja no ano quatro, representando 21% para o ILPF<sub>1</sub> e 20% para o ILPF<sub>2</sub>.

**TABELA 4** Fluxo de caixa por hectare do ILPF<sub>2</sub> até os 7 anos.

**TABLE 4** Cash Flow per hectare of the ILPF<sub>2</sub> system up to 7 years.

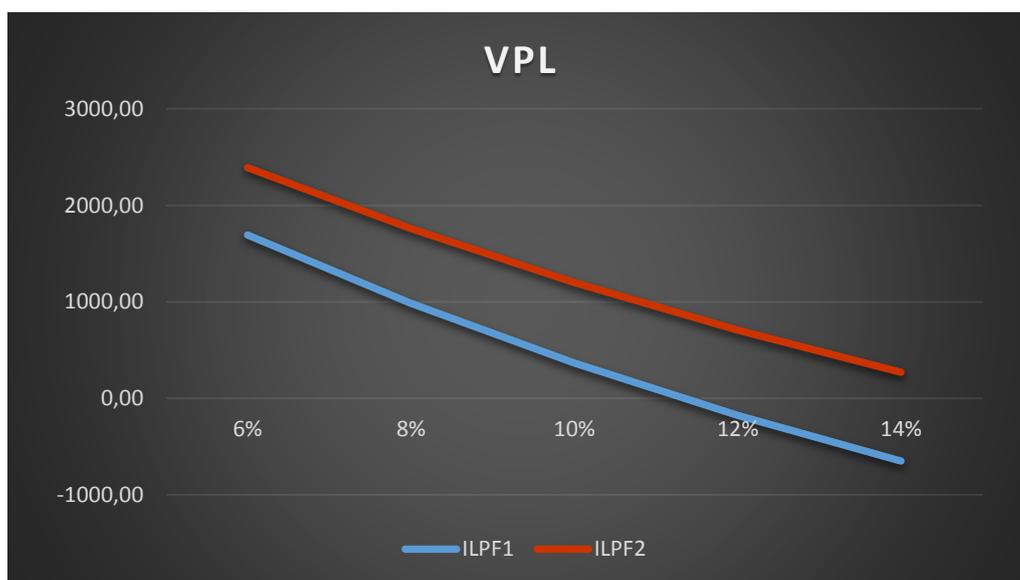
Ano	ILPF <sub>1</sub>				Saldo (R\$/ha)
	Receitas		Custos		
	Fontes de receitas	R\$/ha	Tipo de Custos	R\$/ha	
0			Implantação sistema	5091,73	
	<i>Sub total</i>	<i>0,00</i>	<i>Sub total</i>	<i>5091,73</i>	- 5091,73
1	Venda do feno	800,00	Corte e enfardamento feno	72,00	
	Venda da soja	1970,85	Manutenção Eucalipto	1380,69	
			Colheita soja	132,00	
	<i>Sub total</i>	<i>2770,85</i>	<i>Sub total</i>	<i>1584,69</i>	1186,16
2	Venda animais	1848,00	Manutenção pecuária	848,12	
			Manutenção Eucalipto	160,00	
	<i>Sub total</i>	<i>1848,00</i>	<i>Sub total</i>	<i>1008,12</i>	839,88
3	Venda animais	1848,00	Manutenção pecuária	848,12	
	<i>Sub total</i>	<i>1848,00</i>	<i>Sub total</i>	<i>684,55</i>	999,98
4	Venda soja	2139,78	Custo implantação soja	1413,15	
			Custo colheita soja	130,80	
	<i>Sub total</i>	<i>2139,78</i>	<i>Sub total</i>	<i>1548,75</i>	591,03
5	Venda animais	1676,40	Manutenção pecuária	769,37	
			Implantação forrageira	445,00	
	<i>Sub total</i>	<i>1676,40</i>	<i>Sub total</i>	<i>1214,37</i>	462,03
6	Venda animais	1676,40	Manutenção pecuária	769,37	
	<i>Sub total</i>	<i>1676,40</i>	<i>Sub total</i>	<i>769,37</i>	907,03
7	Venda animais	1676,40	Manutenção pecuária	769,37	
	Venda Eucalipto	4090,68			
	<i>Sub total</i>	<i>5767,08</i>	<i>Sub total</i>	<i>769,37</i>	4997,71

