

Embrapa

Gado de Corte

A integração de cultivos florestais à produção pecuária é reconhecida em âmbito científico como imprescindível para o desenvolvimento sustentável, já que combina produção com a conservação de recursos naturais. O Brasil possui grande potencial para aplicação de sistemas integrados que incluem componentes animais, agrossilvipastoris e silvipastoris. Somente no Mato Grosso do Sul, estima-se que existam 8 milhões de hectares de áreas com pastos degradados, que poderiam, parcialmente, adotar tais sistemas.

Hoje sabemos que o sucesso na implantação de sistemas integrados de produção depende de uma série de fatores que incluem, entre outros, acesso à informação e articulação entre os atores interessados. Nas últimas duas décadas, o contato mais aproximado do meio acadêmico com o sistema produtivo disponibilizou ao setor inovações tecnológicas, como também tornou-se um canal de comunicação que retroalimenta a academia e os centros de pesquisa com as reais necessidades do produtor.

Nesta obra, composta por nove capítulos que abordam diversos temas – como as pesquisas realizadas na área na última década, ILPF em Minas Gerais, sistemas agroflorestais no Sul e na Amazônia, emissão de gases de efeito estufa, bem estar animal, espécies arbóreas para ILPF, forrageiras tolerantes a sombreamento e sistemas integrados em Mato Grosso do Sul e Goiás –, encontram-se compiladas informações por experientes autores, com o intuito de se avançar no conhecimento sobre os sistemas de produção em integração.

Os editores

Patrocínio:



Serviço Nacional de
Aprendizagem Rural



Embrapa

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

Embrapa



Serviço Nacional de
Aprendizagem Rural

Embrapa

Sistemas Agroflorestais



Sistemas Agroflorestais

A AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL

Editores técnicos

Fabiana Villa Alves
Valdemir Antônio Laura
Roberto Giolo de Almeida

Sistemas Agroflorestais

A AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Gado de Corte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Sistemas Agroflorestais

A AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL

Editores técnicos

Fabiana Villa Alves

Valdemir Antônio Laura

Roberto Giolo de Almeida

Embrapa
Brasília, DF
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Gado de Corte

Avenida Rádio Maia, 830 – Zona Rural

CEP 79106-550 - Campo Grande, MS

Telefone: (67) 3368-2000

Fax: (67) 3368-2150

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição

Embrapa Gado de Corte

Comitê Local de Publicações da Embrapa Gado de Corte

Presidente: *Pedro Paulo Pires*

Secretário-executivo: *Rodrigo Carvalho Alva*

Membros:

Andréa Alves do Egito

Davi José Bungenstab

Elane de Souza Salles

Guilherme Cunha Malafaia

Roberto Giolo de Almeida

Lucimara Chiari

Colaboração: *Silvia Rahe Pereira, bolsista Fundect/CNPq*

Equipe editorial

Supervisão editorial e revisão de texto: *Rodrigo Carvalho Alva*

Normalização bibliográfica: *Elane de Souza Salles*

Foto da capa: *João Carlos Costa Júnior*

Projeto gráfico, capa, editoração eletrônica e tratamento das ilustrações: *Rosane Guedes*

1ª edição

1ª impressão (2015): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Direitos Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Gado de Corte

Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável / editores técnicos, Valdemir Antônio Laura,

Fabiana Villa Alves, Roberto Giolo de Almeida. -- Brasília : Embrapa, 2015.

208 p. : il. color. ; 17 cm x 24 cm.

ISBN: 978-85-7035-420-4

1. Sistemas agroflorestais. 2. Pecuária de corte. 3. Sustentabilidade. I. Laura, Valdemir Antônio, ed. II. Alves, Fabiana Villa, ed. III. Almeida, Roberto Giolo, ed. V. Embrapa Gado de Corte.

CDD 21.ed. 636.2

© Embrapa 2015

Editores técnicos

Valdemir Antônio Laura

Engenheiro-Agrônomo, D.Sc.

Pesquisador na área de Agronomia, com ênfase em fisiologia de plantas cultivadas, atuando em temas como sementes, forrageiras, estresses abióticos, sistemas silvipastoris, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Fabiana Villa Alves

Zootecnista, D.Sc.

Pesquisadora na área de Sistemas de Produção Sustentáveis, com ênfase em manejo animal, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Roberto Giolo de Almeida

Agrônomo, D.Sc.

Pesquisador na área de sistemas de produção sustentáveis e cadeias produtivas da pecuária de corte, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Autores

Alex Marcel Melotto

Biólogo, D.Sc.

Pesquisador em sistemas de produção integrados, com ênfase em integração lavoura-pecuária-floresta, Fundação MS, Maracajú, MS.

Domingos Sávio Paciullo

Agrônomo, D.Sc.

Pesquisador em pastagens e forragicultura, com ênfase em forrageiras e sistemas silvipastoris, Embrapa Gado de Leite, Coronel Pacheco, MG.

Eduardo de Paula Simões

Bolsista PIBIC do convênio CNPq/Embrapa, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Jorge Ribaski

Engenheiro-Florestal, D.Sc.

Pesquisador em recursos e engenharia florestal, com ênfase em sistemas em integração, Embrapa Florestas, Colombo, PR.

Luciano Rodrigues de Queiroz

Bolsista pós-doutor PNPd/CAPES, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Marcelo Dias Müller

Engenheiro-Florestal, D.Sc.

Pesquisador em sistemas de produção integrados, com ênfase em componente florestal, Embrapa Gado de Leite, Coronel Pacheco, MG.

Maria Celuta Machado Viana

Agrônoma, D.Sc.

Pesquisadora em fisiologia de plantas cultivadas, com ênfase em sistemas em integração, Fapemig, Belo Horizonte, MG.

Maria de Fátima Ávila Pires

Médica-Veterinária, D.Sc.

Pesquisadora em ecologia dos animais domésticos e etologia, com ênfase em bovinos de leite e sistemas em integração, Embrapa Gado de Leite, Coronel Pacheco, MG.

Maria Luiza Franceschi Nicodemo

Médica-Veterinária e Zootecnista, D.Sc.

Pesquisadora em sistemas agroflorestais, com ênfase em sistemas silvipastoris, Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP.

Miguel Marques Gontijo Neto

Engenheiro-Agrônomo, D.Sc.

Pesquisador em produção vegetal e animal, com ênfase em avaliação, produção e conservação de forragem em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Monica Matoso Campanha

Engenheira-Agrônoma, D.Sc.

Pesquisadora em fitotecnia, sistemas de produção sustentáveis, serviços ambientais e agroecologia, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Ramon Costa Alvarenga

Engenheiro-Agrônomo, D.Sc.

Pesquisador em manejo e conservação do solo e da água, com ênfase em plantio direto e sistemas em integração, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Sérgio Raposo de Medeiros

Agrônomo, D.Sc.

Pesquisador em nutrição animal, com ênfase em eficiência e exigências nutricionais de bovinos de corte, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Sônia A. Guetten Ribaski

Administradora e Tecnóloga em Cooperativismo, D.Sc.

Pesquisadora em Ciências Sociais Aplicadas, FAMEC, Curitiba, PR.

Tadário Kamel de Oliveira

Engenheiro-Agrônomo, D.Sc.

Pesquisador em produção vegetal e florestal, com ênfase em sistemas agroflorestais, Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

Vanderley Porfírio-da-Silva

Agrônomo, D.Sc.

Pesquisador em produção vegetal e animal, com ênfase em sistemas agrossilvipastoris e silvipastoris, Embrapa Florestas, Colombo, PR.

Colaboradora**Silvia Rahe Pereira**

Bióloga, D.Sc.

Bolsista de Desenvolvimento Científico e Regional na Embrapa Gado de Corte na área de Ecologia aplicada à recuperação de áreas degradadas.

Agradecimentos

Ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento/Mapa;
À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Embrapa;
Ao Governo do Estado de Mato Grosso do Sul;
Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq;
À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/Capes;
À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul / Fundect;
Ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Mato Grosso do Sul/CREA-MS;
Ao Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas/Sebrae;
À Conflora Reflorestadora;
Ao Grupo Mutum;
À Heringer Fertilizantes;
Ao Painel Florestal;
Ao Grupo de Sistemas Agroflorestais/GSAF-UFGD, em especial ao Prof. Omar Daniel (*in memoriam*);
À Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD;
Ao Senar;
À Fundação MS.



Apresentação

Sistemas Agroflorestais: a agropecuária sustentável. Seguramente os autores foram precisos no título desta obra. Pois, o setor agropecuário em todo o mundo tem como missão primordial produzir alimentos, fibras e energia de forma sustentável, sem impactar os biomas, primando pela conservação dos recursos biológicos e naturais.

A Embrapa Gado de Corte atua em sistemas agroflorestais (SAFs) há mais de 15 anos. Iniciativa que começou diminuta com pequenas ações de pesquisa, hoje os SAFs, com milhares de hectares espalhados pelo Brasil, é pautado como um tema portador de futuro no Brasil e no mundo tropical.

As informações, os conceitos, os conhecimentos, as experiências, os processos e as tecnologias apresentados nesta obra traz para produtores, técnicos, acadêmicos, outros atores e formuladores de políticas públicas, o que há de novo em sistemas agroflorestais. Tema este cujo Brasil é vanguardista e líder global. Os SAFs são avanços nos sistemas de produção não só para o incremento de produtividade, pelo efeito poupa/otimiza-terra, de agregação de valor aos produtos, mas sobretudo em mitigar a emissão de gases de efeito estufa e, pelo bem-estar na produção animal. É, sem dúvida, uma das melhores tecnologias para o futuro da agropecuária nos trópicos.

O trabalho congrega o conhecimento multidisciplinar de diversos especialistas da Embrapa e de instituições parceiras. A obra traz não apenas um conteúdo rico de informações, mas apresenta experiências técnicas e práticas sobre SAFs em diferentes realidades produtivas e ecorregionais no Brasil. Uma visão sistêmica do assunto condensada com tamanha altivez em uma sequência que facilita a leitura e o aproveitamento para quem busca informações atualizadas sobre SAFs.

Organizado em oito capítulos, a livro apresenta os conceitos, os conhecimentos, as técnicas, as estratégias e experiências do tema relacionados aos SAFs no Brasil. Conteúdos desde o polêmica tema de emissão de gases de efeito estufa em sistemas integrados, o bem-estar animal em sistemas integrados com uma interessante atualização, o ideótipo de espécie arbórea para os SAFs, o que há de novo em forrageiras tolerantes ao sombreamento, perpassa pela visão de 10 anos de pesquisa em sistemas agroflorestais em Mato Grosso do Sul, até os SAFs no Estado de Minas Gerais e na Região no Sul do Brasil e, culmina com a experiência dos sistemas integrados na Amazônia brasileira.

Apresentação

A Embrapa e seus parceiros ao levar conhecimento que agregue ao desenvolvimento das cadeias produtivas está cumprindo sua missão e contribuindo para o sucesso e a sustentabilidade da agropecuária brasileira.

Aproveitem a obra!

Cleber Oliveira Soares

Chefe-Geral da Embrapa Gado de Corte

Prefácio

O Sistema CNA/SENAR investe na disseminação de sistemas agroflorestais sustentáveis, como a Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) e outras técnicas de baixa emissão de carbono. Significa que, na mesma área em que a floresta é plantada, é possível ter pastagens e lavouras. Essa integração favorece o controle de pragas, a estocagem de carbono e a adequação da propriedade à legislação ambiental. Além dessas vantagens, ainda aumenta a renda do produtor rural.

Esse trabalho começou em 2011, quando o nosso Sistema fez parceria com a Embaixada Britânica para atuar no projeto ABC Capacitação e realizou uma série de seminários. Um dos gargalos identificados, no primeiro ano do projeto, foi a dificuldade enfrentada pelo produtor na elaboração de projetos para obtenção da linha de crédito do Programa ABC dentro das especificações exigidas pelos bancos.

Para capacitar analistas e projetistas bancários, o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) firmou parceria, no final de 2014, com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Embrapa, Federação Brasileira de Bancos (Febraban/INFI) e a Associação Brasileira de Instituições Financeiras de Desenvolvimento (ABDE).

Nossas ações em favor da agropecuária de baixo carbono não pararam por aí. Em parceria com o Ministério da Agricultura e a Embrapa, o SENAR desenvolve o Projeto ABC Cerrado, para incentivar e difundir a adoção de práticas sustentáveis para a redução das emissões de gases de efeito estufa, sensibilizando o produtor para que invista na sua propriedade, obtendo retorno econômico e mantendo o meio ambiente preservado. Nesse projeto, também é responsabilidade do SENAR a formação profissional no uso das tecnologias e a assistência técnica ministrada com recursos do Banco Mundial.

Nós, do Sistema CNA/SENAR, acreditamos que é fundamental levar aos produtores rurais todo o conhecimento produzido pela Embrapa, reconhecidamente uma das melhores instituições de pesquisa agropecuária do mundo. Por isso, recomendamos esta obra que, com certeza, contribuirá para que o Brasil siga entre os líderes em produção agropecuária e preservação do meio ambiente.

João Martins da Silva Junior

Presidente da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil e do Conselho Deliberativo do SENAR



Sumário

- 1. 10 anos de pesquisa em Sistemas Agroflorestais em Mato Grosso do Sul, 1**
Maria Luiza Franceschi Nicodemo
Alex Marcel Melotto
- 2. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em Minas Gerais, 29**
Miguel Marques Gontijo Neto
Maria Celuta Machado Viana
Ramon Costa Alvarenga
Luciano Rodrigues de Queiroz
Eduardo de Paula Simões
Monica Matoso Campanha
- 3. Sistemas agroflorestais na região Sul do Brasil, 45**
Jorge Ribaski
Sonia A. Guetten Ribaski
- 4. Sistemas integrados na Amazônia brasileira: experiências demonstrativas e resultados de pesquisa, 69**
Tadário Kamel de Oliveira
- 5. Emissão de gases de efeito estufa em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, 97**
Roberto Giolo de Almeida
Sérgio Raposo de Medeiros
- 6. Bem-estar animal em Sistemas Integrados, 117**
Maria de Fátima Ávila Pires
Domingos Sávio Paciullo
- 7. Ideótipo de espécie arbórea para Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, 135**
Vanderley Porfírio-da-Silva
- 8. Forrageiras tolerantes ao sombreamento, 149**
Domingos Sávio Campos Paciullo
Maria de Fátima Ávila Pires
Marcelo Dias Müller
- 9. Sistemas Integrados em Mato Grosso e Goiás, 169**
Flavio Jesus Wruck
Maurel Behling
Diego Barbosa Alves Antonio

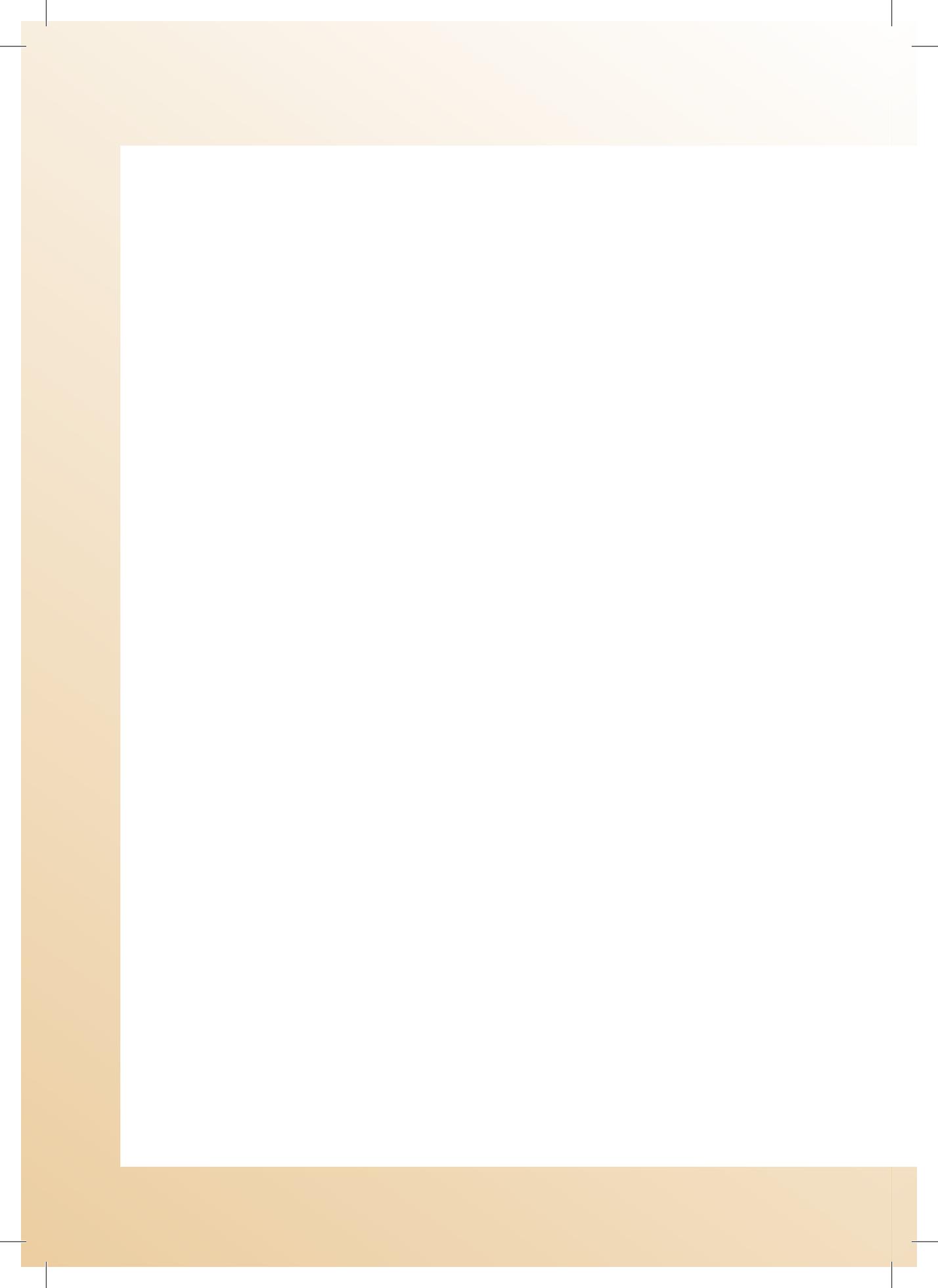


1

CAPÍTULO

10 anos de pesquisa em Sistemas Agroflorestais em Mato Grosso do Sul

*Maria Luiza Franceschi Nicodemo
Alex Marcel Melotto*



INTRODUÇÃO

Sistemas agroflorestais (SAFs) são sistemas de uso da terra em que as árvores interagem com os cultivos agrícolas e/ou animais, simultânea ou sequencialmente, de modo a aumentar a produtividade total de plantas e animais de forma sustentável por unidade de área (NAIR, 1989). Esses sistemas foram considerados promissores para adoção em Mato Grosso do Sul (DANIEL et al., 2000, PORFIRIO et al., 2003) e os progressos feitos nos últimos dez anos reforçam essa conclusão.

Uma forte contribuição para a divulgação e a multiplicação dos trabalhos de pesquisa em sistemas agroflorestais veio com a coalizão de sistemas agroflorestais e integração lavoura-pecuária dentro da rubrica integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), que agrega tecnologias voltadas para sistemas integrados de produção. O que define esses sistemas é a relação entre seus componentes, que deve ser manejada para tirar proveito das interações que se estabelecem: mutualismo ou cooperação (interação entre duas espécies que se beneficiam reciprocamente), comensalismo (designa relações em que uma espécie se beneficia de recursos da outra sem prejudicá-la), competição e predação (JOSE et al., 2004; PORFÍRIO-DA-SILVA, 2007). Neste texto, vamos dar foco para a evolução dos sistemas agroflorestais (silvipastoris, agrossilvipastoris e silviagrícolas) em Mato Grosso do Sul nos últimos dez anos.

O levantamento levou em conta o acervo documental da Embrapa (Base de dados da pesquisa agropecuária – <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/>), assim como os buscadores Google e Scholar Google e portais de universidades de Mato Grosso do Sul e da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (Fundect). Foram catalogadas 139 publicações de 2003 a 2013, entre artigos, dissertações de mestrado, livros, resumos, manuais e publicações seriadas. É possível que o procedimento de busca utilizado não contemple toda a produção científica e projetos de pesquisa do período estudado, mesmo porque é necessária constante atualização das bases de dados.

ANTECEDENTES

Os trabalhos seminais para o desenvolvimento de SAFs em Mato Grosso do Sul tem início em 1992, no Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (hoje Universidade

federal da Grande Dourados, UFGD), com o zoneamento de eucalipto (DANIEL, 1996; 1998), proposição de uma terminologia para SAF (DANIEL et al., 1999), estudos de sistema integrado de eucalipto e milho (DANIEL et al., 2004), e a definição de um conjunto de indicadores de sustentabilidade para SAFs (DANIEL et al., 1999; 2000a; 2000b).

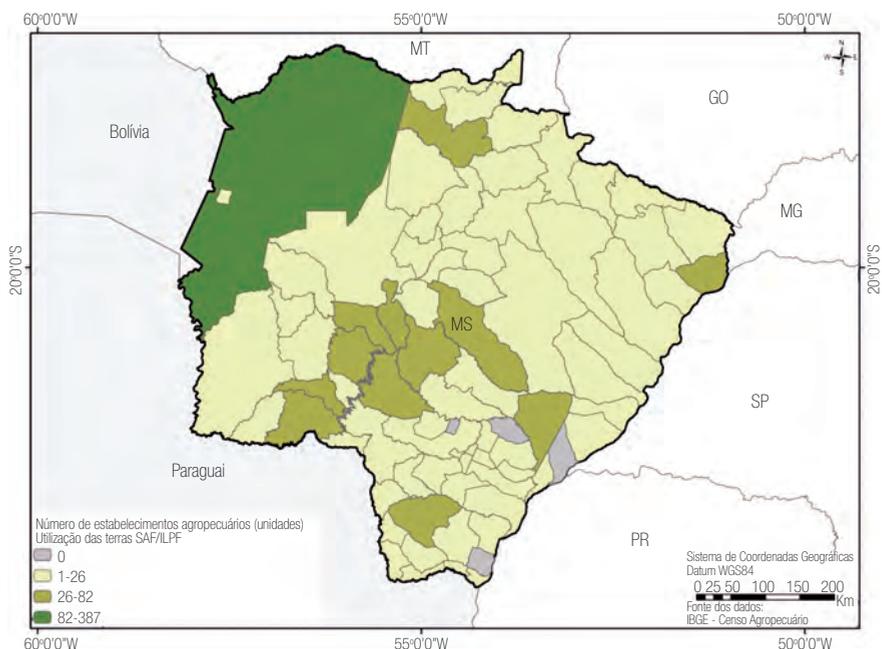
Em 2003, a Embrapa Gado de Corte (CNPGC), Embrapa Agropecuária Oeste (CPAO), Embrapa Pantanal (CPAP), Sepratur/Idataerra (Agraer), SEMA e UFMS/Dourados (hoje UFGD) promoveram o seminário “Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável”. Nesse evento foram abordados conceitos e componentes dos SAFs, políticas públicas, fontes de financiamento, serviços ambientais, uso de SAFs na agricultura comercial, na agricultura familiar, na restauração e na conservação da biodiversidade, juntamente com diagnóstico da situação em MS e estudos de caso. Várias parcerias importantes se estabeleceram a partir desse momento, alavancadas pelas trocas promovidas durante o encontro.

EVOLUÇÃO ENTRE 2003 E 2013 EM MATO GROSSO DO SUL

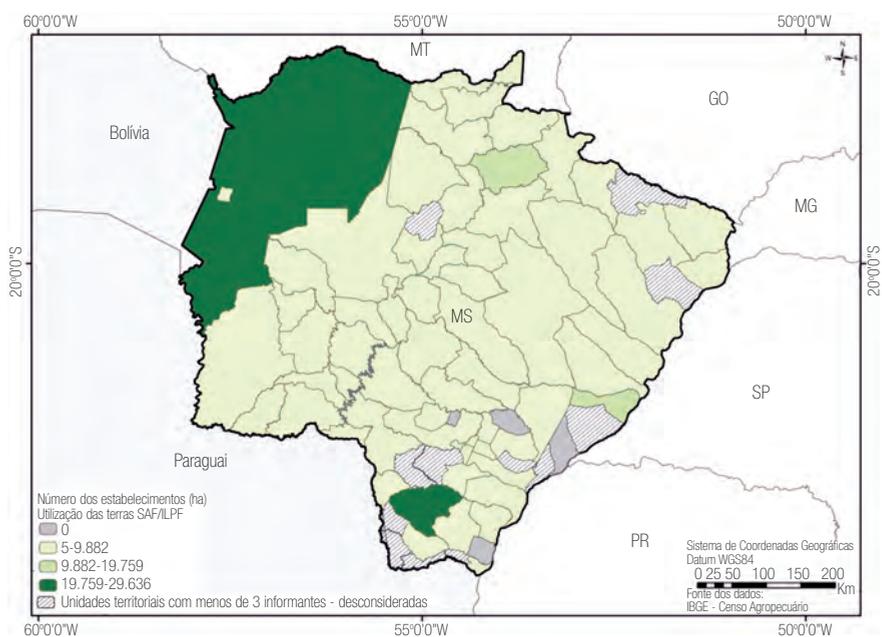
Em termos de uso da terra, o levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2006) mostrou que 166.764 ha (correspondendo a 1.424 estabelecimentos) tinham sistemas agroflorestais, definida como a área cultivada com espécies florestais também usada para lavouras e pastoreio por animais, em Mato Grosso do Sul. Os sistemas se concentravam em Corumbá (27,2%), Nioaque (5,8%), Amambai (4,7%) e Aparecida do Taboado (4,6%) (Figura 1). Já em relação a quantidade de terra sob SAFs em MS, destacavam-se: Amambai (17,8%), Corumbá (12,4%), Figueirão (8,5%), Bataguassu (8,4%), Bonito (5,7%), Aparecida do Taboado (5,1%) e Coxim (4,7%) (Figura 2).

Nota-se que todos os municípios supracitados como maiores detentores de área com SAFs são essencial e tradicionalmente pecuários, ou seja, pode-se inferir que a atividade florestal foi inserida na criação de animais ou o gado passou a ser criado tanto em cultivos florestais plantados como junto à floresta nativa que, em vez de ser derubada, foi somente raleada, na maioria dos casos.

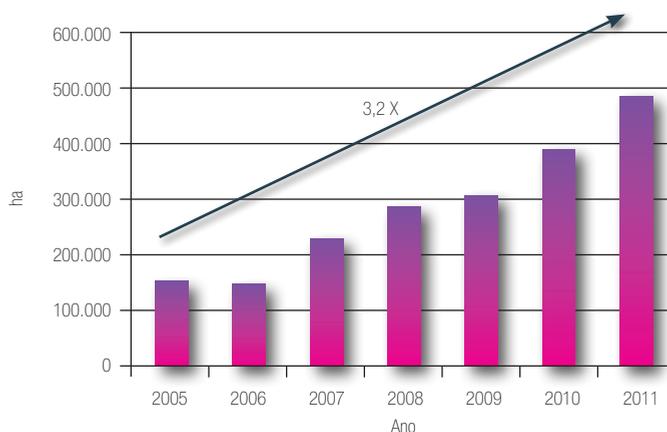
O interesse pela introdução de árvores na propriedade rural envolve principalmente fatores relacionados a maior eficiência de uso da terra e a demanda por produtos florestais, movida pela expansão do setor no Estado. Em MS, a área plantada com eucalipto e com pinus aumentou de 152.341 ha em 2005 para 487.399 ha em 2011 (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF, 2012; Figura 3), correspondendo a um aumento na área plantada de 320%. Enquanto a área plantada com eucalipto aumentou de 11.432 ha para 475.528 ha, a área plantada com pinus está diminuindo, passando de 38.809 ha para 11.874 ha entre 2005 e 2011 (ABRAF, 2012).



► **FIGURA 1.** Número de estabelecimentos que utilizam SAF em Mato Grosso do Sul (IBGE, 2006).



► **FIGURA 2.** Área dos estabelecimentos que utilizam SAF em Mato Grosso do Sul (IBGE, 2006).



► **FIGURA 3.** Evolução dos plantios de pinus e eucalipto em MS (ABRAF, 2012).

Parte dessa mudança se deveu à vinda de grandes grupos do setor de papel e celulose para MS, alavancando a capacitação e a atração de profissionais da área florestal. O número de engenheiros florestais registrados no CREA-MS passou de 73 em 2003 para 189 em 2013. Foram abertos tres cursos de técnicos florestais (nível médio): (1) Centro de Educação e Tecnologia Senai Três Lagoas “José Paulo Rímoli”, Três Lagoas/MS; nome do curso: Técnico em Celulose e Papel; turno de Funcionamento: noturno; Número de Vagas: 40; carga horária: 1.600 h. (2) Centro Educacional Rosa Mosso, Ribas do Rio Pardo/MS, nome do curso: Técnico em Florestas. Autorização de funcionamento: 2007; carga horária: 1.600 h; e (3) Centro de Educação Profissional Senac Três Lagoas, Três Lagoas/MS, nome do curso: Técnico em Florestas; duração, 2 anos; vagas = 40.

Vale citar ainda que Mato Grosso do Sul possui a maior expansão florestal do Brasil nos últimos cinco anos. Em 2012 o índice de crescimento em área plantada foi de 25%, enquanto que a média nacional foi de 6%. Tao crescimento gera condições favoráveis para os cultivos florestais, especialmente de eucalipto, em sistemas de produção integrados.

Mato Grosso do sul conta com dois cursos de graduação em Engenharia Florestal: (1) Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Engenharia Florestal / Aquidauana; Modalidade: Bacharelado; Turno de Funcionamento: Integral; Número de Vagas: 50; Tempo de Duração: 5 Anos; Local de Oferta do Curso – Aquidauana-MS. Conta na grade curricular com a disciplina “Sistemas Agrossilviculturais”; e (2) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; Engenharia Florestal / Chapadão do Sul; Modalidade: Bacharelado; Turno de Funcionamento: Integral; Número de Vagas: 50/ano; Tempo de Duração: 5 Anos; Local de Oferta do Curso – Chapadão do Sul. Início das atividades: 03/2010. O tema “Sistemas

agroflorestais” é abordado dentro da disciplina de Silvicultura Aplicada. Abriga o Grupo PET Agronomia/Engenharia Florestal, composto por discentes buscando desenvolver atividades focadas em agropecuária de baixo carbono.

Especial ênfase deve ser dada à atuação do GESAF – Grupo de Estudos em Sistemas Agroflorestais da UFGD, criado em 30 de maio de 2011. Sob a coordenação do Prof. Dr. Omar Daniel, objetiva desenvolver, promover e difundir a pesquisa científica acerca dos Sistemas Agroflorestais e sua aplicabilidade em Sistemas de Produção no Mato Grosso do Sul. O grupo tem parcerias com a Embrapa Gado de Corte, Embrapa Agropecuária Oeste, Ramires Reflorestamentos, Fazenda Modelo II (Ribas do Rio Pardo), Fazenda Experimental (Someco – Ivinhema), Fazenda Japema (Novo Horizonte do Sul) e com a Fundação MS. O GESAF tem uma página na internet (<http://www.do.ufgd.edu.br/gesaf/>) onde é possível acompanhar os trabalhos desenvolvidos pelo grupo.

Em 2006, a Embrapa Gado de Corte e o IBAMA MS promoveram o “I Curso de Atualização Técnica em Arborização de Pastagens”, realizado em Bonito MS com carga horária de 24 horas e participantes de diversos municípios e instituições de Mato Grosso do Sul. O curso foi ministrado pelo pesquisador da Embrapa Florestas, Vanderley Porfírio da Silva. Esse evento foi o marco importante no desenvolvimento de sistemas integrados com o componente florestal no estado.

Em 2006, também, foi disponibilizada uma ferramenta virtual de apoio ao desenvolvimento de SAFs (<http://saf.cnpqg.embrapa.br/saf.htm>). Esta página foi criada para sistematizar informações úteis para o pecuarista interessado em estabelecer sistemas silvipastoris no Brasil Central. Parte do conteúdo advém de pesquisa e das informações disponibilizadas pela Embrapa Gado de Corte e por parceiros: UFMS/Projeto Rede de Sementes do Pantanal, Ibama-MS, Idaterra (Atual Agraer), CREA-MS e SEMA. O portal reúne informações sobre a ocorrência e o potencial de uso das espécies florestais arbóreas de Mato Grosso do Sul, facilitando a seleção das árvores, com dados do habitat em que são encontradas, exigência de luz e utilização conhecida); indicação de sites da Embrapa e do IPEF (Instituto de Pesquisas Florestais/ESALQ) sobre escolha de espécies de *Pinus* spp. e de *Eucalyptus* spp.; viveiros de mudas florestais de MS, com lista de contatos por município; lista de contatos de produtores de sementes florestais; informações sobre as Rede de Sementes, projeto do Fundo Nacional do Meio Ambiente, lista de consumidores de madeira, por município, cadastrada no IBAMA para pesquisa de mercado local e regional, indicação de profissionais com formação em manejo florestal; textos Integrais e links para outras páginas de interesse com resenha; legislação ambiental vigente e projetos de pesquisa desenvolvidos na Embrapa Gado de Corte.

A Fundect deu apoio importante ao desenvolvimento de trabalhos de pesquisa em MS, financiando a maior parte dos estudos desenvolvidos nessa área. Outras financiadoras também se fizeram presentes: conselho

Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico, Fundação Manoel de Barros e instituições de ensino e pesquisa (UFMS, Embrapa).

Foram concluídos ou estão em desenvolvimento 14 projetos de pesquisa (Tabela 1), em diferentes áreas do conhecimento. Nem sempre foi possível identificar claramente as parcerias, mas como estes são sistemas complexos e multifacetados, é comum a multiplicação de iniciativas envolvendo várias instituições para poder estudar de forma mais detalhada as relações e os componentes dos sistemas.

Desde 2005, treze dissertações de mestrado relacionadas a SAFs foram concluídas (Tabela 2) e quatro trabalhos de mestrado estão em andamento (Tabela 3). Vários desses pesquisadores continuaram nos programas de pós-graduação, aprofundando seus estudos no doutorado (Tabela 4).

Nota-se parcerias entre instituições de MS e de outros estados (MG, MT, PR e SP). Esse incremento no número de estudos envolvendo SAF teve como consequência um aumento muito acentuado nas publicações da área (Figura 4).

Quase metade (47%) das publicações do período estava na forma de resumos expandidos. Não é possível associar o grande aumento na publicação de resumos expandidos a eventos específicos. Os resumos expandidos foram publicados tanto em eventos direcionados a sistemas agroflorestais, como em congressos de âmbito mais geral, das áreas de solos e de zootecnia, por exemplo. Já os resumos, correspondentes a 19% das publicações, foram publicados em grande parte nas Jornadas

► **TABELA 1.**
Projetos de pesquisa aprovados entre 2003 e 2013 em Mato Grosso do Sul referentes a SAFs.

ANO	COORDENADOR E PARCEIROS/PROJETO
2003	Embrapa Gado de Corte + Embrapa Florestas, UNIDERP/ Avaliação de espécies arbóreas e espaçamentos para o desenvolvimento de sistemas silvipastoris no Mato Grosso do Sul visando a produção pecuária, de madeira e manutenção da biodiversidade.
	Embrapa Agropecuária Oeste + Marca S Consultoria, Consultoria e Projetos para a Agricultura Familiar, Embrapa Transferência de Tecnologias, Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural de MS, Embrapa Mandioca e Fruticultura/ Levantamento e sistematização de experiências com sistemas agroflorestais na agricultura familiar no centro-sul de Mato Grosso do Sul.
2004	Universidade Federal da Grande Dourados/ Avaliação mercadológica e de produção agrícola, visando a proposição de SAF para a mesorregião sudoeste de Mato Grosso do Sul.

► **TABELA 1. (continuação)**
Projetos de pesquisa aprovados entre 2003 e 2013 em Mato Grosso do Sul referentes a SAFs.

ANO	COORDENADOR E PARCEIROS/PROJETO
2005	Embrapa Gado de Corte + UNIDERP, UFMS/ Avaliação de leguminosas forrageiras lenhosas em banco de proteína para suplementação de bovinos em assentamento rural.
2007	Faculdades Anhanguera – Dourados + Universidade Federal da Grande Dourados, UNIDERP/ Estudos multidisciplinares em sistema agroflorestal no bioma Cerrado.
2008	Embrapa Gado de Corte/ Avaliação de genótipos de eucaliptos e espaçamentos para a implantação de sistemas silvipastoris em Mato Grosso do Sul: produção pecuária e de madeira.
	Embrapa Gado de Corte/ Manejo do capim-piatã (<i>Brachiaria brizantha</i> cv. BRS Piatã) no estabelecimento de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, como estratégia de renovação de pastagens degradadas no Cerrado.
	Universidade Federal da Grande Dourados/ Relações entre variáveis de solo, de produção e qualidade de forrageira e árvores de <i>Pterodon</i> sp. em um sistema silvipastoril, na bacia do Rio Miranda – MS.
2009	Embrapa Gado de Corte/ Avaliação da qualidade do solo em sistemas tradicionais e integrados de lavoura-pecuária-floresta em solo da região do Cerrado.
	Universidade Federal da Grande Dourados + Embrapa Agropecuária Oeste/ Avaliação da sustentabilidade de sistemas agroflorestais em Mato Grosso do Sul.
2010	Embrapa Gado de Corte/ Alterações da qualidade do solo em sistemas integrados de rotação lavoura-pecuária-floresta.
	Embrapa Gado de Corte/ Estratégias de renovação de pastagens com capim-piatã (<i>Brachiaria brizantha</i> cv. BRS Piatã) em área de Cerrado, por meio de sistemas agrossilvipastoris.
	Universidade Federal da Grande Dourados + Embrapa Gado de Corte/ Interação entre a densidade de duas espécies arbóreas em sistemas silvipastoris e o desenvolvimento de gramínea forrageira, propriedades do solo, microclima e produção florestal.
2012	Universidade Federal da Grande Dourados + Embrapa Agropecuária Oeste/ Sistemas integrados de produção agropecuária: ocorrência de efeitos sinérgicos no solo e nos cultivos.

TABELA 2.
Dissertações de mestrado publicadas entre 2003 e 2013 referentes a trabalhos sobre SAF realizados em Mato Grosso do Sul.

ANO	DISSERTAÇÃO DE Mestrado
2005	Gama, T. da C. M. Avaliação de leguminosas forrageiras lenhosas em banco de proteína para suplementação de bovinos em assentamento rural. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
2007	Curado Filho, A. U. Prospecção de produtos naturais na proteção de mudas de árvores introduzidas em pastagem sob pastejo contínuo. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
2008	Silva, J. J. da. Avaliação mercadológica e de produção agrícola, visando a proposição de SAF para a mesorregião sudoeste de Mato Grosso do Sul. Universidade Federal da Grande Dourados.
2009	Pezarico, C.R. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. Universidade Federal da Grande Dourados.
2010	Pezzoni, T. Influência de árvores de <i>Pterodon emarginatus</i> VOGEL (Sucupira-branca) em atributos físicos e químicos do solo e sobre a qualidade de <i>Brachiaria decumbens</i> em sistema silvipastoril. Universidade Federal da Grande Dourados.
	Melotto, A. M. Efeitos do feijão guandu (<i>Cajanus cajan</i>) em espécies florestais nativas e nos parâmetros químicos do solo. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
2011	Heid, D.M. Sustentabilidade de sistemas de uso da terra em Mato Grosso do Sul. 2011. Universidade Federal da Grande Dourados.
	Santos, V. A. C. dos. Características morfogênicas, estruturais e produtivas do capim-piatã em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Cerrado. Universidade Federal de Mato Grosso.
	Coelho, F. S. Comportamento de pastejo e ganho de peso de bezerras Nelore em sistemas de integração lavoura-pecuária. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.
2012	Behling Neto, A. Caracterização da forragem de capim-piatã e do microclima em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, com dois arranjos de árvores de eucalipto. Universidade Federal do Mato Grosso.

► **TABELA 2. (continuação)**
Dissertações de mestrado publicadas entre 2003 e 2013 referentes a trabalhos sobre SAF realizados em Mato Grosso do Sul.

ANO	DISSERTAÇÃO DE Mestrado
2013	Oliveira, C. C. de. Desempenho e comportamento ingestivo diurno de novilhas Nelore em sistemas integrados de produção no Cerrado brasileiro. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.
	Corrêa, A.R. Variabilidade espacial de propriedades dendrométricas do eucalipto urograndis, da matéria seca e dos atributos bromatológicos da forragem correlacionados com atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico em Ribas do Rio Pardo, MS. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.
	Cremon, T. Interações entre a densidade de plantio de eucalipto e braquiaria em sistema silvipastoril sobre Latossolo Vermelho distroférico. Universidade Federal da Grande Dourados.

► **TABELA 3.**
Mestrado em andamento em Mato Grosso do Sul sobre SAF.

INÍCIO	Mestrado em andamento
2012	Igor Murilo Bumbieris Nogueira. Avaliação do efeito de árvores de eucalipto sobre o microclima, o crescimento e o desenvolvimento de forrageiras em Ivinhema – MS. Universidade Federal da Grande Dourados.
	Murilo Moressi. Estrutura e dinâmica de espécies arbustivo-arbóreas e banco de sementes no solo em sistemas agroflorestais multiestratificados no Sudoeste de Mato Grosso do Sul. Universidade Federal da Grande Dourados.
2013	Carolina Aletéia Mecabô. Avaliação de forrageiras perenes tropicais em sistemas integrados com eucalipto. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
	Gisele de Brito Salomão. Serviços ecossistêmicos produzidos por sistemas agroflorestais na região Sul de Mato Grosso do Sul. Universidade Federal da Grande Dourados.

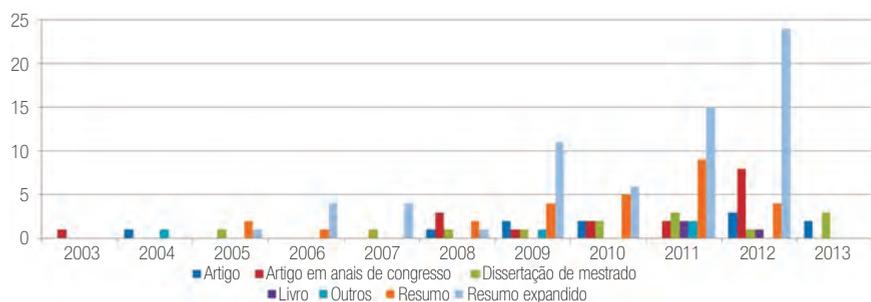
► **TABELA 4.**
Doutorado em andamento sobre SAF em Mato Grosso do Sul.

INÍCIO	DOCTORADO EM ANDAMENTO
2010	Alex Marcel Melotto. Avaliação de clones de eucalipto em sistemas silvipastoris. Universidade Federal da Grande Dourados.
	Flávia Araujo Matos. Variabilidade espacial das interações silviculturais, edáficas e microclimáticas em um sistema silvipastoril, canafistula (<i>Peltophorum dubium</i>) × <i>Brachiaria</i> sp. no Mato Grosso do Sul. Universidade Federal da Grande Dourados.
2011	Débora Menani Heid. Interação da densidade de <i>Peltophorum dubium</i> em sistema silvipastoril e o desenvolvimento de gramíneas forrageiras, propriedades do solo, microclima e produção florestal. Universidade Federal da Grande Dourados.
2011	Rafael Peloso de Carvalho. Sistema agrissilvipastoril em Neossolo Quartzarênico no Mato Grosso do Sul: interações entre variáveis dendrométricas, propriedades do solo, forrageiras e economia. Universidade Federal da Grande Dourados.
2011	Eurico Lucas de Sousa Neto. Qualidade de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. UNESP Jaboticabal) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
2013	Andréia da Cruz Quintino. Avaliação das culturas da soja e do milho em sistemas integrados com eucalipto. Universidade Federal de Mato Grosso.
2013	Shaline Séfara Lopes Fernandes. Sistemas Agroflorestais como mantenedores da biodiversidade: uso de métodos para identificar serviços ambientais prestados e a percepção dos serviços socioambientais pelos agricultores do Sul do Mato Grosso do Sul. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

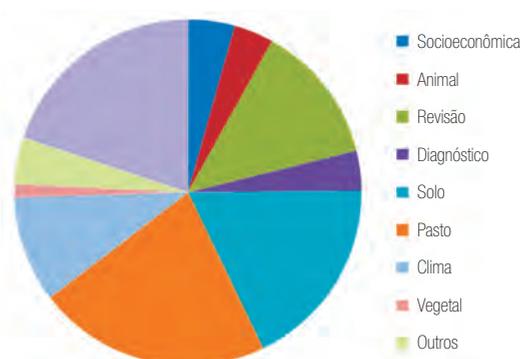
Científicas da Embrapa Gado de Corte, evento anual direcionado principalmente a estudantes.

Sistemas agroflorestais envolvem o estudo dos componentes: solo, árvore, cultivo agrícola e/ou pastagem e animal, e de fatores climáticos, socioeconômicos, entre outros. Os trabalhos desenvolvidos deram ênfase principalmente à pastagem, floresta (árvore), solo e clima (Figura 5).

Considerando que os sistemas levam algum tempo para se estabelecer, é compreensível a menor quantidade de trabalhos relacionados ao componente animal e à socioeconomia. A distribuição do foco de pesquisa no tempo reforça esta posição (Tabela 5). Poucos estudos compreenderam sistemas silviagrícolas. A Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS iniciou recentemente estudos com o consórcio



► **FIGURA 4.** Número de publicações/ano sobre SAFs em MS.



► **FIGURA 5.** Distribuição das áreas estudadas nos trabalhos publicados sobre SAF em MS entre 2003 e 2013.

seringueira e abacaxi na Unidade de Cassilândia (PROENÇA E MARUYMA, 2011; HERCULANO et al., 2012).

A capacitação de técnicos para trabalhar com sistemas integrados de produção é uma das principais limitações para a mais ampla adoção dos mesmos. Um dos primeiros eventos voltados diretamente para capacitação de técnicos foi um curso de Arborização de Pastagens promovido pela Embrapa Gado de Corte e Embrapa Florestas em Bonito, MS, em 2006, com apoio do Ibama-MS e SEMA. Posteriormente outras iniciativas surgiram e hoje há um trabalho mais amplo de divulgação dos benefícios e particularidades desses sistemas.

A Embrapa Transferência de Tecnologia, coordena uma rede que integra pesquisadores de centros de pesquisa Embrapa, organizações do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, instituições de ensino e agentes de assistência técnica e extensão com objetivo de ordenar as ações relacionadas ao projeto Transferência de Tecnologia para ILPF. Existem quatro unidades de referência tecnológicas cadastradas em MS onde entra o componente florestal (Tabela 6).

► **TABELA 5.**
Distribuição dos estudos em SAF por área entre 2003 e 2013.

ANO	SOCIOECONOMIA	ANIMAL	PASTO	VEGETAL	FLORESTA	OUTROS	CLIMA	SOLO	REVISÃO
2003									1
2004				1	1				1
2005					4				
2006			2			2	1		
2007			2		4				
2008					3	1		1	2
2009	1		2		10	1	1	3	2
2010	1		5	1	3	1	1	8	2
2011		3	9		1	1	5	11	3
2012	5	2	12		3	1	8	4	10
2013		1	3		3			2	
Total	7	6	35	2	32	7	16	29	21

► **TABELA 6.**
Unidades de referência tecnológica cadastradas em MS com sistemas agroflorestais.

CIDADE	ESPÉCIES	ÁREA OCUPADA
Campo Grande (3) (2008) CNPGC	Soja, sorgo, braquiária brizanta cv. Piatã, Nelore, eucalipto	12 ha
Campo Grande (4) (2009) CNPGC	Soja, Panicum Massai, braquiária decumbens, Nelore, eucalipto	19 ha
Ponta Porã (2009) CPAO	Soja e braquiária decumbens (eucalipto?)	16 ha
Selvíria (2008) Fazenda S. Mateus	Eucalipto, braquiária brizanta cv. Marandu, estilosantes	24 ha

Fonte: <http://www.cnpqi.embrapa.br/nova/sILPF>, modificada.

A tabela foi atualizada em função de dados disponibilizados em eventos realizados, mas estão incompletos. Não foram encontrados registros para o tipo de animal encontrado em Ponta Porã e em Selvíria. Nessas áreas, mas também em outras propriedades particulares, são realizados eventos de divulgação dos sistemas de integração, em parceria com instituições públicas e privadas, amplamente divulgados na mídia.

O esforço empregado nas atividades de transferência de tecnologia, na pesquisa e na formação de técnicos se reflete na adoção cada vez maior dos sistemas integrados de produção, apoiados por políticas públicas e crédito direcionado. A expectativa é de que sistemas integrados de produção (ILPF) passem de 100 mil ha para quase nove milhões de hectares até 2020 (BALBINO et al., 2011, Tabela 7).

TABELA 7.
Evolução projetada da adoção de sistemas integrados de produção até 2020.

	CULTIVOS AGRÍCOLAS	PASTAGENS CULTIVADAS	AGROPECUÁRIA*	ÁREA TOTAL	ÁREA ATUAL ILPF (2010)	ÁREA POTENCIAL ILPF
MS	3.566.877	14.571.320	0	18.138.197	100.000 (6,4% do BR)	8.707.053 (12,8% do BR)
BR	49.410.798	114.848.439	60.644.370	224.903.607	1.557.785	67.850.161

Agropecuária* = não foi possível distinguir se cultivos ou pastagens nas imagens de satélite; Fonte: Balbino et al., 2011.

Em 2011, uma parceria entre Embrapa Gado de Corte, Reflore MS, Fundação MS, FUNPESG, Frigg Florestal, ANHANGUERA/UNIDERP, Grupo Mutum e a Fazenda Morada da Lua implantou uma rede de avaliação de clones de eucalipto para uso múltiplo em Campo Grande, São Gabriel do Oeste, Maracaju, Ribas do Rio Pardo, Água Clara e Coxim, em Mato Grosso do Sul. A rede visa gerar informações acerca de materiais de eucalipto multipropósito que, conseqüentemente, poderão ser utilizados em sistemas de produção integrados para produção de madeira serrada.

Sistemas agroflorestais evoluíram, nesses dez anos, de sistemas de produção marginais e pouco conhecidos para se tornarem o caminho a ser seguido, alcançando alta eficiência de produção e promovendo maior equilíbrio ambiental.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Giovana Maranhão Bettiol pela confecção dos mapas a partir de dados do IBGE (2006).

Referências bibliográficas

- ALMEIDA, R. G. de Sistemas agrossilvipastoris: benefícios técnicos, econômicos, ambientais e sociais. In: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 7., 2010, Campo Grande, MS. [Anais]. [Campo Grande, MS]: UFMS, 2010. EZOOMS 2010. 10 p. 1 CD-ROM. EZOOMS 2010.
- ALMEIDA, R. G. Integração lavoura-pecuária-floresta. In: SEMINÁRIO DA PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL, 2, 2010, Cuiabá, MT. **Anais...** Cuiabá, MT: UFMT, 2010. p. 1-11.
- ALMEIDA, R. G. Sistemas agrossilvipastoris: benefícios técnicos, econômicos, ambientais e sociais. In: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 7, 2010, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: UFMS, 2010. p. 1-10.
- ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A. Integração lavoura, pecuária e floresta. Brasília, DF; Campo Grande, MS: WWF-Brasil; Embrapa Gado de Corte, 2011 (In: BUNGENSTAB, D. J. et al. (Org.). **Conservando água e solo: pecuária de corte no Cerrado**).
- ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; ALVES, F.V. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com ênfase na produção de carne. In: II CONGRESO COLOMBIANO y 1er SEMINARIO INTERNACIONAL SILVOPASTOREO, 2012, Medellín, Colombia. **Memorias...** Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2012. p. 1-18.
- ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; ZIMMER, A. H. Sorgo na integração lavoura-pecuária-floresta. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia, SP. Diversidade e inovações na cadeia produtiva de milho e sorgo na era dos transgênicos: **anais**. Campinas, SP: IAC; ABMS, 2012. p. 689-706.
- ALMEIDA, R. G.; SLAVIK, I. R.; ZAMINHAN, A. M.; HASHINOKUTI, T. R. Efeito do sombreamento sobre características quantitativas e qualitativas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em monocultivo e em consórcio com *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 44, 2007, Jaboticabal. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 44. Jaboticabal: UNESP/SBZ, 2007.
- ALMEIDA, R. G.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N.; MACEDO, M. C. M.; COSTA, J. A. A. Estratégias de recuperação de pastagens por intermédio de sistemas integrados de produção de carne bovina. In: ZOOTEC 2012, 2012, Cuiabá, MT. **Anais...** Cuiabá, MT: UFMT; ABZ, 2012. p. 1-34.
- ALMEIDA, R. G.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N.; MACEDO, M. C. M. Integração lavoura-pecuária como alternativa de recuperação de pastagens. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DE PASTAGENS DO SUL DO PARÁ, 3, 2012, Redenção, PA. **Anais...** Redenção, PA: FESAR, 2012. p. 1-31.
- ALVES, F.V.; ALMEIDA, R.G.; LAURA, V.A.; OLIVEIRA, C.C. Ambiência e bem estar animal de bovinos de corte em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) Ambiência e bem estar animal de bovinos de corte em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). II Congreso Colombiano y 1er Seminario Internacional Silvopastoreo Julio 31 y agosto 1 de 2012 Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/74471/1/Roberto-Giolo-de-Almeida-0000003116-Paper-F.-Villa.pdf> >. Acesso em 20 mar 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (Abrap). Anuário estatístico da ABRAF 2012, ano base 2011. Brasília, DF: Abrap, 2012.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130 p. il. color. Edição bilíngue: português e inglês.
- BALBINO, L. C.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; KICHEL, A. N.; ROSINHA, R. O.; COSTA, J. A. A. da **Manual orientador para implantação de unidades de referência tecnológica de integração lavoura-pecuária-floresta URT ILPF**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. 48 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 303).
- BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M.; BUNGENSTAB, D. J.; CARVALHO, P. H. V.; SANTOS, V. A. C. Soil moisture in integrated systems with two tree arrangements. In: II International Symposium on Integrated Crop-Livestock Systems, 2012, Porto Alegre, RS. **Proceedings...** Porto Alegre, RS: INRA; UFPR; UFRGS; USDA, 2012. p. 1-3.
- BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M.; GAMARRA, E. L.; BARCELLOS, G. P. Caracterização do microclima em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com dois arranjos de árvores. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO – SIMPAPASTO, 2011, Maringá, PR. **Anais...** Maringá, PR: UEM, 2011. p. 1-3.

- BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M.; GAMARRA, E. L.; CARVALHO, P. H. V. Umidade do solo em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 7., 2011, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 38-39.
- BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, C. C.; GAMARRA, E. L.; BARCELLOS, G. P.; NEGRÃO, F. M. Valor nutritivo de capim-piatã em sistemas com dois arranjos de árvores de eucalipto. In: ZOOTEC 2012, 2012, Cuiabá, MT. **Anais...** Cuiabá, MT: UFMT; ABZ, 2012. p. 1-3.
- BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, C. C.; GAMARRA, E. L.; CARVALHO, P. H. V.; BARCELLOS, G. P. Características do dossel de capim-piatã em sistemas com dois arranjos de árvores de eucalipto. In: ZOOTEC 2012, 2012, Cuiabá, MT. **Anais...** Cuiabá, MT: UFMT; ABZ, 2012. p. 1-3.
- BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, C. C.; GAMARRA, E. L.; CARVALHO, P. H. V.; BARCELLOS, G. P. Características microclimáticas em sistemas integrados com dois arranjos de árvores de eucalipto. In: ZOOTEC 2012, 2012, Cuiabá, MT. **Anais...** Cuiabá, MT: UFMT; ABZ, 2012. p. 1-3.
- BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M.; SANTOS, V. A. C.; COELHO, F.S. Caracterização da forragem disponível em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com dois arranjos de árvores. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO – SIMPAPASTO, 2011, Maringá, PR. **Anais...** Maringá, PR: UEM, 2011. p. 1-3.
- BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M.; SANTOS, V. A. C.; OLIVEIRA, C. C. Disponibilidade e valor nutritivo de capim-piatã em sistemas integrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49, 2012, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa; SBZ, 2012. p. 1-3.
- BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; OLIVEIRA, C. C.; GAMARRA, E. L. Deposição de serapilheira e aporte de macronutrientes em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, com dois arranjos de árvores. In: VII Congresso Latinoamericano de Sistemas Agroflorestais para a Produção Pecuária Sustentável, 2012, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: CATIE; CIPAV, 2012. p. 1-5.
- BEHLING NETO, A.; CARVALHO, P. H. V.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M.; GAMARRA, E. L. Avaliação de características microclimáticas em sistemas integrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49, 2012, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa; SBZ, 2012. p. 1-3.
- BEHLING NETO, A. **Caracterização da forragem de capim-piatã e do microclima em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, com dois arranjos de árvores de eucalipto.** 2012 Dissertação (Mestrado em Ciência Animal. Área de concentração: Forragicultura e Pastagens), Universidade Federal do Mato Grosso. Prof. Dr. Joadil Gonçalves de Abreu Coorientador: Dr. Roberto Giolo de Almeida, CNPq.
- BOCCHESI, R. A.; MELOTTO, A. M.; COSTA FILHO, L. C. C. da; FERNANDES, V.; NICODEMO, M. L. F.; LAURA, V. A. Avaliação da competição entre Brachiária brizantha cv. Marandu, espécies arbóreas nativas do Cerrado e Eucalyptus citriodora. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 153-155, jul. 2007.
- BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta : a produção sustentável.** 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 239 p. il. color.
- BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta : a produção sustentável.** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2011. 128 p. il. color.
- BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. Strategic position of integrated systems for agriculture and environment. In: IUFRO LANDSCAPE ECOLOGY WORKING GROUP INTERNATIONAL CONFERENCE, 2012, Concepción, Chile. Sustaining humans and forests in changing landscapes: forests, society and global change: conference book. Concepción, Chile: University of Concepción; Austral University of Chile; Catholic University of Temuco, 2012. p. 92-92.
- CARVALHO, P. H. V.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; BEHLING NETO, A.; GAMARRA, E. L.; LOPES, C. D. B. Características microclimáticas no inverno em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 7., 2011, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 40-41.
- CARVALHO, P. H. V.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; GAMARRA, E. L.; ECHEVERRIA, D. M. S.; SANTOS, V. A. C.; QUINTINO, A. C. Microclima em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, no terço final do inverno. In: JORNADA CIENTÍFICA DA

- EMBRAPA GADO DE CORTE, 6, 2010, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2010. p. 1-1.
- CARVALHO, P. H. V.; GAMARRA, E. L.; ROCHA, I.J.; ALMEIDA, R.D.; MACEDO, M. C. M.; ALMEIDA, R. G. Características microclimáticas em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no terço final da época das águas, em Campo Grande-MS. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: UFRA; SBZ, 2011. p. 1-3.
- CARVALHO, P. H. V.; ALMEIDA, R. G. de; MACEDO, M. C. M.; BEHLING NETO, A.; GAMARRA, E. L.; LOPES, C. D. B. Características microclimáticas no inverno em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA GADO DE CORTE, 7., 2011, CAMPO GRANDE, MS. [**Anais da**]... Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2011.
- CHIAD, M. P.; LAURA, V. A.; OLIVEIRA, J. R. F.; MELOTTO, A. M.; GOMES, P. G. Sobrevivência e desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto provenientes de diferentes recipientes, em um sistema silvipastoril, em Campo Grande, MS. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 5., 2009, Campo Grande, MS. [**Anais da...**] Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2009. 2 p.
- CHIAD, M. P.; ROBERTO FILHO, J.; MELOTTO, A. M.; LAURA, V. A. Sobrevivência e crescimento de plantas de eucalipto provenientes de diferentes recipientes, em um sistema silvipastoril, em Campo Grande, MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009, Luziânia. Diálogo e integração de saberes em sistemas agroflorestais para sociedades sustentáveis: **anais**. [Luziânia]: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais; [Brasília, DF]: EMATER-DF: Embrapa, 2009. 4 p. 1 CD-ROM. Tema 1: Desenho, implantação e manejo. 01Tema51.
- CHIAD, M. P.; VERONKA, D. A.; RODRIGUES, A. P. D. C.; MELLOTO, A. M.; LAURA, V. A. Crescimento inicial de dois híbridos de eucalipto sob diferentes espaçamentos. In: SEMINÁRIO INTERNO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU, 2., 2009, Campo Grande, MS. [**Anais...**] Campo Grande, MS: Ed. da UNIDERP, 2009. 4 p. 1 CD-ROM.
- COELHO, F. S. **Comportamento de pastejo e ganho de peso de bezerras Nelore em sistemas de integração lavoura-pecuária**. 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
- COELHO, F.S.; ALMEIDA, R. G.; VILLELA, S. D. J.; ALVES, F.V.; MACEDO, M. C. M.; BEHLING NETO, A. Comportamento diurno de bezerras Nelore em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: UFRA; SBZ, 2011. p. 1-3.
- COELHO, F.S.; VILLELA, S. D. J.; ALMEIDA, R. G.; ALVES, F.V.; OLIVEIRA, C. C.; BARCELLOS, G. P. Índice de temperatura e umidade em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 7., 2011, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 108-109.
- COELHO, R. N.; SANTOS, V. A. C.; ABREU, J. G.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; COELHO, F.S.; BEHLING NETO, A. Valor nutritivo do capim-piatã sob sombreamento natural e a pleno sol. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49, 2012, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa; SBZ, 2012. p. 1-3.
- COSTA, F. P.; ALMEIDA, R. G.; PEREIRA, M. A.; KICHEL, A. N.; MACEDO, M. C. M. Avaliação econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta voltados para a recuperação de áreas degradadas em Mato Grosso do Sul. In: VII Congresso Latinoamericano de Sistemas Agroflorestais para a Produção Pecuária Sustentável, 2012, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: CATIE; CIPAV, 2012. p. 1-5.
- CREMON, T.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; PEZZONI, T.; NOGUEIRA, I. M. B. Influência de *Pterodon emarginatus* sobre atributos físicos do solo em um sistema silvipastoril. In: Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFGD, 2010, Dourados. **Resumos**. Dourados – MS: UFGD, 2010. v. CDROM. p. 1-6.
- CREMON, T.; DANIEL, O.; VITORINO, Antonio Carlos Tadeu; PEZZONI, T.; NOGUEIRA, I. M. B. Avaliação da densidade de um Latossolo Vermelho distrófico em um sistema silvipastoril na sub-bacia do rio Miranda-MS. In: 3º ENCONTRO DE EXTENSÃO, 3º ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA e 2º ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFGD, 2009, Dourados. **Anais do 3º ENCONTRO DE EXTENSÃO, 3º ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA e 2º ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFGD**. Dourados – MS: UFGD, 2009. v. CDROM. p. 1-4.

- CURADO FILHO, A. U.; NICODEMO, M. L. F.; LAURA, V. A.; FAVERO, S.; ZAGO, V. C. P. Uso de produtos naturais para proteção de mudas na arborização de pastagens. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, p. 170-178, 2008.
- CURADO FILHO, A. U. **Prospecção de produtos naturais na proteção de mudas de árvores introduzidas em pastagem sob pastejo contínuo**. 2007. 0 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Co-Orientador: Maria Luiza Franceschi Nicodemo.
- CURADO FILHO, A. U.; NICODEMO, M. L. F.; MELOTTO, A. M.; SCHLEDER, D. D.; BOCCHESE, R. A.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A.; GAÚNA, L.; ZAGO, V. C. P. Avaliação da eficiência de repelentes orgânicos naturais para a introdução de árvores em pastagens com bovinos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 7.; CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA, 10.; REUNIÃO NACIONAL DE ENSINO DE ZOOTECNIA, 11.; FÓRUM DE ENTIDADES DE ZOOTECNIA, 28.; FÓRUM DE COORDENADORES DE CURSOS DE ZOOTECNIA DAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS, 1., 2005, Campo Grande, MS. Produção animal e responsabilidade: [anais]. Campo Grande, MS: ABZ: UEMS: UFMS: CPAP: MAPA, 2005. Zootec 2005 6 p. 1 CD-ROM. p. Zootec 2005.
- DANIEL, O. Avaliação da viabilidade econômica de um sistema agrissilvipastoril (eucalipto, mandioca, bovinos de corte) para a Mesorregião Sudoeste de Mato Grosso do Sul. In: III Seminário de Agroecologia de Mato Grosso do Sul, 2010, Corumbá. **Resumos**. Camaragibe, PE: Associação Brasileira de Agroecologia, 2010. v. 5. p. 1-5.
- DANIEL, O.; COUTO, L.; SILVA, E.; GARCIA, R.; PASSOS, C. A. M.; JUCKSCH, I. Proposta de um conjunto mínimo de indicadores socioeconômicos para o monitoramento da sustentabilidade em sistemas agroflorestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n.3, p. 283-290, 2000a.
- DANIEL, O.; COUTO, L.; SILVA, E.; JUCKSCH, I.; GARCIA, R.; PASSOS, C. A. M. Sustentabilidade em sistemas agroflorestais: indicadores biofísicos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n.4, p. 381-392, 1999.
- DANIEL, O.; COUTO, L.; SILVA, E.; PASSOS, C. A. M.; JUCKSCH, I.; GARCIA, R. Sustentabilidade em sistemas agroflorestais: indicadores socioeconômicos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n.1, p. 159-175, 2000a.
- DANIEL, O.; COUTO, L.; GARCIA, R.; PASSOS, C. A. M. Proposta para padronização da terminologia empregada em Sistemas Agroflorestais no Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n.3, p. 367-370, 1999.
- DANIEL, O.; OLIVEIRA, E. R.; RAMOS, M. B. M.; RADAELLI, S. M.; CAVICHIONI, I.; GABRIEL, A. M. A.; MONCAO, F. P.; MOURA, L. V.; LUNA, S. F.; SILVA, L. H. X. Implantação de sistemas agroflorestais com eucalipto em assentamento rural no Brasil. In: X Congresso Iberoamericano de Extensión Universitaria " José Luis Rebellato", 2009, Montevideo. **Anais do Extenso 2009**. Montevideo: Unión Latinoamericana de Extensión Universitária y Red Latinoamericana de Extensión Universitária, 2009. v. CDROM. p. 1-5.
- DANIEL, O.; SILVA, P. P. da; SANTANA, A. G.; VIVIANE, C. A.; GOMES, C. F.; CAROLINO, M. A. Diagnósticos de sistemas agroflorestais em uma propriedade de Amambai, Mato Grosso do Sul. In: VI Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 2006, Campos. **Resumos do Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais**. Campos: SBSAF/UENF, 2006. v. CD. p. 1-6.
- DANIEL, O. Diagnóstico de situação e necessidades para o desenvolvimento de SAF's em Mato Grosso do Sul. In: Seminário sobre Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável, 2003, Campo Grande – MS. Seminário sobre Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável. Campo Grande – MS: Embrapa – CNPQC, 2003. v. CD. p. 1-15.
- DANIEL, O. Teste de espécies/procedências de Eucalyptus spp em Dourados (MS), Brasil. **Cerrados** (Campo Grande), Campo Grande, v. 1, n.1, p. 24-27, 1998.
- DANIEL, O. Teste de espécies/procedências de Eucalyptus spp em Dourados (MS) – I – Resultados aos 42 meses de idade. **Revista Científica** (Campo Grande), Campo Grande, v. 3, n.1, p. 23-26, 1996.
- DANIEL, O.; BITTENCOURT, D.; GELAIN, E. Avaliação de um sistema agroflorestal eucalipto-milho no Mato Grosso do Sul. **Agrissilvicultura** (Viçosa), Viçosa – MG, v. 1, n.1, p. 15-28, 2004.
- DANIEL, O.; PASSOS, C. A. M.; COUTO, L. Sistemas agroflorestais (silvipastoris e agrissilvipastoris) na região Centro-Oeste do Brasil: potencialidades, estado atual da pesquisa e da adoção de tecnologia. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. D. C.

- (Ed.). **Simpósio Internacional Sistemas Agroflorestais Pecuários na América do Sul** CD-ROM. Embrapa Gado de Leite; FAO, 2000.
- DANIEL, O.; PEZZONI, T.; NOGUEIRA, I.M.B.; CREMON, T.; VITORINO, A.C.T. Relações alométricas em árvores de *Pterodon emarginatus* Vogel em um sistema silvipastoril. CERNE, 2013.
- DANIEL, O.; SILVA, P.P. da; SANTANA, A.G.; VIVIANE, C.A.; GOMES, C.F.; CAROLINO, A. Diagnósticos de sistemas agroflorestais em uma propriedade de Amambai, Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 6., 2006, Campos. **Resumos...** Campos: SBSAF/UENF, 2006. p. 1-5.
- FERREIRA, A. D.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; LAURA, V. A.; BUNGENSTAB, D. J.; MELOTTO, A. M. Arranjos espaciais sobre a produtividade e o potencial de prestação de serviços ambientais do eucalipto em sistemas integrados. In: VII Congresso Latinoamericano de Sistemas Agroflorestais para a Produção Pecuária Sustentável, 2012, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: CATIE; CIPAV, 2012. p. 1-5.
- FERREIRA, A. D.; ALMEIDA, R. G. de; MACEDO, M. C. M.; LAURA, V. A.; BUNGENSTAB, D. J.; MELOTTO, A. M. Arranjos espaciais sobre a produtividade e o potencial de prestação de serviços ambientais do eucalipto em sistemas integrados. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A PRODUÇÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7., 2012, Belém, PA. **Sistemas silvipastoris, o caminho para a economia verde na pecuária mundial**. Belém, PA: UFPA, 2012. 5 p. 1 CD-ROM.
- FONSECA, A. A.; SANTOS, V. A. C.; ABREU, J. G.; ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; MACEDO, M. C. M.; MATIAS, F. I.; SILVA, A. P. Características morfogênicas e estruturais do capim-piatã no sub-bosque de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: ZOOTEC 2012, 2012, Cuiabá, MT. **Anais...** Cuiabá, MT: UFMT; ABZ, 2012. p. 1-3.
- FREITAS, P.H.; MIRANDA, E.E.V. ILPS: UMA ALTERNATIVA PARA OS PRODUTORES RURAIS DO MUNICÍPIO DE CASSILÂNDIA-MS. **Anais** do seminário de extensão universitária – semex, v. 1, n. 1 (3), 2010. Disponível em: <<http://periodicos.uems.br/index.php/semex/article/view/2250>>. Acesso em: 19 mar. 2013
- GAMA, T. DA C. M. **Avaliação de leguminosas forrageiras lenhosas em banco de proteína para suplementação de bovinos em assentamento rural**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- GAMARRA, E. L.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; BEHLING NETO, A.; CARVALHO, P. H. V.; LOPES, C. D. B. Massa seca de forragem e de leiteira em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 7., 2011, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 44-45.
- GAMARRA, E. L.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; CARVALHO, P. H. V.; SANTOS, V. A. C.; ECHEVERRIA, D. M. S.; QUINTINO, A. C. Massa seca de material senescente e de leiteira do capim-piatã em sistemas de ILPF, em fase inicial de pastejo. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 6, 2010, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2010. p. 1-1.
- GAMARRA, E. L.; BEHLING NETO, A.; ABREU, J. G.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; CARVALHO, P. H. V. Caracterização do valor nutritivo do capim-piatã em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com dois arranjos de árvores. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO – SIMPAPASTO, 2011, Maringá, PR. **Anais...** Maringá, PR: UEM, 2011. p. 1-3.
- GAMARRA, E. L.; ALMEIDA, R. G. de; MACEDO, M. C. M.; BEHLING NETO, A.; CARVALHO, P. H. V.; LOPES, C. D. B. Massa seca de forragem e de leiteira em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA GADO DE CORTE, 7., 2011, CAMPO GRANDE, MS. **[Anais da]...** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2011.
- GAMARRA, E. L.; ALMEIDA, R. G. de; MACEDO, M. C. M.; CARVALHO, P. H. V.; SANTOS, V. A. C.; ECHEVERRIA, D. M. S.; QUINTINO, A. C. Massa seca de material senescente e de leiteira do Capim-Piatã em sistemas de ILPF, em fase inicial de pastejo. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 6., 2010, Campo Grande, MS. **Ética na pesquisa científica: [Anais da...]**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2010. 1 CD-ROM. Coordenadora: Vanessa Felipe de Souza 1 p.
- GOMES, M. V.; NOGUEIRA, I. M. B.; MATOS, F. A.; CREMON, T.; YOSHIY, M. L.; DANIEL, O.; CARVALHO, R. P. Produção de serrapilheira e teor de magnésio no solo de um sistema silvipastoril sob diferentes espaçamentos de eucalipto. In: VIII Congresso Brasileiro

- de Sistemas Agroflorestais, 2011, Belém. **Resumos** – VIII CBSAF. Belém: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2011. v. CDROM.
- HEID, D. M.; DANIEL, O.; GLAESER, D. F.; VITORINO, A. C. T.; PADOVAN, M. P. Edaphic mesofauna of land use systems in two soils in the State of Mato Grosso do Sul. **Revista de Ciências Agrárias** (Belém), v. 55, p. 17-25, 2012. Disponível em: < <http://www.periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/354/218>>. Acesso em: 19 mar. 2013
- HEID, D. M.; DANIEL, O.; PADOVAN, M. P.; GLAESER, D. F.; FERNANDES, S. S. L.; CARVALHO, R. P. Diversidade da mesofauna edáfica em sistemas agroflorestais comparada a diferentes manejos em um neossolo quartzarênico. In: VIII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 2011, Belém. **Resumos** – VIII CBSAF. Belém: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2011. v. CD-ROM.
- HEID, D. M.; DANIEL, O.; PADOVAN, M. P.; VITORINO, A. C. T.; FREITAS, M. E. Atributos físicos e teor de matéria orgânica de sistemas agroflorestais biodiversos em um Neossolo Quartzarênico. In: VIII Congresso da Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, 2010, São Luiz. **Resumos** expandidos. Brasília: Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, 2010. v. CDROM. p. 1-5.
- HEID, D. M.; DANIEL, O.; PADOVAN, M. P.; VITORINO, A. C. T.; FREITAS, M. E. Propriedades físicas do solo e teor de matéria orgânica em sistema agroflorestal biodiverso comparado a diferentes manejos. In: VIII Congresso da Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, 2010, São Luiz. **Resumos** expandidos. Brasília: Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, 2010. v. CDROM. p. 1-5.
- HEID, D.M. **Sustentabilidade de sistemas de uso da terra em Mato Grosso do Sul**. 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados.
- HERCULANO, F. DOS. S; MARUYAMA W. I. Cultivo de seringueira consorciado com abacaxi na região de Cassilândia – MS. **Anais** do Seminário de Extensão Universitária – SEMEX, v. 1, n. 1 (5), 2012. Disponível em: <<http://periodicos.uems.br/novo/index.php/semex/article/viewfile/1996/1095>>. Acesso em: 01 mai. 2013
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2006. Comunicação pessoal. Detalhamento dos dados. (e-mail, FASIABEN, M do C. R. em 19 mar. 2013)
- JANK, L.; GONTIJO NETO, M.; RESENDE, M. D. V.; LAURA, V. A.; CALIXTO, S.; RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B. do. A exploração de algumas características agrônomicas e morfológicas na seleção de *Panicum maximum* para condições silvipastoris. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. Produção animal em biomas tropicais: **anais**. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia: UFPB, 2006. 4 p. 1 CD-ROM. CNPQC.
- JOSE, S.; GILLESPIE, A. R.; PALLARDY, S. G. Interspecific interactions in temperate agroforestry. **Agroforestry Systems**, v. 61-62, n. 1, p. 237-255, 2004.
- KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G.; COSTA, J. A. A. Avanços tecnológicos e desafios das diferentes modalidades de integração pecuária, lavoura e floresta nos trópicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 8, 2011, Uberaba, MG. **Resumo** de Minicursos... Uberaba, MG: ABCZ, 2011. p. 2-17.
- KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G.; COSTA, J. A. A. Integração lavoura-pecuária-floresta e sustentabilidade na produção de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. Soja: integração nacional e desenvolvimento sustentável: **anais**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 3P. CD-ROM.
- KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G.; COSTA, J. A. A.; BALBINO, L. C. Estratégias de recuperação de pastagem por meio da integração lavoura-pecuária-floresta. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PECUÁRIA DE CORTE SIMPEC, 7., 2011, Lavras, MG. **Anais**... Lavras, MG: UFLA, 2011. p. 315-334
- LAURA, V. A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M. M. Área foliar específica, biomassa e taxa de crescimento relativo de folhas de cultivares comerciais de *Panicum maximum* sob sombreamento artificial. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. Produção animal em biomas tropicais: **anais**. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia: UFPB, 2006. 4 p. 1 CD-ROM.
- LAURA, V. A.; MELOTTO, A. M.; VERONKA, D. A.; CHIAD, M. P. Crescimento inicial de dois clones de eucaliptos em função da orientação de plantio, no Estado de Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009, Luziânia. Diálogo e integração de saberes em sistemas agroflorestais para sociedades sustentáveis : **anais**. [Luziânia]: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais;

- [Brasília, DF]: EMATER-DF: Embrapa, 2009. 3 p. 1 CD-ROM. Tema 1: Desenho, implantação e manejo. 01Tema41.
- MAMEDE, R.R.; BUNGENSTAB, D.J.; BISCOLA, P.H.N.; CARROMEU, C.; SERRA, A.P. Avaliação de sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta sob a perspectiva de oportunidade de negócios. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A PRODUÇÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7., 2012, Belém, PA. **Sistemas silvipastoris, o caminho para a economia verde na pecuária mundial**. Belém, PA: UFPA, 2012. Disponível:< <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/75658/1/BISCOLA-p785.pdf>>. Acesso em: 20 mar 2013.
- MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V.A.; CUNHA, D.N.F.V. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia** / Brazilian Journal of Animal Science, v. 38, p. 1183-1190, 2009.
- MATOS, F. A.; YOSHIY, M. L.; DANIEL, O.; CREMON, T.; NOGUEIRA, I. M. B.; GOMES, M. V. Produção e crescimento de *Brachiaria decumbens* sob diferentes espaçamentos em sistema silvipastoril no mato grosso do sul. In: VIII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 2011, Belém. **Resumos** – VIII CBSAF. Belém: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2011. v. CDROM.
- MELLOTO, A. M.; LAURA, V. A. Sistemas silvipastoris para bovinos e ovinos. Campo Grande, MS : Embrapa Gado de Corte, 2009. 36 p. (Embrapa Gado de Corte. **Documentos**, 178).
- MELOTO, A. M.; PEREIRA, S. R.; LAURA, V. A.; ALVES, F. V. Estimativa da incidência solar em solo de sistema silvipastoril em Roda de Nelder In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A PRODUÇÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7., 2012, Belém, PA. **Sistemas silvipastoris, o caminho para a economia verde na pecuária mundial**. Belém, PA: UFPA, 2012. 1 CD-ROM.
- MELOTTO, A. M.; LAURA, V. A.; MELOTTO, D. J.; DANIEL, O. Produção de matéria seca de três forrageiras em um sistema silvipastoril implantado em rodas de Nelder. In: 7ª Jornada Científica Embrapa Gado de Corte, 2011, Campo Grande. Anais da 7ª Jornada Científica Embrapa Gado de Corte (**Documentos** / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1983-974X; 186). Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2011. v. Único. p. 126-127.
- MELOTTO, A. M.; SELEME, E. P.; NEVES, I. M.; VERONKA, D. A.; LAURA, V. A. Sobrevivência e crescimento de Espécies florestais nativas do Brasil Central em um Sistema Silvipastoril. In: VI Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2009, Curitiba. CD de **Anais** do VI Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2009. 4p.
- MELOTTO, A. M. **Efeitos do feijão guandu (*Cajanus cajan*) em espécies florestais nativas e nos parâmetros químicos do solo**. 2010. 37 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- MELOTTO, A. M.; BOCCHESI, R. A.; NICODEMO, M. L. F.; LAURA, V. A.; QUEIROZA, H. P. Unificação digital de informações para o estabelecimento de sistemas silvipastoris na Região Centro Oeste do Brasil – Mato Grosso do Sul. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 2., 2006, Campo Grande, MS. **Anais** [da]... 2. ed. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2006. 1 p. 1 CD-ROM. CNPGC.
- MELOTTO, A. M.; LAURA, V. A. Sistemas silvipastoris para bovinos e ovinos: uma perspectiva geral. In: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 6., 2009, Campo Grande, MS. [**Anais**]. [Campo Grande, MS]: UFMS, 2009. Equipe organizadora: Prof. Dr. Ruy Alberto Caetano Corrêa Filho; Profª. Dra. Camila Celeste Brandão Ferreira Itavo e alunos do 3º ano Zootecnia – UFMS. EZOO MS 2009. 15 p. il. 1 CD-ROM. EZOOMS 2009.
- MELOTTO, A. M.; SCHLEDER, D. D.; LAURA, V. A.; NICODEMO, M. L.; BOCCHESI, R. A.; GONTIJO NETO, M. M.; POTT, A. Sobrevivência de espécies florestais nativas do Brasil Central introduzidas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 56., 2005, Curitiba. **Resumos**. Curitiba: Sociedade Botânica do Brasil: Universidade Federal do Paraná, 2005. 1 p. 1 CD-ROM.
- MELOTTO, A. M.; SERRA, A. P.; LAURA, V. A.; ALVES, F. V. Estimativa da incidência solar que atinge o solo de um sistema silvipastoril em roda de Nelder. In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA GADO DE CORTE, 8., 2012, Campo Grande, MS. [**Anais** da...]. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2012. 2 p. (Embrapa Gado de Corte. **Documentos**, 198).
- MELOTTO, A. M.; VERONKA, D. A.; LAURA, V. A. Efeito de diferentes níveis de sombreamento natural no microclima de um sistema agroflorestal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009, Luziânia. Diálogo e integração de saberes

- em sistemas agroflorestais para sociedades sustentáveis : **anais**. [Luziânia]: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais; [Brasília, DF]: EMATER-DF: Embrapa, 2009. 3 p. 1 CD-ROM. Tema 1: Desenho, implantação e manejo. 01 Tema46.
- MELOTTO, A. M.; VERONKA, D. A.; LAURA, V. A. Efeito do sombreamento natural na sobrevivência e no crescimento inicial de duas espécies florestais nativas em um sistema agroflorestal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009, Luziânia. Diálogo e integração de saberes em sistemas agroflorestais para sociedades sustentáveis : **anais**. [Luziânia]: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais; [Brasília, DF]: EMATER-DF: Embrapa, 2009. 4 p. 1 CD-ROM. Tema 1: Desenho, implantação e manejo. 01 Tema 45.
- MELOTTO, A. M.; VERONKA, D.; CHIAD, M. P.; LAURA, V. A. Desenvolvimento de Eucalyptus urograndis em diferentes orientações de plantio. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 4., 2008, Campo Grande, MS. **Anais** [da]... Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2008. 1 CD-ROM. Editores técnicos Valdemir Antônio Laura, Paulo Henrique Nogueira Biscola. 1 p. 1 CD-ROM.
- MELOTTO, A. M.; BOCHESSE, R. A.; SCHLEDER, D. D.; NICODEMO, M. L. F.; LAURA, V. A.; GONTIJO NETO, M. M.; POTT, A. Avaliação do desenvolvimento e sobrevivência em campo de mudas florestais nativas do Brasil central indicadas para sistemas agroflorestais. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 1., 2005, Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2005. 1 p.
- MELOTTO, A.; NICODEMO, M. L.; BOCCHESE, R. A.; LAURA, V. A.; GONTIJO NETO, M. M.; SCHLEDER, D. D.; POTT, A.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**. Viçosa, MG, v. 33, n.3, p. 425-432, maio/jun. 2009.
- MELOTTO, A.M.; BOCCHESE, R.A.; SCHELEDER, D. D.; LAURA, V. A.; NICODEMO, M.L.F.; GONTIJO NETO, M.M.; POTT, A.; Porfírio da SILVA, V. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas do Brasil Central plantadas em pastagem de Brachiaria brizantha cv. Marandu. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 288-290, 2007.
- MELOTTO, D. J.; MELOTTO, A. M.; LAURA, V. A.; DANIEL, O. Desempenho de três materiais de eucalipto em sistema silvipastoril plantados no delineamento de rodas de Nelder. In: 7ª Jornada Científica Embrapa Gado de Corte, 2011, Campo Grande. **Anais da 7ª Jornada Científica Embrapa Gado de Corte (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1983-974X; 186)**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 128-129.
- MELOTTO, A. M.; LAURA, V. A. Desempenho de duas espécies de eucalipto em sistema silvipastoril plantadas no delineamento de rodas de Nelder. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 6., 2010, Campo Grande, MS. Ética na pesquisa científica: **[Anais da...]**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2010. 1 CD-ROM. Coordenadora: Vanessa Felipe de Souza 1 p.
- NAIR, P.K.R. (ed.) Agroforestry systems in the tropics. Kluwer: Dordrecht, 664 p. 1989.
- NICODEMO, M. L. F.; MELOTTO, A. M.; LAURA, V. A. L. Sistemas Silvipastoris: produtividade e sustentabilidade para ruminantes menores. In: CONFERENCIA CIENTIFICA INTERNACIONAL, 8., 2008, Ciego de Avila, Cuba. Curso-taller: tecnologias sostenibles para la producción de ganado menor (ovinos, caprinos, conejos, y cuyes): [anales]. Ciego de Avila: UNICA, 2008. 1 CD-ROM. UNICA 2008. 17 p. 1 CD-ROM. Trabajo no. 1003.
- NICODEMO, M. L. F.; SILVA, V. P. da; THIAGO, L. R. L. de S.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A. Sistemas silvipastoris – introduzindo árvores na atividade pecuária do Centro-Oeste brasileiro. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2004. 37 p. (Embrapa Gado de Corte. **Documentos**, 146).
- NICODEMO, M. L.; LAURA, V. A.; MELOTTO, A. M.; BOCCHESE, R. A.; SCHUNKE, R. M.; BARBOSA, R. A. Avaliação de espaçamentos para eucalipto para sistemas silvipastoris no Mato Grosso do Sul. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. O avanço científico e tecnológico na produção animal: **anais**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia: UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007. 3 p. 1 CD-ROM. Sistema de produção animal. J572. CNPQC.
- NOGUEIRA, I. M. B.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; GOMES, M. V.; MATOS, F. A.; CREMON, T.; YOSHIY, M. L.; BERNAL, L. P. T. Relações entre a densidade de árvores de eucalipto, produção de serrapilheira e teor de potássio no solo de um sistema silvipastoril. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2011, Uberlândia. **Resumos expandidos**. Viçosa: SBCS, 2011. p. 1-4.