Com relação a distribuição das receitas nos dois sistemas, foi observado que os maiores valores estão relacionados a venda dos animais (gado), sendo 39% no ILPF<sub>1</sub> e 49% no ILPF<sub>2</sub>. A receita da comercialização da madeira em pé representou 35% das receitas no ILPF<sub>1</sub> e 23% no ILPF<sub>2</sub>. A baixa lucratividade associada a venda da madeira se deve principalmente à idade de corte do componente florestal, recomendando-se que a madeira seja comercializada nos anos posteriores, com maiores diâmetros para serraria. Souza et al. (2007) observou que a venda da madeira na forma de toras a partir dos 5 anos, apresenta menos lucratividade (menores valores de VPL) se comparado com a venda da madeira serrada e da madeira para carvão. As menores receitas estão representadas pela venda da soja de 22% e 23% e a venda do feno, de 4% e 5% para o ILPF<sub>1</sub> e ILPF<sub>2</sub>, respectivamente.

Segundo o VPL ambos os sistemas foram viáveis, porém a taxas de desconto diferenciadas. O ILPF<sub>1</sub> se mostrou viável até a taxa de juros de 10% a.a., enquanto que o ILPF<sub>2</sub> se mostrou viável até taxas de juros de 14% a.a. (FIGURA 1). Segundo esse indicador, quanto maior o valor, maior a viabilidade do projeto, assim observa-se que o ILPF<sub>2</sub> (para todas as taxas analisadas) é economicamente mais viável que o ILPF<sub>1</sub>, e quanto menor a taxa de juros aplicada maior a lucratividade. Souza (2005) encontrou resultados semelhantes para um sistema agroflorestal com Eucalipto na região Noroeste de Minas Gerais, uma vez que o sistema se apresentou viável a taxas de descontos inferiores a 11,5% a.a.. Oliveira et al. (2000) também encontrou um VPL positivo a uma taxa de desconto de 10% a.a. em um sistema agrossilvipastoril no município de Paracatu, Minas Gerais.

A TIR deve ser maior que a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) para que o projeto seja considerável viável, ou seja a taxa de juros na qual executar o projeto torna

se mais atrativo do que não investir o capital. A TIR apresentou um valor de 11% para o ILPF<sub>1</sub> e 15% para o ILPF<sub>2</sub>, ou seja, os projetos são viáveis economicamente até as referidas taxas internas de retorno. Segundo esse indicador, o ILPF<sub>2</sub> é mais viável que o ILPF<sub>1</sub> por apresentar maiores taxas de retorno. Esse resultado concorda com o valor do VPL, que se mostrou viável até a taxa de juros de 10% a.a., enquanto que o ILPF<sub>2</sub> se mostrou viável até taxas de juros de 14% a.a. (FIGURA 1).



**FIGURA 1** Valor presente líquido por hectare, com taxas de desconto (6%, 8%, 10%, 12% e 14%) para os dois sistemas em estudo.

**FIGURE 1** Net present value per hectare, at discounted rates (6%, 8%, 10%, 12% and 14%) for the two systems under study.

O cálculo do payback mostrou que o tempo de retorno do investimento é menor para o ILPF<sub>2</sub>, de 4 anos e 5 meses. Já no ILPF<sub>1</sub>, o valor do investimento é recuperado apenas aos 6 anos e 2 meses, aumentando assim o risco associado à atividade. Segundo esse indicador o sistema que apresentar menor tempo de recuperação do investimento tem maior viabilidade. Arco verde (2008) em um sistema agroflorestal, com espaçamento de 3 m x 2 m, com diferentes espécies arbóreas (ingá-de-metro, gliricídia, cupuaçu, pupunha, castanha do Brasil), encontrou um tempo de retorno do investimento de 8 anos.

A razão receita/custo (R) foi positiva para os dois sistemas, representando que a cada R\$ 1,00 investido foi produzida uma receita de R\$ 1,34 para o ILPF<sub>1</sub> e R\$ 1,38 para o ILPF<sub>2</sub>. Resultados semelhantes foram encontrados por Dubé et al. (2000), em um sistema agrossilvipastoril, que apresentou uma razão de R\$1,20 reais de receita a cada R\$1,00 investido.

## CONCLUSÕES

De acordo com o VPL, ambos os sistemas se mostraram viáveis com valores positivos as taxas de desconto de 6%, 8% e 10%. No entanto, o ILPF<sub>2</sub> mostrou maior viabilidade econômica que o ILPF<sub>1</sub> em função da maior viabilidade para todas as taxas de desconto avaliadas (6%, 8%, 10%, 12% e 14%).

Ambos os sistemas se mostraram viáveis economicamente segundo os indicadores payback, razão receita/custo e taxa interna de retorno, porém o ILPF<sub>2</sub> também apresentou maior viabilidade para esses indicadores.