- NOGUEIRA, I. M. B.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; GOMES, M. V.; MATOS, F. A.; CREMON, T.; YOSHIY, M. L.; BERNAL, L. P. T. Relações entre a densidade de árvores de eucalipto, produção de serrapilheira e teor de potássio no solo de um sistema silvipastoril. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2011, Uberlândia. **Resumos** expandidos. Viçosa: SBCS, 2011. p. 1-4.
- NOGUEIRA, I. M. B.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; PEZZONI, T.; CREMON, T. Acúmulo de serrapilheira, matéria orgânica e produção de forragem em um sistema silvipastoril no cerrado sul-matogrossense. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2011, Uberlândia. **Resumos** expandidos. Viçosa: SBCS, 2011. p. 1-4.
- NOGUEIRA, I. M. B.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; VELOSO, M.; MATOS, F. A. Interações entre espaçamento de árvores de eucalipto, produção de serrapilheira e níveis de pH no solo de um sistema agrissilvipastoril. In: ENEPE – Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão/UFGD, 2011, Dourados. **Resumos** expandidos e trabalhos completos. Dourados: Editora UFGD, 2011. v. CDROM. p. 1-5.
- NOGUEIRA, I. M. B.; VITORINO, A. C. T.; DANIEL, O.; PEZZONI, T.; CREMON, T. Qualidade nutricional de *Brachiaria decumbens* em um sistema silvipastoril na sub-bacia do Rio Miranda. In: Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2010, Dourados. **Resumos**. Dourados – MS: UFGD, 2010. v. CDROM. p. 1-6.
- NOGUEIRA, I. M. B.; VITORINO, Antonio Carlos Tadeu; DANIEL, O.; PEZZONI, T.; CREMON, T. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho distrófico em um sistema silvipastoril na sub-bacia do rio Miranda-MS. In: 3º ENCONTRO DE EXTENSÃO, 3º ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA e 2º ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFGD, 2009, Dourados. **Anais** do 3º ENCONTRO DE EXTENSÃO, 3º ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA e 2º ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFGD. Dourados – MS: UFGD, 2009. v. CDROM. p. 1-4.
- OLIVEIRA, C. C.; COELHO, F.S.; VILLELA, S. D. J.; ALMEIDA, R. G.; ALVES, F.V.; BEHLING NETO, A.; OLIVEIRA, M. M. N. F. Índice de temperatura de globo e umidade e carga térmica radiante em sistemas integrados. In: ZOOTEC 2012, 2012, Cuiabá, MT. **Anais...** Cuiabá, MT: UFMT; ABZ, 2012. p. 1-3.
- OLIVEIRA, C. C.; COELHO, F.S.; VILLELA, S. D. J.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; BEHLING NETO, A.; COSTA, P. M.; ARAÚJO, S. A. C. Desempenho produtivo de bezerras Nelore em sistemas de integração, em duas épocas do ano. In: ZOOTEC 2012, 2012, Cuiabá, MT. **Anais...** Cuiabá, MT: UFMT; ABZ, 2012. p. 1-3.
- OLIVEIRA, C. C.; VILLELA, S. D. J.; ALMEIDA, R. G.; ALVES, F.V.; BEHLING NETO, A.; GAMARRA, E. L. Índice de temperatura de globo e umidade e carga térmica radiante em sistemas integrados com duas densidades de árvores. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49, 2012, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa; SBZ, 2012. p. 1-3.
- OLIVEIRA, C. C.; VILLELA, S. D. J.; ALMEIDA, R. G.; ALVES, F.V.; BEHLING NETO, A.; KERN, D. C.; GAMARRA, E. L. Comportamento diurno de bezerras Nelore em sistemas integrados, em duas estações do ano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49, 2012, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa; SBZ, 2012. p. 1-3.
- OLIVEIRA, C. C.; VILLELA, S. D. J.; ALMEIDA, R. G.; ALVES, F.V.; BUNGENSTAB, D. J. Black globe humidity index (BGHI) in integrated crop-livestock-forest systems. In: RSD 2012 International Congress, 2012, Campo Grande, MS. **Proceedings...** Campo Grande, MS: UFMS; UEMS, 2012. p. 1-1.
- OLIVEIRA, C. C.; VILLELA, S. D. J.; ALMEIDA, R. G.; ALVES, F.V.; COELHO, F.S.; BARCELLOS, G. P. Comportamento diurno de bezerras Nelore na época seca em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 7., 2011, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 112-113.
- OLIVEIRA, C. C. de. **Desempenho e comportamento ingestivo diurno de novilhas Nelore em sistemas integrados de produção no Cerrado brasileiro**. 2013. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFVJM) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, UFVJM.
- PADOVAN, M. P.; PEREIRA, Z. V.; LOBCHENKO, G.; MOTTA, I. S.; FERNANDES, S. S. L. Estrutura da vegetação arbórea em um Sistema Agroflorestal no município de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, p. 2607-2611, 2009.
- PADOVAN, M. P.; FERNANDES, S. S.; PEREIRA, Z. V.; MOITINHO, M. R.; MATOS, A. T. Fitossociologia do componente arbóreo de um sistema agroflorestal no Município de Ponta Porã, MS. In: SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL,

- 3.; ENCONTRO DE PRODUTORES AGROECOLÓGICOS DE MS, 2., 2010, Corumbá. Construindo um futuro sustentável e solidário: **anais**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Corumbá: Embrapa Pantanal; Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2010. Editado por: Milton Parron Padovan, Ivo de Sá Motta, Hamilton Kikuti, Aurélio V. Borsato, Rogério Ferreira da Silva, Adalgiza Inês Campolim, Alzira Salet Menegat, Alberto Faiden. 1 CD-ROM.
- PEREIRA, S. R.; LAURA, V. A.; SOUZA, A. L. T. Establishment of Fabaceae Tree Species in a Tropical Pasture: Influence of Seed Size and Weeding Methods. **Restoration Ecology**, v. 20, p. 1-8, 2012.
- PEREIRA, S. R.; MELOTTO, A. M.; CHIAD, M. P.; LAURA, V. A. Recrutamento de fabáceas arbóreas nativas em áreas de pastagem: efeito da competição por recursos acima e abaixo do solo. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 5., 2009, Campo Grande, MS. [**Anais da...**]. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2009. 1 p.
- PEREIRA, Z.V.; PADOVAN, M.P.; MOTTA, I.S.; SAGRILLO, E.; LOBTCHENKO, G.; FERNANDES, S.S.L.; ARMANDO, M.S. Análise florística e estrutural da vegetação arbórea em um Sistema Agroflorestal no Cerrado, em Dourados, MS In: SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL, 2., 2008, Dourados. A construção participativa da agroecologia em Mato Grosso do Sul: **anais**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. Disponível em: < <http://www.aba-agroecologia.org.br/ojs2/index.php/rbagroecologia/article/view/7571>>. Acesso em 20 mar. 2013.
- PEZARICO, C. R.; VITORINO, A. C. T.; MERCANTE, F. M.; DANIEL, O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista de Ciências Agrárias** (Belém), v. 56, p. 40-47, 2013.
- PEZARICO, C.R. **Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais**. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados.
- PEZZONI, T.; VITORINO, A. C. T.; DANIEL, O.; LEMPP, Beatriz. Influência de *Pterodon emarginatus* Vogel sobre atributos físicos e químicos do solo e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* Stapf em sistema silvipastoril. **CERNE** (UFLA), v. 18, p. 293-301, 2012.
- PEZZONI, T. **Influência de árvores de *Pterodon emarginatus* VOGEL (Sucupira-branca) em atributos físicos e químicos do solo e sobre a qualidade de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Ecologia e manejo em sistema silvipastoril. In: FERNANDES, E. N.; PACUILLO, D. S.; CASTRO, C. R. T. de; MULLER, M. D.; ARCURI, P. B.; CARNEIRO, J. da C. (Ed.). **Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. p. 51-67.
- Porfírio-da-SILVA, V. Sistemas silvipastoris em Mato Grosso do Sul – Para que adotá-los? In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2003, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa, 2003. CD-ROM.
- PROENÇA, A. C. S.; MARUYMA, W. I. Cultivo de seringueira consorciado com abacaxi complementado com a adubação fosfatada do abacaxizeiro na região de Cassilândia – MS. **Anais** do Seminário de Extensão Universitária – SEMEX, v. 1, n. 1 (4), 2011. Disponível em: <<http://periodicos.uems.br/novo/index.php/semex/article/viewfile/548/516>>. Acesso em: 01 mai. 2013
- SANTOS, V. A. C.; ABREU, J. G.; ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; MACEDO, M. C. M.; MATIAS, F. I.; SILVA, T. S.; SILVA, A. P. Crescimento do capim-piatã em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Cerrado. In: ZOOTEC 2012, 2012, Cuiabá, MT. **Anais...** Cuiabá, MT: UFMT; ABZ, 2012. p. 1-3.
- SANTOS, V. A. C.; ABREU, J. G.; ALMEIDA, R. G.; Barbosa, Rodrigo Amorim; GALATI, R. L.; MACEDO, M. C. M.; BEHLING NETO, A. Disponibilidade, morfofisiologia e valor nutritivo do capim-piatã sob sombreamento e sol pleno em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: VII Congresso Latinoamericano de Sistemas Agroflorestais para a Produção Pecuária Sustentável, 2012, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: CATIE; CIPAV, 2012. p. 1-5.
- SANTOS, V. A. C.; ABREU, J. G.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; COELHO, F.S.; GAMARRA, E. L.; CARVALHO, P. H. V. Produção e qualidade da forragem e ganho de peso de novilhas em sistemas integrados no Cerrado. In: ZOOTEC 2012, 2012, Cuiabá, MT. **Anais...** Cuiabá, MT: UFMT; ABZ, 2012. p. 1-3.
- SANTOS, V. A. C.; ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; BEHLING NETO, A.; CARVALHO, P. H. V.; GAMARRA, E. L. Crescimento do capim-piatã após a queima no sub-bosque de

- sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49, 2012, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa; SBZ, 2012. p. 1-3.
- SANTOS, V. A. C.; Almeida, Roberto Giolo de; Macedo, Manuel Cláudio Motta; ALVES, F.V.; BEZERRA, A. O.; CAVALHEIRO, T.; WANDEMBRUCK, K. T. Produtividade do capim-piatã em sistemas de integração durante o período seco do primeiro e do terceiro anos após a implantação. In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA GADO DE CORTE, 8, 2012, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2012. p. 64-65.
- SANTOS, V. A. C. dos; ABREU, J. G.; ALMEIDA, R. G. de; MACEDO, M. C. M.; ECHEVERRIA, D. M. S.; GAMARRA, E. L.; CARVALHO, P. H. V.; QUINTINO, A. C. Produtividade e valor nutritivo do capim-piatã em sistemas de ILPF no período da seca. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 6., 2010, Campo Grande, MS. Ética na pesquisa científica: [Anais da...]. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2010. 1 CD-ROM. Coordenadora: Vanessa Felipe de Souza 1 p.
- SANTOS, V. A. C. dos. **Características morfológicas, estruturais e produtivas do capim-piatã em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Cerrado**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Mato Grosso.
- SILVA, E. N. S.; Almeida, Roberto Giolo de; MACEDO, M. C. M.; SANTOS, V. A. C.; PIOTTO, C. S.; OTERO, D. C.; QUEIROZ, M. N. Produção de Brachiaria brizantha cv. BRS Piatã em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 5., 2009, Campo Grande, MS, 2009, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2009. p. 1-1.
- SILVA, J. J. da. **Avaliação mercadológica e de produção agrícola, visando a proposição de SAF para a mesorregião sudoeste de Mato Grosso do Sul**. 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados.
- SILVA, J.J.; DANIEL, O.; CREMON, T.; NOGUEIRA, I. M. B. Modelos de sistemas agroflorestais para a mesorregião sudoeste de Mato Grosso do Sul. **Extensão Rural** (Santa Maria), v. 17, p. 49-74, 2010. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/extensaorural/art2ed19%202010-1%20Silva%20et%20al.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2013.
- SILVA, J.J.; DANIEL, O.; PADOVAN, M. P. Sistemas Agroflorestais para a Mesorregião Sudoeste de Mato Grosso do Sul: um estudo propositivo. In: SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL, 2., 2008, Dourados. A construção participativa da agroecologia em Mato Grosso do Sul: **anais**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 3, p. 1-5, 2008.
- SILVA, M. V.; LAMPERT, V. N.; LEITE, R. C.; ALVES, A. C.; SOUZA, J. P. F. Viabilidade econômica sob condição de risco da implantação de um sistema agrossilvipastoril no Bolsão Sul-Mato-grossense. In: III EPEX – Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2012, Dourados – MS. III EPEX – Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2012.
- SILVA, M.V.; LAMPERT, V.N.; LEITE, R.C.; ALVES, A.C.; SOUZA, J.P.F. Viabilidade econômica sob condição de risco da implantação de um sistema agrossilvipastoril no bolsão sul-mato-grossense. [2012] Disponível em:<http://periodicos.uems.br/novo/index.php/enic/article/view/2268/977>. Acesso em: 19 mar. 2013.
- SILVA, M.V.; LAMPERT, V.N.; LEITE, R.C.; SOUZA, J.P.F.; BARCELLOS, J. O. J. Economic risk analysis of an agroforestry system in Mato Grosso do Sul, Brazil In: II International Symposium on Integrated Crop-Livestock Systems, 2012, Porto Alegre. II International Symposium on Integrated Crop-Livestock Systems, 2012. Disponível em:<<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/938435/1/ICLS067Lampert.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2013.
- SILVA, S. M.; PADOVAN, M. P.; DANIEL, O.; HEID, D. M.; PEREIRA, Z. V. Produção de alimentos em sistemas agroflorestais de base agroecológica no cerrado na região sul de mato grosso do sul. In: VIII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 2011, Belém. **Resumos** – VIII CBSAF. Belém: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2011. v. CDROM.
- SOUZA NETO, E. L.; ANDRIOLI, I.; ALMEIDA, R. G.; PIERANGELI, M. A. P.; PEREIRA, F. S. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33, 2011, Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia, MG: SBCS, 2011. p. 1-3.
- VERONKA, D. A.; CHIAD, M. P.; LAURA, V. A.; RODRIGUES, A. P. D. C.; MELOTTO, A. M. Avaliação do crescimento inicial de dois clones de eucalipto (M-02 E H-77) sob diferentes espaçamentos. In: SEMINÁRIO INTERNO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4;

- ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU, 2., 2009, Campo Grande, MS. [Anais...]. Campo Grande, MS: Ed. da UNIDERP, 2009. 4 p. 1 CD-ROM.
- VERONKA, D. A.; MELOTTO, A. M.; LAURA, V. A. Crescimento de cinco espécies florestais com potencial para sistemas silvipastoris após a aplicação de diferentes doses de glyphosate no solo. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 5., 2009, Campo Grande, MS. [Anais da...]. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2009. 1 p.
- VERONKA, D.; MARCONDES, R.; CHIAD, M.; MELOTTO, A.; LAURA, V. A. Crescimento inicial de dois clones de eucalipto para a implantação de sistemas silvipastoris em Mato Grosso do Sul. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 4., 2008, Campo Grande, MS. Anais [da]... Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2008. 1 CD-ROM. Editores técnicos Valdemir Antônio Laura, Paulo Henrique Nogueira Biscola. 1 p. 1 CD-ROM.
- WOLF, R.; BARBOSA, F.R.G.M.; SILVA, L. F.; PADOVAN, M. P. Sistemas agroflorestais: potencial para sequestro de carbono e produção de outros serviços ambientais. in: SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL, 4.; ENCONTRO DE PRODUTORES AGROECOLÓGICOS DE MS, 3., 2012, Glória de Dourados. O saber tradicional e o científico: a interação encurtando caminhos para o desenvolvimento sustentável: anais. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 1 CD-ROM. Editado por: Leandro Fávio Carneiro, Milton Parron Padovan. Disponível em: < <http://www.aba-agroecologia.org.br/ojs2/index.php/cad/article/download/13165/8766>>. Acesso em 18 mar. 2013.
- YOSHIY, M. L.; DANIEL, O.; MATOS, F. A.; BUMBIERIS, I. M.; GOMES, M. V.; CREMON, T. Rendimento de matéria seca e teor de proteína bruta de *Brachiaria decumbens* em função da densidade de eucalipto em um sistema agrissilvipastoril. In: Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão/UFGD, 2011, Dourados. **Resumos** expandidos e trabalhos completos. Dourados: Editora UFGD, 2011. v. CD-ROM. p. 1-7.
- ZIMMER, A. H.; ALMEIDA, R. G.; BUNGENSTAB, D. J.; KICHEL, A. N. Integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: histórico e perspectivas para o desenvolvimento sustentável. In: VII Congresso Latinoamericano de Sistemas Agroflorestais para a Produção Pecuária Sustentável, 2012, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: CATIE; CIPAV, 2012. p. 1-5.



CAPÍTULO

2

Integração Lavoura- Pecuária-Floresta em Minas Gerais

*Miguel Marques Gontijo Neto
Maria Celuta Machado Viana
Ramon Costa Alvarenga
Luciano Rodrigues de Queiroz
Eduardo de Paula Simões
Monica Matoso Campanha*



INTRODUÇÃO

A integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) mais do que uma tecnologia ou “pacote” tecnológico deve ser considerada como uma *“estratégia que visa a produção sustentável por meio da integração de atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica”* (BALBINO et al. 2011).

Dentro do atual conceito de ILPF estão contemplados as 4 combinações de componentes possíveis, quais sejam: Integração Lavoura-Pecuária (agropastoril); integração Pecuária-Floresta (silvipastoril); integração Lavoura-Floresta (agriflorestal); e integração Lavoura-Pecuária-Floresta (agrosilvipastoril).

Neste sentido, cabe ressaltar que o governo federal, dentro do Plano Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC) instituiu o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC), onde a ILPF, contemplando os 4 arranjos acima citados, é considerada uma das tecnologias chaves, contando inclusive com linhas de crédito específicas dentro do Programa ABC com recursos do BNDES e do Banco do Brasil.

A ILPF é uma estratégia de produção que não apresenta limitações quanto ao tamanho da propriedade ou ao nível tecnológico do produtor rural. As possibilidades de combinação entre os componentes do sistema são muitas e os ajustes se fazem necessários dependendo do interesse do produtor e dos aspectos edafoclimáticos e mercadológicos.

A implantação/adoção da ILPF de sucesso demanda um planejamento criterioso, definindo ações de curto, médio e longo prazo, sendo o condicionamento inicial do solo obrigatório para se começar bem no sistema.

Neste artigo, em aderência ao tema do evento, aprofundaremos nossa discussão em ações desenvolvidas no Estado de Minas Gerais e apenas em sistemas ILPF que envolvam o componente arbóreo em seu arranjo.

BENEFÍCIOS AO PRODUTOR E AO AMBIENTE

Sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta, envolvendo os três componentes (lavoura, pecuária e floresta), permitem o uso intensivo

e sustentável do solo, com rentabilidade, desde o ano de sua implantação. A intensificação da produção observada em sistemas ILPF acarretam diversos benefícios ao produtor e ao meio ambiente, melhorando as condições físicas, químicas e biológicas do solo, aumentando a ciclagem e eficiência na utilização dos nutrientes, reduzindo custos de produção da atividade agrícola e pecuária, reduzindo a pressão por abertura de novas áreas, diversificando e estabilizando a renda na propriedade rural e viabilizando a recuperação de áreas com pastagens degradadas.

As produções intermediárias de grãos, fibras, carne, leite etc. possibilitam renda e o custeio do povoamento florestal que, normalmente apresenta prazo de maturação mais longo. A diversificação das atividades também contribui para a fixação do homem no campo devido ao melhor aproveitamento da mão-de-obra durante todo o ano.

Neste sentido, a lavoura anual, além da produção de grãos ou forragem (ex. silagem para o período de seca), geram renda no curto prazo que contribuem para a amortização do investimento de implantação do sistema ILPF. Assim, os custos necessários para a correção da fertilidade do solo aos níveis exigidos pelas culturas anuais podem ser total ou parcialmente recuperados em uma única safra. Uma vez corrigido o solo, as pastagens em sucessão e as árvores irão se beneficiar dos nutrientes residuais na área. Desta forma, as lavouras anuais podem amortizar os custos de formação e/ou recuperação de pastagens degradadas e mesmo da implantação de árvores na área.

Outra realidade na qual a ILPF tem papel fundamental é na incorporação de áreas de pastagem degradada ao processo produtivo onde, serão necessários, na grande maioria das vezes, todos aqueles cuidados relativos à melhoria do ambiente químico do solo tais como calagem e fertilizações corretivas. Como já foi mencionado anteriormente, a soja e o arroz são as culturas mais indicadas no primeiro ano, mas o milho e o sorgo são as melhores opções para a rotação e/ou sucessão e para o consórcio com capins.

INTEGRAÇÃO E SINERGIA ENTRE OS COMPONENTES DO SISTEMA

Pressupondo um sistema ILPF constituído contemplando os componentes lavoura anual, pecuário (pastagem) e florestal podemos destacar diversos pontos de complementação entre estas atividades.

No entanto, vale ressaltar que a utilização do componente lavoura no sistema de ILPF pode ser transitória, uma vez que, dependendo da densidade e arranjo espacial das árvores, a partir do segundo ano o sombreamento do componente florestal interfere nas produtividades da lavoura. Por outro lado, a utilização de arranjos mais amplos, o uso de espécies florestais com copas que permitam a transmissão de luz para o sub-bosque e o uso de técnica desrama e desbaste do componente arbóreo ao longo do seu ciclo pode viabilizar a utilização da lavoura anual por mais tempo no sistema.

As forrageiras perenes (capins) atualmente utilizadas em pastejo no Brasil (*Brachiarias* e *Panicuns*), desde que o sombreamento não seja muito intenso, são capazes de manter as mesmas produtividades em relação a sistemas de monocultivo. No sistema ILPF, além de garantir a produção animal, elas atuam como recicladora de nutrientes após a cultura anual; na estruturação física e aporte de matéria orgânica no solo; na produção de palhada para o plantio direto com qualidade na safra seguinte; podem contribuir no manejo de plantas daninhas e doenças preservando a produtividade da cultura anual e reduzindo custos de produção; fornecer geração de receitas mensais ou anuais até a maturação do componente florestal.

Já o componente arbóreo além de contribuir com a geração de renda significativa a longo prazo pode contribuir para o sistema com a reciclagem de nutrientes que se encontram em maiores profundidades e não acessíveis pelas culturas anuais; atuando como quebra-vento e criando de um microclima favorável à manutenção da maior umidade na área beneficiando a pastagem em períodos de seca e melhorando o conforto e, conseqüentemente, o desempenho animal.

ESCOLHA DAS ESPÉCIES CULTURAIS

Um dos principais fatores para o sucesso de um cultivo consorciado se baseia na complementação entre as espécies envolvidas, uma vez que, durante parte de seu ciclo existe uma competição/interação pelos fatores de produção (luz, água e nutrientes), o que vai interferir no resultado obtido ao final do ciclo da cultura anual. Dessa maneira é importante caracterizar as espécies que irão compor o sistema.

As alternativas de culturas para compor o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta são várias. A escolha vai depender de fatores tais como a adaptação às condições ambientais (clima, solo, manejo), características da propriedade (tradição de cultivo, nível tecnológico, assistência técnica, infraestrutura e logística), mercado para os produtos e adaptação das espécies ao cultivo consorciado, pois a maioria das culturas é altamente exigente em luz e não toleram sombreamento.

As culturas de milho, feijão, arroz, sorgo, soja e milho têm sido empregadas nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. Entre as várias culturas anuais utilizadas em sistemas consorciados, o milho tem se destacado em virtude do rápido crescimento inicial e porte alto, o que facilita a competição com os outros componentes e a colheita mecanizada. Assim, o milho é particularmente interessante para a formação de sistemas consorciados com florestas devido à simplicidade de condução e amplitude de utilização diante de diversidades climáticas, sendo o seu sistema de produção bem difundido entre os produtores. Da mesma forma, a existência de herbicidas gramínicos seletivos ao milho melhora o controle de plantas daninhas, facilitando os tratamentos culturais. Além do mais,

esse cereal apresenta inúmeras aplicações na propriedade agrícola, quer seja na alimentação animal na forma de grãos ou de forragem verde ou conservada (silagem), quer seja na alimentação humana ou na geração de receita mediante a comercialização da produção excedente. Soma-se a isto a existência de um grande número de cultivares comerciais adaptados às diferentes regiões do Brasil, possibilitando o cultivo deste cereal de norte a sul do país. Em locais onde o clima favorece o plantio de milho, este cereal tem sido recomendado para compor o sistema, pois consorcia bem tanto com o eucalipto quanto com as gramíneas forrageiras.

O componente arbóreo deve ser selecionado levando-se em consideração os aspectos relacionados à silvicultura da espécie, produção de bens e serviços, ausência de efeitos alelopáticos e de toxidez, arquitetura da copa que deve ser preferencialmente menos densa, dentre outros. As espécies mais utilizadas na ILPF no Brasil são o eucalipto, pinus, mogno africano, cedro australiano, teça, pau-de-balsa, acácias entre outras.

O eucalipto (*Eucalyptus* sp) vem sendo difundido para utilização neste sistema por apresentar rápido crescimento, característica esta importantíssima quando se considera a liberação da área para o pastejo e por possuir uma arquitetura de copa compatível com a consorciação com outras culturas. Além do mais, esta espécie se destaca por apresentar práticas silviculturais validadas e disponibilidade de cultivares oriundos de programas de melhoramento florestal, pela produção de madeira para usos múltiplos, por apresentar boa fonte de renda para o produtor e principalmente por sua capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, podendo ser plantado em todos os biomas brasileiros, sendo amplamente utilizado em reflorestamentos na região do cerrado.

O componente forrageiro deve ser constituído por espécies que apresentem bom crescimento, boa capacidade de perfilhamento, elevado valor nutricional e sobretudo que sejam adaptadas às condições de sombreamento moderado. As forrageiras dos gêneros *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) e *Panicum*, muito difundidas para plantio na região de cerrado do Brasil, têm boa tolerância ao sombreamento, também podem ser utilizadas forrageiras de inverno nas regiões de clima temperado (ex. aveia, azevem etc.). Resultados de pesquisa têm demonstrado que não ocorre redução significativa da sua taxa de crescimento destas forrageiras sob sombreamento moderado.

Devemos ter sempre em mente que quando se intensifica a produção das pastagens no período das águas, o produtor tem que estar preparado para a produção de alimentos suplementares para serem utilizados durante o período seco. Caso contrário, haverá animais excedentes nesse período, o que resultará em desperdício de investimento anterior e ineficiência do sistema de produção, ocasionando superpastejo e, conseqüentemente, a degradação da pastagem.

Outro aspecto relevante a ser considerado é que normalmente em sistemas ILPF é que o número de anos com pastagem pode ser superior a 3 anos, e para se evitar outro ciclo de degradação da pastagem, é necessário a realização de adubações de manutenção para mantê-las produtivas.

CRITÉRIOS E INVESTIMENTOS PARA ADOÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS ILPF

Para o produtor rural que realmente que pretende adotar o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, há pouco espaço para improvisações. Assim, para um bom planejamento da implantação do sistema ILPF, faz-se necessário um bom diagnóstico envolvendo o levantamento das disponibilidades de máquinas e equipamentos, insumos (sementes, adubos, defensivos químicos etc.), assistência técnica, recursos financeiros, mão-de-obra e condições edafoclimáticas da região para a seleção das culturas/cultivares e definição das melhores épocas de realização das atividades e implantação das culturas/pastagens.

O condicionamento inicial do solo é obrigatório para começar bem no sistema, sem necessidades de ações corretivas no decorrer do tempo, que podem atrasar e encarecer o projeto. Portanto, a adequação das condições químicas do solo deve atender às exigências das espécies a serem cultivadas.

Outro ponto a se destacar é o conhecimento do mercado local ou regional onde serão comercializados a produção, especialmente quanto ao tipo de produto florestal a produzir. Além destas considerações o produtor deve por em prática todas aquelas decisões comuns para implementação de um novo ano agrícola. Em resumo, o planejamento deve levar em conta tudo aquilo de que o sistema irá demandar no intervalo de um ciclo completo das atividades agrossilvipastoris visto que, pelo menos o componente florestal não poderá ser mudado após sua implantação e isso poderá demorar uma ou duas dezenas de anos.

Importante ressaltar que normalmente o produtor não irá implantar o sistema em toda a propriedade no mesmo momento, ou seja, deve-se dividir a propriedade em glebas e ir introduzindo o sistema integrado anualmente em uma das glebas, assim, após alguns anos implantando o sistema, sempre haverá na propriedade glebas com cultura anual, glebas com pecuária e até mesmo gleba com receita da exploração florestal.

EXPERIÊNCIAS COM SISTEMAS ILPF EM MINAS GERAIS

O Estado de Minas Gerais possui grande potencial para exploração florestal, com condições de solo e clima propícias ao cultivo de espécies florestais, grãos, pecuária de leite e de corte.

A região Central de Minas Gerais constitui um pólo siderúrgico de grande expressão no Estado, com demanda crescente por madeira reflorestada. Além disso, o estado apresenta um grande número de estabelecimentos rurais onde a atividade leiteira é prioritária. Desta atividade dependem inúmeros produtores e a economia de diversos municípios, que possuem nas cooperativas e associações de agricultores um suporte essencial para a atividade rural. Por outro lado, grande

parte das pastagens cultivadas no Estado de Minas, apresentam algum grau de degradação. A integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) tem demonstrado ser uma tecnologia promissora na recuperação de áreas de culturas e de pastagem degradadas.

A Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (SEAPA) em conjunto com a EMATER-MG, dentro do plano de ação “Integração Lavoura, Pecuária e Floresta em Propriedades Rurais”, implantou em propriedades rurais de diversos municípios do estado 264 Unidades Demonstrativas (UD) de sistemas ILPF com as culturas do eucalipto × milho × braquiária. Estas UD's foram implantadas nos anos de 2010 e 2011 e os renques de eucalipto foram implantados e diversos arranjos espaciais, predominando o arranjo 10 × 4 metros, baseado na experiência de sucesso deste modelo desenvolvido pela Votorantin Metais no município de Vazante-MG.

A maioria dos sistemas de ILPF implantados na região Central de Minas Gerais, tem utilizado o milho tanto para colheita de grãos quanto para ensilagem cultivado no sub-bosque de eucalipto e consorciado com o capim-braquiária, principalmente *Urochloa brizantha*. Nos municípios de Maravilhas e Florestal, Minas Gerais, no primeiro ano de implantação do milho consorciado com o eucalipto, foram relatadas produtividades médias de 8.067 kg/ha e 7.470 kg/ha de matéria seca, para o milho colhido para ensilagem (BRS 1030) nos arranjos de 1,10 × 8 m e 2 × 10 m, respectivamente. Os resultados de produção do milho para ensilagem ficaram abaixo do esperado devido a fatores relacionados às condições climáticas e à fertilidade do solo que estava em processo de recuperação. A ocorrência de veranicos no período de florescimento da cultura, também afetou a produção de forragem do milho. Apesar da produção de forragem de milho ter sido inferior aquelas obtidas em monocultivo, é importante ressaltar que o papel do componente agrícola neste sistema é melhorar as características do solo por meio da correção e fertilização, com o objetivo de recuperar as áreas degradadas e gerar renda em curto prazo, contribuindo para amortizar dos custos de implantação do sistema.

Para o milho grão foram relatadas produtividades de 6.873 kg/ha e 8.594 kg/ha obtidos em propriedades familiares no município de Maravilhas e Onça do Pitangui, respectivamente (ALBERNAZ et al.2010). As produtividades de grãos obtidas nestas UD's, em propriedades de agricultores familiares, superaram em muito a média nacional (3,75 t/ha) e de Minas Gerais (4,9 t/ha) para o milho plantado em monocultivo (IBGE, 2009). Este resultado pode ser explicado pela utilização de espaçamentos de plantio do eucalipto mais amplos e considerando que no primeiro ano a competição por luz é menor permitindo maior incidência de luz entre as leiras de eucalipto. Resultado semelhante foi relatado por Santos et al., (2009), para milho grão, plantado na mesma época do eucalipto, no espaçamento de 12 × 2m, em Viçosa, MG. Estes autores obtiveram altas produtividades de milho grão (média de 7,35 t/ha) cultivado intercalado com o eucalipto, em área de pastagem degradada, recuperada com

este sistema. Entretanto, para o milho semeado em plantios florestais já estabelecidos, onde o eucalipto apresentava idade de 24 meses, foi observado redução no peso de espigas e rendimento de grãos em relação ao cultivo do milho solteiro (MACEDO et al., 2006). Segundo este autor, o maior rendimento de grãos de milho nos sistemas consorciados foi obtido nas linhas centrais do eucalipto plantado no arranjo 10 x 4 m. Neste caso, a maior disponibilidade de luz existente no centro do arranjo, decorrentes das maiores distâncias de afastamento das linhas de eucalipto foram responsáveis pelo maior rendimento do milho.

Atendendo à demanda regional, a EPAMIG implantou uma Unidade de Demonstração de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) na Fazenda Experimental de Santa Rita (FESR) em Prudente de Moraes. O projeto foi financiado pela Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (SEAPA) e tem como parceiros a Embrapa Milho e Sorgo, a EMATER e as empresas Votorantim Metais e Asiflor. Em uma área de 5 ha onde existia uma pastagem com predominância de *Urochloa decumbens* degradada, foi implantado o sistema de ILPF onde estão sendo avaliados o cultivo do milho sob três arranjos de eucalipto em linhas duplas: (3 x 2) + 20 m, (2 x 2) + 9 m e em linha simples: 9 x 2 m e os clones: GG100 (*Eucalyptus urophylla*), I144 (*Eucalyptus urophylla*) e o VM 58 (*E. grandis* x *E. camaldulensis*). Os Resultados obtidos demonstram que no primeiro ano de implantação do eucalipto com a cultura do milho, não foi observado diferença significativa ($P < 0,05$) na produção de forragem de milho para silagem nos diversos arranjos estruturais do eucalipto (Tabela 1), indicando que o eucalipto não interferiu no desenvolvimento do milho. Isto ocorreu porque no início do desenvolvimento do eucalipto a concorrência com a cultura é pequena.

► **TABELA 1.**
Produção de matéria seca do milho cultivado para silagem, sob diferentes arranjos de eucalipto, no sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta e a pleno sol, no período de três anos. Prudente de Moraes, MG.

ARRANJOS DE EUCALIPTO	PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA (T/HA)		
	2008/2009	ANO 2009/2010	ANO 2010/2011
(3 x 2) + 20 m	13,08 a	10,01 a	9,43 a
(2 x 2) + 9 m	9,48 a	4,61 b	3,77 b
9 x 2 m	13,8 a	7,50 ab	5,99 ab
Pleno sol	12,25	8,74	11,89

Médias na coluna seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), ao nível de 5%.

No ano agrícola 2009/2010, ocorreu veranico no mês de janeiro, com precipitações bem inferiores à média histórica para a região, coincidindo com o estágio de florescimento do milho, o que resultou em redução na produtividade do milho silagem tanto no sistema de ILPF quanto em monocultivo, a pleno sol. No plantio realizado no ano agrícola 2010/11 o eucalipto apresentava altura acima de 15 m, o que certamente influenciou o nível de sombreamento no espaçamento de 9 m, em linha dupla.

Não houve influência dos arranjos avaliados sobre a produtividade e qualidade do capim-braquiária, no primeiro ano de implantação do sistema (Tabela 2) (VIANA et al., 2011a). Estes resultados indicam que a redução de luminosidade causada pelo eucalipto, nos diversos arranjos não interferiu no desenvolvimento da braquiária, no primeiro ano de implantação do sistema ILPF, o que pode ser atribuído a tolerância desta espécie ao sombreamento moderado. No entanto a partir do segundo ano, a produtividade do pasto foi reduzida pelo sombreamento causado pelo eucalipto nos espaçamentos mais adensados (2 × 2) + 9 m, com maiores produções de matéria seca no espaçamento de (3 × 2) + 20 m. A redução na radiação fotossinteticamente ativa nos espaçamentos mais adensados pode ser uma explicação para a queda das produtividades nos arranjos mais adensados (VIANA et al, 2011b).

► **TABELA 2.**
Produção de matéria seca (MS) (t/ha) e composição química da *B. decumbens* em área de ILPF, no primeiro ano de implantação do sistema.

ARRANJOS	MS (T/HA)	MS (%)	PB (%)	FDA (%)	FDN (%)	LIGNINA (%)
(3 × 3) + 20 m	3,38 a	23,13a	8,70 a	43,79 a	71,09 a	6,34 a
(2 × 2) + 9 m	2,07a	21,25a	9,80 a	43,51 a	70,69 a	6,06 a
9 × 2 m	2,32a	22,77a	8,97 a	45,10 a	70,97 a	6,49 a

Médias na coluna seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Vários autores têm descrito sobre a influência da radiação solar e o efeito do sombreamento sobre as características agronômicas e as produtividades de milho e de outras culturas exploradas em sistemas agroflorestais, sob diversos arranjos (MACEDO et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007; VIANA et al., 2010; PACIULLO et al, 2011). Entretanto, Porfírio-da-Silva (2012) não observou efeito de sombreamento no rendimento do milho cultivado no arranjo de 14 × 3 m na região de Campos Gerais (PR), com produtividade média de grãos de 4,25 t/ha no sistema solteiro e 4,55 no sistema silviagrícola. Deve-se registrar, no entanto que este resultado foi obtido para o consorcio com o eucalipto medindo 4,8 m de altura.

Em uma área na Embrapa Milho e Sorgo município de Sete Lagoas-MG, em fevereiro de 2009, foram implantados 6 renques com 100 metros de comprimento de eucalipto no espaçamento 15x2m. Nas faixas entre os renques foram cultivados as culturas do sorgo forrageiro consorciado com capins braquiárias (safra 2010/11) e milho para silagem e grãos consorciado com capins braquiárias (safra 2011/2012). Na implantação da safra 2010/11, quando os eucaliptos apresentavam idade de 22 meses, verificou-se uma redução na produtividade de silagem total em torno de 35% da produtividade a pleno sol (Tabela 3), enquanto na safra seguinte observou-se uma redução na produtividade média de silagem em torno de 48% e de grãos em torno de 63%, em relação ao pleno sol.

TABELA 3. Produtividade de silagem de sorgo e milho consorciados com braquiárias e grãos de milho em sistemas ILPF com o eucalipto implantado em fevereiro de 2009. Sete Lagoas-MG. Safras 2010/11 e 2011/12. (Gontijo Neto et al., em elaboração).

	PRODUTIVIDADES		
	ÁREA TOTAL	ÁREA ÚTIL	PLENO SOL
Safra 2010/11			
Produção de Sorgo (t.ha ⁻¹ de MS)	5,58	4,85	6,56
Produção de capim (t.ha ⁻¹ MS)	1,57	1,36	4,5
Produção de Silagem (t.ha ⁻¹ MS)	7,15	6,21	11,06
Produção de capim em 05/2011	3,92	3,41	
Safra 2011/12			
Produção milho silagem (t.ha ⁻¹ MS)	7,2	6,26	13,82
Produção de capim (t.ha ⁻¹ MS)	0,68	0,59	1,2
Produção de Silagem (t.ha ⁻¹ MS)	7,88	6,85	15,02
Produção de Grão (kg.ha ⁻¹)	3.750	3.262	9.983

Neste período verificou-se um incremento médio anual na produção de madeira em torno de 32,5 m³ (Tabela 4)

Em área contígua, em outubro de 2011 foram implantados mais 6 renques de 100 m de comprimento de eucalipto e, simultaneamente, foi implantado o consórcio do milho mais capins braquiárias entre os renques. As produções de silagem foram semelhantes ao pleno sol, enquanto a

► **TABELA 4.**
Incremento anual e produção acumulada de madeira de eucalipto no período 2009/2013. Sete Lagoas-MG. (Gontijo Neto et al., em elaboração).

PRODUÇÃO DE MADEIRA NO PERÍODO 2009/2013	Δ ANUAL (m³)	ACUMULADO (m³)
02/2010	2,4	
05/2011	36,3	38,7 m³
05/2012	32,5	71,2 m³
05/2013	29,9	101,1 m³

produtividade de grãos foi reduzida em 19% (Tabela 5). Na safra seguinte (2012/13) verificou-se uma redução nas produtividades de silagem e de grãos em torno de 19% (Tabela 5).

Nesta área de ILPF com o eucalipto e o milho consorciado com os capins braquiárias decumbens e ruziziensis implantados simultaneamente em outubro de 2011, Gontijo Neto et al. (2012) e Simão et al. (2012) não

► **TABELA 5.**
Produtividade de silagem e grãos de milho em sistemas ILPF com o eucalipto implantado em outubro de 2011. Sete Lagoas-MG. Safras 2011/12 e 2012/13. (Gontijo Neto et al., em elaboração).

	PRODUTIVIDADE		
	ÁREA TOTAL	ÁREA ÚTIL	PLENO SOL
Safra 2011/12			
Produção de Milho (ponto de silagem)	14,6	12,70	13,82
Produção de capim (t.ha ⁻¹ MS)	1,2	1,04	1,2
Produção total de Silagem (t.ha ⁻¹ MS)	15,8	13,74	15,02
Produção de Grão (kg.ha ⁻¹)	8.072	7.022	9.983
Safra 2012/13			
Produção de Milho (ponto de silagem)	18,35	15,96	23,2
Produção de capim (t.ha ⁻¹ MS)	1,94	1,69	2,1
Produção total de Silagem (t.ha ⁻¹ MS)	20,29	17,65	25,3
Produção de Grão (kg.ha ⁻¹)	8.890	7.734	11.030

observaram efeito sobre a produtividade de silagem e de grãos avaliados em diferentes distâncias entre as fileiras de milho e os renques de eucalipto (Tabela 6). Os tratamentos consistiram das distâncias das linhas de milho/capim em relação aos renques de eucalipto, sendo avaliadas as linhas 1 (1 m), 3 (2,4 m), 5 (3,8 m), 7 (5,2 m) e 9 (6,6 m).

TABELA 6. Produtividade de matéria seca de forragem de capim (PCapim-Sil), milho (PMilho-Sil) e total (PTotal) no ponto de ensilagem, altura, rendimento de grãos (RGrão) e produtividades de matéria seca de forragem de capim no momento da colheita de grãos (PCapim-G) em função das distâncias entre as linhas de milho/capim dos renques de eucalipto. Sete Lagoas, MG – 2011/12.

PARÂMETRO	MODELOS AJUSTADOS	
	MILHO + DECUMBENS	MILHO + RUZIZIENSIS
PCapim-Sil (kg ha ⁻¹)	$\hat{y} = 1.138$	$\hat{y} = 1.751$
PMilho-Sil (kg ha ⁻¹)	$\hat{y} = 13.802$	$\hat{y} = 14.690$
PTotal (kg ha ⁻¹)	$\hat{y} = 14.940$	$\hat{y} = 16.441$
Altura (m)	$\hat{y} = 2,3$	$\hat{y} = 2,36$
RGrão (kg ha ⁻¹)	$\hat{y} = 7.512$	$\hat{y} = 8.284$
PCapim-G (kg ha ⁻¹)	$\hat{y} = 1.367$	$\hat{y} = 3.602$

Cabe ressaltar que a área útil para a produção de milho neste sistema corresponde a 0,87 ha por hectare implantado com o sistema ILPF, assim, os valores médios das produtividades de grãos e forragens apresentados na Tabela 7 devem ser multiplicados por este fator para estimativa de produção de forragem e grãos no sistema.

Assim, a partir do segundo ano de consorcio foi observado redução na produtividade do milho em consequência do sombreamento do eucalipto nos arranjos. No caso do trabalho implantado na EPAMIG, pode-se observar que a partir do primeiro ano, a maior produtividade do milho para silagem ocorreu no arranjo estrutural com maior espaçamento entre as faixas de eucalipto, indicando que nesse arranjo há uma maior disponibilidade de radiação solar.

Estas reduções verificadas para as culturas anuais com o aumento do sombreamento podem estar relacionadas ao fato destas culturas pertencerem ao grupo de plantas com metabolismo C4 apresentando elevados rendimentos em áreas com maior radiação solar. De acordo com Sans & Santana, 2000, a radiação solar, a precipitação e a temperatura atuam

eficientemente nas atividades fisiológicas interferindo diretamente na produção de grãos e de matéria seca do milho. De tal modo que a radiação solar incidente sob o dossel torna-se fator altamente determinante da inserção de culturas agrícolas e/ou forrageiras em sistemas silviagrícolas, agrossilvipastoris ou silvipastoris (OLIVEIRA et al., 2007). Uma vez que o nível de radiação que chega ao sub-bosque é determinante para o crescimento das forrageiras, as produções obtidas para o milho a partir do segundo ano de implantação do sistema estão em função do desenvolvimento do componente arbóreo (relacionado à altura, qualidade do espectro solar e grau de interceptação da luz).

Assim, com base nos resultados apresentados, a implantação não se recomenda o plantio das culturas do milho após o segundo ano da implantação do eucalipto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A demanda crescente por informações sobre tecnologias que reduzam os riscos da atividade agropecuária, que agregam valor aos produtos, além de prover serviços ambientais na propriedade tem crescido muito ultimamente. Por outro lado, o momento é oportuno para a exploração de produtos florestais, agrícolas e pecuários e de seus derivados. Além do mais as questões relacionadas aos serviços ambientais tais como o sequestro de carbono, a conservação de água e solo, a biodiversidade são vantagens que agregam valor à adoção dos sistemas agrossilvipastoris na propriedade rural.

Resultados de pesquisa têm demonstrado a viabilidade técnica e econômica da utilização das culturas do milho e sorgo nos consórcios com o eucalipto e espécies do gênero *Brachiaria* ou *Panicum* em sistemas de produção ILPF até o segundo ano de implantação do eucalipto.

O sistema ILPF envolvendo as culturas do eucalipto, milho/sorgo e capins são recomendados pela pesquisa e foram validados em propriedades rurais, sendo inclusive já financiados por instituições financeiras no estado de Minas Gerais.

Referências bibliográficas

- ALBERNAZ, W.M., PINTO JÚNIOR E.S., MENDES, M.A., SANTANA, M.P., VIANA, M.C.M., NOCE, M.A. Análise econômica de sistemas de integração lavoura, pecuária e floresta na região central de Minas Gerais. In: ASSIS, A.G. et al. (Ed.). **Tecnologias de produção sustentável de bovinos de leite**. São João del Rei: UFSJ, 2010. p. 217-234.
- GONTIJO NETO, M.M., SIMÃO, E.P., QUEIROZ, L.R., et al. Produtividade de grãos e forragem de milho consorciado com braquiária decumbens em diferentes distâncias em relação a renques de eucalipto. XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Aguas de Lindóia, SP. 2012.
- MACEDO, R. L. G., BEZERRA, R. G., VENTURIN, N., VALE, R. S. do, OLIVEIRA, T. K. de. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agrônômicas de milho cultivado em sistema silviagrícola. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p.701-709, 2006.

- OLIVEIRA, T. K. de; MACEDO, R. L. C.; VENTURIN, N.; BOTELHO, S. A.; HIGASHIKAWA, E. M.; MAGALHÃES, W. M. Radiação solar no sub-bosque de sistema agrossilvipastoril com eucalipto em diferentes arranjos estruturais. **Cerne**, v.13, n. 1, p. 40-50, 2007.
- PACIULLO, D.S.C., GOMIDE, C.A.M., CASTRO, C.R.T., FERNANDES, P.B., MULLER, M.C., PIRES, M.F.A., FERNANDES, E.N., XAVIER, D.F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1176-1183, 2011.
- SANTOS, M.V., FONSECA, D.M., FERREIRA, L.R., OLIVEIRA NETO, S.N., TUFFI SANTOS, L.D., REIS, M.R., ALMEIDA, W.B. LIMA, J.G., LOPES, C.F. Produtividade de milho grão em sistemas agrossilvipastoril com diferentes arranjos e manejos de plantas daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7. 2009, Brasília. Anais... Brasília: 2009.
- SIMÃO, E.P., GONTIJO NETO, M.M., QUEIROZ, L.R. et al. Efeito da Distância Entre as Linhas da Cultura e o Renque de Eucalipto Sobre o Rendimento de Grãos e Forragem do Consorcio Milho mais Braquiária Ruziziensis. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Aguas de Lindóia, SP. 2012.
- VIANA, M.C.M., MAGALHÃES, L.L., QUEIROZ, D.S., OFUGI, C., MELIDO, R.C.N., GOMES, R.J., MASCARENHAS, M.H.T. Experiências com sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v.31, n.257, p.98-111. 2010.
- VIANA, M.C.M.; BOTELHO, W.; VIANA, P.A.; QUEIROZ, D. S.; SILVA, E. A.; VIANA, M.M.S.; GUIMARAES, C.G.. Production and quality of corn silage cultivated on integrated crop-livestock-forest system in a Cerrado region of Minas Gerais, Brazil. **Journal of Animal Science - E-Supplement**, v. 89, p. 551-551, 2011a.
- VIANA, M. C. M.; GUIMARAES, C. G.; MACEDO, G.A.R.; GONTIJO NETO, M. M.; ALVARENGA, R.C.; FONSECA, R.F. Produção de *Brachiaria decumbens* oriunda do banco de sementes do solo, associada com milho para grão em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48. Belém, 2011b.



CAPÍTULO

3

**Sistemas
agroflorestais
na região
Sul do Brasil**

*Jorge Ribaski
Sonia A. Guetten Ribaski*



INTRODUÇÃO

Nesses últimos anos, poucos países apresentaram crescimento tão expressivo no agronegócio quanto o Brasil. As projeções feitas pelo Ministério de Agricultura no setor agrícola para 2020 indicam uma produção de 233 milhões de toneladas de grãos, superando a última safra em 87 milhões. Já na pecuária, a produção de carne bovina deverá passar de 7,83 milhões de toneladas produzidas em 2009, para 9,92 milhões na safra 2019/20 (MAPA, 2010).

Por outro lado, a rapidez com que esse aumento da produção vem ocorrendo também tem levado a uma grande demanda por recursos naturais (solo, água e florestas), os quais vêm sendo explorados muitas vezes de modo não adequado comprometendo a sustentabilidade da atividade agropecuária brasileira. As atividades como o preparo convencional de solo e as práticas não conservacionistas, dentre elas os desmatamentos, têm provocado impactos ambientais relevantes. Erosão e compactação dos solos, assoreamento dos aquíferos, alterações de microclima e de ciclos biogeoquímicos (ciclo do carbono, da água, do nitrogênio) têm provocado consequências como a redução da fertilidade dos solos e o aumento da emissão de gases componentes do efeito estufa (GEE).

A bovinocultura é uma atividade agropecuária muito criticada, principalmente, por emitir quantidades significativas de GEE. Essas contestações têm sido fundamentadas nos baixos índices zootécnicos verificados nos atuais sistemas de produção animal (MACHADO et al., 2011). A ineficiência desses modelos de exploração tem gerado maiores quantidades de GEE por quilo de carne e/ou leite produzidos (IPCC, 2007).

Uma das consequências desses usos inadequados do solo, aliada à falta de boas práticas no manejo do rebanho, aumentam as áreas de pastagens degradadas, que consistem de um dos maiores problemas da pecuária do Brasil na atualidade. Diante dessa realidade, essa atividade produtiva vem sofrendo pressões para que sejam adotados sistemas de produção ambientalmente mais saudáveis. Sob o risco de perder a competitividade no mercado nacional e internacional, a pecuária terá que substituir o modelo atualmente em uso por sistemas de produção mais sustentáveis.

Diversos resultados de pesquisa comprovam a potencialidade dos sistemas integrados de produção (sistemas agroflorestais / integração Lavoura-Pecuária-Floresta – ILPF) como uma importante estratégia de desenvolvimento rural sustentável. A introdução do componente florestal na propriedade rural, por meio desses sistemas, além de garantir condições

mais adequadas para as culturas agrícolas, pastagens e criações, possibilita a diversificação de produtos na mesma unidade de área.

As pesquisas sobre sistemas integrados de produção, na região Sul do Brasil, a exemplo de outras regiões do País, aumentaram consideravelmente nos últimos 20 anos. No entanto, o nível de adoção das tecnologias geradas ainda é considerado baixo (DIAS-FILHO; FERREIRA, 2007), apesar do enorme potencial desses sistemas para resolver questões de importância social, econômica e ambiental, bem como atender demandas quanto ao fornecimento de produtos florestais. Esse é um desafio para o sistema de inovação agropecuária no Brasil, ou seja, buscar o desenvolvimento de uma agricultura ambientalmente sustentável.

Neste trabalho, pretende-se caracterizar os sistemas de uso da terra e identificar os principais tipos e modelos de sistemas integrados de produção existentes na região Sul do País, particularmente aqueles desenvolvidos no âmbito das Universidades e Instituições de Pesquisa. Além disso, tem-se o objetivo de mostrar a evolução das atividades de pesquisa ao longo do tempo e apresentar alguns resultados mais relevantes, com ênfase nos sistemas que integram o componente florestal à pecuária (sistemas silvipastoris).

CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO SUL E PRINCIPAIS SISTEMAS DE USO DA TERRA

A região Sul do Brasil está situada entre as latitudes 22° e 32° Sul e longitudes de 48° e 56° Oeste, abrangendo os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Esta região ocupa uma área de 582.052 km², com aproximadamente 28 milhões de habitantes, representando 6,7% do território nacional e 14,5% da população do Brasil (IBGE, 2010).

O perfil agrário dessa região apresenta uma grande diversidade de sistemas produtivos adotados em unidades de produção, independente do tamanho. A importância dos pequenos estabelecimentos agrícolas se destaca pela sua elevada participação na produção de alimentos básicos, mas que ao longo do tempo têm estado à margem de uma política agrícola apropriada, mantendo-se numa situação de baixa produtividade. Por outro lado, os produtores empresariais, por constituírem um setor melhor organizado, praticam uma agricultura intensiva voltada à agroindústria e ao mercado de exportação.

Com relação à atividade pecuária, a região detém aproximadamente 13% do rebanho bovino nacional, ocupando cerca de 21 milhões de hectares com pastagens (IBGE, 2010), sendo a maioria instalada a céu aberto. Os indicadores tecnológicos da pecuária nessa região mostram um bom nível de manejo dos rebanhos. Entretanto, a produtividade ainda está aquém de seu potencial técnico, devido a fatores adversos como carência de alimentação nos períodos de entressafra e áreas de pastagens degradadas.

A região Sul apresenta uma área agricultável de 45,4 milhões de hectares, dos quais 47% são ocupadas por pastagens nativas e cultivadas, 35% com culturas agrícolas e apenas 15% com florestas naturais e plantadas (Tabela 1).

TABELA 1.
Área física e sistemas de uso da terra nos Estados da região sul do Brasil.

SISTEMA DE USO DA TERRA	PARANÁ	SANTA CATARINA	RIO GRANDE DO SUL	REGIÃO SUL
Área Agricultável (1.000 ha)	15.914	6.824	22.672	45.410
(%)	100,0	100,0	100,0	100,0
Lavouras	6.667	2.195	7.185	16.047
(%)	42,0	32,0	32,0	35,0
Pastagens naturais	1.422	1.927	11.940	15.289
(%)	9,0	28,0	53,0	34,0
Pastagens plantadas	4.577	541	1.022	6.140
(%)	29,0	8,0	5,0	13,5
Florestas naturais	2.014	1.346	1.665	5.025
(%)	12,0	20,0	7,0	11,0
Florestas plantadas	819	566	567	1.952
(%)	5,0	8,0	2,0	4,3
Terras não utilizadas	415	249	293	957
(%)	3,0	4,0	1,0	2,2

Adaptado de Schreiner (1992).

Nessa região, a disponibilidade de áreas para novos projetos agropecuários tornou-se extremamente limitada. Assim, a produção agrícola, pecuária ou florestal e a preservação dos recursos naturais estão sob crescente pressão, necessitando de práticas que promovam o bom uso da terra. Diante desse fato, os sistemas integrados de produção tendem a oferecer alternativas às questões ecológicas, econômicas e sociais (BALBINO et al., 2011).

Devido ao grande potencial de produção da pecuária na região, principalmente em sistemas de produção a pasto e a necessidade de buscar

alternativas mais sustentáveis de uso da terra, há grandes oportunidades potenciais para a implantação e exploração de sistemas integrados. Isso devido principalmente às significativas áreas ocupadas com pastagens nos três Estados, ou seja, 38% no Paraná, 36% em Santa Catarina e 58% no Rio Grande do Sul. Além disso, também existe a necessidade da ampliação das áreas com florestas plantadas, visando atender a crescente demanda por produtos florestais na região (PATZSCH, 2004).

BREVE HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL

Na região Sul, o Paraná é o estado que apresenta o histórico mais antigo de experiências com sistemas agroflorestais, envolvendo principalmente a modalidade de integração Floresta-Pecuária (RIBASKI e MONTOYA VILCAHUAMAN, 2001). Nepomuceno e Silva (2009), avaliando sistemas de uso da terra em 43 propriedades da região noroeste do Paraná, observaram que a prática silvipastoril já faz parte da cultura produtiva local, em particular das propriedades com pecuária de corte.

Em um dos primeiros levantamentos realizados na região, Montoya e Mazuchowski (1994) constataram a existência de diferentes sistemas silvipastoris em uso, principalmente, em pequenas e médias propriedades rurais. Entre as associações de pastagens com plantações de espécies nativas identificadas, merecem destaque os sistemas com a bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) e a erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), além do sistema mais antigo denominado "faxinal".

Na década de 70, o sistema faxinal era uma forma de organização camponesa que tinha como principal característica o uso comum de terras para a criação de animais (CHANG, 1988). Basicamente as terras eram divididas em dois diferentes grupos: a) áreas destinadas às plantações de produtos agrícolas, tanto para consumo próprio como para a venda dos excedentes e b) áreas com vegetação nativa que eram cercadas ao longo de seu perímetro e utilizadas de forma comunitária para a criação de animais e extração de erva-mate. É importante ressaltar que esse sistema de uso da terra contribuiu para preservar uma parte dos atuais remanescentes de floresta com araucária no Paraná (SOUZA, 2001; SILVA, 2005).

Segundo registros de Montoya e Mazuchowski (1994), o início das atividades de pesquisa com sistemas agroflorestais na região Sul ocorreu no ano de 1980. Naquela época, algumas empresas florestais adotavam sistemas de consórcio com culturas intercalares nas entrelinhas de florestas de produção recém-implantadas, ou pastoreio em povoamentos já formados (a partir do 2º, 3º anos).

Schreiner (1992) menciona que os sistemas integrados Floresta-Pecuária seguiram dois procedimentos básicos: a) introdução ou aproveitamento de pastagens durante o desenvolvimento de povoamentos

florestais, onde a espécie florestal era considerada o componente principal do sistema; b) introdução de árvores em pastagens, onde as forrageiras herbáceas se constituíam os principais componentes do sistema.

No final da década de 1980 e início da de 1990, os problemas com a degradação dos recursos naturais no meio rural, adquiriram significativa importância e a introdução do componente arbóreo teve por finalidade principal auxiliar no controle de erosão nas propriedades. Entretanto, em boa parte destas áreas a única prática adotada foi o simples plantio de árvores, sem critérios técnicos sobre a espécie mais adequada, e capacitação em práticas silviculturais visando maior rendimento do componente arbóreo.

Um dos primeiros trabalhos de pesquisa da Embrapa Florestas foi realizado no município de Ibituva (PR), com a colaboração da Empresa Fiat Lux. O ensaio consistiu na introdução de cinquenta bovinos em pasto natural sob um povoamento de *Pinus elliottii*, com três anos de idade, plantado no espaçamento de 3 m × 3 m, numa área de 84 ha. Os resultados mostraram que a manutenção de bovinos, em áreas florestais possibilitaram uma produção de carne da ordem de 20 kg ha⁻¹ano⁻¹ (40 kg ha⁻¹ de peso vivo) e que o pastejo possibilitou sensível redução na altura da vegetação do sub-bosque. Isto contribuiu para reduzir os riscos de incêndio e os custos de manutenção do empreendimento florestal. Outras observações importantes nesse estudo foram: a) que no prazo de quatro anos, embora tenha ocorrido compactação do solo, não se verificou prejuízo para o desenvolvimento do *Pinus*; b) para não agravar a compactação do solo e evitar a queda da própria produção do pasto, era conveniente que a carga animal não ultrapasse o limite de 0,5 cabeça ha⁻¹ no povoamento florestal; e c) que se deveriam realizar podas das árvores no povoamento, durante a permanência do gado na área, para aumentar a penetração de luz e permitir maior duração da pastagem no sub-bosque (BAGGIO e SCHREINER, 1988).

Na mesma época também já existia a preocupação de se encontrar forrageiras mais adequadas para consorciar com as árvores. Nesse sentido foi testada a tolerância de quatro gramíneas forrageiras a diferentes graus de sombreamento, com vistas à sua aplicação em projetos silvipastoris. As gramíneas foram: braquiária (*Brachiaria decumbens*), pangola (*Digitaria decumbens*), capim-limpo (*Hemarthria altissima*) e pensacola (*Paspalum notatum*, var. *saurae*) e os graus de sombreamento variaram de zero (testemunha), 25%, 50% a 80%. O trabalho foi iniciado no ano agrícola 1982/1983 e teve a duração de três anos. Os principais resultados foram: a) todas as forrageiras testadas foram consideradas moderadamente tolerantes ao sombreamento; b) nenhuma delas apresentou tolerância ao mais alto nível de sombreamento (80%); e c) a *Hemarthria altissima* (capim-limpo) foi considerada a mais adequada para sistemas silvipastoris na região estudada (SCHREINER, 1987).

Atualmente, no noroeste do estado do Paraná a braquiária é a forrageira mais utilizada na atividade pecuária e as espécies florestais do

gênero *Eucalyptus* e *Corymbia*, além da grevilea (*Grevillea robusta*), são as que representam a maior parte da ocorrência nos sistemas silvipastoris, notadamente em regiões que apresentam solos mais suscetíveis à erosão. Os eucaliptos são usados principalmente como fonte de energia (lenha) e estacas para cerca e a grevilea com uma finalidade mais nobre, ou seja, madeira para serraria (RADOMSKI e RIBASKI, 2011).

De acordo com Porfírio-da-Silva (1994), nessa mesma região, estima-se que aproximadamente 200 produtores rurais tenham adotado esses sistemas integrados, ocupando uma área em torno de sete mil hectares. Observa-se, entretanto, que o principal fator de adoção dos sistemas silvipastoris não está ligado à produção florestal e sim aos efeitos benéficos das árvores sobre as pastagens, principalmente no inverno. Os pecuaristas afirmam que a pastagem no sistema com árvores sofre menos as intempéries, permanecendo verde durante o inverno quando ocorre o fenômeno das geadas.

A pesquisa em sistemas silvipastoris no Rio Grande do Sul é mais recente. Datam da década de 1990. As experiências vão desde alguns estudos de casos com animais pastejando em povoamentos florestais comerciais até experimentos planejados para avaliar o potencial de produção animal e florestal, onde se procura caracterizar os efeitos dinâmicos e contínuos das interações entre os componentes envolvidos nestes sistemas.

Os primeiros trabalhos basearam-se em estudos onde ruminantes eram colocados em regime de pastejo dentro do sub-bosque de florestas comerciais de eucalipto e acácia-negra (TANAGRO, 1992; SAIBRO, 1992; SILVA et al., 1996). Ainda nessa mesma época, outras empresas do setor florestal passaram a apoiar trabalhos de pesquisa no Estado, em parceria com fundações de pesquisa, buscando estimular o produtor no plantio de árvores em sistemas silvipastoris (SILVA et al., 2001).

Um desses trabalhos de pesquisa consistiu na avaliação da produtividade de uma floresta de *Eucalyptus saligna* sob as densidades de 1.666 e 833 árvores ha⁻¹ e o desempenho de novilhos de corte na pastagem associada, composta por azevém (*Lolium multiflorum*) e trevo-vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*), submetida a três níveis de oferta de forragem: 6%, 9% e 13,3% do peso vivo (SILVA et al., 2001). O rendimento animal médio obtido até os dois anos de idade da floresta foi de 455 kg ha⁻¹ na densidade de 833 árvores ha⁻¹, com o nível médio de oferta de forragem, sendo 108,7% superior ao obtido na densidade mais alta. Outro importante resultado obtido nesses estudos foi a constatação de que o pastejo por bovinos pode ser iniciado em plantações de eucalipto com idade inferior a um ano.

Varella e Saibro (1999), examinando o efeito do pastejo por bovinos e por ovinos em comparação com tratamentos químicos no controle da vegetação nativa sob um povoamento de *E. saligna* sob três densidades (204, 400 e 816 árvores ha⁻¹), verificaram que o dano físico provocado pelos animais sobre as árvores foi pequeno, apesar de a idade das

árvores ao início do pastejo ter sido de apenas seis meses. Os autores concluíram que bovinos e ovinos foram mais eficientes no controle da vegetação nativa do que os tratamentos químicos, que são normalmente usados por empresas florestais.

A implantação de sistemas silvipastoris é uma das principais alternativas que vem sendo pesquisada desde então no Bioma Pampa, principalmente, por atender as premissas de desenvolvimento econômico e social atreladas às questões de proteção e aumento da sustentabilidade ambiental dos sistemas produtivos (RIBASKI et al., 2005). A potencial melhoria da qualidade dos solos proporcionada por tais sistemas é uma das justificativas para o seu emprego, especialmente em regiões mais sujeitas à degradação ambiental, como é o caso da região Sudoeste do estado (região da Fronteira) que apresentam solos altamente suscetíveis à erosão.

A empresa Votorantim Celulose e Papel - VCP, que se instalou no Estado em 2004, nos Municípios de Pelotas e Bagé (na metade Sul do Rio Grande do Sul), também tem colaborado com a difusão dessa tecnologia para essa região. A empresa tem procurando incentivar seus parceiros (produtores rurais) por meio do fomento a investirem em plantios florestais com eucalipto, sem que para isso tenham que abandonar a vocação pecuária tradicional de suas propriedades, pela adoção de sistemas silvipastoris.

POTENCIALIDADE DOS SISTEMAS SILVIPASTORIS PARA A REGIÃO SUL DO BRASIL

A utilização de sistemas integrados de produção (sistema agroflorestais) tem sido descrita como uma importante estratégia de uso sustentável da terra para a região Sul do País, principalmente naquelas áreas com solos mais propensas à ocorrência de erosão (SILVA e MAZUCHOWSKI, 1999; RIBASKI et al., 2005; RADOMSKI e RIBASKI, 2011). As regiões no-roeste do Paraná e sudoeste do Rio Grande do Sul possuem áreas com solos altamente suscetíveis à erosão, com extensas formações arenosas (derivadas do arenito Caiuá e Botucatu, respectivamente) cuja fragilidade natural, aliada à sua baixa aptidão para agricultura e o uso tradicional da terra para a criação extensiva de gado têm contribuído na intensificação do processo erosivo.

Em pastagens degradadas ou em início de degradação, a cobertura do solo é deficiente, portanto mais sujeita aos efeitos prejudiciais da erosão, tanto hídrica quanto eólica. A presença das árvores em sistemas silvipastoris produz efeitos importantes no que diz respeito à conservação dos solos e proteção contra a erosão.

As perdas de solo, verificadas em um estudo realizado em Alegrete, RS, no período de julho a setembro de 2004 (com 42,9 mm de chuva neste período), foram significativamente maiores na área cultivada com aveia

e milho (359 kg ha^{-1}) contra 42 kg ha^{-1} perdidos na área com pastagem nativa e, somente 32 kg ha^{-1} e 18 kg ha^{-1} nos sistemas silvipastoris, com pínus e com eucalipto, respectivamente. Estes resultados comprovam a fragilidade desses solos e mostram a importância das árvores como elementos essenciais no processo de proteção dos mesmos (RIBASKI, 2008a).

De acordo com Souto (1994), algumas experiências foram desenvolvidas nesse tipo de solo, no município de Alegrete, RS, visando criar alternativas e métodos capazes de recuperar e controlar grandes áreas areníticas desprovidas de vegetação, com o propósito de incorporá-las ao processo produtivo. Esse autor ressalta que de todas as 76 espécies arbóreas testadas, as que apresentaram melhor desenvolvimento sobre o solo arenizado foram o eucalipto e o pínus.

A discussão sobre desenvolvimento sustentável das atividades agropecuárias nessas regiões representa objeto de várias pesquisas e existe consenso nesses estudos sobre a necessidade de diversificação da matriz produtiva visando melhorar a rentabilidade do sistema produtivo. O emprego de sistemas silvipastoris tem sido visualizado como uma nova fonte de agregação de valor econômico na propriedade rural, através da exploração de madeira para múltiplos usos e uma importante estratégia para a reincorporação ao processo produtivo dessas áreas alteradas pela erosão.

Dentro dessa ótica, foi realizado o estudo e a análise da viabilidade econômica de diferentes sistemas de produção de madeira com eucalipto (*Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden) em duas propriedades rurais, no município de Alegrete, RS. Esse trabalho foi desenvolvido em parceria com a Fundação Maronna, Secretaria de Agricultura do município e pecuaristas da região. A análise econômica considerou a comparação entre um sistema tradicional de pecuária da região e dois sistemas alternativos de conversão da área de pecuária para plantios homogêneos de eucalipto em duas densidades com 2.222 e 1.111 árvores ha^{-1} e dois sistemas silvipastoris: com 1.000 e 500 árvores ha^{-1} (Tabela 2).

O ciclo de produção definido neste estudo compreende 21 anos, realizando-se o primeiro corte aos sete anos e conduzindo o plantio em regime de talhadia simples até os 14 anos (STAPE, 1997; RODRIGUEZ, 1999), ocasião em que ocorre o segundo corte. A cada ano é realizado um novo plantio de 25 ha, por um período contínuo de sete anos, sendo que a partir do sétimo ano cada módulo sofre um corte raso e a rebrota é conduzida até o segundo corte.

Visando aumentar o percentual de madeira para serraria (maior valor agregado), além do sistema descrito anteriormente, adotou-se também um manejo diferenciado, que consistiu do desbaste seletivo de 70% das árvores aos sete anos, deixando os outros 30% de árvores remanescentes de melhor qualidade para serem cortadas aos 14 anos de idade junto com o corte da segunda rotação (RIBASKI, 2007).

TABELA 2.
Espaçamentos e densidade inicial de plantio para o *Eucalyptus grandis* em cada alternativa analisada.

ALTERNATIVAS	TRATAMENTOS	ESPAÇAMENTOS (m)	DENSIDADE INICIAL (árvores ha ⁻¹)
1	Pecuária extensiva	----	----
2	Plantio homogêneo	3 × 1,5	2.222
3	Plantio homogêneo	3 × 3	1.111
4	Sistema silvipastoril 1	(3 × 1,5) × 14	1.000
5	Sistema silvipastoril 2	(3 × 1,5) × 34	500

Fonte: Ribaski et al., 2009.

Para realizar o estudo da análise da viabilidade dos arranjos foi considerada uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) equivalente à média do rendimento da poupança real (poupança nominal menos inflação). Para o período de 1996-2006, a poupança nominal média foi de 10,57% enquanto a inflação, expressa pelo índice nacional de preços ao consumidor (INPC), teve variação média de 6,85%, o que resulta em uma poupança real 3,72%, aplicada como TMA para avaliação das alternativas. Quanto mais próxima a Taxa Interna de Retorno (TIR) da TMA, significa que o risco do projeto aumenta. Se a TIR for menor que TMA, significa que o projeto em análise, se implementado, renderá menos que se investido em outro projeto aplicado à taxa de desconto. Assim, a escolha de um investimento deve, normalmente, recair sobre aquele que tiver a maior TIR. Na Tabela 3 estão indicados os resultados dos cálculos da TIR que foram obtidos a partir das diferentes alternativas testadas, extraídos dos fluxos de caixa, ao longo de um período de 21 anos. Os resultados obtidos evidenciaram que a pecuária extensiva, praticada nos moldes tradicionais da região, não apresenta viabilidade econômica. A receita total para esta alternativa é insuficiente para cobrir os custos de produção (Tabela 3). Esses resultados estão condizentes com o Diagnóstico de Sistemas de Produção de Bovinocultura de Corte do Estado do Rio Grande do Sul, que também apresentam indicadores de eficiência econômica baixa ou negativa (SILVA, 2006; RIBASKI, 2007).

Entretanto, os sistemas silvipastoris e os plantios homogêneos apresentam a possibilidade de geração de emprego e incremento da renda com maior eficiência que a pecuária tradicional da região, e, consequentemente, apresentam maior tendência para oferecer a sustentabilidade social e econômica (RIBASKI et al., 2009).

► **TABELA 3.**
Comparação entre a Taxa Interna de Retorno (TIR) obtida na análise econômica das alternativas estudadas com e sem desbaste do eucalipto.

	ALTERNATIVAS	TIR (%)
Sem desbaste	1 – Pecuária extensiva tradicional	<0
	2 – Plantio homogêneo (2.222 árvores/ha)	5,36
	3 – Plantio homogêneo (1.111 árvores/ha)	6,62
	4 – Sistema silvipastoril (1.000 árvores/ha)	1,76
	5 – Sistema silvipastoril (500 árvores/ha)	1,03
Com desbaste	1 – Pecuária extensiva tradicional	<0
	2 – Plantio homogêneo (2.222 árvores/ha)	8,28
	3 – Plantio homogêneo (1.111 árvores/ha)	8,19
	4 – Sistema silvipastoril (1.000 árvores/ha)	6,55
	5 – Sistema silvipastoril (500 árvores/ha)	3,41

Fonte: Ribaski et al. (2009).

É importante ressaltar nesse estudo que a adoção do manejo com desbaste, em todas as alternativas, promoveu um maior incremento em produtividade total. Este aumento é esperado uma vez que o desbaste de 70% das árvores no sétimo ano promove a abertura do povoamento diminuindo a competição por luz, água e nutrientes por parte das árvores remanescentes. O desenvolvimento destas árvores produz fustes com maiores dimensões e madeira de maior qualidade, portanto, mais adequadas para a utilização em serraria, obtendo-se um maior valor pela matéria prima produzida.

Caso a pecuária gerasse lucro, ou, pelo menos cobrisse suas despesas, a rentabilidade dos sistemas silvipastoris seria ainda maior. Diversos resultados de pesquisa na região mostram que o baixo rendimento animal obtido sobre o campo nativo (60 kg de PV ha⁻¹ ano⁻¹) pode ser aumentado com simples procedimentos que não demandam aumentos consideráveis nos custos de produção (NABINGER, 2006; PILLAR et al., 2006).

Por exemplo, Pillar et al. (2006), trabalhando com sistemas de recria e terminação de bovinos, constataram que somente com o ajuste correto de carga animal (custo quase zero) podem ser conseguidos ganhos de peso significativos na ordem de 230 kg de PV ha⁻¹ ano⁻¹. Adequando

a carga animal com a capacidade de suporte da pastagem, Nabinger (2006) relata que os valores podem chegar entre 150 e 170 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de peso vivo, com oferta de forragem fixa ao longo de ano e até valores próximos a 250 kg ha⁻¹ ano⁻¹, alternando a oferta de forragem na primavera em relação ao restante do ano.

Na avaliação econômica dos produtos obtidos em sistemas silvipastoris, onde normalmente a densidade das árvores é menor que o cultivo florestal convencional, deve-se buscar uma gama de produtos com maior valor agregado. No caso dos animais, deve-se dar ênfase ao desempenho individual, pois quanto maior o ganho médio diário (GMD), menor a idade de abate (CASTILHOS et al., 2009).

Apesar dos resultados de pesquisas desenvolvidas na região Sul comprovarem a potencialidade dos sistemas silvipastoris como uma importante estratégia de desenvolvimento rural sustentável, ainda é comum se verificar, em condições de propriedades rurais, dificuldades no manejo do sistema. Isso determina que muitos empreendimentos realizem uma integração temporária ou eventual, isto é, apenas até o momento em que a árvore limite o crescimento da pastagem e a oferta de forragem (VARELLA, 2008).

De modo geral, as principais limitações tecnológicas ainda residem na falta de persistência da pastagem no sub-bosque ou, por outro lado, no reduzido crescimento das árvores, além de danos às árvores, causada por animais. Assim, o sucesso desses sistemas depende ainda de pesquisas para encontrar o equilíbrio das interações entre seus principais componentes bióticos: árvore, pastagem e animal.

BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES SOBRE A FERTILIDADE DOS SOLOS E QUALIDADE DAS PASTAGENS NOS SISTEMAS SILVIPASTORIS

Além da diversificação da produção na propriedade gerando produtos e lucros adicionais, os sistemas silvipastoris contribuem para a diminuição dos impactos ambientais negativos sobre as pastagens, o que permite reduzir, por exemplo, a dependência externa de insumos, intensificando o uso do recurso solo e seu potencial produtivo em longo prazo (RIBASKI et al., 2001).

Com relação a esses aspectos, Radomski e Ribaski (2011) constataram influência positiva do eucalipto (*Corymbia citriodora*) sobre a fertilidade do solo num sistema silvipastoril com pecuária de corte (gado Nelore) envolvendo o consórcio de eucalipto com braquiária (*Brachiaria brizantha*). Os resultados evidenciaram que a produção de serapilheira variou em função das distâncias em relação aos renques das árvores, com maiores aportes nos pontos mais próximos das linhas de árvores, atribuídos ao maior acúmulo, nestes locais, de ramos e galhos de eucalipto. Nas áreas mais centrais do sistema silvipastoril, além da menor contribuição de deposição de fragmentos de material proveniente das

árvores, também há uma menor influência da sombra, com maior exposição do solo às altas temperaturas e consequente aumento da decomposição do material orgânico.

Na mesma região, Radomski e Ribaski (2012) avaliaram o efeito da espécie florestal grevilea (*Grevillea robusta*), sobre a fertilidade do solo e a produtividade de pastagem de braquiária (*Brachiaria brizantha*), em um sistema silvipastoril com gado de leite. Os autores constataram que a serapilheira formada pelas árvores de grevilea torna-se uma importante fonte de matéria orgânica e de nutrientes para o solo, além de favorecer a produção de matéria seca e a melhoria dos teores de N e K da pastagem, particularmente no verão.

Calil (2003) avaliando a ciclagem de nutrientes em um sistema silvipastoril com acácia-negra (*Acacia mearnsii*), no Rio Grande do Sul, também salientou o importante papel da serapilheira na manutenção da ciclagem de nutrientes nesse sistema. A serapilheira acumulada sobre o solo continha 141,9 kg ha⁻¹ de N; 7,9 kg ha⁻¹ de P e 26,4 kg ha⁻¹ de K, aos sete anos de implantação do sistema.

Outros resultados de pesquisa na região noroeste do Paraná mostram que a presença do componente florestal (*Corymbia citriodora*), em um sistema silvipastoril implantado com a braquiária (*Brachiaria brizantha*), influenciou a disponibilidade de matéria seca e a qualidade da forragem produzida. Nos locais mais próximos das árvores a produção de biomassa forrageira foi reduzida, porém apresentou melhor qualidade em termos nutricionais. Dessa forma, Ribaski et al. (2003) concluíram que o sistema silvipastoril se mostrou viável, principalmente, em função de não apresentar diferença na quantidade de N ha⁻¹ (proteína bruta) disponível para os animais, em relação à testemunha (pastagem sem árvores) e pelo adicional de madeira produzido na área (204 m³ ha⁻¹).

Outras avaliações de desempenho animal e da pastagem em sub-bosque de eucalipto realizadas em diferentes sistemas silvipastoris, na região Sul, evidenciam o grande potencial de produção destes sistemas, observando-se sempre melhoria da qualidade da pastagem sombreada (BARRO, 2007; BARRO et al., 2009) bem como, ganhos de peso dos animais (SILVA et al., 2001).

ESPÉCIES FORRAGEIRAS TOLERANTES AO SOMBREAMENTO PARA USO EM SISTEMAS SILVIPASTORIS NO SUL DO BRASIL

A adaptação de espécies forrageiras para ambientes sombreados tem sido tema de pesquisa em diversas instituições do mundo. Em sistemas silvipastoris a avaliação e seleção de genótipos forrageiros são normalmente feitas em ambientes com sombra (sob árvores) e comparados à produção a pleno sol. Resultados dessas avaliações mostram que existem vários exemplos de redução muitas vezes significativa na quantidade de forragem produzida desses genótipos em ambientes

sombreados, mas que ainda assim resultam em um acúmulo e qualidade suficiente de forragem para um bom desempenho animal (RIBASKI et al., 2003; BARRO et al., 2009).

Entretanto, constata-se em outros estudos que a baixa taxa de crescimento não é uma resposta geral para todas as gramíneas forrageiras, pois algumas espécies têm sua produção estimulada em níveis moderados de sombreamento (VARELLA et al., 2009). Nesse sentido, a seleção de plantas forrageiras adaptadas ao sombreamento e para serem usadas em sistemas silvipastoris ainda é um grande desafio para a pesquisa.

No Sul do Brasil, existem vários estudos sobre forrageiras em ambientes sombreados. Numa dessas pesquisas foi realizada a análise da produção potencial de espécies forrageiras cultivadas e nativas nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (VARELLA et al., 2009). Nesse estudo destacaram-se como potenciais as forrageiras de verão: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cvs. Aruana, Tanzânia e Mombaça e *Axonopus catharinensis* crescendo no sub-bosque de povoamentos de *Pinus* sp. plantado nos espaçamentos de 15 m × 3 m (35% de sombra) e 9 m × 3 m (65% sombra).

Em Abelardo Luz, SC, num sistema silvipastoril com *Pinus taeda*, com as mesmas densidades de plantio: 222 e 370 árvores ha⁻¹ (15 m × 3 m e 9 m × 3 m), Sartor et al. (2006) concluíram que houve interação significativa entre espécie × densidade e entre espécie × local. A densidade com 220 árvores ha⁻¹ proporcionou maior produção de matéria seca forrageira que a densidade mais alta (370 árvores ha⁻¹). Com relação ao local, a produção de forragem foi maior no meio da parcela em relação à projeção da copa para a maioria das espécies, sendo que o azevém (*Lolium multiflorum*) foi a espécie mais tolerante ao sombreamento. Já no litoral do RS, Barro (2007) destaca como potenciais para uso nos sistemas silvipastoris, com *Pinus*, as espécies de inverno aveia preta (*Avena strigosa*) e aveia branca (*Avena sativa*).

Barro et al. (2010), trabalhando com sombreamento artificial de 50% e 80%, destacaram elevadas performances das espécies forrageiras nativas de verão *Paspalum regnelli* (15 t MS ha⁻¹ ano⁻¹) e *Paspalum dilatatum* (14 t MS ha⁻¹) no nível moderado de sombreamento (50%). Entre as espécies de inverno Varella et al. (2009) destacam, o *Bromus auleticus* que produziu 8 e 7 toneladas de MS ha⁻¹ ano⁻¹ e *B. catharticus* de 8 e 6 toneladas de MS ha⁻¹, respectivamente a 50 e 80% de sombreamento. Importante também destacar neste estudo a capacidade do *P. regnelli* e *B. catharticus* de se disseminarem por sementeira natural à sombra.

Além das espécies citadas, outras forrageiras têm sido apontadas como medianamente tolerantes ao sombreamento, como: *Pennisetum purpureum* (capim elefante), *Hemarthria altissima* (capim-limpo), *Paspalum notatum* (pensacola), *Lolium multiflorum* (azevém anual), *Avena strigosa* (aveia preta), entre outras (CASTILHOS et al., 2003; LUCAS, 2004; BARRO, 2007).

ARRANJOS ESPACIAIS E MANEJO FLORESTAL NOS SISTEMAS SILVIPASTORIS

As florestas plantadas convencionais de eucalipto, pínus ou acácia normalmente formam densos maciços florestais, dispostos em espaçamentos regulares. Nestas florestas comerciais o nível de radiação solar que atinge o estrato herbáceo é dinâmico ao longo da formação dos povoamentos e a quantidade de luz que chega ao sub-bosque declina com o tempo até o fechamento do dossel. Isto normalmente provoca uma redução no crescimento das espécies herbáceas e mudanças na composição botânica na direção das espécies mais tolerantes ao sombreamento, ou seja, determina a diminuição da cobertura do sub-bosque com espécies C_4 e aumento com espécies C_3 . Assim, a incidência de radiação solar no sub-bosque está relacionada à densidade arbórea, existindo um estreito vínculo entre alta densidade de árvores, idade do povoamento e a baixa produção de forragem (AGUIAR et al., 2013; SANTOS, 2013).

Dentro desse contexto, uma das decisões mais importantes no estabelecimento de um sistema silvipastoril é a definição do espaçamento e arranjos de árvores. Esta decisão determinará a condição do ambiente luminoso para o crescimento das forrageiras desde o plantio até a colheita das árvores. Quanto maior o espaçamento entre as linhas das árvores, maior será a penetração de radiação no substrato forrageiro, favorecendo o acúmulo de biomassa (VARELLA et al., 2009).

A pesquisa científica tem dedicado atenção ao estudo de diferentes densidades de árvores em sistemas silvipastoris no Sul do Brasil, com destaque para espécies dos gêneros *Eucalyptus*, *Pinus* e *Acacia*. Arranjos arbóreos implantados, inicialmente em fileiras simples de: 3 m × 2 m; 3 m × 3 m; 3,5 m × 3,5 m; 5 m × 5 m; 6 m × 2 m; 7 m × 7 m; 9 m × 3 m; 10 m × 2 m, 15 m × 3 m e 12 m × 2 m (VARELLA e SAIBRO, 1999; CASTILHOS et al., 2003; SILVA e BARRO, 2005), evoluíram para fileiras duplas e triplas, permitindo maior incidência de radiação nas entrelinhas das árvores sem reduzir drasticamente a população de árvores por área (RIBASKI et al., 2005; VARELLA et al., 2009).

Em estudo realizado em propriedade rural do Município de Alegrete, RS constatou-se alterações significativas no ambiente luminoso em diferentes povoamentos florestais. A disponibilidade média de radiação nas entrelinhas em um plantio florestal de eucalipto (3 m × 3 m), com cinco anos de idade (*Eucalyptus dunnii*), foi de aproximadamente 10% e em *Pinus elliottii* (no mesmo espaçamento 3 m × 3 m) de 60% em relação a pleno sol (VARELLA et al., 2009). Isso explica a presença de vegetação campestre em maior abundância no sistema com pínus (Figura 1), já que o crescimento inicial desta espécie arbórea é mais lento em relação ao eucalipto, e sua arquitetura de copa permite maior incidência de radiação para a atividade fotossintética do substrato forrageiro.



► **FIGURA 1.** *Eucalyptus dunnii* (1.111 árv. ha⁻¹) e *Pinus elliottii* (1.111 árv. ha⁻¹), em Alegrete, RS.
Fotos: Carlos Alberto Flores – Embrapa Clima temperado.

Nesse mesmo estudo os autores observaram que o sistema silvipastoril com 1.000 plantas ha^{-1} , composto por linhas triplas ($3 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$) \times 14 m (largura do corredor para a pastagem), com as espécies *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliotii*, apresentou uma disponibilidade de radiação média de 30% sob eucalipto e de 65% em pínus em relação ao pleno sol (Figura 2). Já nos sistemas com 500 plantas ha^{-1} formado por linhas triplas de ($3 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$) \times 34 m (corredor para a pastagem), a disponibilidade de radiação média na entrelinha foi de aproximadamente 65% sob eucalipto e de 90% para pínus em relação ao pleno sol (VARELLA et al., 2009).

Varella et al. (2009) também observaram que presença da vegetação nativa nas entrelinhas foi crescente à medida que o ambiente luminoso ficou favorável às condições de fotossíntese. O comportamento da radiação na proximidade das linhas das árvores apresentou menor incidência do que na região central. Dessa forma, como a atividade fotossintética e o acúmulo de biomassa forrageira seguem os padrões de variação da radiação ao longo da entrelinha, a região central apresentou maior acúmulo de biomassa forrageira.

A densidade de árvores que mais favoreceu o crescimento da pastagem nas entrelinhas foi de 500 árv. ha^{-1} , até os cinco anos de idade. No



► **FIGURA 2.** Diferença na incidência de radiação solar no sub-bosque com *Pinus elliotii* e *Eucalyptus grandis* (ao fundo), em sistemas silvipastoris conduzidos no município de Alegrete, RS (cinco anos de idade).

Foto: Jorge Ribaski – Embrapa Florestas.

que se refere ao sistema silvipastoril, este arranjo e densidade, parecem ser mais adequados e capazes de permitir uma integração floresta-pequária por um maior período de tempo (VARELLA et al., 2009). Dessa maneira, o produto florestal resultante de sistemas com baixa densidade de árvores favorece mais a produção de madeira para fins mais nobres (serraria, laminação) do que para celulose e energia (lenha).

Já Castilhos et al. (2009) avaliando o desempenho dos componentes arbóreo e animal em um sistema silvipastoril com acácia-negra e gramíneas perenes de verão, submetidas a diferentes densidades de plantio (1667, 1000, 833 e 500 árv. ha⁻¹), no Rio Grande do Sul, concluíram que as densidades arbóreas entre 1000 e 833 árv. ha⁻¹ apresentam-se como melhores alternativas de produção viável para os produtores rurais. Os autores também constataram que o desbaste sistemático, realizado aos cinco anos de idade, além de garantir a persistência das espécies forrageiras até o corte final das árvores, é uma alternativa para antecipação de receita. Ou seja, o produtor pode implantar o sistema com uma densidade arbórea maior, realizar o desbaste e obter renda intermediária com a comercialização da madeira (e casca no caso da acácia), além do produto animal.

Outra importante constatação nesse estudo foi que em função do sombreamento causado pelas árvores, aos quatro anos de idade, o capim-annoni (*Eragrostis plana*) desapareceu do sub-bosque (CASTILHOS et al., 2009). Este capim é considerado uma planta invasora que ocupa uma área de aproximadamente dois milhões de hectares no Rio Grande do Sul, sendo uma grande ameaça à diversidade florística da pastagem nativa do Bioma Pampa. Como o capim-annoni é uma espécie C₄ que não tolera sombreamento, a introdução do componente florestal nas áreas de pastagem com essa espécie, por meio dos sistemas silvipastoris, poderá ser uma importante medida para auxiliar no seu controle.

A manipulação da densidade arbórea em sistemas silvipastoris é uma estratégia adotada para modificar a produção de biomassa do componente forrageiro pelo controle da competição intra e interespecífica. Para se obter níveis de iluminação mais adequados para o sub-bosque (50 a 60%) é indispensável a prática de podas e desbastes em momentos oportunos. Alguns estudos recomendam realizar um desbaste pré-comercial ao terceiro/quarto ano, onde são retiradas as árvores com troncos retorcidos, bifurcados, com galhos grossos, em geral com má formação, defeituosos e árvores baixas, até obter a densidade desejada (RIBASKI, 2008b).

Um aspecto pouco abordado pelas pesquisas em sistemas silvipastoris diz respeito à influência do espaçamento sobre o desenvolvimento das árvores, já que os efeitos negativos do espaçamento não simétrico (maior na entrelinha e menor na linha de plantio) podem interferir na qualidade da madeira produzida (RADOMSKI e RIBASKI, 2010).

De acordo com Martins et al. (2000) árvores plantadas em linhas simples, ou localizadas nas bordaduras de talhões, recebem maior

quantidade de luz na parte lateral da copa. Como esta se desenvolve mais na face exposta à luz, forma-se um fuste com seção transversal assimétrica, predispondo à formação de madeira de reação, de baixa qualidade tecnológica.