Os custos com a implantação do componente arbóreo representaram a maior proporção dos custos de implantação nos dois sistemas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCO-VERDE, M. F. **Sustentabilidade biofísica e socioeconômica de sistemas agroflorestais na Amazônia brasileira**. 2008. 209 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. EMBRAPA, Brasília, 2011, 130 p.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L.A.M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R.C.; KICHEL, A.N.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. dos S.; FRANCHINI, J.C.; GALERANI, P.R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Revista Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 46, n.10, p. i-xii, 2011.

BEHLING, M.; WRUCK, F. J.; ANTONIO, D. B. A.; MENEGUCI, J. L. P.; CARNEIRO E PEDREIRA, B.; CARNEVALLI, R. A.; CORDEIRO, L. A. A.; GIL, J.; FARIAS NETO, A. L. de; DOMIT, L. A.; SILVA, J. F. V. Integração Lavoura-pecuária-floresta (ILPF). **Fundação MT, Boletim de pesquisa de soja 2013/2014**, 20 p., 2013.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE AGRICULTURA. Boletim Campo Futuro, **Sistema CNA Brasil**, n 01, ano IV, 4 p., 2013.

DUBÉ, F.; COUTO, L.; GARCIA, R.; ARAÚJO, G.A.de A.; LEITE, H.G.; SILVA, M.L. Avaliação econômica de um sistema agroflorestal com *Eucalyptus* sp. no noroeste de Minas Gerais: O caso da companhia mineira de metais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n.4, p. 437-443, 2000.

FERREIRA, A. D.; SERRA, A. P.; MELOTTO, A. M.; BUNGENSTAB, D.J.; LAURA, W. A. Manejo de árvores e propriedades da madeira em sistema de ILPF com eucalipto. In: BUNGENSTAB, D.J. **Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. Brasília, EMBRAPA, 2012, p.121-142.

GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, M.C.M.; ALVARENGA, R.C.; QUEIROZ, L.R. de; SIMÕES, E. de P.; CAMPANHA, M.M. Integração Lavoura-pecuária-floresta em Minas Gerais. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G de A. **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Brasília: EMBRAPA, 2015, p.29-43.

MAGALHÃES, J. G. de S.; SILVA, M.L. da S.; SALLES, T.T.; REGO, L. J. S. Análise econômica de sistemas agroflorestais via uso de equações diferenciais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n.1, p. 73-79, 2014.

MARQUEZAM, L. H. F.; BRONDANI, G. Análise de investimentos. **Revista Eletrônica de contabilidade**, Santa Maria, v. III, n.1, 15 p, 2006.

OLIVEIRA, A. D. de; SCOLFORO, J. R. S.; SILVEIRA, V. de P. Análise econômica de um sistema agro-silvo-pastoril com Eucalipto implantado em região de cerrado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n.1, p. 1-19, 2000.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. de. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa: Editora UFV, 3 ed, 2013. 385p.

RICHETTI, A. Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2014/2015, em Mato Grosso do Sul. **Comunicado Técnico 194**, Dourados, 13 p., 2014.

SOUZA, A. N. de. **Crescimento, produção e análise econômica de povoamentos clonais de *Eucalyptus* sp em sistemas agroflorestais**. 2005. 223 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Lavras, Lavras.

SOUZA, A. N. de; OLIVEIRA, A.D. de; SCOLFORO, J.R.S.; REZENDE, J. L. P. de; MELLO, J.M. de Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal. **Revista Cerne**, Viçosa, v. 13, n.1, p. 96-106, 2007.

WRUCK, F.J.; BEHLING, M.; ANTONIO, D.B. A. Sistemas integrados em Mato Grosso e Goiás. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G de A **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Brasília, EMBRAPA, 2015, p.169-194.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com menor espaçamento (ILPF<sub>1</sub>) conferiu o mesmo volume médio por árvore que o sistema de maior espaçamento (ILPF<sub>2</sub>), mas com maior produtividade por hectare, aos 6 anos de idade.

O sistema ILPF<sub>2</sub> mostrou maior viabilidade econômica que o ILPF<sub>1</sub> (aos sete anos) para todos os indicadores em estudos, devido principalmente a maior receita associada a maior produtividade pecuária nesse sistema.

O componente florestal não representou a maior parte da receita nos dois sistemas em estudos, sendo recomendando aumentar o ciclo de rotação e conduzir as árvores para usos da madeira que agreguem maior valor, como uso em madeira serrada.

Desta forma, os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em estudo são opções viáveis para a diversificação de renda para o pecuarista na região de Campo Grande, Mato Grosso do Sul.