As tensões de crescimento representam um importante componente de avaliação da qualidade da madeira e resultam da ação de forças internas que atuam sobre os tecidos das árvores (LIMA et al., 2007). Daí a necessidade de pesquisas que identifiquem a forma de crescimento das árvores e qualidade da madeira produzida em sistemas integrados Floresta-Pecuária, de modo a orientar os produtores no manejo e melhor aproveitamento do componente florestal no sistema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de um planejamento eficiente e da tomada de decisões corretas, é possível integrar as atividades florestal e pecuária com benefícios econômicos e ambientais. Grande parte do insucesso observado em algumas propriedades decorre de decisões equivocadas a respeito da escolha e do manejo de espécies tanto florestais quanto forrageiras em um sistema silvipastoril.

Deve-se ressaltar a importância do enfoque holístico nos trabalhos de pesquisa em sistemas integrados de produção, de modo a contemplar a grande diversidade de condições de produção (solos, clima, espécies florestais, animais, forrageiras, aspectos socioeconômicos) e a própria complexidade funcional desses sistemas. Portanto, com base nestes pressupostos, é importante que o processo de desenvolvimento da integração Floresta-Pecuária, para uma determinada região, considere, além dos mercados locais para produtos madeiráveis, a aptidão e as preferências do produtor para o cultivo de árvores.

Segundo alguns estudos identificados nesse trabalho, a prática silvipastoril tem sido ainda pouco adotada pelos produtores devido a barreiras econômicas, operacionais e/ou culturais. Notadamente, em razão da baixa lucratividade nos primeiros anos de implantação do sistema, ausência de políticas públicas de financiamento e de compensação por serviços ambientais, e da falta de conhecimento dos produtores em relação às características benéficas e às potencialidades desses sistemas integrados de produção.

De acordo com essas constatações, a pesquisa deveria concentrar seus esforços na busca de respostas sobre os processos e mecanismos que facilitem a adoção dessa tecnologia. Ou seja, existe a necessidade premente da interação da pesquisa com a extensão nos processos de difusão e transferência das tecnologias já disponíveis, incluindo a capacitação dos agricultores nas práticas de manejo dos componentes envolvidos no sistema, visando obter maior harmonia na integração Floresta-Pecuária.

Nesse sentido, um avanço importante foi conseguido com a criação da Lei que instituiu a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, sancionada no dia 30 de abril de 2013 pela Presidente da República, Dilma Rousseff. A norma tem como objetivo aperfeiçoar os processos ligados à produtividade e qualidade dos produtos, utilizando sistemas sustentáveis de exploração que integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais.

A Lei prevê a recuperação de áreas degradadas e a redução dos desmatamentos por meio dos sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta. A política também pretende ampliar as linhas de crédito para produtores rurais que adotarem os sistemas integrados de produção (dentre eles os sistemas silvipastoris) e dar apoio técnico para que possam desenvolver práticas sustentáveis, proporcionando o aumento da produtividade e da renda das atividades agropecuárias. Essa lei poderá ser um importante instrumento para apoiar políticas públicas para a ampliação da adoção dos sistemas integrados de produção em todo o território brasileiro.

Finalmente, fomentar a conversão de áreas de pastagens em sistemas silvipastoris usando espécies de rápido crescimento, como as do gênero *Eucalyptus*, *Pinus*, *Tectona*, *Schizolobium*, entre outras, poderá ser um importante diferencial competitivo do agronegócio brasileiro, tanto para o setor pecuário quanto para o setor de base florestal.

Referências bibliográficas

- AGUIAR, A. V. de; SOUSA, V. A. de; SHIMIZU, J. Y. (Ed.). **Sistemas de produção**: cultivo de pinus. 2. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinus/CultivodoPinus_2ed/index.htm>. Acesso em: 7 maio 2013.
- BAGGIO, A.J.; SCHREINER, H.G. Análise de um sistema silvipastoril com *Pinus elliottii* e gado de corte. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 16, p. 19-29, 1988.
- ALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial**: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130 p. il. color. Edição bilingue: português e inglês.
- BARRO, R. S. **Rendimento de forragem e valor nutritivo de forrageiras de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno**. 2007. 130 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- BARRO, R. S.; SAIBRO, J. C. de.; MEDEIROS, R. B. de.; SILVA, J. L. S. da; VARELLA, A.C. Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 10, p.1721- 1727, 2009. p.
- BARRO, R. S.; VARELLA, A.C.; BANGEL, F. V.; SAIBRO, J. C.; MEDEIROS, R. B.; RADIN, B. Screening native C4 pasture genotypes for shade tolerance in Southern Brazil. In: AUSTRALIAN SOCIETY OF AGRONOMY CONFERENCE, 15., 2010, Lincoln, Nova Zelândia. **Proceedings...** Lincoln: Australian Society of Agronomy, 2010. Disponível em: <http://www.regional.org.au/au/asa/2010/crop-production/intercrops/6969_varellaac.htm>. Acesso em: 27 jan.2013.
- CALIL, F. N. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em um sistema silvipastoril com *Acacia mearnsii* De Wild., no município de Tupanciretã, RS**. Santa Maria, 2003. 77f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - Silvicultura, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- CASTILHOS, Z. M. de S.; SAVIAN, J. F.; BARRO, R. S.; FERRÃO, P. S.; AMARAL, H. R. B. Desempenho de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. ao sol e sob bosque de

- eucalipto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Resumos...** Santa Maria: UFSM, 2003. (CD-ROM).
- CASTILHOS, Z. M. de S.; BARRO, R. S.; SAVIAN, J. F.; AMARAL, H. R. B. Produção Arbórea e Animal em Sistema Silvopastoril com Acácia-negra (*Acacia mearnsii*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.60, p. 39-48, dez. 2009. Edição Especial.
- CHANG, M. Y. Sistema faxinal: uma forma de organização camponesa em desagregação no Centro-Sul do Paraná. Londrina: IAPAR, 1988. 123 p. (IAPAR. Boletim técnico, n. 22).
- DIAS-FILHO, M. B.; FERREIRA, J. N. Barreiras para a adoção de sistemas silvipastoris. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 6., 2007, Lavras. **Tema em evidência: relação custo benefício: anais**. Lavras: NEFOR: UFLA, 2007. p. 347-365.
- IBGE. **Censo demográfico 2010: Características da população e dos domicílios Resultados do universo Brasil**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf>. Acesso em 18 mai. 12.
- IBGE. **Produção da pecuária municipal 2010**: Brasil. Rio de Janeiro, 2011. v. 38, 65 p.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report (AR4): **Mitigation of Climate Change**. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds). Disponível em: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/contents.html>. Acesso em: 30 nov. 2012.
- LIMA, I. L.; GARCIA, J. N.; STAPE, J. L. Influência do desbaste e da fertilização no deslaminamento da medula e rachaduras de extremidade de tora de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden. **Cerne**, v. 13, n. 2, p. 170-177, 2007.
- LUCAS, N. M. **Desempenho animal em sistema silvipastoril com acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) e rendimento de matéria seca de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob dois regimes de luz solar**. 2004. 127 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- MACHADO, F. S.; PEREIRA, L. G. R.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; LOPES, F. C. F.; CHAVES, A. V.; CAMPOS, M. M.; MORENZ, M. J. F. **Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação**. Juiz de Fora : Embrapa Gado de Leite, 2011. 92 p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 147).
- MAPA. Programa ABC - Agricultura de Baixo Carbono. plante sustentabilidade, colha resultados. 2010. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/abc/>>. Acesso em 15 dez. 2012.
- MARTINS, E. G.; SHIMIZU, J. Y.; FERREIRA, C. A. Desempenho de procedências de grevilea em Quedas do Iguaçú, PR. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 40, p. 45-56, 2000.
- MONTOYA, L. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. **Estado da arte dos sistemas agroflorestais na região sul do Brasil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ECOSISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. Anais... Colombo: Embrapa-CNPf, 1994. p.77-96. (Documentos, 27).
- NABINGER, C. (Coord.). **Alternativas sustentáveis do manejo de pastagens naturais: região da Campanha de RS**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. Disponível em: <http://www1.ufrgs.br/extensao/salaoextensao/mostra/vis_acao_mostra.asp?CodAcaoExtensao=8290>. Acesso em: 22/08/2012.
- NEPOMUCENO, A. N.; SILVA, I. C. Caracterização de sistemas silvipastoris da Região Noroeste do Estado do Paraná. **Floresta**, v. 39, n. 2, p. 279-287, 2009.
- PATZSCH, L. O apagão florestal. **Revista Época**, Rio de Janeiro, n. 323, p. 48-49, 26 jul. 2004.
- PILLAR, V. D.; BOLDRINI, I. I.; HASENACK, H.; JACQUES, A. V. A.; BOTH, R.; MÜLLER, S. C.; EGGERS, L.; FIDELIS, A.; SANTOS, M. M. G.; OLIVEIRA, J. M.; CERVEIRA, J.; BLANCO, C.; JONER, F.; CORDEIRO, J. L.; PINILLOS GALINDO, M. Workshop “**Estado atual e desafios para a conservação dos campos**”. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. 24 p.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistema silvipastoril (grevilea + pastagem): uma proposição para aumento da produção do arenito caiua. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1994. p. 291-297. (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 27).
- RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, J. **Excentricidade da medula em *Grevilea robusta* e *Corymbia citriodora* cultivados em sistema silvipastoril**. CNPF, Colombo/PR: Comunicado Técnico 248. Agosto, 2010, 8p.

- RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, J. **Produção da grevilea e eucalipto em sistema silvipastoril na região do Arenito Caiuá, noroeste do Paraná.** Documentos, v. 231, p. 01-33, 2011.
- RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, J. Fertilidade do solo e produtividade da pastagem em sistema silvipastoril com *Grevillea robusta*. **Pesquisa Florestal Brasileira** (Impresso), v. 32, p. 53-62, 2012.
- RIBASKI, S. A. G. **Sistemas silvipastoris como apoio ao desenvolvimento rural para a região sudoeste do Rio Grande do Sul.** Curitiba, 2007, 169p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- RIBASKI, J. **Sistemas agroflorestais: benefícios socioeconômicos e ambientais.** In: SIMPÓSIO SOBRE REFLORESTAMENTO NA REGIÃO SUDOESTE DA BAHIA, 2., 2005, Vitória da Conquista. Memórias. Colombo: Embrapa Florestas, 2008a. p. 89-101. Editores: Álvaro Figueredo dos Santos, Adalberto Brito de Novaes, Itamar Figueredo dos Santos, Marcos Antônio Araújo Longuinhos.
- RIBASKI, J. **Potencialidade do gênero *Pinus* para uso em sistemas Silvipastoris.** In: SHIMIZU, J. Y. (Ed.). *Pinus na silvicultura brasileira.* Colombo: Embrapa Florestas, 2008b. p. 173-191.
- RIBASKI, J., MONTOYA, L. J. V., RODIGHIERI, H. R. Sistemas agroflorestais: aspectos ambientais e sócio-econômicos. **Informe Agropecuário.** V.22, n. 212, p. 61-67, 2001.
- RIBASKI, J.; MONTOYA VILCAHUAMAN, L. J. Sistemas silvipastoris desenvolvidos na região Sul do Brasil: a experiência da Embrapa Florestas. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. da C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília, DF: FAO, 2001. p. 205-233.
- RIBASKI, J.; DEDECECK, R. A.; MATTEI, V. L.; FLORES, C. A.; VARGAS, A. F. C.; RIBASKI, S. A. G. **Sistemas silvipastoris: estratégias para o desenvolvimento rural sustentável para a metade sul do Estado do Rio Grande do Sul.** CNPF, Colombo/PR: Comunicado Técnico 150. Dezembro, 2005, 8p.
- RIBASKI, J.; RAKOCEVIC, M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Avaliação de um sistema silvipastoril com eucalipto (*Corymbia citriodora*) e braquiária (*Brachiaria brizantha*) no noroeste do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8. São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2003. 1 CD-ROM.
- RIBASKI, S. A. G.; HOEFLICH, V. A.; RIBASKI, J. Sistemas Silvipastoris como Apoio ao Desenvolvimento Rural para a Região Sudoeste do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Florestal Brasileira.** Colombo, n.60, p. 27-37, dez. 2009. Edição Especial.
- RODRIGUEZ, L. C. E. **Técnicas quantitativas para a gestão de florestas plantadas.** Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 1999.
- SAIBRO, J.C. **Programa de estímulo à integração de grupos e centros de pesquisa com o setor empresarial. Integração silvipastoril de eucalipto com pastagens na depressão central do Rio Grande do Sul:** (Proc. Nº 91/1684-3): relatório técnico anual, 1992. Porto Alegre. FAPERGS/RIOCELL S.A./UFRGS, 1992. 101p.
- SANTOS, P. E. T. dos (Ed.). **Sistemas de produção: cultivo do eucalipto.** 2. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto_2ed/>. Acesso em: 7 maio 2013.
- SARTOR, L. R.; SOARES, A. B.; ADAMI, P. F.; MEZZALIRA, J. C.; FONSECA, L.; MIGLIORINI, F. Produção de forrageiras hibernais em sistema silvipastoril. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 11., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UTFPR, 2006. 1 CD-ROM.
- SCHREINER, H. G. Tolerância de quatro gramíneas forrageiras a diferentes graus de sombreamento. **Boletim de Pesquisa Florestal,** Colombo, n. 15, p. 61-72, dez. 1987.
- SCHREINER, H. G. Viabilidade dos sistemas agroflorestais no Sul do Brasil. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, Curitiba. **Anais.** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v.1, p.123-138.
- SILVA, J. L. S.; BARRO, R. S. O estado da arte em integração silvipastoril. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS - ÊNFASE: PRODUÇÃO ANIMAL: MITOS, PESQUISA E ADOÇÃO DE TECNOLOGIA, 10., 2005, Canoas. **Anais...** Canoas: Ed. ULBRA, 2005. p. 45-107.
- SILVA, V. P.; MAZUCHOWSKI, J. Z. **Sistemas silvipastoris: paradigma dos pecuaristas para agregação de renda e qualidade.** Curitiba: EMATER-Paraná, 1999. 52 p. (Série Informação Técnica, 50).

- SILVA, M. **A contribuição de florestas de araucária para a sustentabilidade dos sistemas faxinais.** 2005. 111 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- SILVA, M. A. da. (Coord.). **Diagnóstico de sistemas de pecuária de corte no Município de Alegrete-RS visando à preservação do ambiente.** Porto Alegre: UFRGS, 2006. Disponível em: <http://www1.ufrgs.br/extensao/salaoextensao/mostra/vis_acao_mostra.asp?CodAcaoExtensao=8456>. Acesso em: 22/08/2012.
- SILVA, J.L.S.; GARCIA, R.; SAIBRO, J.C. Desempenho de bovinos e seus efeitos sobre as árvores em floresta de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) na região fisiográfica da Depressão Central no RS. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSISTEMAS FLORESTAIS, 4, 1996, Belo Horizonte. **Biosfera:** volume de resumos. p. 342-345.
- SILVA, J. L. S. da; SAIBRO, J. C. de; CASTILHOS, Z. M. S. Situação da pesquisa e utilização de sistemas silvipastoris no Rio Grande do Sul In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários:** opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite: Brasília, DF: FAO, 2001. p. 257-283.
- SOUTO, J.J. Experiência na região de Alegrete no Rio Grande do Sul. In: PEREIRA, V. de P.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Ed.). **Solos altamente suscetíveis à erosão.** Jaboticabal: FCAV; UNESP; SBCS, 1994. p. 169-179.
- SOUZA, R. M. **Transformações econômicas e sociais e trajetória na agricultura familiar no Fxinal Saudade Santa Anita, Turvo-PR.** 2001. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- STAPE, J. L. Planejamento global e normalização de procedimentos operacionais da talhadia simples em Eucalyptus. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 11, n. 30, 1997.
- TANAGRO. Aspectos técnicos e econômicos do sistema agrossilvipastoril com Acácia-negra no Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPFF, 1992, v. 1, p. 211-219.
- VARELLA, A.C.; SAIBRO, J.C. Uso de bovinos e de ovinos como agentes de controle da vegetação nativa sob três populações de eucalipto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 30-34, 1999.
- VARELLA, A. C. Escolha e manejo de plantas forrageiras para sistemas de integração floresta-pecuária no sul do Brasil. In: Seminário de Pecuária de Corte, 5., 2008, Bagé. **Palestras...** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008. p. 67-83. Disponível em: <<http://www.embrapa.cppsul.br/publicacoes>> Acesso em: 30 nov. 2011.
- VARELLA, A. C.; SILVA, V. P.; RIBASKI, J.; SOARES, A. B.; MORAES, A. B.; MORAIS, H.; SAIBRO, J. C.; BARRO, R. S. **Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no Sul do Brasil.** In: Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira./ Renato Serena Fontaneli, Henrique Pereira dos Santos e Roberto Serena Fontaneli. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. p. 283-328 (capítulo 16).

4

CAPÍTULO

Sistemas integrados na Amazônia brasileira: experiências demonstrativas e resultados de pesquisa

Tadário Kamel de Oliveira



INTRODUÇÃO

A heterogeneidade do meio natural na Amazônia, marcada por uma cobertura vegetal vigorosa, constitui um sistema complexo e ao mesmo tempo bastante vulnerável. A implantação de modalidades de sistemas agrícolas aplicados em outras regiões do país não implica necessariamente em sucesso em se tratando desta região. Um dos principais problemas ambientais causados pela expansão das pastagens é a baixa sustentabilidade. Após menos de 10 anos da implantação, via de regra, há uma redução gradativa na sua produtividade. Com a degradação das áreas com cultivos anuais e pastagens, a tendência predominante do proprietário era abandonar a área e explorar novas extensões de florestas para iniciar outro ciclo produtivo.

A atividade agrícola e pecuária necessita de tecnologia e investimentos para promover e incorporar às áreas já exploradas, a modernização e adaptação às condições ecológicas locais, transformando-as em atividades produtivas e sustentáveis.

Este trabalho objetiva reunir informações sobre sistemas integrados na Amazônia brasileira, visando contribuir com as discussões do Congresso Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável: 10 anos de pesquisa, organizado pelas unidades da Embrapa Gado de Corte, Embrapa Pecuária Sudeste, Fundação MS e Universidade Federal da Grande Dourados. Em sintonia com o objetivo do evento, ou seja, abordar conceitos básicos, princípios, potencialidades e casos de sucesso de sistemas integrados de produção, este texto abordará uma contextualização da Amazônia, em termos de dimensão e formas de uso da terra. Também serão realizadas discussões sobre oportunidades para sistemas integrados na Amazônia, um breve relato das experiências da Rede Norte de integração Lavoura-Pecuária-Floresta e por fim os desafios e demandas para pesquisas em sistemas integrados.

CONTEXTUALIZAÇÃO DA AMAZÔNIA

A Amazônia Legal ocupa uma área superior a 5,2 milhões de km², o que representa 59% do território nacional e abrange nove unidades da Federação (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Mato Grosso, Tocantins e parte de Maranhão (SUDAM, 2009). Nesta área distribuem-se 775 municípios, com uma população de 25,4 milhões de habitantes em 2010 e 56% da população indígena brasileira (IBGE, 2012).

O conceito de Amazônia Legal data do ano de 1953 e seus limites territoriais foram justificados pela necessidade de planejamento

adequando ao desenvolvimento econômico da região. Por meio da Lei 1.806, de 06.01.1953, foram incorporados à Amazônia Brasileira, o Estado do Maranhão (oeste do meridiano 44º), o Estado de Goiás (norte do paralelo 13º de latitude sul, atual Estado de Tocantins) e Mato Grosso (norte do paralelo 16º latitude Sul) (SUDAM, 2009).

Nas áreas desflorestadas na Amazônia legal até o ano de 2008, a cobertura e o uso do solo distribuía-se, entre outras classes, em 21% com vegetação secundária, 4,9% com agricultura anual e 62% associado às áreas de pastagem, em diversas situações: pasto limpo, pasto sujo, regeneração com pasto e pasto com solo exposto (http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/sumario_executivo_terraclass_2008.pdf).

Em virtude dos processos de colonização da região e das fases sucessivas ao desbravamento da floresta, aproximadamente 72 milhões de hectares já foram convertidos, principalmente nas décadas de 1970 e 1980. Esta conversão concentrou-se principalmente nas atividades de agricultura migratória e pastagens, após uma etapa inicial de extração de madeira em alguns casos.

Historicamente, a agricultura de derruba e queima da floresta tem sido o sistema tradicional para produção de alimentos nos diversos estados da Amazônia (FUJISAKA et al., 1996; FUJISAKA E WHITE, 1998; SCHMITZ, 2007). Nesta região, as culturas alimentares são importantes para a subsistência dos produtores familiares e para a comercialização visando o abastecimento das cidades. Este tipo de agricultura é praticado em áreas com tamanho que varia de dois a oito hectares onde são cultivadas, principalmente, lavouras de feijão, arroz, milho e mandioca (ACRE, 2006). Posteriormente, grande parte destas áreas é convertida em pastagens para a criação extensiva de bovinos de dupla aptidão.

O segmento da pecuária apresenta grande atrativo em termos econômicos, especialmente devido a uma cadeia produtiva estruturada e à demanda constante do mercado por produtos da pecuária bovina. Com um rebanho bovino de quase 78 milhões de cabeças em 2010, em áreas de pastagens naturais e cultivadas que somam mais de 61 milhões de hectares (VALENTIM; ANDRADE, 2009; IBGE, 2012), a pecuária tem sido um dos principais focos do debate sobre o desenvolvimento sustentável na região. Apesar da abrangência do setor, a pecuária bovina ainda é predominantemente extensiva e com baixo nível tecnológico na Amazônia, fato que ressalta o desmatamento como um dos principais problemas ambientais citados pela expansão das pastagens e agricultura na Amazônia brasileira.

OPORTUNIDADES PARA SISTEMAS INTEGRADOS NA AMAZÔNIA

A importância dos modelos de integração lavoura-pecuária e floresta, assim como diversas modalidades de sistemas agroflorestais para a região amazônica, pode ser discutida considerando vários aspectos que

constituem oportunidades para adoção e implantação de diferentes tipos de sistema integrado. Estes temas incluem a expansão da produção de grãos nos Estados amazônicos, o déficit de madeira no Brasil, a degradação de pastagens e os aspectos da legislação, quanto à recomposição florestal da área de reserva legal.

Déficit de madeira no Brasil

A demanda da humanidade por madeira e derivados cresce anualmente, assim como por alimento e outros produtos necessários à sobrevivência. Contudo, a utilização inadequada e a superutilização de determinados recursos naturais, em resposta à intensa demanda, vêm esgotando as fontes naturais, tanto de recursos renováveis quanto não renováveis.

De acordo com o Programa Nacional de Florestas, estudos conduzidos pela Sociedade Brasileira de Silvicultura – SBS e associações setoriais (ABIMCI, ABIMOVEL, ABIPA, ABPM, ABRACAVE, CPTI, Fórum Nacional das Atividades de Base Florestal, IBAMA/LPF, IPT e SBS).identificam a existência de um desequilíbrio entre a oferta e a procura de madeira, para atender às projeções de crescimento da indústria de base florestal. Para suprir todos os segmentos industriais são cortados cerca de 450 mil ha/ano de pinus e eucalyptus e a área reflorestada anualmente tem sido de 150 mil ha, ocasionando, portanto, um déficit de 300 mil ha/ano (http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnL_1201201979.pdf).

A utilização crescente das madeiras provenientes de reflorestamentos para serraria é evidente nos últimos anos, especialmente as dos gêneros Pinus e Eucalyptus (VALE et al., 2002). O uso de madeira proveniente destas espécies é generalizado, especialmente nas regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste. Na região Norte, a tendência é que o cultivo de espécies florestais madeireiras seja ampliado, também em função da escassez de madeira de espécies nativas, preferencialmente exploradas na atualidade.

O número de empreendimentos voltados para o setor florestal vem aumentando. Em 2006, a área total com florestas plantadas totalizou 5,74 milhões de hectares, sendo 3,55 milhões de ha com eucalipto; 1,82 milhão ha com pinus e 370,5 mil ha de outras espécies (acácia, seringueira, teca, paricá, araucária e populus) (FATOS..., 2008).

Analisando-se a produção brasileira de produtos madeireiros por origem em 2006, verifica-se que no referido ano, as florestas plantadas forneceram toda a matéria-prima para celulose, e papel, papelão, aglomerados, chapas de fibra e MDF (Medium Density Fiberboard), em relação às florestas nativas. As áreas de reflorestamento foram responsáveis por 78% da madeira produzida para compensados e, apenas para serrados, a maior quantidade de madeira foi proveniente das florestas nativas (cerca de 62%) (FATOS..., 2008).

A produção de madeira para serraria está condicionada a um ciclo de corte mais longo, tratos silviculturais específicos e espaçamentos mais

amplos, o que excede os padrões de manejo da maioria das florestas plantadas na atualidade, que geralmente visam a produção de madeira para celulose ou lenha.

Uma vez consolidadas as vantagens de um sistema alternativo de cultivo de espécies florestais, existiria considerável interesse de empresas reflorestadoras no sentido de se adotarem espaçamentos maiores e arranjos espaciais variados, o que implicaria em mudanças no comportamento silvicultural das plantas, na produtividade e na finalidade da madeira.

Botelho (1998) cita que o arranjo espacial ou o modo de distribuição das plantas pode variar, mantendo-se a mesma densidade do povoamento, com implicações no crescimento e produtividade.

O emprego de espaçamentos mais amplos permite a possibilidade de consórcio com espécies agrícolas e ou pastagem, o que sugere a implantação de sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris sequenciais. Poucos estudos foram desenvolvidos, visando avaliar o componente arbóreo em variadas condições de plantio, em linhas simples ou linhas duplas, mais ou menos adensado, uma vez que a maioria dos estudos concluídos aborda espaçamentos em torno de dois ou três metros entre plantas e entre linhas, em arranjos simplificados.

A implantação de sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris constitui uma das alternativas extremamente promissoras para amenizar a deficiência de madeira no Brasil, tornando monoculturas florestais ou de gramíneas forrageiras em áreas mais produtivas.

Degradação de pastagens na Amazônia

Analisando a dinâmica das áreas de pastagem nas regiões do Brasil entre 1975 e 2006, verifica-se que *“a Região Norte teve crescimento de 518% em sua área de pastagens entre 1975 e 2006, no Nordeste o aumento foi de apenas 7% e nas demais regiões houve redução da área total de pastagens, com destaque para Sudeste (-32%) e Sul (-14%). Essa redução ocorreu, principalmente, devido à expansão das áreas agrícolas, da urbanização e da destinação de parte das áreas rurais para usos não agrícolas (VALENTIM; ANDRADE, 2009)”*. Considerável contribuição tanto às áreas de pastagem quanto ao rebanho bovino da região norte deve-se criação do Estado de Tocantins no ano de 1988.

De acordo com VALENTIM; ANDRADE (2009): *“entre 1975 e 2006, os estados da Amazônia Legal que apresentaram maior expansão nas áreas de pastagens foram Rondônia (2.155%), Amazonas (855%) e Acre (732%). Roraima teve redução de 40% em sua área de pastagens, provavelmente devido à conversão de parte das áreas de pastagens naturais para a produção intensiva de arroz. Além disso, parte dessas áreas foi incorporada a Terras Indígenas criadas neste período e podem ter deixado de ser computadas no último Censo Agropecuário. Tocantins também teve redução de 3% em sua área de pastagens, provavelmente*

devido à conversão de parte destas áreas para uso com agricultura”... “Este processo ocorre de forma mais acentuada nas regiões de fronteiras agropecuárias mais consolidadas, onde a infraestrutura é melhor, o que facilita o acesso dos produtores aos insumos e o escoamento da produção, reduzindo os custos de produção, aumentando a rentabilidade e a competitividade das atividades agrícolas.”

Embora seja difícil quantificar quanto desta imensa área de pastagens na Amazônia apresenta produtividade satisfatória, na Amazônia Ocidental, considerando-se o conceito de “degradação agrícola” de pastagens, descrito por DIAS-FILHO (2007), estima-se que, atualmente, 61,5% das pastagens cultivadas apresentem algum modo de degradação (DIAS-FILHO; ANDRADE, 2006).

Dentre as principais causas de degradação de pastagens cultivadas, DIAS-FILHO; ANDRADE (2006) destacam que a superlotação das pastagens e a ausência de adubação de manutenção constituem-se em importantes causas de degradação, não somente na Amazônia Legal, como também em outras regiões do país. A prática das queimadas como medida para controle de plantas daninhas, cigarrinhas, carrapatos e verminoses, ou como prática para “uniformizar” o pasto, constitui também um fator que intensifica a degradação de pastagens cultivadas no Trópico Úmido Brasileiro, principalmente em pequenas propriedades (DIAS-FILHO, 2007).

Especificamente no Acre, a síndrome da morte do capim-marandu é o principal fator de degradação de pastagens. Essa síndrome manifesta-se durante o período das chuvas e é intensa em áreas com solos de baixa permeabilidade, que representam mais de 50% dos solos do Estado, conforme zoneamento de risco edáfico realizado por Valentim et al. (2000). DIAS-FILHO & ANDRADE (2006) registram vários estudos realizados no Acre, Pará e Costa Rica, que indicam que a mortalidade do marandu está associada à falta de adaptação dessa cultivar ao encharcamento do solo e ao ataque de fungos favorecidos por este tipo de ambiente. Para solucionar o problema ANDRADE & VALENTIM, 2007 recomendam a substituição da gramínea por outras espécies forrageiras mais adaptadas por ocasião da renovação da pastagem.

A reforma ou renovação da pastagem degradada, ou em degradação, constitui-se em uma oportunidade para implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, com vantagens significativas em relação ao plantio de mudas de espécies arbóreas em pastagens formadas. Em virtude de reduzir a competição proporcionada pela gramínea já estabelecida no pasto formado, do preparo do solo e do efeito residual positivo da adubação da cultura anual, o plantio das árvores por ocasião da renovação da pastagem, via integração lavoura-pecuária-floresta, promove maior porcentagem de sobrevivência, maior altura de plantas e diâmetro do tronco, ao final de seis meses e do primeiro ano após o plantio (LESSA et al., 2006; SILVA et al., 2006).

A implantação de sistemas agrossilvipastoris e silvipastoris é recomendada como uma das principais estratégias de recuperação de pastagens degradadas em regiões tropicais. Tal prática pode conferir benefícios ao ambiente quando comparada às pastagens tradicionais, sem a presença de árvores, assim como a conservação do solo e dos recursos hídricos, promoção da fixação de carbono e aumento da biodiversidade (DIAS-FILHO, 2007).

Aspectos da legislação (recomposição florestal da reserva legal)

De acordo com o estabelecido na Lei Nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal (RL). No caso da Amazônia Legal, 80% do imóvel situado em área de floresta deve ser mantido como reserva.

O novo código florestal brasileiro prevê a recomposição da vegetação em áreas de reserva legal com sistemas agroflorestais, em seus artigos número 54 e 66:

Art. 54 – “Para cumprimento da manutenção da área de reserva legal nos imóveis a que se refere o inciso V do art. 3o, poderão ser computados os plantios de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas da região em sistemas agroflorestais”.

Art. 66. O proprietário ou possuidor de imóvel rural que detinha, em 22 de julho de 2008, área de Reserva Legal em extensão inferior ao estabelecido no art. 12, poderá regularizar sua situação, independentemente da adesão ao PRA, adotando as seguintes alternativas, isolada ou conjuntamente:

I – recompor a Reserva Legal;

II – permitir a regeneração natural da vegetação na área de Reserva Legal;

III – compensar a Reserva Legal.

§ 3º A recomposição de que trata o inciso I do caput poderá ser realizada mediante o plantio intercalado de espécies nativas com exóticas ou frutíferas, em sistema agroflorestal, observados os seguintes parâmetros:

I – o plantio de espécies exóticas deverá ser combinado com as espécies nativas de ocorrência regional;

II – a área recomposta com espécies exóticas não poderá exceder a 50% (cinquenta por cento) da área total a ser recuperada.

§ 4º Os proprietários ou possuidores do imóvel que optarem por recompor a Reserva Legal na forma dos §§ 2º e 3º terão direito à sua exploração econômica, nos termos desta Lei.

É importante frisar que os sistemas agrossilvipastoris podem contribuir como etapa intermediária no processo de conversão de áreas de

pastagem em florestas para recomposição da reserva legal. Ao final de dois anos da fase silviagrícola o produtor pode tomar a decisão de implantar frutíferas e outras espécies florestais nas entrelinhas das árvores que foram plantadas juntamente com a primeira lavoura; e assim constituir um sistema multiestratificado com conformação de floresta. Ou ainda estabelecer uma pastagem e conduzir o sistema silvipastoril por alguns anos e posteriormente diversificar as entrelinhas conforme descrito anteriormente. Esta forma de recomposição se torna mais complexa em termos de fitofisionomia florestal caso a regeneração natural seja mantida.

Atualmente, a grande resistência por parte dos produtores para atividade de reflorestamento pode ser devido ao desconhecimento de que estas áreas em recuperação podem ser manejadas para fins produtivos e que o próprio processo de implantação pode gerar renda. A dimensão de 80% de área de reserva também é um entrave, associada à falta de tradição dos produtores no plantio florestal, a carência de estudos e poucos exemplos de sucesso, como é o caso do Projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (RECA) (<http://www.projetoreca.com.br>), em Nova Califórnia – RO; Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu, no Pará (<http://www.camta.com.br>); o Projeto Promoção da Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade nas Florestas de Fronteira do Noroeste de Mato Grosso (TITO et al., 2011) e Projeto Poço de Carbono, em Juruena – MT (NUNES; VIVAN, 2011).

Deve-se considerar, especificamente para reserva legal, a obtenção de florestas produtivas no futuro e, assim, a sua implantação deve ser planejada e executada com esta finalidade. A recuperação dessas áreas alteradas por meio de sistemas agroflorestais insere-se neste contexto e potencializa a adoção de sistemas integrados na Amazônia. Atualmente, a Embrapa executa o projeto “Sistemas Agroflorestais para Produção e Recuperação Ambiental na Amazônia – SARAM”, projeto de âmbito regional que envolve várias unidades da empresa na região e visa disponibilizar sistemas agroflorestais eficientes, compatíveis com o ambiente e com impacto positivo nas condições sócio-econômicas dos produtores em projetos de assentamento e em áreas de reservas extrativistas.

REDE NORTE DE PESQUISA E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS EM ILPF

Inicialmente, serão listados alguns dos principais estudos desenvolvidos com sistemas silvipastoris na região amazônica. Há pouco mais de uma década, Veiga et al. (2000) identificaram e avaliaram sistemas silvipastoris na Amazônia oriental, tanto em propriedades quanto em campos experimentais, relacionando as principais espécies de árvores e forrageiras componentes (Tabela 1).

► **TABELA 1.**
Espécies mais utilizadas como componente arbóreo e forrageiro em sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental.

COMPONENTE ARBÓREO	NOME CIENTÍFICO	ESPÉCIES FORRAGEIRAS
Babaçu	<i>Orbignya phalerata</i>	Braquiarião (<i>Bracharia brizantha</i>)
Inajá	<i>Maximiana maripa</i>	Quicuío da Amazônia (<i>B. humidicola</i>)
Castanheira	<i>Bertolletia excelsa</i>	Colonião (<i>Panicum maximum</i>)
Paricá	<i>Schizolobium amazonicum</i>	<i>Paspalum</i> spp.
Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i>	Jaraguá (<i>Hyparrhenia rufa</i>)
Teca	<i>Tectona grandis</i>	Puerária (<i>Pueraria phaseoloides</i>)
Dendezeiro	<i>Elaeis guianensis</i>	<i>Centrosema macrocarpum</i>
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	<i>C. pubescens</i>
Urucuzeiro	<i>Bixa orellana</i>	
Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>	
Taxi	<i>Sclerolobium paniculatum</i>	
Mogno africano	<i>Khaya ivorensis</i>	
Coqueiro	<i>Cocus nucifera</i>	
Acacia	<i>Acacia mangium</i>	
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> sp.	
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	

Fonte: adaptado de VEIGA et al. (2000).

As principais limitações tecnológicas observadas nesses sistemas foram falta de persistência da pastagem sob as árvores, danos às árvores provocados pelos animais e redução do crescimento das árvores. A disponibilidade de pastagem solteira adicional facilitava o manejo do rebanho e viabilizava o sistema como um todo (Veiga, 2000).

Outras iniciativas de pesquisa na área podem ser destacadas. Há dez anos, o projeto “Recuperação de pastagens degradadas com sistemas silvipastoris no Projeto de Assentamento Pedro Peixoto, Acre”, financiado com recursos do Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), foi executado pela Embrapa Acre (2001-2003), em parceria com a Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado do Acre (Fetacre) como instituição proponente. Por meio deste projeto foi mobilizada uma comunidade

de produtores e implantadas unidades de observação em sistemas ILPF que atualmente ainda fazem parte das áreas de estudo pela Embrapa. Um dos produtos deste projeto foi a publicação do documento “Sugestões para implantação de sistemas silvipastoris” (OLIVEIRA et al., 2003).

A ampliação do número de novas unidades de observação e demonstrativas; e a manutenção das existentes, foi assegurada por ações continuadas de arborização de pastagens em comunidade de produtores e estabelecimento de espécies arbóreas nativas e exóticas em sistemas silvipastoris nas regionais do alto e baixo Acre. Essas ações foram desenvolvidas no decurso dos projetos: “Desenvolvimento de sistemas pecuários sustentáveis em áreas alteradas na Amazônia (Projeto Basa Pecuária)” (2005-2008); “Rede Recuperamaz – Alternativas para recuperação de áreas degradadas na Amazônia” (2006-2008); e “Transferência de tecnologias para sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (TT-ILPF Região Norte)” (2008-2010).

Na Amazônia, a ILPF permite incorporar tecnologias importantes, assim como o Sistema Bragantino, que visa o cultivo contínuo de diversas culturas, em rotação e consórcio, usando a prática do plantio direto, o que permite aumentar a produtividade das culturas, a oferta de mão-de-obra na região durante todo o ano, a renda e a qualidade de vida do produtor rural, dentro dos padrões de sustentabilidade (CRAVO et al., 2005).

Destaca-se que existem barreiras econômicas, operacionais e culturais para adoção desses sistemas na região amazônica, além das questões tecnológicas, tais como o elevado investimento e baixo retorno econômico inicial em alguns casos, a falta de infra-estrutura e mão-de-obra especializada, a complexidade e o desconhecimento dos benefícios do sistema (DIAS-FILHO; FERREIRA, 2008). Atualmente, a comprovação de ganhos técnicos e econômicos (inclusive na anos iniciais dos sistemas), a criação da política nacional de ILPF, linhas de crédito do programa ABC e o esforço institucional da Embrapa na concretização e fortalecimento da Rede de transferência de tecnologias em ILPF são consideráveis iniciativas que podem promover a adoção de sistemas silvipastoris e outras modalidades de ILPF na Amazônia.

A rede norte de pesquisa e transferência em ILPF contou inicialmente com um grupo de mais de 28 pesquisadores (Tabela 2), da maioria das unidades da Embrapa na região. O grupo foi responsável pela aprovação e realização do projeto “Integração Lavoura-Pecuária-Silvicultura: Alternativa de Desenvolvimento Sustentável em Áreas Alteradas da Amazônia Brasileira” (2008-2011).

Destaca-se que o Banco da Amazônia tornou-se parceiro formal do projeto, dando continuidade à parceria positiva com a Embrapa, a exemplo do projeto “Desenvolvimento de sistemas pecuários sustentáveis em áreas alteradas na Amazônia (Projeto Basa Pecuária)” (2005-2008), por meio do qual foi elaborada uma edição completa da revista *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, editada e publicada pelo Banco da Amazônia, divulgando artigos científicos do projeto, grande parte relacionados a sistemas silvipastoris.

► **TABELA 2.**

Equipe do projeto Integração Lavoura-Pecuária-Silvicultura: alternativa de desenvolvimento sustentável em áreas alteradas da Amazônia brasileira”.

Paulo Campos Christo Fernandes	Embrapa Amazônia Oriental	paulo.fernandes@embrapa.br
Vicente de Paulo Campos Godinho	Embrapa Rondônia	vicente.godinho@embrapa.br
Amaury Burlamaqui Bendahan	Embrapa Roraima	amaury.bendahan@embrapa.br
Rogério Perin	Embrapa Amazonia Ocidental	rogerio.perin@embrapa.br
Benjamim de Souza Nahum	Embrapa Amazônia Oriental	benjamim.nahum@embrapa.br
Tadario Kamel de Oliveira	Embrapa Acre	tadario.oliveira@embrapa.br
Paulo Roberto de Lima Meirelles	Embrapa Amapá	paulom@fmvz.unesp.br
Claudenor Pinho de Sa	Embrapa Acre	claudenor.sa@embrapa.br
Carlos Alberto Costa Veloso	Embrapa Amazônia Oriental	carlos.veloso@embrapa.br
Marcilio Jose Thomazini	Embrapa Acre	marcilio.thomazini@embrapa.br
Evandro Orfano Figueiredo	Embrapa Acre	evandro.figueiredo@embrapa.br
Eduardo Jorge Maklouf Carvalho	Embrapa Amazônia Oriental	eduardo.maklouf@embrapa.br
Austrelino Silveira Filho	Embrapa Amazônia Oriental	austrelino.silveira@embrapa.br
Moises Cordeiro Mourao de O. Junior	Embrapa Amazônia Oriental	moises.mourao@embrapa.br
Edyr Marinho Batista	Embrapa Amapá	edyr.batista@embrapa.br
Marley Marico Utumi	Embrapa Rondônia	marley.utumi@embrapa.br
Samuel Jose de Magalhaes Oliveira	Embrapa Rondônia	samuel.oliveira@embrapa.br
Roberto Dantas de Medeiros	Embrapa Roraima	roberto.medeiros@embrapa.br
Ramayana Menezes Braga	Embrapa Roraima	ramayana.braga@embrapa.br

► **TABELA 2. (continuação)**
Equipe do projeto Integração Lavoura-Pecuária-Silvicultura: alternativa de desenvolvimento sustentável em áreas alteradas da Amazônia brasileira”.

Gladys Beatriz Martínez	Embrapa Amazonia Oriental	gladys.martinez@embrapa.br
Jose Tadeu de Souza Marinho	Embrapa Acre	jose.marinho@embrapa.br
Alaerto Luiz Marcolan	Embrapa Rondônia	alaerto.marcolan@embrapa.br
Ana Elisa Alvim Dias Montagner	Embrapa Amapá	ana.montagner@embrapa.br
Arystides Resende Silva	Embrapa Amazônia Oriental	arystides.silva@embrapa.br
Luis Wagner Rodrigues Alves	Embrapa Amazônia Oriental	luis.alves@embrapa.br
Célia Maria Braga C. de Azevedo	Embrapa Amazônia Oriental	celia.azevedo@embrapa.br
Cláudio Ramalho Townsend	Embrapa Rondônia	claudio.townsend@embrapa.br
Gilvan Coimbra Martins	Embrapa Amazônia Ocidental	gilvan.martins@embrapa.br
Paulo Sergio Ribeiro de Mattos	Embrapa Roraima	paulo.mattos@embrapa.br

A inclusão do componente arbóreo ao da lavoura e da pastagem representa um avanço inovador à integração Lavoura-Pecuária (ILP), evoluindo para o conceito de integração lavoura-pecuária-floresta, estratégia de produção sustentável, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, e busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica (BARCELLOS et al., 2011).

Os sistemas de integração podem ser classificados em quatro modalidades distintas (BARCELLOS et al., 2011):

- a) Sistema agropastoril ou integração lavoura-pecuária (ILP), que integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área, em um mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos.
- b) Sistema silviagrícola ou integração lavoura-floresta (ILF), que integra os componentes florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes).

- c) Sistema silvipastoril ou integração pecuária-floresta, que integra os componentes pecuário (pastagem e animal) e florestal, em consórcio.
- d) Sistema agrossilvipastoril ou integração lavoura-pecuária-floresta, que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área, sendo que o componente agrícola pode ser utilizado na fase inicial de implantação do componente florestal ou em ciclos durante o desenvolvimento do sistema.

Os sistemas de integração, por definição, são sistemas agroflorestais (DUBOIS et al., 1996; MONTAGNINI, 1992; NAIR, 1989), à exceção da integração lavoura-pecuária, em que não ocorre a presença de árvores.

Atualmente, os sistemas agrossilvipastoris, ao associar o componente arbóreo às pastagens e às lavouras, congregam grande importância, por permitir a produção sustentável de grãos, ampliar a capacidade de obtenção de produtos pecuários, madeireiros e não madeireiros na mesma área, principalmente em regiões com pecuária de baixo nível tecnológico e com pressão para abertura de novas áreas, como a região Norte do país.

A estratégia de implantação de unidades de referência tecnológica em sistemas ILPF, adotada pela Embrapa, permite a geração e divulgação de resultados técnicos e científicos junto a produtores e à rede de assistência técnica e extensão rural, visando incentivar e ampliar a área plantada com sistemas integrados na região Amazônica.

“A pesquisa em sistemas ILPF na região Norte é desenvolvida nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia e Roraima, em regiões originalmente sob vegetação da Floresta Amazônica, floresta de transição, savanas, campos de várzea ou inundáveis e cerrado. Os processos, em sua maioria, são realizados em sintonia com a sociedade, como é o caso dos agricultores do Projeto de Colonização Pedro Peixoto, no Acre; de produtores nos municípios de Paragominas, Belterra e Xynguara no Pará; de Chupinguaia, em Rondônia e de Boa Vista e Alto Alegre, em Roraima” (BALBINO et al., 2011b).

Atualmente existem mais de 20 unidades com ILPF em toda região. O objetivo geral nessas unidades foi avaliar diferentes estratégias de implantação de sistemas ILPF, avaliar o rendimento do componente forragem, agrícola e o comportamento silvicultural de espécies arbóreas nativas e exóticas, sendo abordados aspectos considerados relevantes no que se refere aos métodos de implantação, manutenção, manejo e monitoramento dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.

Nas discussões que seguem neste item constam breves descrições dos trabalhos desenvolvidos por pesquisadores que compõem a Rede Norte de pesquisa e transferência de tecnologias em ILPF, concentrados nas publicações de Fernandes et al. (2010) e Balbino et al. (2011a; 2011b).

No Pará, a Embrapa Amazônia Oriental desenvolve experimentos com sistema agrossilvipastoril nos municípios de Terra Alta, Paragominas e Santarém/Belterra, em regiões com vegetação original de floresta, em que as unidades experimentais testam espécies arbóreas nativas como Paricá (*Schizolobium amazonicum*), taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*), cumaru (*Dipteryx odorata*) e castanheira (*Bertholletia excelsa*), além de exóticas como teca (*Tectona grandis*), mogno africano (*Khaya ivorensis*) e eucalipto (*Eucalyptus* sp.), plantadas em arranjos variados que permitem o cultivo intercalar de lavouras e forragem. A cultura anual principal foi o milho em consórcio com *B. humidicola* em Terra alta e *B. ruziziensis* em Paragominas, posteriormente submetidas ao pastejo temporário com lotação de 2,5 e 3,0 UA/ha. (FERNANDES et al., 2010).

No Amazonas, verificou-se nas áreas experimentais melhorias dos atributos químicos do solo com os cultivos sucessionais e a tendência dos valores de densidade e porosidade serem melhores do que aqueles encontrados em pastagens degradadas. As culturas do milho e caupi foram adequadas para utilização no processo de recuperação da pastagem degradada. O pasto recuperado tem apresentado índices muito baixos de infestação por plantas daninhas e produtividades de por volta de 20 t/ha de matéria seca, com capacidade suporte de 2,5 UA/ha/ano, mesmo após 3 anos de uso (PERIN; SOUZA, 2010).

No Amapá, duas unidades vêm sendo monitoradas em área experimental da Embrapa. A primeira unidade foi implantada em 2000, iniciou com o plantio de arroz e eucalipto (*Eucalyptus urograndis*) em covas com o espaçamento de 2 m × 2 m × 12 m, e as espécies forrageiras (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Andropogum gayanus* cv. Planaltina). A segunda unidade foi implantada em 2010 no Campo Experimental do Cerrado da Embrapa Amapá, sendo o sistema composto por Taxi-branco (*Sclerolobium Paniculatum*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*) e eucalipto (*Eucalyptus urograndis*) com as culturas de milho e sorgo em plantio direto sobre *Brachiaria ruziziensis* (Comunicação pessoal: Ana Elisa Alvim Dias Montagner).

O Estado de Rondônia tem a peculiaridade de possuir áreas de Cerrado, especialmente na região do Cone Sul do Estado, fronteira com o Mato Grosso, que favorece a produção de grãos. Na safra 2008/2009, a área cultivada com soja BRS Valiosa RR rendeu acima de 3.600 kg/ha, gerando renda satisfatória superior ao custo de produção de quase R\$2.000,00/ha. A cultura do arroz também foi introduzida, mas não apresentou resultados tão atrativos. Após a colheita de ambas culturas, foi introduzido o consórcio de milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis*. A pastagem plantada na área de arroz rendeu 5,6 t/ha de matéria seca e na área de soja, 6,5 t/ha (UTUMI et al., 2010).

Ao norte, especialmente na capital Porto Velho, predomina a atividade pecuária, em áreas originalmente de floresta. Em uma área de 10 ha de pasto degradado, foi realizado o preparo do solo, calagem e plantio de arroz e soja. Nesse caso a cultivar de arroz BRS Sertaneja destacou-se

pagando o custo de produção e gerando receita positiva (R\$ 500,00/ha). Um resultado interessante para o setor produtivo é a produção de matéria verde de milho após a soja, que produziu 35 t/ha em comparação a 29,3 t/ha em sucessão ao arroz (UTUMI et al., 2010).

No município de Boa Vista, em Roraima, em região de savana (solos de baixa fertilidade), a Embrapa Roraima mantém diferentes sucessões de culturas anuais (milho, arroz, soja e feijão caupi) consorciados com eucalipto, cedro-doce e gliricídia. Em área de produtor obteve-se 1260 kg/ha de caupi, submetendo a área ao pastejo de *B. ruziziensis* 80 dias após a colheita do feijão. No segundo ano, o consórcio da forragem foi com a cultura do milho, obtendo-se 4 toneladas de grãos por hectare. Em Mucajaí – RR, na região de floresta de transição (solos um pouco mais férteis que a savana), outras atividades estão sendo conduzidas no campo experimental e em áreas de produtores, envolvendo outras espécies arbóreas como teca e castanheira e diversos esquemas de rotação de culturas anuais e forragem. Destaca-se os resultados obtidos no município de Iracema em parceria com produtor pecuarista, que atingiu uma lotação de 2,9 UA/ha em sistema ILP, comparado a 1,6 UA/ha em área de pastejo rotacionado convencional (BENDAHAN et al., 2010).

No Acre destaca-se os resultados com avaliação de métodos de implantação de sistemas silvipastoris, levantamento de índices técnicos, avaliação econômica e os aspectos silviculturais de espécies arbóreas nativas, avaliados nas Unidades de Referência Tecnológica – URT em sistemas ILPF (OLIVEIRA et al., 2012).

Em 1 hectare do sistema agrossilvipastoril implantado, adotou-se o espaçamento de 4 m x 20 m para as espécies arbóreas, ou seja, quatro metros entre plantas na linha e vinte metros entre as linhas das árvores, equivalente ao plantio de 125 árvores por hectare. As espécies plantadas foram de valor comercial [Mulateiro (*Calicophyllum spruceanum*)] e uma leguminosa nativa para sombreamento e adubação [Bordão-develho (*Samanea tubulosa*)] (apenas 15 árvores). Por tratar-se de um espaçamento extenso cultivou-se o milho nas entrelinhas, seguindo-se as recomendações específicas para produção da cultura. Após duas safras de milho e duas de milho safrinha, promoveu-se a semeadura da forrageira visando a formação da pastagem, juntamente com a terceira safra de milho.

De acordo com os indicadores avaliados, o sistema se autoremunera até o final deste período. O ponto de nivelamento, ou seja, a produção mínima que cobre os custos corresponde a 117 sacos de milho por hectare por ano. A esse nível de produção, o valor da produção se iguala aos custos totais, ou seja, não ocorre lucro nem prejuízo. Como a produção anual média é superior a 117 sacos de milho (somando-se as duas safras de milho no ano agrícola, colhe-se no mínimo 150 sacos de milho por hectare), justifica-se a renda líquida gerada (R\$ 569,41/ha/ano).

A estratégia de emprego do plantio convencional de milho na safra e plantio direto na safrinha para implantação de sistema agrossilvipastoril

apresenta-se como uma alternativa viável sob o aspecto econômico, uma vez que o valor da produção do milho é superior ao custo do estabelecimento do sistema.

O período de 30 a 32 meses necessário ao estabelecimento de um sistema agropecuário que inclui árvores possibilita a sua exploração pecuária com níveis elevados de produtividade de forragem após dois anos e meio com agricultura.

A tecnologia de implantação de sistemas agrossilvipastoris sequenciais permite ampliar a produção agrícola no Estado, aliada ao processo de recuperação de pastagens degradadas, com melhoria da fertilidade do solo, aumento da disponibilidade de forragem ao longo do ano, além de proporcionar renda futura com a comercialização do produto florestal e auferir os benefícios da presença de árvores na pastagem.

Algumas vantagens da presença das árvores no pasto foram comprovadas por estudos realizados no Acre. Existe um grande número de leguminosas arbóreas que ocorrem espontaneamente nas pastagens. Alguns exemplos são a baginha (*Stryphnodendron pulcherrimum*) e o bordão-de-velho (*Samanea tubulosa*). A fertilidade do solo debaixo da copa de árvores de baginha superou a do solo adjacente às árvores, principalmente em sua camada superficial (0 cm a 20 cm), apresentando teores mais elevados de matéria orgânica, nitrogênio total, fósforo e potássio disponíveis e de cálcio trocável, maior soma de bases trocáveis e capacidade de troca de cátions (ANDRADE et al., 2002). O bordão-de-velho também melhora a fertilidade do solo, com aumento nos teores de fósforo e cálcio na camada de 0 cm a 20 cm, soma e saturação por bases em relação à área a pleno sol (OLIVEIRA; LUZ, 2011).

► **TABELA 3.**
Teores de proteína bruta e minerais na forragem de *Brachiaria brizantha* à sombra de duas leguminosas arbóreas nativas da Amazônia e a pleno sol.

TEORES NA FORRAGEM	BAGINHA (<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>)		BORDÃO-DE-VELHO (<i>Samanea tubulosa</i>)	
	SOMBRA	PLENO SOL	SOMBRA	PLENO SOL
Proteína bruta (g/100g)	10,83	7,20	11,45	8,5
Fósforo (g/kg)	1,44	1,44	1,51	1,71
Potássio (g/kg)	33,35	27,71	28,72	24,41
Cálcio (g/kg)	2,07	2,59	2,96	2,95
Magnésio (g/kg)	3,02	3,08	2,39	2,31

Fonte: Adaptado de ANDRADE et al. (2002) e LUZ (2011).

► **TABELA 4.**
Desempenho silvicultural de espécies arbóreas em diferentes sistemas de ILPF no Acre.

ESPÉCIE	TIPO DE SISTEMA	IDADE	ESPAÇAMENTO	NÚMERO DE PLANTAS/ha	SOLO
<i>C. spruceanum</i> (mulateiro)	ASP	4,5 anos	3 m × 2 m	1.667	Latossolo Amarelo distrófico
			4 m × 3 m	833	
			5 m × 5 m	400	
			10 m × 5 m	200	
<i>C. spruceanum</i>	SVA	2 anos	20 m × 4 m	125	Argissolo Vermelho distrófico
<i>S. macrophyla</i> (mogno)	SSP	5,5 anos	10 m × 5 m	200	Argissolo Vermelho associado à Argissolo Vermelho- Amarelo distrófico
<i>C. odorata</i> (cedro)					
<i>C. mangense</i> var. <i>mathewsii</i> (jurema)					
<i>S. tubulosa</i> (bordão-de- velho)					
<i>S. tubulosa</i>					
		2,3 anos			
<i>C. guianensis</i> (andiroba)		2,6 anos			
<i>Eucalyptus</i> sp. (eucalipto)	SSP	9 anos	30 m × 3 m	≈100	Argissolo Vermelho- Amarelo

ASP: sistema agrossilvipastoril; SVA: sistema silviagrícola; SSP: sistema silvipastoril.

Como resultado do enriquecimento do solo pelas árvores fixadoras de nitrogênio, observa-se geralmente um crescimento vigoroso do pasto sob a copa das árvores, quando o nível de sombreamento não é excessivo. Em estudo conduzido em pastagem arborizada com o bordão-de-velho, durante a transição do período seco para o chuvoso, verificou-se que a taxa de acúmulo de matéria seca da *Brachiaria brizantha* sob a copa das

ÉPOCA DO PLANTIO	H (m)	IMAH (m)	DAP (cm)	IMADAP (cm)	VOLUME/PLT (m ³)	VOLUME/HA (m ³)
Meados do período chuvoso – jan./2007	7,5	1,7	6,5	1,4	0,0099	16,56
	6,8	1,5	6,0	1,3	0,0077	6,38
	7,8	1,7	7,6	1,7	0,0143	5,72
	7,4	1,6	7,2	1,6	0,0120	2,40
Transição chuva/seca – maio/2009	3,0	1,5	–	–	–	–
Meados do período chuvoso – fev./2004	4,9	0,9	7,1	1,3	0,0078	1,56
	4,2	0,8	6,7	1,2	0,0060	1,20
	8,1	1,1	20,3	2,7	0,1049	20,98
	8,8	1,2	20,5	2,7	0,1170	23,40
Início do período chuvoso – nov./2008	2,7	1,2	4,2	1,8	0,0015	0,15
	1,9	0,7	2,5	1,0	0,0004	0,04
Início do período chuvoso – dez./2001	21,3	2,4	25,0	2,8	0,4186	36,84

árvores foi de 79,5 kg ha⁻¹ dia⁻¹. Já na área adjacente a pleno sol, em distâncias de duas e três vezes o raio da copa das árvores, o crescimento do pasto foi menor, com taxas de acúmulo de 60,0 e 47,0 kg ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente (LUZ; OLIVEIRA, 2011).

Plantas de braquiária crescendo sob a copa da baginha, apresentaram maiores teores de proteína bruta (PB), N e K, e menores teores de

Ca nas lâminas foliares do que na braquiária a pleno sol. O teor de PB da forragem à sombra foi 50% maior que a pleno sol (Tabela 3) (ANDRADE et al., 2002). Efeito semelhante foi observado para bordão-de-velho, que também elevou a percentagem de proteína bruta na forragem de *Brachiaria brizantha* em sistema silvipastoril, com valores de 11,45% de PB à sombra para 8,5% a pleno sol (Tabela 3).

Além das árvores prestadoras de serviço, o componente arbóreo de valor comercial merece destaque. Oliveira et al. (2012) avaliaram diversas arbóreas nativas e exóticas em diferentes situações e modalidades de sistemas integrados (Tabela 4).

O mulateiro (*Calycophyllum spruceanum*) apresentou altura variando de 6,8 m a 7,8 m aos 4,5 anos. Nos maiores espaçamentos (5 m × 5 m e 10 m × 5 m) houve tendência à obtenção de volumes superiores por planta. Destaca-se que devido à idade jovem do povoamento, a influência do número de árvores por hectare é um fator determinante da produtividade de madeira, de forma que no arranjo mais adensado (3 m × 2 m) obteve-se o maior volume por hectare (16,56 m³/ha).

Devido à rusticidade da espécie, seu crescimento em altura parece não ter influência evidente dos diferentes tipos de sistema, das classes de solo e dos espaçamentos implantados, até 4,5 anos. No entanto, em DAP obtiveram-se incrementos de 1,3 cm.ano⁻¹ a 1,7 cm.ano⁻¹, cerca de três vezes o valor encontrado em povoamentos naturais de mulateiro, para árvores na mesma classe diamétrica (5 cm-10 cm).

O eucalipto demonstrou uma produção acima de 36 m³/ha, com uma densidade de apenas 100 árvores/ha, aos 9 anos. Considerando as dimensões médias de 25 cm de DAP observadas, a utilização como moirões para cerca poderia ser uma alternativa, além do emprego da madeira para lenha, carvão ou mesmo para fabricação de móveis, com maior valor agregado.

Em sistemas de ILP, destaca-se os trabalhos realizados na Fazenda Batista, com reforma de pastagens com alta infestação de capim navalha (ANDRADE et al., 2012). A integração lavoura-pecuária por meio do consórcio do milho com forrageiras é a melhor alternativa para a reforma de pastagens com alta infestação de capim-navalha. A razão para isso é que o herbicida atrazina está registrado para a cultura do milho na dosagem necessária ao controle da sementeira do capim-navalha e, principalmente, pela possibilidade de se amortizar total ou parcialmente os custos da reforma com a comercialização do milho produzido (Tabela 5).

DESAFIOS E DEMANDAS PARA PESQUISAS EM SISTEMAS INTEGRADOS

“A complexidade dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) impõe concepção metodológica de pesquisa que considere tanto os efeitos dos fatores e componentes individualmente

quanto de seus efeitos interativos. A pesquisa em ILPF caracteriza-se pelos seguintes aspectos” (SALTON et al., 2011):

- a) Estudo de componentes múltiplos;
- b) Longa duração dos experimentos;
- c) Natureza multidisciplinar.

Outros aspectos intrínsecos à pesquisa em sistemas integrados são o planejamento dos experimentos de longa duração, a sistematização das informações por meio de protocolos de avaliação e ou padronização de metodologias e o fato de muitas vezes serem executados estudos em sistemas de produção ou fazendas, que permite integrar geração, validação e transferência de tecnologias, além dos componentes do sistema per si.

No marco referencial em integração lavoura-pecuária-floresta (BALBINO et al., 2011a) apresenta-se linhas temáticas para pesquisa em ILPF:

- a) *Quantificação sistemática da implantação, da utilização e das modalidades dos sistemas ILPF;*
- b) *Definição de protocolos experimentais que permitam compatibilização e comparações de resultados obtidos em diferentes condições e seu monitoramento em longo prazo;*
- c) *Padronização metodológica para a obtenção de índices técnicos;*
- d) *Definição e avaliação de um conjunto mínimo de indicadores de sustentabilidade;*
- e) *Avaliação e valoração dos serviços ambientais prestados pela ILPF;*
- f) *Avaliação socioeconômica dos sistemas ILPF;*
- g) *Estudos de modelagem em diferentes sistemas de ILPF;*
- h) *Estudos dos componentes abióticos e bióticos e suas interações: solo e água/planta/animal no sistema;*
- i) *Estudos para otimização dos sistemas de ILPF concernentes a aspectos fitotécnicos e zootécnicos, tais como: espaçamento, sombreamento, adubação, variedades/cultivares, uso de novas espécies, arranjos espaciais, densidade de espécies, manejo de pastagens consorciadas, manejo de plantas invasoras e tecnologias de aplicação de defensivos, plantio direto, nutrição e sanidade animal;*
- j) *Identificação e adaptação ao sistema de culturas alternativas para rotação e plantas de cobertura para formação de palhada;*
- k) *Melhoramento genético vegetal direcionado ao desenvolvimento e à adaptação de materiais para os diferentes sistemas de ILPF;*
- l) *Avaliação de sistemas de ILPF na recuperação de áreas degradadas;*
- m) *Avaliação de sistemas de ILPF para a recomposição florestal de áreas protegidas;*
- n) *Desenvolvimento de sistemas de ILPF para a agricultura irrigada; e*
- o) *Estudos relacionados aos efeitos da introdução do componente arbóreo sobre o microclima e o conforto animal, prospecção e melhoramento de espécies adaptadas aos biomas.*

► **TABELA 5.**
Coefficientes técnicos para reforma de pastagem com alta infestação de capim-navalha, utilizando o consórcio do milho com forrageiras, em Rio Branco, AC, safra 2011-2012 (ANDRADE et al., 2012).

DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	R\$/UNIDADE	R\$/ha
Serviços			1.499,50
Análise de solo	1 un.	35,00	35,00
Destoca e enleiramento	2 h/m	180,00	360,00
Preparo de solo com grade	3 h/m	120,00	360,00
Plantio/adubação	0,8 h/m	90,00	72,00
Aplicação da atrazina	0,5 h/m	90,00	45,00
Aplicação de inseticida	0,5 h/m	90,00	45,00
Colheita do milho (foguetinho)	4 h/m	90,00	360,00
Colheita do milho (trator com carreta)	0,5 h/m	90,00	45,00
Colheita do milho (mão de obra)	2,5 h/m	35,00	87,50
Frete	90 sacos	1,00	90,00
Materiais			607,50
Semente de milho	20 kg	6,50	130,00
Semente de capim	7 kg	11,60	81,50
Adubo NPK 10-30-10	200 kg	1,30	260,00
Herbicida atrazina	4 L	13,00	52,00
Inseticida	0,4 L	75,00	30,00
Sacaria	90 un.	0,60	54,00
Custo total			2.107,00
Receita do milho	90 sacos	25,00	2.250,00

h/m: hora/máquina; h/d: homem/dia.

Neste contexto de inúmeras possibilidades de atividades de pesquisa em sistemas ILPF, três grandes desafios podem se listados para orientar definições de hipóteses de pesquisa que resultem em impactos positivos e adoção ampla das tecnologias geradas.

1º Desafio: COMPROVAR A EFICIÊNCIA TÉCNICA E ECONÔMICA E OS “GANHOS” AMBIENTAIS DOS SISTEMAS INTEGRADOS EM RELAÇÃO AOS SISTEMAS CONVENCIONAIS

A “autoafirmação” dos sistemas integração lavoura-pecuária, silvipastoris e agrossilvipastoris deve estar concentrada na comprovação das vantagens técnicas em relação aos cultivos isolados dos respectivos componentes, notadamente pelos efeitos sinérgicos positivos ou simplesmente complementares das lavouras em relação ao pasto, do sombreamento proporcionado pelas árvores que implica em conforto animal e implica em produtividade, entre outros exemplos.

As análises econômicas por meio de indicadores que comprovem a viabilidade financeira de sistemas integrados validam a adoção desta prática agropecuária para implantação da ILPF desde pequenas propriedades até empreendimentos de maior escala.

A partir deste patamar, o pagamento por serviços ambientais prestados por estes sistemas, uma vez comprovados, garantiriam a consolidação desta forma de uso da terra tanto na Amazônia brasileira como em todo país.

2º Desafio: CONHECER O AMBIENTE (diagnósticos socioeconômicos, zoneamentos, etc.)

Os estudos de zoneamento são importantes ferramentas estratégicas de planejamento que auxiliam nas tomadas de decisão, facilitam o planejamento e a eficiência dos sistemas de produção. O conhecimento do ambiente deve considerar as formas de uso da terra, quantificando áreas de floresta, pastagem e agricultura, tipos de clima e solos, e além do meio físico, diagnósticos sócio-econômicos são necessários para controle dos espaços, permitindo uma divisão da área que estime a capacidade de expansão e a distribuição espacial das diferentes classes, visando conciliar o desenvolvimento econômico e social com a conservação ambiental.

É fundamental o zoneamento de áreas prioritárias e potenciais para sistemas integrados, tanto relacionados à aptidão agrícola, distribuição dos tipos de clima e classes de solo, como também para o desenvolvimento de sistemas integrados voltados para os principais produtos/ cadeias produtivas locais.

3º Desafio: LIDAR COM DIFERENTES TIPOLOGIAS DE COLABORADORES/ CLIENTES/PARCEIROS

O universo que envolve os sistemas integrados está além da complexidade de manejar lavouras, pastagem, animais e árvores na mesma área. Na Amazônia, existem realidades distintas para produtores em projetos de assentamento e colonização, ribeirinhos, pecuaristas, extrativistas, comunidades indígenas, pequenas áreas de assentamento com módulos de 10 a 15 hectares e polos agroflorestais, com áreas ainda menores. As tecnologias para reutilização de regiões alteradas devem ser adaptadas às condições ecológicas e ao perfil do produtor, permitindo o desenvolvimento econômico, o bem-estar da família e a conservação ambiental.

O perfil dos produtores e o nível tecnológico são determinantes no sucesso desses sistemas de produção. Médios e grandes produtores pecuaristas e agricultores apresentam diferentes graus de aptidão para a adotar sistemas de produção com variados graus de complexidade, como a integração lavoura-pecuária ou sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris. No contexto dos sistemas agroflorestais, também os pequenos produtores da agricultura familiar revelam potencial e aptidão para consórcios agroflorestais, fruticultura, roçado sustentável e pecuária leiteira.

“De maneira geral, as crescentes restrições aos desmatamentos e queimadas para a expansão das atividades agropecuárias, aliadas a um processo gradual de elevação da percepção e conscientização ambientais, parecem ser determinantes para ampliar a adoção de tecnologias alternativas sustentáveis” (OLIVEIRA et al., 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existe uma clara tendência à produção agropecuária e florestal na Amazônia cada vez mais alinhada à conservação de áreas naturais. A presidência da república sancionou em abril de 2013 a lei que institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Outros exemplos são o Programa Pro-Ambiente, a Operação Arco-Verde, o Programa ABC (Agricultura de Baixo Carbono), e outras iniciativas que fortalecem a intensificação de formas de uso da terra típicas dos sistemas integrados de produção, como os SAFs.

Nas unidades de referência tecnológica com sistemas ILPF na Amazônia, o envolvimento dos membros da equipe do projeto e dos produtores no preparo das áreas para o plantio e na implantação dos experimentos foi fundamental para atingir as metas programadas em cada período. A maioria dos experimentos, mantidos e manejados adequadamente já são áreas destinadas a visitas técnicas realizadas por extensionistas, técnicos em geral, alunos de graduação e pós-graduação e produtores interessados em implantar sistemas agrossilvipastoris e silvipastoris em suas propriedades. Além da obtenção dos resultados técnico/científicos, essas áreas apresentam-se como unidades de difusão e transferência de tecnologia na região.

Por fim, além do investimento em inovações tecnológicas; o conhecimento e monitoramento da diversidade de diversidade de clima, solos e dos perfis de produtores e demandas da sociedade; políticas de regularização fundiária; melhoria da infraestrutura de transporte e energia, de subsídio à aquisição de máquinas, implementos agrícolas e insumos agropecuários; e o apoio crescente à assistência técnica qualificada são essenciais para acelerar o processo de transição dos sistemas tradicionais para sistemas integrados de produção na Amazônia Legal.

Referências bibliográficas

- ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II: documentos Síntese – Escala 1:250.000**. Rio Branco: SEMA, 2006. 356p.
- ANDRADE, C. M. S.; FONTES, J.R.A.; OLIVEIRA, T.K. de; FARINATTI, L.H.E. **Reforma de pastagens com alta infestação de capim-navalha (*Paspalum virgatum*)**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2012. 14 p. (Embrapa Acre. Circular técnica, 64).
- ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. da C. Árvores de baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.) em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 574-582, 2002.
- ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F. **Síndrome da morte do capim-brizantão no Acre: características, causas e soluções tecnológicas**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2007. 41 p. (Embrapa Acre. Documentos, 105).
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Eds.). **Marco referencial integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011a. 132 p.
- BALBINO, L.C.; MARTÍNEZ, G.B.; GALERANI, P.R. (Eds.) **Ações de transferência de tecnologia para sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta 2007-2011**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011b. 52 p.
- BARCELLOS, A. O.; MEDRADO, M. J. S.; GRISE, M. M.; SKORUPA, L. A.; ROCHA, W. S. D. Base conceitual, sistemas e benefícios da ILPF. In: BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. p. 23-37.
- BENDAHAN, A.B.; MEDEIROS, R.D. de; VILARINHO, A.A.; BARBOSA, G.F. A descoberta da ILPF para aumento de produtividade no Estado de Roraima. In: FERNANDES, P.C.C.; MARTINEZ, G.B.; ALVES, L.W.R. (Eds.) **Integração lavoura-pecuária-floresta em plantio direto na Região Norte**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. p. 26-29.
- BOTELHO, S. A. Espaçamento. In: SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. p.381-405.
- CORDEIRO, L.A.M.; GALERANI, P.R.; DOSSA, D.; AMARAL, D.D. Plano nacional para consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura. **Revista Plantio Direto**, p. 14-17, Jan-Fev, 2011.
- CRAVO, M. da S.; CORTELETTI, J.; NOGUEIRA, O. L.; SMYTH, T.J.; Souza, B.D.L. **Sistema bragantino: agricultura sustentável para Amazônia**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 93 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 218)
- DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. de. **Pastagens no Trópico Úmido**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 30 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 241).
- DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 3. ed. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190 p.
- DIAS-FILHO, M.B.; FERREIRA, J.N. **Barreiras à adoção de sistemas silvipastoris no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 22p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos 347).
- DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M.; ANDERSON, A. B. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRAF, 1996. v. 1, 228 p.
- FATOS e números do Brasil florestal. São Paulo: SBS, 2008. Disponível em: www.ipef.br/estatisticas/relatorios/SBS-2005.pdf. Acesso em: 17 nov. 2009.
- FERNANDES, P.C.C.; MARTINEZ, G.B.; ALVES, L.W.R. (Eds.) **Integração lavoura-pecuária-floresta em plantio direto na Região Norte**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 30 p.
- FUJISAKA, S.; BELL, W.; THOMAS, N.; HURTADO, L. & CRAWFORD, E. Slash-and-burn agriculture, conversion to pasture, and deforestation in two Brazilian Amazon Colonies. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.59, n.1, p.115-130, 1996.
- FUJISAKA, S.; WHITE, D. Pasture or permanent crops after slash-and-burn cultivation? Land-use choice in three Amazon colonies. **Agroforestry Systems**, v.42, n.1, p.45-59, 1998
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 03 Set. 2012.
- LESSA, L. S.; OLIVEIRA, T. K. de; FURTADO, S. C.; LUZ, S. A. da; SANTOS, F. C. B. dos. Estabelecimento de espécies arbóreas nativas em unidades de observação de sistemas

- silvipastoris no Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 6., Campos de Goytacazes, 2006. **Resumos expandidos**. Rio de Janeiro: UENF, 2006.
- LUZ, S. A. **Atributos químicos do solo, produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* em sistema silvipastoril com *Samanea tubulosa* no Acre**. Rio Branco: UFAC, 2011. 64 f.
- LUZ, S. A.; OLIVEIRA, T. K. Taxa de acúmulo de matéria seca e proteína bruta de *Brachiaria brizantha* em sistema silvipastoril com *Samanea tubulosa*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8., 2011, Belém. **Anais...** Belém: SBSAF: Embrapa Amazônia Oriental: UFRA: CEPLAC: EMATER: ICRAF, 2011. 1 CD-ROM.
- MONTAGNINI, F. (Coord.). **Sistemas agroflorestais: principios y aplicaciones en los trópicos**. 2. ed. San José, CR: Organización para Estudios Tropicales, 1992. 622 p.
- NAIR, P. K. R. (Ed.) **Agroforestry systems in the tropics**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers: ICRAF, 1989. 664 p. (Forestry sciences).
- NUNES, P. C.; VIVAN, J. L. **Florestas, sistemas agroflorestais e seus serviços ambientais e econômicos em Juruena – MT**. Projeto Poço de Carbono Juruena. ADERJUR: Cuiabá – MT, 2011. 40 p.
- OLIVEIRA, T. K. de; AMARAL, E.F. do; VALENTIM, J.F.; LANI, J.L.; ARAÚJO, E.A. de; BARDALES, N.G. Práticas agrícolas sustentáveis para o Acre, **Revista Ação ambiental**, ano 12, n.42, mai-jun, 2009.
- OLIVEIRA, T. K. de; FURTADO, S. C.; ANDRADE, C. M. S. de; FRANKE, I. L. **Sugestões para implantação de sistemas silvipastoris**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2003. 28 p. (Embrapa Acre. Documentos, 84).
- OLIVEIRA, T.K. de; LUZ, S.A. da; SANTOS, F.C.B. dos; OLIVEIRA, T.C. de; LESSA, L.S. **Experiências com implantação de unidades de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2012. 43 p. (Embrapa Acre. Documentos, 126).
- OLIVEIRA, T. K. de; LUZ, S. A. da. Atributos químicos do solo em sistema silvipastoril com *Samanea tubulosa* no Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas: **Anais**. Uberlândia: UFU, 2011. 1 CD-ROM.
- PERIN; R.; SOUZA, J.N. Recuperação de pastagens degradadas no Estado do Amazonas pelo sistema ILPF. In: FERNANDES, P.C.C.; MARTINEZ, G.B.; ALVES, L.W.R. (Eds.) **Integração lavoura-pecuária-floresta em plantio direto na Região Norte**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. p. 17-19.
- SALTON, J.C. et al. Pesquisa, desenvolvimento e inovação em ILPF. In: BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Eds.). **Marco referencial integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. p. 91-102.
- SCHMITZ, H. A transição da agricultura itinerante na Amazônia para novos sistemas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, 2007. p. 46-49.
- SILVA, J. M. de A.; OLIVEIRA, T. K. de; FURTADO, S. C.; LESSA, L. S. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas em sistemas silvipastoris no Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 6., 2006, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Campo de Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Salvador: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2006. 1 CD-ROM.
- SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA. Amazônia Legal. Disponível em: <http://www.sudam.gov.br/amazonia-legal>. Acesso em: 15 maio. 2009.
- TITO, M. R.; NUNES, P. C.; VIVAN, J. L. **Desenvolvimento agroflorestal no noroeste de Mato Grosso: dez anos contribuindo para a conservação e uso das florestas**. Resultados do Componente Agroflorestal do Projeto BRA/00/G31. -- 1. ed. -- Brasília, Brasil. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Secretaria de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso (Sema/MT) e Centro Mundial Agroflorestal (ICRAF). Projeto Promoção da Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade nas Florestas de Fronteira do Noroeste de Mato Grosso (BRA/00/G31), 2011. 134 p.
- UTUMI, M.M.; GODINHO, V. de P.C.; TOWNSEND, C.R.; OLIVEIRA, S.J. de M.; BROGIN, R.L.; MEDEIROS, D.N. Do cerrado à floresta: diferentes realidades para a ILPF em Rondônia. In: FERNANDES, P.C.C.; MARTINEZ, G.B.; ALVES, L.W.R. (Eds.) **Integração lavoura-pecuária-floresta em plantio direto na Região Norte**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. p. 23-25.

- VALE, R. S. do; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; MORI, F. A.; MORAIS, A. R. de. Efeito da desrama artificial na qualidade da madeira de clones de eucalipto em sistema agrossilvipastoril. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 285-297, maio/jun. 2002.
- VALENTIM, J. F.; AMARAL, E. F.; MELO, A. W. F. **Zoneamento de risco edáfico atual e potencial de morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* no Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 28 p. (Embrapa Acre. Boletim de Pesquisa, 29).
- VALENTIM, J.F.; ANDRADE, C.M.S. Tendências e perspectivas da pecuária bovina na Amazônia Legal brasileira. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 4, n. 8, jan./jun., 2009. p. 9-32.
- VEIGA, J.B. da; ALVES, C.P.; MARQUES, L.C.T.; VEIGA, D.F. da. **Sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 62p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 56).

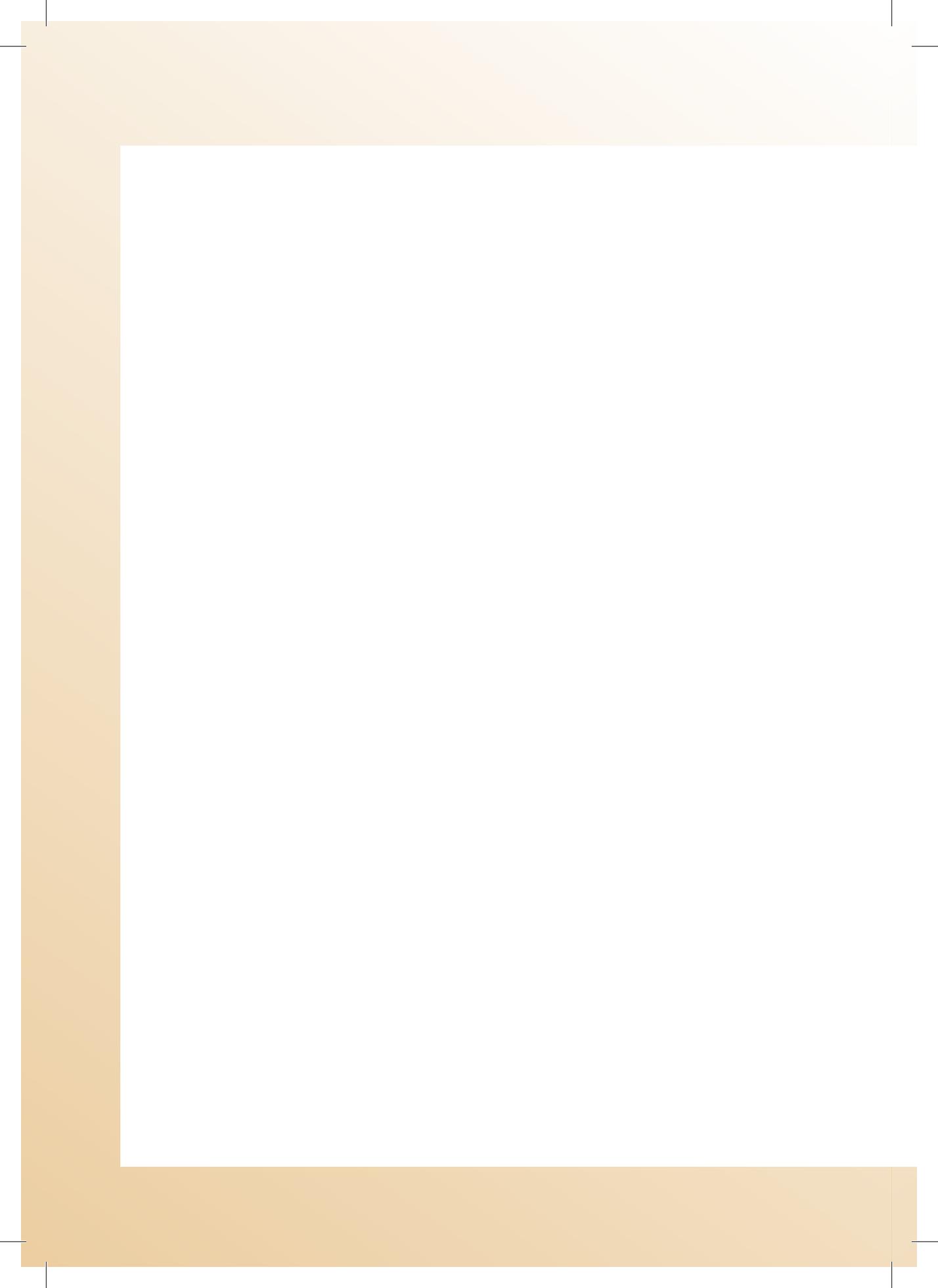


5

CAPÍTULO

Emissão de gases de efeito estufa em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

*Roberto Giolo de Almeida
Sérgio Raposo de Medeiros*



INTRODUÇÃO

No Brasil, a agropecuária contribui com cerca de 22% das emissões antrópicas de gases de efeito estufa (GEEs), entretanto, se forem somadas as emissões provenientes do setor “mudança no uso da terra e florestas”, esse percentual sobe para cerca de 80% (Brasil, 2009) e o Brasil passa a ser o quinto maior emissor de GEEs do mundo, sendo um desafio para o desenvolvimento de mecanismos de mitigação.

A pecuária, em especial a bovinocultura de corte brasileira, destaca-se no cenário mundial por apresentar o primeiro rebanho com fins comerciais, levando o país à condição de maior exportador de carne, com amplas possibilidades de crescimento em termos de terras ainda disponíveis, de acordo com a legislação nacional, e de melhoria nos processos produtivos. Essa posição gera certo desconforto para os outros atores do mercado internacional da carne (bovina), que têm imposto barreiras não tarifárias ao produto brasileiro, ainda no início da década atual. Embargos à carne brasileira, que antigamente eram decorrentes de barreiras sanitárias, atualmente, podem considerar um contexto ambiental, incluindo a discussão sobre desmatamento, ineficiência do uso da terra por sistemas pecuários e emissão de GEEs (STEINFELD et al., 2006).

Nesse sentido, a melhoria dos fatores e processos de produção e dos produtos da pecuária influencia diretamente na mitigação da emissão de GEEs.

Corroborando com isso o estudo de Barioni et al. (2007), sobre as emissões de metano pela pecuária de corte brasileira, no período de 2007 a 2025. As projeções desses autores indicam substancial melhoria na eficiência de produção de carne, com aumentos de 7,4% no rebanho nacional e de 29,3% no número de abates, proporcionando um aumento de 25,4% na produção de carne e de apenas 2,9% na emissão de metano, refletindo em uma diminuição de 18% na emissão de metano por unidade de carne produzida.

Projeções de E. Assad e H. S. Pinto para a pecuária brasileira, compiladas por Deconto (2008), indicam que um aumento de temperatura da ordem de 3°C (aumento médio previsto pelo IPCC até 2100) pode causar a perda de até 25% da capacidade de suporte das pastagens para bovinos de corte, o que equivale a um aumento de custo de produção de 20% a 45%, e que essa perda de área deve ocorrer, principalmente, por causa do aumento de 30 a 50 dias do período sazonal de seca nas áreas hoje aptas para pastagens.

Essas projeções reforçam a necessidade de pesquisas voltadas ao estudo de sistemas pecuários adaptados aos cenários de mudanças climáticas, envolvendo: qualidade de forrageiras quanto à degradabilidade ruminal e à produção de GEEs, estratégias de suplementação animal em pastejo, manejo das pastagens, pastos consorciados, recuperação de pastagens degradadas e sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

ESTUDOS BRASILEIROS SOBRE EMISSÕES DE GEEs NA PECUÁRIA

De modo geral, as estimativas de emissões de GEEs da agropecuária apresentam mais incertezas do que as dos demais setores, em decorrência da maior complexidade dos sistemas de produção, sendo que na pecuária essas incertezas são ainda maiores, por envolver o componente animal.

No Brasil, ainda existem poucos estudos realizados com animais. Na Tabela 1, ampliada de Berndt (2010), encontra-se um resumo sobre emissões de metano em gado de corte no Brasil, envolvendo estudos com animais em confinamento (BERCHIELLI et al., 2003; PEDREIRA et al., 2004; NASCIMENTO, 2007; OLIVEIRA et al., 2007; POSSENTI et al., 2008), em pastejo (DEMARCHI et al., 2003a; 2003b; CANESIN et al., 2007; 2009; FONTES et al., 2011), e em sistemas integrados (ESTEVES et al., 2012). Alguns estudos com gado de leite também foram conduzidos no Brasil, por Primavesi et al. (2004a) e Pedreira et al. (2009).

Em um dos poucos estudos sobre a emissão de metano em sistemas integrados no Brasil, Esteves et al. (2012), avaliando bovinos de corte criados a pasto, em sistema de ILP, e terminados em confinamento, observaram média de emissão de 40,3 kg/animal/ano de metano, durante três anos de período experimental, indicando que os animais com maiores ganhos diários de peso podem emitir menores quantidades de metano.

Esses estudos, além de pioneiros, são de grande relevância por terem levantado dados divergentes dos valores de referência do IPCC (2006), contribuindo para estimativas mais realistas da pecuária brasileira. O valor de referência (*tier 1*) do IPCC (2006) para emissão de metano entérico de gado de corte, na América Latina, é de 56 kg/animal/ano, valor acima da média apresentada na Tabela 1, de 48,8 kg/animal/ano. Entretanto, o ganho de peso vivo médio das observações (0,366 kg/animal/dia) resulta em 4,5 arrobas/ha contra 3 arrobas/ha da média brasileira, sendo necessários mais estudos para avaliar os diferentes sistemas pecuários brasileiros, como por exemplo, os rebanhos de cria.

A principal fonte de metano da bovinocultura brasileira é a fermentação entérica dos animais, sendo que as emissões oriundas da decomposição das dejeções em pastagens são pequenas; essas fontes correspondem a 62,5% e a 1,6% das emissões antrópicas desse gás, respectivamente (Brasil, 2009). Estudos com ruminantes demonstram que a emissão de

TABELA 1.
Resultados de emissão de metano (CH₄) obtidos com gado de corte em estudos realizados no Brasil.

	PESO VIVO (kg)	GANHO DE PESO (kg/d)	FATOR DE EMISSÃO (kg CH ₄ /ANO)	PERDA DE ENERGIA (%EBI)	TRATAMENTOS
	318	0,340	33,0	5,0	<i>B. brizantha</i> (inverno)
	333	0,410	34,0	6,3	<i>B. brizantha</i> (primavera)
	411	0,540	59,0	9,1	<i>B. brizantha</i> (verão)
	438	0,410	63,0	6,6	<i>B. brizantha</i> (outono)
Média	375	0,425	47,3	6,8	Fonte: Demarchi et al. (2003a; 2003b)
	467	0,270	46,0	7,3	100% silagem de sorgo
	459	0,330	55,0	6,2	70% silagem de sorgo + 30% concentrado
	456	0,310	51,0	5,4	40% silagem de sorgo + 60% concentrado
Média	461	0,303	50,7	6,3	Fonte: Berchielli et al. (2003); Pedreira et al. (2004)
	216	0,220	18,0	4,0	Silagem de sorgo + 1,2% ureia
	214	0,320	25,0	3,5	Silagem de sorgo + 60% concentrado
Média	215	0,270	21,5	3,8	Fonte: Oliveira et al. (2007)
	402	0,330	49,0	6,2	Feno de braquiária com 15 dias de maturação
	402	0,330	49,0	7,4	Feno de braquiária com 45 dias de maturação
	402	0,340	50,0	9,0	Feno de braquiária com 90 dias de maturação
Média	402	0,333	49,3	7,5	Fonte: Nascimento (2007)

► **TABELA 1. (continuação)**
Resultados de emissão de metano (CH₄) obtidos com gado de corte em estudos realizados no Brasil.

	PESO VIVO (kg)	GANHO DE PESO (kg/d)	FATOR DE EMISSÃO (kg CH ₄ /ANO)	PERDA DE ENERGIA (%EBI)	TRATAMENTOS
	800	0,170	51,0	5,8	Fenos (80% coast-cross + 20% leucena)
	800	0,160	48,0	5,5	Fenos (50% coast-cross + 50% leucena)
	800	0,200	57,0	6,4	Fenos (80% coast-cross + 20% leuc.) + levedura
	800	0,160	46,0	5,1	Fenos (50% coast-cross + 50% leuc.) + levedura
Média	800	0,180	50,5	5,7	Fonte: Possenti et al. (2008)
	338	0,820	82,5	10,0	<i>B. brizantha</i> + suplemento diário
	338	0,610	92,5	9,5	<i>B. brizantha</i> + suplemento em dias úteis
	338	0,580	92,2	11,8	<i>B. brizantha</i> + suplemento em dias alternados
Média	338	0,670	89,1	10,4	Fonte: Canesin et al. (2007; 2009)
	200	0,200	41,1	-	<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça
	200	0,560	42,1	-	Mombaça + suplemento proteico/energético
Média	200	0,380	41,6	-	Fonte: Fontes et al. (2011)
Média	-	-	40,3	-	ILP e confinamento. Fonte: Esteves et al. (2012)
Média geral		0,366	48,8		kg CH₄/ animal/ano

Fonte: Ampliado de Berndt (2010).

metano depende da quantidade de alimento ingerido e da qualidade da dieta, sendo que, geralmente, dietas com elevada digestibilidade proporcionam maior consumo com menor emissão de metano por unidade de alimento ingerido do que dietas de baixa qualidade (PEDREIRA et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2007).

Nesse sentido, o desenvolvimento de estratégias para elevar o valor nutritivo da dieta de bovinos deve ser uma demanda da pesquisa, visando à mitigação da emissão de GEEs.

No Brasil, têm sido realizados estudos aplicados envolvendo o uso de forrageiras contendo taninos em dietas para bovinos, especialmente, leguminosas e sorgo (Berchielli et al., 2003; Vitti et al., 2005; Possenti et al., 2008), e o uso de aditivos como ionóforos, probióticos, óleos e gorduras (Franco e Ribeiro, 2009), demonstrando o potencial dessas estratégias na redução da emissão de metano, melhoria no padrão de fermentação ruminal e na eficiência energética do animal. O estudo destas alternativas de modificadores ruminais é bastante válido, mas deve-se ter em mente que a redução de metano proporcionada, muitas vezes, é transiente (Bodas et al., 2012). Portanto, além de trabalhos de longa duração, seria interessante testes com rotação de princípios ativos.

Também, estudos têm demonstrado os benefícios de pastos consorciados e da suplementação alimentar na melhoria da qualidade da dieta e na produtividade animal (EUCLIDES et al., 2001; ALMEIDA et al., 2002), elevando os índices zootécnicos, como a redução na idade de abate, contribuindo para mitigação da emissão de GEEs.

Quanto ao óxido nitroso, as dejeções de bovinos em pastagens são responsáveis por 39,4% das emissões antrópicas desse GEE (Brasil, 2009), sendo que as perdas de N pela urina são maiores do que pelas fezes (FERREIRA, 1995). As emissões de óxido nitroso são influenciadas pela distribuição das dejeções, pelo manejo de fertilizantes nitrogenados e pelas características do solo (LIMA, 2006), sendo que o padrão de distribuição das dejeções nas pastagens (BRAZ et al., 2003; FERREIRA et al., 2004; MARCHESIN, 2005) dificulta a obtenção de estimativas de emissão mais precisas.

Lessa et al. (2012), em estudos preliminares, indicaram que o fator de emissão de N de excretas de bovinos em pastagens extensivas no Cerrado seria de 0,5 a 0,7% em comparação ao valor de referência do IPCC (2006), que é de 2%.

Existe um número razoável de estudos sobre ecossistemas de pastagens nos biomas Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, considerando os estoques de carbono no solo em comparação à vegetação nativa, indicando que, de modo geral, solos sob pastagens bem manejadas e sob sistemas de ILP podem acumular carbono em níveis semelhantes ou superiores à vegetação nativa e que a degradação das pastagens promove perda do carbono acumulado (CERRI et al., 2006; JANTALIA et al., 2006; MACEDO et al., 2012). Além disso, Fisher et al. (2007), em revisão de estudos sobre carbono no solo em pastagens introduzidas

nas regiões savânicas de Brasil e Colômbia no período de 1998 a 2004, observaram que as taxas de deposição de liteira eram subestimadas e, conseqüentemente, a produtividade primária líquida e o potencial de mitigação da emissão de GEEs.

Em 2009, na Conferência das Partes (COP-15) sobre mudança do clima que ocorreu em Copenhague, na Dinamarca, o Brasil se destacou com avançadas propostas voluntárias de “Ações de Mitigação Nacionalmente Adequadas” (NAMAs, da sigla em inglês), com as seguintes metas para 2020, para o “setor agropecuária”: reduções de 83 a 104 Mt de CO₂eq com recuperação de pastagens, de 18 a 22 Mt de CO₂eq com integração lavoura-pecuária-floresta, de 16 a 20 Mt de CO₂eq com plantio direto e de 16 a 20 Mt de CO₂eq com fixação biológica de N (Brasil, 2010).

De acordo com estudo de Cerri et al. (2010), essas metas são passíveis de serem atingidas com as tecnologias disponíveis atualmente, sendo que investimentos governamentais são essenciais para orientar o setor. A partir disto, em 2010, o governo brasileiro instituiu o Programa para Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Programa ABC), por meio do qual são destinados recursos para financiar práticas adequadas, tecnologias adaptadas e sistemas produtivos eficientes que contribuam para a mitigação da emissão de GEEs na agropecuária (Brasil, 2010).

O Brasil não possui estudos sobre o ciclo de vida da carne bovina, entretanto, a Suécia (CEDERBERG et al., 2009) e o Reino Unido (Defra, 2008) desenvolveram seus próprios estudos a respeito da pecuária brasileira.

Há carência de informações sobre emissões por fermentação entérica dos animais em pastejo e sobre o impacto potencial de estratégias de manejo.

São necessárias padronizações metodológicas para estudos referentes ao sistema solo-atmosfera (COSTA et al., 2006) e ao componente animal (PRIMAVESI et al., 2004b; BERNDT et al., 2009), em consonância com as orientações do IPCC (1996; 2006), e mais pesquisas de avaliação do balanço de carbono e de nitrogênio dos principais sistemas pecuários, por bioma.

Neste sentido, em 2011, a Embrapa e seus parceiros, nacionais e internacionais, criaram a Rede Pecus (www.cppse.embrapa.br/redepecus/), uma rede de pesquisa para estudos científicos de sistemas pecuários integrados, com melhores técnicas de manejo em relação às empregadas em sistemas convencionais, visando redução de emissões e remoção de GEEs da atmosfera, para embasar políticas governamentais voltadas ao desenvolvimento do setor, em âmbito nacional.

Entretanto, ainda são necessários esforços no levantamento de dados censitários oficiais mais abrangentes, envolvendo não só os efetivos dos rebanhos por categoria animal, como dados sobre sistemas de produção e sobre a área, as espécies e a condição das pastagens. Esses levantamentos devem ser apresentados em menor intervalo de tempo que os atuais, para melhor aproximação das estimativas de emissões de GEEs, nos próximos inventários brasileiros.

Esses conhecimentos técnico-científicos são de importância estratégica para o Brasil, pois contribuirão para um melhor entendimento e conscientização da sociedade brasileira sobre o manejo adequado dos sistemas pecuários e seus benefícios em termos ambientais, econômicos e sociais, e servirão de base para o posicionamento do país frente aos questionamentos internacionais e às possíveis iniciativas de embargos ao produto nacional.

O BRASIL NO CONTEXTO MUNDIAL DAS EMISSÕES DE GEES

Um estudo realizado por pesquisadores europeus (SCHIMDINGER e STHEFEST, 2012) serve como exemplo de concepções erradas sobre a pecuária brasileira e nosso ambiente.

Estes autores sugerem incluir na contabilidade de fluxos de GEEs da pecuária uma novidade criada por eles, a qual deram o nome de *dreno de carbono potencial perdido*. Esta nova figura nos fluxos de GEEs seria o carbono da vegetação natural que retornaria a área em que se produz carne, caso ela fosse vedada. A justificativa seria que há necessidade premente na redução da concentração de carbono na atmosfera e que isso daria uma ideia melhor aos consumidores ao fazerem suas escolhas. Segundo as estimativas destes autores, considerando os *drenos perdidos de carbono*, o índice de emissão do Brasil passaria de 59,0 kg de CO₂eq/kg carne para 335,1 kg de CO₂eq/kg carne.

Além de não considerar o impacto ao ambiente da necessidade de substituir as cerca de 57 milhões de toneladas de equivalente-carcaça produzidas atualmente, pode-se apontar também outras sérias incongruências neste estudo. Uma das mais grosseiras foi considerar que a produção média brasileira por hectare e a área destinada à pecuária permaneceria a mesma nos próximos 30 ou 100 anos. O fato de se ter aumentado a quantidade produzida de 1950 à 2006 em 535%, tendo como contrapartida apenas 47% de aumento na área de pastagem, dá uma ideia de quão errada é essa premissa. Entre 1975 e 2006, conforme dados dos Censos Agropecuários do IBGE, houve uma redução na área de pastagens de mais de 5 milhões de hectares e a perspectiva, segundo Ferraz (2008), é que a redução se acentue nos próximos anos.

Outra grave distorção foi que, ao fazerem as contas de quanto carbono se acumularia caso as pastagens fossem vedadas, afirmaram que obteriam valores de acúmulo de carbono entre 110-136 t C/ha, ou seja, quase 80% da média do que se encontra na floresta tropical, como a Floresta Amazônica (151 t C/ha). Para o Cerrado, bioma em que se concentra a maior parte do nosso rebanho, o valor médio é de 67 t C/ha, ou seja, praticamente metade do valor considerado.

Todavia, o maior erro foi penalizar nossa pecuária pelo seu maior mérito: o baixo uso de insumos, que implica em baixo impacto ambiental. Ainda assim, deve-se considerar que o trabalho foi baseado em Análises

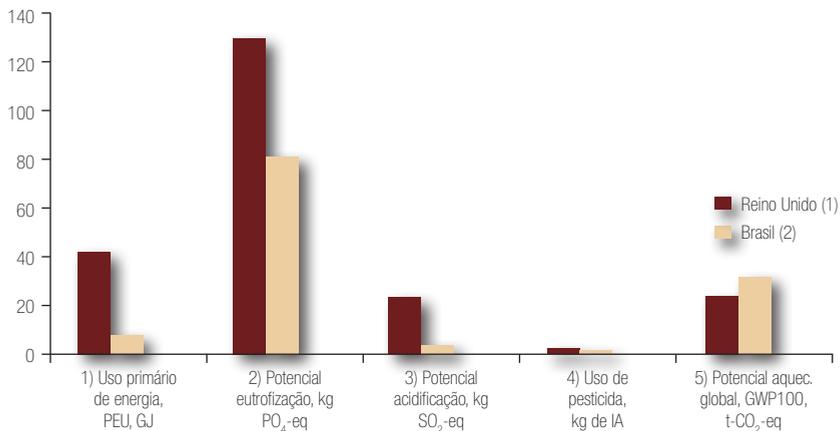
de Ciclo de Vida (ACV), que tenta levar em consideração a totalidade de geração de GEEs na cadeia de produção até o consumo (pré-porteira até pós-porteira).

Foi a partir de um estudo de ACV, comparando o impacto ambiental de 1 tonelada de carne produzida no Brasil ou no Reino Unido (Defra, 2008), que primeiro chamou a atenção de como a problemática do aquecimento global é, na verdade, uma grande oportunidade para alcançarmos um novo patamar na nossa pecuária.

Na Figura 1, pode-se observar cinco itens importantes de impacto ambiental de atividades agropecuárias, sendo desejável os menores valores possíveis em cada um deles. Nos quatro primeiros itens, a produção de carne bovina no Brasil leva imensa vantagem sobre a do Reino Unido, reflexo da menor necessidade de insumos, incluindo seis vezes menos energia primária. No último, exatamente o relacionado ao aquecimento global, o Brasil se sai pior. A razão apontada nesse relatório britânico para explicar esse resultado é que temos índices de produtividade muito baixos.

O grande problema é o metano produzido por animais com baixas taxas de ganho de peso (ou perdendo peso na seca), por vacas vazias, seja por falha na reconcepção ou pela demora das novilhas entrarem em produção, que seria uma produção em vão, sem contrapartida de produção de carne e leite. Produzimos, assim, muito metano por quilograma de carne ou de leite produzido.

Quanto maior o nível de produção, menor a porcentagem da energia que é perdida como metano. Na Tabela 1, isso fica bem claro. Basta examinar a coluna de perda de energia, em porcentagem da energia bruta ingerida (% EBI) para constatar isso. É que ocorre uma diluição, semelhante a que ocorre com a exigência de energia de manutenção, ou



► **FIGURA 1.** Índices de impacto ambiental na produção de carne bovina no Reino Unido (barras vermelhas) e no Brasil (barras amarelas). Adaptado de Defra (2008).

seja, há uma produção basal de metano, mesmo quando o animal não está ganhando peso, que é diluída à medida que se aumenta o ganho.

É consenso entre os técnicos que, apenas com a recuperação das pastagens degradadas e melhor manejo das pastagens, a produção brasileira por área poderia dobrar dos atuais 0,8-1,0 UA/ha. Um benefício adicional da recuperação de pastagens degradadas e do manejo adequado das pastagens é que há sequestro de carbono pelas pastagens no solo, em função do crescimento radicular que é um dos drenos de carbono com grande potencial no Brasil. Outras tecnologias simples, como suplementação estratégica, podem aumentar significativamente a produtividade. Enfim, com baixo impacto ambiental, temos chance de reduzir muito o potencial de aquecimento global. Portanto, bem ao contrário de reduzir nossa produção, temos que intensificá-la, apenas com o cuidado de fazer de forma mais eficiente do que hoje. Neste contexto, o uso de sistemas integrados de produção, seja na integração lavoura-pecuária (ILP), em sistemas silvipastoris ou na integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), pode aumentar enormemente a eficiência na produção de carne brasileira, com menor emissão de GEEs por unidade de produto.

PRODUÇÃO ANIMAL EM SISTEMAS INTEGRADOS E A EMISSÃO DE GEEs

Estudos com diversas variações de sistemas integrados demonstram que a inclusão do componente florestal propicia benefícios de ordem ambiental e socioeconômica, que refletem em melhoria na eficiência do uso da terra (CARVALHO et al., 2001a; MACEDO, 2009; ALMEIDA, 2010), entretanto, são os impactos positivos em variáveis microclimáticas e no sequestro de carbono que ampliam as possibilidades de uso desses sistemas em cenários de mudanças climáticas.

No entanto, sistemas agroflorestais (SAF's), geralmente, são entendidos como sistemas multiespécies, mais complexos e diversificados do que sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), abordados neste trabalho, que integram pelo menos dois dos três componentes nos moldes de uma agricultura mecanizada (tratorizada ou animal), com rotação de lavouras e pastagens em associação ao sistema plantio direto (MACEDO 2010).

Sistemas pastoris com 250 a 350 árvores de eucalipto/ha, para corte aos oito a doze anos de idade, são capazes de produzir 25 m³/ha/ano de madeira (OFUGI et al., 2008), o que corresponde a um sequestro anual de cerca de 5 t/ha de C ou 18 t/ha de CO₂eq. Este valor equivaleria à neutralização da emissão de GEEs de cerca de 12 bovinos adultos/ha/ano. Considerando que a taxa de lotação média das pastagens brasileiras é de 1,2 animal/ha, fica evidente a relevância desses sistemas na remoção de GEEs da atmosfera e na melhoria das condições ambientais de sistemas pecuários.

► **TABELA 2.**

Valores de proteína bruta (g/kg de MS) obtidos em coleta total (corte rente ao solo) e por simulação de pastejo, e a diferença percentual entre elas, para *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Tanzânia, em quatro meses do ano.

	JANEIRO	MARÇO	JULHO	OUTUBRO
<i>Brachiaria decumbens</i>				
Coleta total (g/kg)	90	70	50	60
Pastejo simulado (g/kg)	110	90	70	110
Diferença (%)	22	29	40	83
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu				
Coleta total (g/kg)	80	60	50	60
Pastejo simulado (g/kg)	110	90	70	120
Diferença (%)	38	50	40	100
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia				
Coleta total (g/kg)	100	80	60	80
Pastejo simulado (g/kg)	130	110	80	130
Diferença (%)	30	38	33	63

Fonte: Adaptado de Euclides e Medeiros (2005).

Pastagens em sistemas integrados apresentam, pelo menos, duas características mais favoráveis do que as pastagens convencionais para a nutrição animal: maior disponibilidade de matéria seca e maior valor nutricional da forragem consumida. A principal diferença é a maior disponibilidade de forragem, uma vez que há melhor fertilidade do solo por conta do residual de adubação das lavouras. A maior disponibilidade, por sua vez, permite uma maior seleção pelos animais das partes mais nutritivas das plantas, o que explica a melhora da qualidade do alimento ingerido.

Na Tabela 2, pode-se observar o efeito da seleção do animal sobre o aumento no teor de proteína. A diferença entre o valor da coleta total, feita próxima ao solo, e o que o animal consome após seleção, pode ser de até 100% maior para a amostra selecionada pelo animal, como no caso de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em outubro. Mesmo a menor diferença, para *B. decumbens*, em janeiro, ainda é de 22%. O importante é notar como a seleção das partes mais nutritivas das forrageiras

melhora o aporte de nutrientes e, portanto, ajuda na obtenção de melhores desempenhos.

Outro aspecto, que certas vezes pode ser ainda mais determinante no consumo, é a arquitetura do dossel. Assim, um animal pode apresentar maior nível de consumo em uma pastagem cuja estrutura do dossel é mais densa do que teria em outra que tenha uma estrutura espacial menos densa, mesmo que está última tenha melhor valor nutritivo. Isso ocorre, pois, a primeira facilita a apreensão da forragem pelo animal e, portanto, favorece um maior tamanho do bocado. Tamanho do bocado pequeno tem forte correlação com baixo consumo, apesar de poder ser eventualmente compensado por maior tempo de pastejo (CARVALHO et al., 2001b).

Esse aspecto de densidade do dossel pode ser uma preocupação especialmente no caso das plantas forrageiras que crescem mais tempo sob a projeção da sombra nos sistemas silvipastoris, uma vez que a resposta de qualquer planta à menor disponibilidade de luz é o estiolamento, como identificado em sistemas silvipastoris com intenso sombreamento (SOUSA et al., 2007). O fato é que qualquer alongamento do colmo reduz a densidade do dossel que é negativamente correlacionada com ingestão da forragem. O mais importante nesta questão é identificar que a eficiência de colheita da forragem pelo animal pode influir na eficiência de ganho individual, fato chave para reduzir o índice de emissão de GEEs no sistema.

Por outro lado, não se deve considerar apenas o animal individualmente, pois maiores ganhos por área podem compensar o menor ganho individual. Assim, se a lotação for alterada, de forma que a pressão de pastejo entre os dois sistemas (pecuária em sistemas integrados × pecuária convencional) seja igual, seria de esperar que o desempenho dos animais nas duas pastagens fosse semelhante. Todavia, a produção de carne por área seria maior na pastagem do sistema integrado. Com relação à produção de metano por quilograma de carne produzida, na hipótese de se considerar um fator de emissão fixo, sempre o aumento de produção por área seria mais interessante. O fato é que, quando há maior a digestibilidade da dieta, há também menor produção de metano por quilograma de matéria seca ingerida (ABBERTON et al. 2007; BERNDT, 2010). Dessa forma pode haver, teoricamente, um ponto em que há o mesmo valor de metano por quilograma de carne produzida: para uma lotação menor com maior ganho (e menor emissão por quilograma de matéria seca ingerida), e para uma lotação maior e maior produção por área (mas com maior emissão por quilograma de matéria seca ingerida). Isto é, mesmo com uma maior produção de metano por quilograma de matéria seca ingerida na situação de maior lotação, como a produção por área é maior, a produção de metano por quilograma de carne produzida seria a mesma que a da situação de menor lotação, cuja menor produção de carne por área teria anulada a vantagem da menor produção individual de metano por quilograma de matéria seca ingerida. Na verdade,

com o conhecimento atual, ainda não é possível identificar o ponto ótimo variando lotação e desempenho individual, mas, seja qual for o caso, a busca é por maior eficiência e, imperativamente, não é possível dissociar esses índices técnicos das questões econômicas. Assim, mesmo que exista um modelo que permita identificar uma lotação hipotética de 6 cabeças/ha com ganho de 0,2 kg/cabeça/dia, isso seria inviável do ponto de vista econômico, pois os animais seriam abatidos com 4 ou 5 anos. Nesse sentido, a tendência é por uma composição entre lotação que permita um bom manejo visando a longevidade da pastagem e ganhos que permitam o abate do animal com, no máximo, três anos. Esse objetivo é plenamente possível com a lotação de 1 a 2 UA/ha e suplementação estratégica na seca.

No caso de sistemas integrados com a inclusão do componente florestal (ILPF), observa-se que há melhor valor nutritivo da forragem, mas associada a uma menor taxa de acúmulo.

No que diz respeito ao valor nutritivo das gramíneas em sombreamento, aquelas entre as fileiras de árvores apresentam teores de proteína bruta 15 a 40% maiores que em pastagens em sol pleno, além de maiores valores de digestibilidade (SOUSA et al., 2007; MOREIRA et al., 2009; BEHLING NETO et al., 2012). Apesar da hipótese de que as necessidades proteicas do animal neste tipo de sistema podem ser mais facilmente atendidas pela própria pastagem e, conseqüentemente, os níveis de suplementação proteica podem ser menores, deve-se considerar que esse aumento é apenas nas plantas sombreadas e que há os efeitos de menor disponibilidade e, eventualmente, menor densidade do dossel a contrabalancear esse aumento de valor nutritivo. Assim, fica evidente a necessidade de mais dados de desempenho animal e com comparações entre os sistemas integrados e os convencionais.

Paciullo et al. (2011), comparando locais de maior e menor sombreamento por fileiras de árvores compostas principalmente de *Acacia mangium* e *Eucalyptus grandis* relataram diferenças no número de perfilhos e na massa de forragem verde de *Brachiaria decumbens* de aproximadamente 15%. Behling Neto et al. (2012) observaram diferenças de aproximadamente 50% na disponibilidade média anual de matéria seca verde de capim-piatã entre sistemas de ILP e ILPF. Estes resultados indicam que a capacidade de suporte para determinados sistemas integrados com árvores (ILPF) é menor do que para sistemas integrados em que não há sombreamento (ILP).

Do ponto de vista econômico, entretanto, Costa et al. (2012) avaliaram dois sistemas de ILPF com eucalipto, em comparação a um sistema de ILP, e chegaram às seguintes conclusões sobre os sistemas de ILPF: (1) exigem maior investimento para implantação, o que pode ser uma barreira à adoção desses sistemas; (2) apresentam, por vezes, fluxo de caixa líquido negativo, dada a esperada queda na produção de carne em virtude do componente florestal; (3) o perfil de longo prazo desses sistemas, que inclui significativas receitas geradas pelo componente florestal, resulta em alto retorno para o capital investido.

Por fim, os sistemas silvipastoris têm como um de seus maiores trunfos o aumento do bem-estar animal, pela provisão de sombra. Além do aspecto de possibilitar ao animal a opção de se proteger (de altas e baixas temperaturas, e do vento), por aumentar o conforto, ajuda na obtenção de uma melhor produção. Quando o animal fica sujeito a temperaturas superiores a sua tolerância, a primeira resposta é a redução da ingestão de matéria seca (VAN SOEST, 1994), com conseqüente diminuição da produção. Evidentemente, haverá tanto maior benefício na oferta de sombra quanto mais quente for o clima do local em questão.

A sugestão de Fox et al. (2000) é que em locais com temperaturas médias superiores à 35°C a redução de consumo de matéria seca esperada seria de 40%. No caso dos ruminantes, mesmo que sob temperaturas muito altas durante o dia, havendo temperaturas amenas durante a noite, ou seja, o resfriamento noturno, estes chegam a compensar até 90% do consumo de um animal semelhante em situação de conforto térmico.

Entretanto, para locais de clima mais frio, como o Estado do Paraná, Ribaski et al. (2012) comentam que, particularmente em propriedades com pecuária de corte, o principal fator de adoção de sistemas silvipastoris está ligado aos efeitos benéficos das árvores sobre as pastagens, notadamente no inverno.

De maneira geral, percebe-se a necessidade de mais estudos para avaliação técnica e econômica do efeito de diferentes arranjos do componente florestal em sistemas integrados sobre a produtividade animal e vegetal, e o potencial de geração de serviços ambientais, inclusive mitigação da emissão de GEEs, em diferentes sistemas de produção e nos diferentes biomas brasileiros.

OUTRAS OPORTUNIDADES DE MITIGAÇÃO DA EMISSÃO DE GEES EM SISTEMAS INTEGRADOS

Aproveitamento de palhada e de resíduos pós-colheita

O pastejo de restos culturais é uma alternativa que pode ajudar a reduzir a emissão de GEEs, uma vez que, além de ser um aproveitamento adicional, dispensa custos com estocagem e distribuição.

Os restos culturais mais comuns para pastejo em sistemas de integração são as palhadas de milho, sorgo e milheto.

Bons resultados têm sido obtidos com a colocação de animais em áreas de lavoura logo após a colheita. Segundo Gutierrez-Ornelas e Klopfenstein (1991), os grãos residuais nas espigas após a colheita são a maior fonte de nutrientes dos restos culturais do milho. Estima-se uma proporção de 2 a 8 g de grão de milho para cada 100 g de restos culturais. Em algumas situações eles chegam a ser 100% consumidos nos primeiros 21 dias de pastejo (RUSSEL et al., 1993), dispensando a suplementação neste período.

Apesar do valor nutritivo de restos culturais ser baixo, seu uso pode ser melhorado com suplementação estratégica, sendo particularmente importante a correção dos baixos valores de proteína bruta das palhadas. O pastejo de restos culturais demanda infraestrutura como cercas e fornecimento de água. Para reduzir esses custos, pode-se usar cerca elétrica e “centros de manejo” para o fornecimento de água e suplementos.

Sistemas integrados e confinamento

A produção de culturas agrícolas na ILP oferece a oportunidade de uso de resíduos de beneficiamento dos grãos, que têm valor nutricional menor do que os grãos, mas podem ser interessantes em função do custo por unidade de nutriente. Os desafios no uso de resíduos são: (1) a grande variação quanto ao seu valor nutritivo, sendo imprescindível fazer a análise bromatológica; (2) umidade acima de 15% que facilita o desenvolvimento de microrganismos e dificulta a conservação; e (3) em função da umidade, o possível desenvolvimento de fungos e consequente produção de micotoxinas que podem resultar em queda no desempenho até a morte do animal (MEDEIROS E GOMES, 2012).

Outra atividade que pode ser incorporada, de forma mais vantajosa, ainda em sistemas integrados, é o confinamento. Dados de trabalhos recentes têm mostrado que o confinamento é uma das mais eficientes ferramentas para reduzir a emissão de metano por quilograma de carne (BERNDT, 2010; CAPPER E BAUMAN, 2013). A disponibilidade desses resíduos, desde que bem manejados, pode facilitar a viabilidade da inclusão de confinamento em sistemas integrados.

O confinamento, ao tirar os animais mais pesados do pasto, permite que os animais que fiquem na pastagem selecionem uma dieta melhor e tenham também seus desempenhos aumentados, o que significa menor emissão de metano por quilograma de carne.

Por fim, outra boa oportunidade da associação de ILP e confinamento é a possibilidade do aproveitamento do milho úmido na engorda de bovinos. O milho úmido é colhido ainda com alta umidade (30-40%). Ele é ensilado e, no processamento, a matriz proteica, que reduz o acesso das enzimas digestivas ao amido do milho, se gelatiniza, permitindo um aumento de digestibilidade. Estima-se que o milho úmido tenha até 10% mais energia que o milho convencional e, portanto, seu uso faz com que o animal possa ser até 20% mais eficiente, o que reduz o índice de metano emitido. Entretanto, ainda são escassos os estudos sobre emissões de GEEs com o uso de silagem de milho úmido em confinamento.

CONCLUSÕES

No Brasil, ainda há carência de estudos envolvendo avaliações de sistemas pecuários convencionais e integrados quanto à questão de

emissões e remoções de GEEs. Entretanto, na última década, estudos pioneiros têm demonstrado que alguns valores de referência do IPCC não são adequados para as condições brasileiras, sendo necessários mais estudos multidisciplinares e de longo prazo, nos diversos biomas do país. O governo brasileiro tem incentivado o setor agropecuário com crédito rural para desenvolver sistemas de produção melhorados, contribuindo para mitigação da emissão de GEEs e para melhoria da competitividade dos produtos pecuários brasileiros no cenário internacional.

Referências bibliográficas

- ABBERTON, M. T.; MACDUFF, J. H.; MARSHALL, A. H. et al. **The genetic improvement of forage grasses and legumes to reduce greenhouse gas emissions.** [2007]. Disponível em: http://www.fao.org/ag/AGP/agpc/doc/climatechange/papers/abberton_%20geneticimprovement.pdf Acessado em: 12 abr. 2010.
- ALMEIDA, R. G. Sistemas agrossilvipastoris: benefícios técnicos, econômicos, ambientais e sociais. In: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 7, 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2010. p. 1-10. 1 CD-ROM.
- ALMEIDA, R. G.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; REGAZZI, A. J.; BRÂNCIO, P. A.; FONSECA, D. M.; OLIVEIRA, M. P. Produção animal em pastos consorciados sob três taxas de lotação, no Cerrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.852-857, 2002 (suplemento).
- BARIONI, L. G.; LIMA, M. A.; ZEN, S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FERREIRA, A. C. A baseline projection of methane emissions by the Brazilian beef sector: preliminary results. In: GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 2007. **Proceedings...** Christchurch, New Zealand, 2007. p. xxxii-xxxiii.
- BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M.; SANTOS, V. A. C.; OLIVEIRA, C. C. Disponibilidade e valor nutritivo de capim-piatã em sistemas integrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49, 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 2012. p. 1-3. 1 CD-ROM.
- BERCHIELLI, T. T.; PEDREIRA, M. S.; OLIVEIRA, S. G.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M.; FRIGUETO, R. Determinação da produção de metano e ph ruminal em bovinos de corte alimentados com diferentes relações volumoso:concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM; SBZ, 2003. p. 1-3. 1 CD-ROM.
- BERNDT, A.; ANDRADE, F. M. E.; SANTOS, P. M.; POSSENTI, R. A.; ALLEONI, G. F.; DEMARCHI, J. J. A. A. Avaliação de cápsulas com gás traçador SF₆ utilizadas na determinação de emissão de metano entérico em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM; SBZ, 2009. p. 1-3. 1 CD-ROM.
- BERNDT, A. Impacto da pecuária de corte brasileira sobre os gases do efeito estufa. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7, 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2010. p. 121-148.
- BODAS, R.; PRIETO, N.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; ANDRÉS, S.; GIRÁLDEZ, F.J.; LÓPEZ, S. Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. **Animal Feed Science and Technology**, v. 176, p. 78-93, 2012.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa:** informações gerais e valores preliminares (30 de novembro de 2009). [2009]. Disponível em: http://ecen.com/eee75/eee75p/inventario_emissoes_brasil.pdf Acessado em: 12 abr. 2010.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Decreto Nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010.** [2010]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7390.htm Acessado em: 12 abr. 2013.
- BRAZ, S. P.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C. E.; FONSECA, D. M.; BARBOSA, R. A. Caracterização da distribuição espacial das fezes por bovinos em uma pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.787-794, 2003.

- CANESIN, R. C.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R.A.; MESSANA, J. D.; PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R. T. S. Efeito da frequência da suplementação na produção de metano entérico de bovinos mantidos em pastagens tropicais. In: REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 21, 2009, San Juan. **Memorias...** Porto Rico: ALPA, 2009. v. 17, p. 257-261, 2009.
- CANESIN, R. C.; BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; REIS, R. A. Desempenho de bovinos de corte mantidos em pastagem de capim-marandu submetidos a diferentes estratégias de suplementação no período das águas e da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 411-420, 2007.
- CAPPER, J. L.; BAUMAN, D. E. The Role of productivity in improving the environmental sustainability of ruminant production systems. **Annual Review of Animal Biosciences**, v. 1, n. 1 p. 469-489, 2013.
- CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001a. 414 p.
- CARVALHO, P. C. F.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; POLI, C. H. E. C. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001b. p. 853-871.
- CEDERBERG, C.; MEYER, D.; FLYSJÖ, A. **Life cycle inventory of greenhouse gas emissions and use of land and energy in Brazilian beef production**. Göteborg: The Swedish Institute for Food and Biotechnology, 2009. 77 p. (SIK. Report, 792).
- CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; MAIA, S. M. F.; CERRI, C. E. P.; COSTA JÚNIOR, C.; FEIGL, B. J.; FRAZÃO, L. A.; MELLO, F. F. C.; GALDOS, M. V.; MOREIRA, C. S.; CARVALHO, J. L. N. Greenhouse gas mitigation options in Brazil for land-use change, livestock and agriculture. **Scientia Agricola**, v.67, n.1, p.102-116, 2010.
- CERRI, C. E. P.; FEIGL, B. J.; PICCOLO, M. C.; BERNOUX, M.; CERRI, C. C. Seqüestro de carbono em áreas de pastagens. In: PEREIRA, O. G. et al. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2006. p.73-80.
- COSTA, F. P.; ALMEIDA, R. G.; PEREIRA, M. A.; KICHEL, A. N.; MACEDO, M. C. M. Avaliação econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta voltados para a recuperação de áreas degradadas em Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A PRODUÇÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7, 2012, Belém. **Anais...** Belém: CATIE; CIPAV, 2012. p. 1-5. 1 CD-ROM.
- COSTA, F. S.; GOMES, J.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Métodos para avaliação das emissões de gases de efeito estufa no sistema solo-atmosfera. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.693-700, 2006.
- DECONTO, J. G. (Coord.). **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. São Paulo: Embrapa/Unicamp, 2008. 84 p.
- DEFRA – Department for Environment, Food and Rural Affairs. **Comparative life cycle assessment of food commodities procured for UK consumption through a diversity of supply chains: FO0103**. [2008]. Disponível em: <http://randd.defra.gov.uk/Default.aspx?Menu=Menu&Module=More&Location=None&Completed=0&ProjectID=15001> Acessado em: 20 mar. 2010.
- DEMARCHI, J. J. A. A.; LOURENÇO, A. J.; MANELLA, M. Q.; ALLEONI, G. F.; FRIGUETTO, R. S.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M. A. Daily methane emission at different seasons of the year by Nelore cattle in Brazil grazing *Brachiaria brizantha* cv. Marandu: preliminary results. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9, 2003, Porto Alegre. **Contributed papers-abstracts...** Porto Alegre: WAAP; ALPA; SBZ; UFRS, 2003a. p. 19.
- DEMARCHI, J. J. A. A.; MANELLA, M. Q.; LOURENÇO, A. J.; ALLEONI, G. F.; FRIGHETTO, R. T. S.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M. A. Preliminary results on methane emission by Nelore cattle in Brazil grazing *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. In: INTERNATIONAL METHANE & NITROUS OXIDE MITIGATION CONFERENCE, 3, 2003, Beijing, China. **Proceedings II...** Beijing: China Coal Information Institute, 2003b. p.80-82. 1 CD-ROM.
- EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K.; COSTA, F. P.; FIGUEIREDO, G. R. Desempenho de novilhas F1s Angus-Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.470-481, 2001.
- EUCLIDES, V. P. B.; MEDEIROS, S. R. Suplementação alimentar de bovinos em pastagens. In: CARVALHO, L. A. et al. (Org.). **Tecnologia e gestão na atividade leiteira**. 1. ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. p. 203-240.

- FERRAZ, J. V. Uma visão do futuro: a pecuária brasileira daqui a 10 anos. In: **ANUALPEC 2008**: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2008. p. 22-32.
- FERREIRA, E. **A excreção de bovinos e as perdas de nitrogênio nas pastagens**. Seropédica: UFRRJ, 1995. 124 f (Dissertação de Mestrado, Agronomia).
- FERREIRA, E.; ROCHA, G. C.; BRAZ, S. P.; SOARES, J. C.; ANDRADE, F. A. A. Modelos estatísticos para o estudo da distribuição de excretas de bovinos em pastagens tropicais e sua importância na sustentabilidade desses sistemas. **Livestock Research for Rural Development**, v.16, n.9, 2004. Disponível em: <http://www.lrrd.org/lrrd16/9/ferr16066.htm> Acessado em: 20 abr. 2010.
- FISHER, M. J.; BRAZ, S. P.; SANTOS, R. S. M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Another dimension to grazing systems: soil carbon. **Tropical Grasslands**, v.41, p.65-83, 2007.
- FONTES, C. A. A.; COSTA, V. A. C.; BERNDT, A.; FRIGHETTO, R.T.S.; VALENTE, T. N. P.; PROCESSI, E. F. Emissão de metano por bovinos de corte, suplementados ou não, em pastagem de capim Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). II Emissão por Mcal de energia líquida ingerida e por kg de ganho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48, 2011, Belém. **Anais...** Belém: SBZ, 2011. p.1-3. 1 CD-ROM.
- FOX, D. G.; TYLUTKI, M. E.; TEDESCHI, L. O.; VAN AMBURGH, M. E.; CHASE, L. E.; PELL, A. N.; OVERTON, T. R.; RUSSELL, J. B. **The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion**: CNCPS version 5.0. Cornell University, Ithaca, NY. 2000, 292 p. (Animal Science Mimeo, 213).
- FRANCO, G. L.; RIBEIRO, S. S. Redução da emissão dos gases de efeito estufa pelos ruminantes. In: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 6, 2009, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2009. p.1-20. 1 CD-ROM.
- GUTIERREZ-ORNELA, E.; KLOPFENSTEIN, T. J. Changes in availability and nutritive value of different corn residues part as affected by early and late grazing seasons. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 1741-1750, 1991.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Emissions from livestock and manure management. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**: reference manual. Paris: IPCC, v. 4, 2006. p. 10.1-10.89.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Paris: IPCC, 1996. 140 p.
- JANTALIA, C. P.; TERRÉ, R. M.; MACEDO, R. O.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Acumulação de carbono no solo em pastagens de *Brachiaria*. In: ALVES, B. J. R. et al. (Ed.). **Manejo de sistemas agrícolas**: impactos no seqüestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa. Porto Alegre: Genesis, 2006. p. 157-170.
- LESSA, A. C. R.; PAREDES, D. S.; MADARI, B. E.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; ALVES, B. J. R. Bovine urine and faeces deposited on pastures contribute differently to soil nitrous oxide emissions. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 2, 2012, Porto Alegre. **Proceedings...** Porto Alegre: INRA; UFPR; UFRGS; USDA, 2012. p. 1-3.
- LIMA, M. A. Emissão de metano e óxido nítrico na produção animal em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23, 2006, Piracicaba. **As pastagens e o meio ambiente**: anais. Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 249-269.
- MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.133-146, 2009 (suplemento especial).
- MACEDO, M. C. M. Integração lavoura-pecuária-floresta: alternativa de agricultura conservacionista para os diferentes biomas brasileiros. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18, 2010, Teresina. **Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil**: anais. Teresina: Embrapa Meio-Norte; UFPI, 2010. p. 1-34. 1 CD-ROM.
- MACEDO, M. C. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; ZATORRE, N. P.; JANTALIA, C. P.; BODDEY, R. M. Impact of pastures, cropping and ICL systems on soil carbon stocks in the Brazilian Cerrados. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 2, 2012, Porto Alegre. **Proceedings...** Porto Alegre: INRA; UFPR; UFRGS; USDA, 2012. p. 1-3.
- MARCHESIN, W. A. **Dinâmica de deposição de fezes em pastagens de *Brachiaria brizantha* submetida a intensidades de pastejo**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/USP, 2005. 65 f. (Dissertação de Mestrado, Zootecnia).

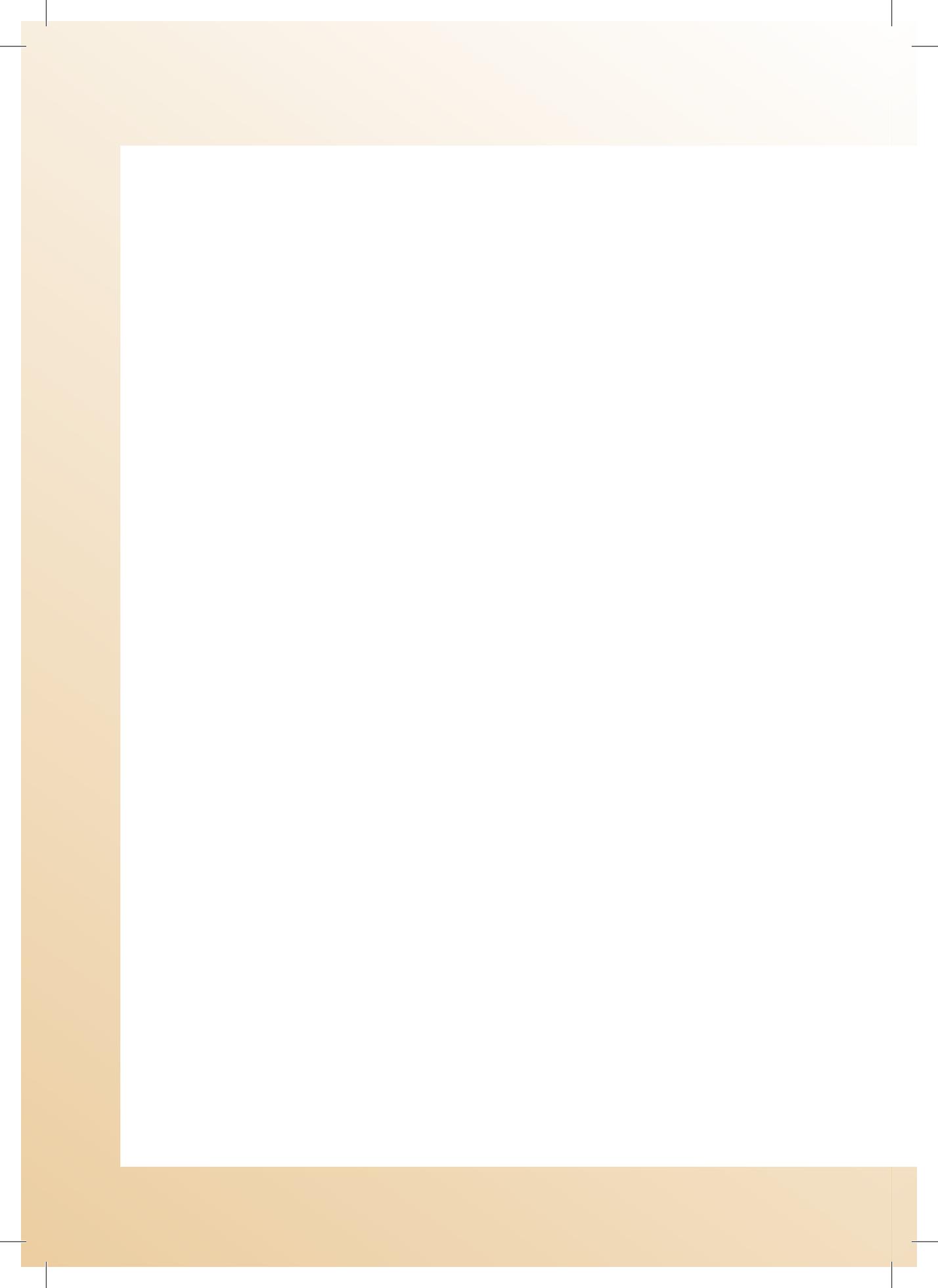
- MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. G. Suplementação de bovinos de corte na integração lavoura-pecuária-floresta. In: Bungenstab, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012. p. 155-176.
- MOREIRA, G. R.; SALIBA, E. O. S.; MAURÍCIO, R. M.; SOUSA, L. F.; FIGUEIREDO, M. P.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M. Avaliação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistemas silvipastoris. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 3, p.706-713, 2009.
- NASCIMENTO, C. F. M. **Emissão de metano por bovinos Nelore ingerindo *Brachiaria brizantha* em diferentes estádios de maturação**. Pirassununga: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/USP, 2007. 65 f. (Dissertação de Mestrado, Nutrição e Produção Animal).
- OFUGI, C.; MAGALHÃES, L. L.; MELIDO, R. C. N.; SILVEIRA, V. P. Integração lavoura-pecuária (ILPF), sistemas agroflorestais (SAFs). In: TRECENTI, R. et al. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária-silvicultura: boletim técnico**. Brasília: MAPA/SDC, 2008. p.20-25.
- OLIVEIRA, S. G.; BERCHIELLI, T. T.; PEDREIRA, M. S.; PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.; LIMA, M. A. Effect of tannin levels in sorghum silage and concentrate supplementation on apparent digestibility and methane emission in beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.135, n.3, p. 236-248, 2007.
- PACIULLO, D. S. C; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MULLER, M. D.; PIRES, M. F. A.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p.1176-1183, 2011.
- PEDREIRA, M. S.; BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M. A.; FRIGHETTO, R. Produção de metano e concentração de ácidos graxos voláteis ruminal em bovinos alimentados com diferentes relações de volumoso:concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa; SBZ, 2004. p. 1-3. 1 CD-ROM.
- PEDREIRA, M. S.; PRIMAVESI, O.; LIMA, M. A.; FRIGHETTO, R.; OLIVEIRA, S. G.; BERCHIELLI, T. T. Ruminal methane emission by dairy cattle in Southeast Brazil. **Scientia Agricola**, v.66, n.6, p.742-750, 2009.
- POSENTI, R. A.; FRANZOLIN, R.; SCHAMMAS, E. A.; DEMARCHI, J. J. A. A.; FRIGHETTO, R. T. S.; LIMA, M. A. Efeitos de dietas contendo *Leucaena leucocephala* e *Saccharomyces cerevisiae* sobre a fermentação ruminal e a emissão de gás metano em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1509-1516, 2008.
- PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R. T. S.; PEDREIRA, M. S.; LIMA, M. A.; BERCHIELLI, T. T.; BARBOSA, P. F. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.277-283, 2004a.
- PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R. T. S.; PEDREIRA, M. S.; LIMA, M. A.; BERCHIELLI, T. T.; DEMARCHI, J. J. A. A.; MANELLA, M. Q.; BARBOSA, P. F.; JOHNSON, K. A.; WESTBERG, H. H. **Técnica do gás traçador SF₆ para medição de campo do metano ruminal em bovinos: adaptações para o Brasil**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004b. 76 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 39).
- RIBASKI, J.; RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, S. A. G. Potencialidade dos sistemas silvipastoris para a produção animal sustentável no Brasil. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SILVOPASTOREO, 1, 2012, Medellín, Colombia. **Memórias...** Medellín: UNC, 2012. p. 1-31.
- RUSSEL, J. R.; BRASCHE, M. R.; COWEN, A. M. Effects of grazing allowance and system on the use of corn-crop residues by gestating beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 1256-1265, 1993.
- SCHIMIDINGER, K.; STEFEST, E. Including CO₂ implications of land occupation in LCAs-method and example for livestock products. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 17, n. 8, p. 962-972, 2012.
- SOUSA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C.; SALIBA, E. O. S.; MOREIRA, G. R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1029-1037, 2007.
- STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M.; DE HAAN, C. **Livestock's long shadow: environmental issues and options**. Rome: FAO, 2006. 375 p.
- VAN SOEST, P. J. **Nutrition ecology of the ruminant**. 2nd.ed. Cornell University Press: Ithaca, NY, 1994. 476 p.
- VITTI, D. M. S. S.; ABDALLA, A. L.; BUENO, I. C. S. et al. Do all tannins have similar nutritional effects? A comparison of three Brazilian fodder legumes. **Animal Feed Science and Technology**, v.119, p.345-361, 2005.

6

CAPÍTULO

Bem-estar animal em Sistemas Integrados

*Maria de Fátima Ávila Pires
Domingos Sávio Paciullo*



INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos é hoje uma realidade mundial em decorrência, principalmente, do aumento da população, sobretudo dos países classificados como pobres ou emergentes. A proteína de origem animal, na forma de leite, ovos ou carne, é um alimento nobre, que tem sua importância na nutrição básica do ser humano em qualquer idade. Nos países emergentes, o consumo de proteína animal é baixo, representando menos de 20% dos alimentos, gerando uma demanda por produtos de origem animal compatíveis com o poder aquisitivo da população. A oferta destes alimentos depende do mercado, e este do desempenho produtivo e reprodutivo dos animais que, por sua vez, está em função do manejo adotado.

Quando analisamos, na última década, a taxa média de crescimento anual da produção nacional de leite, por exemplo, verifica-se que a expansão da fronteira agrícola muito contribuiu para o alcance deste índice e que, em muitos casos, isto significou aumento de áreas desmatadas principalmente na região do Cerrado e, recentemente, na Amazônia. Assim, diante do impasse entre aumentar a produção animal (leite ou carne) e preservar o meio ambiente, surgem como opção os sistemas agroflorestais e, dentre estes, os Sistemas Silvopastoris (SSP). Nas últimas décadas, verificou-se um incremento na avaliação e na adoção dos SSP, na região tropical, visando, principalmente, à otimização destas áreas, uma vez que estes sistemas permitem a adaptação de várias espécies forrageiras ao cultivo em consórcio com espécies arbóreas (SOARES et al., 2009). As árvores, além de serem cada vez mais necessárias para melhorar a produção, a qualidade e a sustentabilidade das pastagens, contribuem pela provisão de sombra, para o conforto dos animais (ROCHA et al., 2010). Neste enfoque enquadram-se os novos modelos de sistemas de produção que se baseiam nos princípios de sustentabilidade e que priorizam o conforto e o bem-estar dos animais.

Segundo Paranhos da Costa (2006), ao melhorar o bem-estar animal, é possível obter melhores resultados econômicos, quer aumentando a eficiência do sistema de criação pela maximização dos desempenhos produtivo e reprodutivo, quer obtendo produtos de melhor qualidade. Lopes e Paiva (2009) acrescentam ainda que, do ponto de vista comercial, o bem-estar animal é importante por duas razões básicas: atender à expectativa dos consumidores domésticos e a inserção no mercado internacional que, muitas vezes, restringe a entrada de produtos devido à baixa qualidade. As expectativas envolvem ainda questões relacionadas à segurança alimentar destes produtos. No entanto, von Keyserlingk et

al. (2009) argumentam que a avaliação do desempenho é realmente um aspecto importante do bem-estar animal mas que questões do bem-estar também se relacionam com estados afetivos, como dor ou prazer, e com a possibilidade de uma vida natural, ou seja, com livre acesso às pastagens, favorecendo, assim, o comportamento natural da espécie. Ao permitir o livre acesso às pastagens, tem-se que estar atento ao conforto térmico dos animais, principalmente em áreas localizadas nos trópicos e subtropicais. Nestas regiões, em pastagens com poucas ou ausência total de árvores, os bovinos, principalmente os de origem europeia e seus mestiços, sofrem nas horas mais quentes do dia, diminuindo o tempo de pastejo diurno, resposta característica de estresse calórico (FRANKE e FURTADO, 2001). O fornecimento de sombra é um dos primeiros passos a ser dado no intuito de proteger o animal do excessivo ganho de calor proveniente, principalmente, da radiação solar. Assim, a arborização das pastagens deveria estar incluída no planejamento do manejo das fazendas, priorizando sempre os sistemas agrofloretais como os sistemas silvipastoris.

BEM-ESTAR

Bem-estar é um conceito multidimensional que abrange a saúde física e mental dos seres vivos e inclui vários aspectos tais como o conforto físico, ausência de fome, doenças, medo, pânico e aflição, bem como possibilidade de manifestar comportamentos naturais da espécie (VON KEYSERLINGK et al., 2009). A importância atribuída aos diferentes aspectos do bem-estar animal pode variar entre os diferentes povos. Assim, o entendimento do bem-estar animal não é simples, exige amplo conhecimento sobre a espécie em questão e de suas relações com o meio.

Atualmente, o bem-estar dos animais, juntamente com as questões ambientais e a segurança dos alimentos, é considerado um dos maiores desafios da agropecuária mundial. Percebe-se uma preocupação universal com relação ao bem-estar animal, apesar desta conscientização ser melhor veiculada em países desenvolvidos onde a população tem demandado um número cada vez maior de regulamentações que melhore a qualidade de vida dos animais. No Brasil, temos sido negligentes a respeito das políticas e padrões de bem-estar animal, embora, no novo cenário de demanda por qualidade dos alimentos, essa preocupação tenha assumido a posição de destaque. Neste sentido, após a mobilização do Ministério da Agricultura (MAPA) para vários debates, em 2008, foi publicada a instrução Normativa nº 56 estabelecendo procedimentos gerais para assegurar bem-estar dos animais de produção. Como estes animais são criados para produzir carne, leite, ovos etc, o nível aceitável de bem-estar representa um compromisso entre as necessidades dos animais (manejo) e as exigências dos produtores.

O conforto térmico faz parte dos critérios de bem-estar animal e talvez o principal e mais importante fator a ser considerado para se tentar melhorar o conforto dos animais em países localizados nas regiões tropicais e subtropicais seja minimizar a ação do clima, ou seja, evitar que os animais sofram os efeitos de um processo conhecido como estresse calórico.

ESTRESSE CALÓRICO

O termo estresse calórico é usado para descrever os efeitos de uma temperatura ambiente elevada em diferentes sistemas fisiológicos, resultando em alterações metabólicas e conseqüentemente redução no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais (BAUMGARD e RHOADS, 2011). Assim, ambientes quentes e úmidos, frequentemente encontrados em regiões tropicais e subtropicais, como é o caso do Brasil, podem tornar-se extremamente desconfortáveis para os bovinos, principalmente durante o verão, quando a temperatura ambiente e umidade relativa do ar atingem o pico, como pode ser constatado no zoneamento bioclimatológico realizado pela Embrapa Gado de Leite (PIRES et al., 2003). Estes fatores ambientais aliados à produção de calor metabólico (calor produzido pela ingestão, deglutição, digestão dos alimentos, movimentação, outras reações químicas, etc.) reduzem a capacidade dos bovinos de eliminar o calor corporal, resultando em uma condição conhecida como estresse calórico (DE LA SOTA et. al., 1996).

Existe uma faixa de temperatura situada entre 4° e 26°C, conhecida como zona de conforto ou zona termoneutra, na qual os bovinos alcançam a eficiência máxima no desempenho produtivo e reprodutivo. Esta zona termoneutra possui uma temperatura superior crítica de, aproximadamente, 26°C para as vacas da raça Holandesa, 29°C para as da raça Jersey e Pardo - Suíça e de 32 a 35°C para os animais mestiços ou zebuínos. Quando a temperatura ambiente ultrapassa estes limites, o processo de homeostase do animal fica comprometido pelo estresse calórico, levando a uma série de alterações fisiológicas e de comportamento com a finalidade de manter o equilíbrio térmico e as suas funções orgânicas. Dentre os distúrbios mais comumente observados podemos citar a redução no consumo de alimentos e na taxa metabólica, aumento da frequência respiratória, da temperatura retal e do consumo de água, alterações nas concentrações hormonais, aumento da sudorese e alterações nas necessidades de manutenção (YOUSEF, 1985).

Estes mecanismos resultam em redução na produção de leite, baixas taxas de concepção e atraso no crescimento de animais de reposição, ocasionando perdas econômicas significativas para o produtor.

Índice de conforto térmico

Alguns índices, conhecidos como índices de conforto térmico, foram desenvolvidos e têm sido usados para avaliar o impacto ambiental sobre o gado de leite, ou seja, para prever o conforto ou o desconforto térmico dos bovinos leiteiros submetidos a diferentes condições climáticas. De modo geral, quatro parâmetros ambientais têm sido considerados: a temperatura do termômetro de bulbo seco, a umidade relativa do ar, a velocidade do vento e a radiação solar.

O índice de conforto mais comum é o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), originalmente desenvolvido para humanos e adaptado para bovinos, o qual engloba os efeitos combinados da temperatura e da umidade do ar, e que pode ser obtido pela equação:

$$ITU = 0,72(T_{bs} + T_{bu}) + 40,6$$

onde:

ITU = índice de temperatura e umidade, adimensional;

T_{bs} = temperatura do termômetro de bulbo seco, °C;

T_{po} = temperatura do termômetro de bulbo úmido, °C.

Quando o ITU ultrapassa o valor limite de 72, as vacas em lactação são afetadas pelo estresse calórico (ARMSTRONG, 1994). Entretanto, experimentos recentes indicam que a redução na produção de leite inicia-se quando o ITU atinge 68 (BAUMGARD e RHOADS, 2011). Considerando o aumento da capacidade produtiva das raças especializadas, nas últimas décadas, esta redução no valor limite do ITU confirma a correlação positiva entre níveis de produção de leite e susceptibilidade ao estresse. De acordo com a variação do ITU, o nível de estresse térmico é classificado (baseado nos valores tradicionais) em ameno ou brando (72 a 78), moderado (79 a 88) e severo (89 a 98) (ARMSTRONG, 1994)

No entanto, como os processos reprodutivos mostram-se mais sensíveis aos efeitos das altas temperaturas, umidade e radiação solar, considera-se que valores de ITU em torno de 68 possam afetar o desempenho reprodutivo e comprometer a fertilidade do rebanho.

É importante ressaltar que as raças diferem nas suas respostas fisiológicas e de adaptação ao ambiente térmico. Vacas holandesas mostraram maiores frequências respiratórias e cardíacas, bem como temperatura retal mais elevada que animais das raças indianas e mestiças, em condições climáticas semelhantes. A maior resistência ao estresse calórico das vacas mestiças foi identificada em experimento realizado na Embrapa Gado de Leite com objetivo de estimar os valores limites do ITU para manutenção da normotermia (temperatura retal em níveis normais) de vacas mestiças HXZ produzindo em média 10 kg/leite/dia. Vacas 1/2 sangue, 3/4 e 7/8 conseguem manter a normotermia com o ITU igual a 80; 77 e 75, respectivamente. Acima destes valores observou-se aumento da temperatura retal destes animais indicando que se encontram sob um processo de estresse calórico (AZEVEDO et al., 2005).

IMPORTÂNCIA DA SOMBRA PARA GADO DE LEITE

Em condições tropicais, durante a maior parte do ano, o ambiente é considerado estressante para os animais, uma vez que as variáveis climatológicas (temperatura, radiação solar, umidade, etc.) apresentam níveis acima da zona de conforto para vacas em lactação. Uma das estratégias preconizadas para manter o desempenho produtivo e melhorar o bem-estar de bovinos mantidos a pasto é o sombreamento natural. A disponibilidade adequada de sombra produz mudanças favoráveis no comportamento em pastejo e sobre a produtividade: os animais dedicam mais horas ao pastejo e à ruminção, o consumo de alimentos é maximizado, há redução nas necessidades hídricas e melhoria na conversão alimentar com menor desvio de energia para dissipação de calor (LIMA, 2010).

Nas pastagens sem sombra, os animais apresentam sintomas de estresse calórico que se manifestam por movimentação excessiva, agrupamento nos extremos do piquete e ingestão frequente de água. Quando o solo está mais frio que o corpo do animal, estes permanecem mais tempo na posição deitada, caso contrário, o caminhar excessivo visa otimizar o resfriamento do corpo pela evaporação do suor. Essas vacas podem então mostrar-se exaustas para pastejar e deitam-se nas horas frescas do final da tarde, quando vacas com acesso à sombra começam a pastar. Pelo agrupamento com as companheiras do rebanho, os animais tentam reduzir a área da superfície corporal exposta ao ambiente. Esta reação tem sido chamada de termorregulação social (CURTIS, 1981).

Numerosos estudos, em diferentes regiões do mundo, têm demonstrado os benefícios da sombra, reportando aumentos de 12 a 15% na produção de leite, 20% na taxa de concepção, e uma redução de quase 50% no número de serviço/concepção dos animais que tiveram acesso à sombra. Esses trabalhos mostram também que o ambiente é sensivelmente menos estressante sob sombra que a céu aberto, indicando uma diferença de 10°C entre os dois ambientes. Naturalmente, os benefícios obtidos vão depender do tipo de sombra utilizado, da raça dos animais, da alimentação disponível e do estágio da lactação, entre outros fatores (MELLACE, 2009).

As árvores são uma fonte excelente de sombra, e, em condições de livre escolha, os animais geralmente procuram a sombra das árvores em lugar de estruturas artificiais feitas pelo homem (GAUGHAN et al., 1998). A sombra natural fornecida pelas árvores é uma alternativa das mais efetivas, não só porque diminui a incidência de radiação solar, como também reduz a temperatura do ar através da evaporação de suas folhas. Além disso, permite uma movimentação adequada do ar sob sua copa (ARMSTRONG, 1994). Esta é uma maneira eficiente de incrementar o conforto dos animais evidenciado por redução na diferença da temperatura retal e no ritmo respiratório, obtidos pela manhã e à tarde (BARBOSA et al., 2004).

A sombra nos Sistemas Silvopastoris (SSPs)

Provisão de sombra é uma das primeiras medidas a ser usada para amenizar o estresse calórico, constituindo, assim, um elemento essencial para melhorar o conforto dos animais.

Os sistemas silvipastoris (SSPs), modalidade de sistema agroflorestal (SAF), baseados no consórcio entre árvores (madeiráveis ou frutíferas) pasto e animais, têm sido recomendados para diversos ecossistemas da América Latina (COSTA et al., 2002; FERNÁNDEZ et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2003; PACIULLO et al., 2011; MURGUEITIO et al., 2012), pois além de aumentarem a eficiência na utilização dos recursos naturais, pela complementaridade entre as atividades envolvidas, tornam o sistema de produção mais sustentável, menos impactante ecologicamente (Franke et al., 2001) e melhora o conforto dos animais (PIRES et al., 2008).

Neste contexto, o efeito das variáveis ambientais sobre os hábitos de pastejo e a utilização da sombra, por vacas secas, em SSPs, constituiu-se parte complementar dos estudos desenvolvidos na Embrapa Gado de Leite que têm como objetivo geral estabelecer indicadores de eficiência de SSPs. Observou-se que o ambiente, no inverno, mostrou-se termicamente confortável, enquanto no verão, na parte da tarde, o ITU elevado (Tabela 1) pode resultar em estresse moderado para os animais (LEME et al., 2005)

► **TABELA 1.** Médias do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e Temperatura do Globo Negro, por época, observadas pela manhã e à tarde, nos dias em que foram realizadas as medições do padrão comportamental.

ÉPOCA	PERÍODO	ITU	GLOBO NEGRO (°C)	
			SOL	SOMBRA
Inverno	Manhã	61,3 (1,4)	17,9 (2,1)	16,9 (1,7)
	Tarde	70,1 (0,3)	30,2 (1,2)	26,9 (0,6)
Verão	Manhã	72,6 (0,8)	29,7 (2,1)	26,4 (1,7)
	Tarde	80,0 (0,5)	38,2 (1,4)	32,7 (0,9)

Fonte: Leme et al. (2005)

Do ponto de vista do comportamento de pastoreio, no inverno, a radiação solar, provavelmente, não constituiu um fator desencadeante do estresse calórico, uma vez que os animais preferiram manter-se ao sol enquanto deitadas e, na posição de pé (consequentemente pastejando na maior parte do tempo), permaneceram tanto ao sol quanto à sombra

(Tabela 2), indicando que estavam em conforto térmico. Já a preferência geral pela sombra durante o verão, independentemente da postura do animal (em pé ou deitado), sinaliza que as condições climáticas, nesta estação, podem ser termicamente estressantes, o que confirma a necessidade de prover sombra para os animais.

► **TABELA 2.**
Percentual médio de tempo dedicado pelos animais em posição deitada ou em pé, ao sol ou à sombra, por época.

ÉPOCA	DEITADA (%)		EM PÉ (%)	
	SOL	SOMBRA	SOL	SOMBRA
Inverno	19,3	6,2	38,2	36,4
Verão	5,0	17,5	26,4	51,1

Fonte: Leme et al. (2005)

No verão, no período da tarde, houve uma diferença aproximada de 6°C na temperatura do globo negro, obtida ao sol e à sombra (Tabela 1). Esta diferença pode significar um aumento de 1°C na temperatura retal e quase o dobro dos movimentos respiratórios (COLLIER et al. 1982). Além disso, o ITU atingiu um valor considerado acima do limite (72), de conforto térmico para os animais.

Pode-se considerar que, em geral, para o gado de leite, o sombreamento representa uma redução de 0,5°C na temperatura retal e de, no mínimo, 30 movimentos respiratórios por minuto, além de um incremento de 1,5 a 2,0 litros de leite/vaca/dia (MELLACE, 2009).

Reafirma-se, assim, a ideia de que os SSP poderão propiciar um ambiente de conforto térmico para os animais, facilitando a realização de atividades essenciais para a maximização do desempenho em sistemas de produção de leite em pasto.

Segundo Leme et al. (2005), em um sistema silvipastoril com árvores espaçadas de 10 × 10 m, as espécies preferidas pelos animais, como provedoras de sombra, foram a *Acacia mangium*, seguida pela *Acacia auriculiformis* e pela *Acacia angustissima*, independentemente da época do ano (Tabela 3). Isso ocorreu pela tendência dos animais selecionarem árvores de porte mais alto e com copa maior e mais aberta.

As demais espécies existentes no piquete (*Anadenanthera sp.*, *Eritrina sp.*, *Leucaena sp.*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Caesalpineia ferrea*, *Albizia lebbek*, *Dalbergia nigra*, *Gliricidia sepium*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Piptadenia sp*) foram usadas, no conjunto, apenas 1,8 e 1,9% do tempo, no inverno e no verão, respectivamente. Desta forma, decidiu-se apresentar os resultados das mesmas em conjunto.

► **TABELA 3.**
Percentual médio de tempo de uso da sombra das árvores pelas vacas secas, por época.

ESPÉCIE	INVERNO (%)	VERÃO (%)
<i>Acacia mangium</i>	54,9	52,4
<i>Acacia auriculiformis</i>	23,6	37,36
<i>Acacia angustissima</i>	10,4	6,8
<i>Albizia guachapelle</i>	9,3	1,7
Outras espécies	1,9	1,8

Fonte: Leme et al.(2005)

Na Tabela 4 pode-se ver a preferência das vacas pelas espécies arbóreas, arranjadas em faixas de quatro linhas e com a inserção do eucalipto no grupo. No inverno, os animais preferiram a sombra da *Mimosa artemisiana*, *Acacia mangium* e do *Eucalyptus grandis*. A *Acacia angustissima* foi pouco usada. Durante o verão, a *Acacia angustissima*, *Acacia mangium* e o *Eucalyptus grandis* foram as espécies preferidas pelas vacas. A sombra da *Mimosa artemisiana* não foi usada durante o verão, talvez pelo porte mais baixo apresentado na época da coleta de dados. A sombra da *Leucena* foi pouco utilizada tanto no inverno quanto no verão, provavelmente pelo pequeno porte alcançado durante esse trabalho, pois essa espécie foi muito apreciada como alimento pelos animais, o que dificultou seu desenvolvimento.

► **TABELA 4.**
Percentual médio de tempo de uso da sombra das árvores distribuídas em fileiras, por época.

ESPÉCIE	INVERNO (%)	VERÃO (%)
<i>Acacia angustissima</i>	3,0	34,8
<i>Acacia mangium</i>	32,0 ^A	30,9
<i>Eucalyptus grandis</i>	27,2	32,5
<i>Mimosa artemisiana</i>	34,1	0
<i>Leucena sp</i>	3,6	1,8

Fonte: Leme et al. (2005)

Embora trabalhos recentes monitorando o comportamento e os parâmetros fisiológicos de ruminantes, com acesso ou não à sombra, estejam disponíveis (PEREZ et al., 2008; TUCKER et al., 2008; FERREIRA, 2010; MORAIS JUNIOR et al., 2010; SILVA et al., 2010; SOUZA et al., 2010; SILVA et al. 2011; CAROPRESE et al., 2012), ainda são escassos na literatura os resultados sobre o desempenho de animais mantidos em sistemas silvipastoris.

Neste aspecto, estudos avaliando os ganhos de peso de novilhas leiteiras mestiças em sistema silvipastoril comparados com aqueles obtidos em pastagem de braquiária solteira foram conduzidos por Paciuлло et al. (2009). Os maiores ganhos foram observados no sistema silvipastoril, provavelmente devido a diferenças nutricionais da forragem a favor da pastagem arborizada e ao conforto térmico. Neste experimento, verificou-se, em condições de sombreamento, no período da tarde, a atenuação de 1°C da temperatura do ar em relação aos valores aferidos sob sol pleno (Tabela 5). A mesma tendência foi observada nos valores da Carga Térmica Radiante (CTR) sob sombra, evidenciando que o fornecimento de sombra na pastagem é um método eficiente para reduzir a radiação incidente sobre o animal, melhorando seu conforto térmico.

► **TABELA 5.** Médias da temperatura ambiente (TA), Carga Térmica Radiante (CTR), Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) em sistema silvipastoril e em pastagem de *B. decumbens*, registradas às 9:00 e 15:00 horas.

SISTEMAS	SILVIPASTORIL				BRAQUIÁRIA	
	SOMBRA		SOL		SOL	
	9H	15H	9H	15H	9H	15H
TA (°C)	21,5	27,4	21,9	28,5	21,9	28,5
CTR (W.m ²)	477	516	585	671	644	707
ITGU	71	76	78	85	80	85

Fonte: Adaptado de Pires et al. (2008)

Segundo Morais (2002), a CTR traduz o total de energia térmica trocada entre o indivíduo e o ambiente e deveria ser a menor possível para se obter conforto térmico. Assim, a autora, em seu experimento, considerou como altos os valores entre 666 e 801. Observando a Tabela 5, nota-se que todos os valores da CTR obtidos sob sombreamento (manhã e tarde) e no período da manhã, sob sol, apresentaram-se abaixo do limite inferior mencionado por Morais (2002) para o conforto térmico. Ressalta-se

também que no sistema silvipastoril o microclima a pleno sol, representado pelos valores da CTR, apresentou-se mais adequado às condições de conforto térmico do que nos piquetes de braquiária solteira nas mesmas condições de insolação, o que enfatiza a importância de provisão de sombra para animais em pastejo.

O Índice de Temperatura e Umidade (ITGU) é a variável que melhor traduz a sensação térmica imposta ao animal e, neste experimento, foi influenciado pela arborização das pastagens (Tabela 5). Sob a sombra, o ITGU manteve-se, no período da manhã, dentro dos limites de conforto térmico e, no período da tarde, reduziu-se a valores próximos dos considerados indicativos de ambiente confortável (até 74). Bunffington et al. (1983) obtiveram correlações mais altas entre ITGU e respostas fisiológicas dos animais do que entre essas mesmas respostas e os elementos climáticos isolados, confirmando ser o ITGU o mais preciso na caracterização do conforto térmico ambiental. O fato de grande parte da área da pastagem arborizada ser sombreada permitiu aumento no número de horas de pastejo e ruminação (Tabela 6), diminuindo ainda a temperatura da superfície corporal dos animais (Tabela 7) em relação ao grupo de novilhas que foi mantido em pastagem sem árvores, não sombreada.

► **TABELA 6.**
Tempo médio em minutos despendido por novilhas mestiças Holandês × Zebu nas atividades de pastejo, ruminação e ócio em sistema silvipastoril e braquiária.

COMPORTAMENTO	SISTEMA SILVIPASTORIL	BRAQUIÁRIA
Pastejo	459,2	433,5
Ruminação	128,7	103,5
Ócio	142,0	193,3
TOTAL	729,9	730,3

Fonte: Adaptado de Pires et al.(2008)

Pode-se inferir que o fornecimento de sombra no sistema silvipastoril contribuiu para o conforto térmico dos animais, uma vez que o tempo de pastejo foi maior nos piquetes arborizados, quando comparado com aquele observado na pastagem de braquiária a sol pleno.

O tempo de ruminação das novilhas na pastagem de braquiária não arborizada foi menor do que aquele no sistema silvipastoril, enquanto o tempo de ócio foi maior, indicando que os animais, na ausência de

sombreamento, reduziram o tempo dedicado às atividades ingestivas (pastejo e ruminação), na tentativa de diminuir a produção de calor metabólico, permanecendo mais tempo em ócio (Tabela 6). A sombra pode reduzir em 30% ou mais a carga de calor radiante, permitindo que os animais mantenham seu padrão normal de comportamento.

Roman-Ponce et al. (1977) verificaram padrão semelhante no comportamento alimentar de animais com acesso ou não à sombra. Segundo os autores, as vacas, embora livres para se movimentarem, permaneceram sob a sombra durante o dia, com alimento e água disponíveis, mas se locomoveram para uma área relvada adjacente, ao entardecer e à noite, mantendo o padrão normal do comportamento ingestivo. Já os animais do lote sem acesso à sombra deitavam-se no pasto ou em locais úmidos durante as horas quentes do dia. Assim, o padrão de comportamento diferiu consideravelmente e as vacas sem sombra preferiram alimentar no final da tarde e à noite, reduzindo o tempo de alimentação. Estes dados, mais uma vez, comprovam a viabilidade dos SSP na criação dos bovinos em pasto. Nestes sistemas, durante os períodos mais quentes do dia, os animais terão disponibilidade de gramíneas sob a sombra, permitindo manter padrão normal de pastejo e de consumo (Figura 1).

Os dados apresentados na Tabela 7, obtidos no experimento já mencionado, realizado na Embrapa Gado de Leite, sobre o comportamento e



► **FIGURA 1.** Novilhas em SSP pastejando sob a sombra de árvores.

desempenho de novilhas mestiças manejadas em SSP e braquiária solteira, mostram que, em ambos os tratamentos, a FR das novilhas, observada no período da manhã, foi inferior à observada no período da tarde e permaneceu dentro dos valores considerados normais (60 mov/min). A menor FR na parte da manhã pode ser consequência das condições climatológicas favoráveis neste período do dia (Tabela 5). No entanto, os animais que permaneceram nas pastagens sombreadas conseguiram manter a FR dentro dos níveis normais (Tabela 7), inclusive na parte da tarde, considerado o período mais quente do dia (Tabela 5). Hahn (1999) comenta que, com a frequência respiratória em torno de 60 mov/min., o animal encontra-se em ausência de estresse térmico ou que este é mínimo. O sombreamento das pastagens contribuiu para a redução da FR provavelmente por fornecer um ambiente com melhor conforto térmico. Essa redução na FR indica que os animais empregaram menos os mecanismos termorreguladores e isso pode fazer com que haja maior direcionamento de energia da dieta para o crescimento.

► **TABELA 7.** Médias da frequência respiratória (FR), temperatura de superfície (TSC) e taxa de sudação (TS) de novilhas leiteiras em sistemas silvipastoril (SSP) e braquiária.

	SSP		BRAQUIÁRIA	
	MANHÃ	TARDE	MANHÃ	TARDE
FR	40,3	51,35	43,5	60,7
TSC	28,2	27,0	32,9	31,3
TS (g/m ² /h)	197,5		243,7	

Fonte: Adaptado de Pires et al. (2008)

O reflexo da CTR do ITGU e da TA no sistema sem sombreamento (Tabela 5) pode ter contribuído para os valores mais elevados da temperatura da superfície corporal (TSC) dos animais neste sistema, tanto de manhã (32,9°C) quanto à tarde (31,3°C), comparada à TSC dos animais manejados no sistema silvipastoril: 28,2°C de manhã e 27,0°C à tarde (Tabela 7) provavelmente em razão do maior aquecimento da superfície corporal nos animais que não dispunham de sombra por estarem mais expostos à radiação solar. Do mesmo modo, houve uma tendência de maior taxa de sudação (TS) nos animais em pastagens sem sombreamento (243,7 g/m²/h) comparada com novilhas em sistema silvipastoril (197,5 g/m²/h).

Bunffington et al. (1983) também mostraram os benefícios do sombreamento quando comparam dois grupos de vacas: as vacas com acesso à sombra apresentaram frequência respiratória e temperatura corporal mais baixas, produziram aproximadamente 11% a mais de leite, a taxa de concepção foi 19% maior e a incidência de mamite 10% abaixo dos índices apresentados pelos animais do grupo sem sombra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento das relações funcionais entre o animal e o meio ambiente contribui na adoção de procedimentos que elevam a eficiência da exploração leiteira. Estratégias de manejo podem atenuar os efeitos do estresse térmico, entre elas cita-se como prioridade a modificação física do ambiente, com intuito de reduzir a radiação incidente via provisão de sombra, reduzindo a carga calórica recebida pelo animal. Dentro deste contexto, os Sistemas Silvipastoris possuem grande potencial para proporcionar benefícios econômicos e ambientais tanto para os produtores como para a sociedade. A integração do componente arbóreo nestes sistemas, além de melhorar a produção, qualidade e a sustentabilidade das pastagens, contribui para o conforto dos animais, pela provisão de sombra, atenuando as temperaturas extremas, diminuindo o impacto de chuvas e vento e servindo de abrigo para os animais. O efeito positivo da arborização das pastagens sobre o conforto térmico dos animais pode ser confirmado nos estudos conduzidos na Embrapa Gado de Leite (citados no texto) nos quais se observou aumento das atividades relacionadas ao comportamento ingestivo, redução no tempo em ócio, nas variáveis fisiológicas e incremento no desempenho de fêmeas bovinas leiteiras com acesso à sombra natural. A maior taxa de sudação observada nos animais manejados em piquetes sem sombreamento indica um estoque de calor corporal mais elevado nestes animais, havendo necessidade, por esta razão, de lançar mãos de mecanismos evaporativos para dissipação do calor excedente. A mobilização elevada e prolongada destes mecanismos pode contribuir para agravar o quadro de estresse calórico, comprometendo ainda mais o conforto e o bem-estar dos animais.

Referências bibliográficas

- ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 2044-2050, 1994.
- AZEVEDO, M.; PIRES, M. F. A.; SATURNINO, H. M.; et al. Estimativa de níveis de críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2000-2008, 2005
- BARBOSA, O. R.; BOZA, P. R.; SANTOS, G. T. et al. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum, Animal Science**, v. 26, n. 1, p. 115-122, 2004
- BAUMGARD, L. H.; RHOADS, R. P. Ruminant nutrition symposium: ruminant production and metabolic responses to heat stress. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 1855-1865, 2012.

- BUFFINGTON, D. E.; COLLIER, R. J.; CANTON, G.H. Shade management Systems to reduce heat stress for dairy cows in hot humidity climates. **Transactions of the ASAE**, v. 26, p. 1798-1802, 1983.
- CAROPRESE, M.; ALBENZIO, M.; BRUNO, A. et al. Effects of shade and flaxseed supplementation on the welfare of lactating ewes under high ambient temperatures. **Small Ruminant Research**, v. 102, p. 177-185, 2012.
- COLLIER, R. J.; BEEDE, D. K.; THATCHER, W. W., Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. **Journal Dairy Research**, v. 65, p. 2213-2227, 1982.
- COSTA, R.B.;ARRUDA, E.J.X OLIVEIRA, L.C.S. Sistemas agrossilvipastoris como alternativas sustentáveis para a agricultura familiar. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v. 3, p. 2532, 2002.
- CURTIS, S. E. **Environment management in animal agriculture**. Illinois: Animal Environment Services, 1981.430 p.
- DE LA SOTA, R. L.; RISCO, C. A.; MOREIRA, F., et al. Efficacy of a timed insemination program in dairy cows during summer heat stress. **Journal of Animal Science**, v. 74, suppl. 1, p. 133, 1996. (abstract).
- FERNÁNDEZ, M.E., GYENGE, J.E., SALDA, G.D. et al. Silvopastoral systems in northwestern Patagonia I: growth and photosynthesis of *Stipa speciosa* under different levels of *Pinus ponderosa* cover. **Agroforestry Systems**, v. 55, p. 27–35, 2002.
- FERREIRA, L. C. B. **Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra**, 2010. 89 f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis , 2010
- FRANKE, I. L.X FURTADO, S. C. **Sistemas silvipastoris: fundamentos e aplicabilidade**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. (Embrapa Acre. Documentos, 74)
- GAUGHAN, J. B.; GOODWIN, P. J.; SCHOORL, T. A. et al. A shade preference of lactating Holstein- Friesian cows. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 38, p. 17-21, 1998.
- HAHN, G. L. **Bioclimatologia e instalações zootécnicas: aspectos teóricos e aplicados**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. 28 p.
- LEME, T.M.S.P.; PIRES, M.F.A.; VERNEQUE, R.S.; et al. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu em pastagem de *brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, p. 668-675, 2005.
- LIMA, D. S. **Comportamento de vacas mestiças Holandes x Gir em pastejo de capim marandu em sistemas de monocultivo e silvipastoril com coqueiros**. 2010. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, Teresina, 2010
- LOPES, B. L.; PAIVA, C. A. V. Desenvolvimento sustentável, bem estar e saúde publica. **Revista Veterinária e Zootecnia em Minas**, v. 103, p. 19-24, 2009.
- MELLACE, E. M. **Eficiência da área de sombreamento artificial no bem- estar de novilhas leiteiras criadas a pasto**. 2009. 95f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.
- MORAIS, D. A. E. F. **Variação de características do pelame, níveis de hormônios tireoideanos e produção de vacas leiteiras em ambiente quente e seco**. 2002. 123 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jabotical, 2002.
- MORAES JUNIOR, R. J. ; GARCIA, A. R.; SANTOS, N. F. A. et al. Conforto ambiental de bezerros bubalinos (*Bubalus bubalis* Linnaeus, 1758) em sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**, v. 40, p. 629-640, 2010.
- MURGUEITIO, E., CALLE, Z., URIBE, F. et al. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. **Forestry Ecology Management**, v.261, p.1654-1663, 2012.
- OLIVEIRA, T. K.X FURTADO, S. C.X ANDRADE, C. M. SX FRANKE, I. L. **Sugestões para implantação de sistemas silvipastoris**.Rio Branco:Embrapa Acre, 2003. 28 p. (Embrapa Acre. Documentos, 84)
- PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T.; PIRES, M. F. A.; et al. Desempenho de novilhas leiteiras em pastagem solteira ou em sistema silvipastoril constituído por *Eucalyptus grandis* e leguminosas arbóreas. In: CONGRESO NACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES, 1., 2009, Posadas, Misiones – Argentina . **Anais...** Posadas, Misiones: INTA, 2009. p. 297-301.
- PACIULLO D. S. C., CASTRO, C. R. T., GOMIDE, C. A. M. et al. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v.141, p.166-172, 2011

- PARANHOS DA COSTA, M. J. R. **Comportamento e bem-estar de bovinos e suas relações com a produção de qualidade.** In: Simpósio Nacional sobre a Produção e gerenciamento da Pecuária de Corte, 2006, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte – MG: Escola de Veterinária da UFMG, 2006. v. 4. p. 1-12.
- PEREZ, E., SOCA, M., DIAZ, L., CORZO, M. Comportamiento etológico de bovinos en sistemas silvopastoriles en Chiapas, México. **Pastos y Forrajes**, v. 31, p. 161-171, 2008
- PIRES, M. F. A.; SILVA JUNIOR, J. L.C.; CAMPOS, A. T. et al. Zoneamento bioclimatológico para a pecuária leiteira. In: VILELA, D. et al.(Org.). **Gestão ambiental e políticas para o agronegócio do leite.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: MCT/CNPq; Araxá: Serrana Nutrição Animal, 2003. p. 205-226.
- PIRES, M. F. A.; SALLA, L. E.; CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C.; et al. Physiological and behavioural parameters of crossbred in single Brachiaria decumbens pastures and in silvipastoral system. In: LIVESTOCK AND GLOBAL CLIMATE CHANGE, 2008, Hammamet/Tunisia. **Proceedings...** Hammamet/Tunisia: EEAP. 2008. p. 115-118.
- ROCHA, W. S. D.; SOBRINHO, F. S.; CASTRO, C. R. T. et al. Integração-lavoura-pecuária-floresta (ILPF). In: AUAD, M.A. et al. (Org). **Manual de bovinocultura de leite.** Brasília: LK Editora : Belo Horizonte: SENAR-AR/MG , 2010. p.183-202. Cap. 5.
- ROMAN-PONCE, H.; THATCHER, W. W.; BUFFINGTON, D. E. et al. Physiological and production responses of dairy cattle to shade structure in a subtropical environment. **Journal of Dairy Science**, v. 60, p. 424-35, 1977.
- SILVA, J. A. R., ARAUJO, A. A., LOURENÇO JUNIOR, J. B. et al. Conforto térmico de búfalas em sistema silvipastoral na Amazônia Oriental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1364-1371, 2011.
- SILVA, L. L. G. G.; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M., et al. Avaliação de conforto térmico em sistema silvipastoral em ambiente tropical. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 18, p. 87-95. 2010.
- SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influence of luminosity on the behavior of eleven perennial summer forage species. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 443-45, 2009.
- SOUZA, W.; BARBOSA, O. R.; MARQUES, J. A, et. al. Behavior of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, p. 677-684, 2010.
- TUCKER, C. B., ROGERS A. R., SCHUTZ, K. E. Effect of solar radiation in dairy cattle behavior, use of shade and body temperature in a pasture based system. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 109, p. 141-154, 2008.
- Von Keyserlingk , M. A. G.; Rushen , J.; Passillé , A. M.; Weary, D. M. Invited review: the welfare of dairy cattle – Key concepts and the role of science. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 4101–4111, 2009
- YOUSEF, M. K. **Stress physiology in livestock.** Boca Raton: CRC Press, 1985. 217p.



7

CAPÍTULO

Ideótipo de espécie arbórea para Sistemas de Integração Lavoura- Pecuária-Floresta

Vanderley Porfírio-da-Silva



INTRODUÇÃO

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, conceituados na literatura como Sistemas Agrossilvipastoris (GHOLZ, 1987; SINCLAIR, 1999; BALBINO et al., 2011), devem proporcionar o cultivo mecanizado (de cultivos agrícolas e/ou de forrageiras) em aleias largas, pois possibilitam o trânsito de máquinas e implementos e favorecem a condução de rebanhos (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2007).

A conversão das formas monoculturais (dominante) de uso da terra para policulturais, em especial introduzindo o componente arbóreo nas formas agrícolas e pastoris (“levando” a árvore para a lavoura e, ou, para a pastagem; i.e.: árvores fora da floresta – TOF¹), deve ser entendida como um processo de “modificação” do padrão vigente de uso das terras, onde a “novidade” (árvore) deve ser incorporada pela forma dominante (lavouras e, ou, pastagens), de modo que permita a mudança gradativa (transição amena) de um paradigma produtivo para outro, ambientalmente mais ajustado e mais complexo.

A natureza perene das árvores implica num investimento com longo prazo para obtenção dos retornos esperados, de modo que o erro na escolha do componente arbóreo pode implicar em frustrações e prejuízos econômicos muito grandes. Assim, a escolha adequada da(s) espécie(s) arbórea(s) para compor um sistema agrossilvipastoril deve ser considerada etapa da maior importância para o sucesso do empreendimento.

O objetivo neste texto é apresentar uma breve discussão sobre o ideótipo de plantas e algumas sugestões para aprofundamento na busca das características e, ou, atributos desejáveis para as espécies de árvores em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.

IDEÓTIPO DE ESPÉCIE ARBÓREA PARA SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS

“Uma forma a partir de uma ideia”, é o significado de ideótipo (DONALD, 1968). Embora seja uma definição simples, envolve o conhecimento de muitas áreas, tais como edafologia, climatologia, fisiologia, bioquímica, anatomia, qualidade tecnológica da madeira e melhoramento de plantas, entre outras. A definição de um ideótipo deve identificar as características que fariam parte de um modelo de planta, levando em consideração

¹TOF – Tree Outside Forests : conceito que estima a contribuição de “árvores fora da floresta” para a geração de serviços e produtos (e.g.: KLEINN, C. On large-scale inventory and assessment of trees outside forests. *Unasylva*, n. 200, 2000. p. 3-10

todas as informações sobre tais características e o ambiente onde a planta seria cultivada (DONALD, 1968).

Estudos existentes mostram diversidade de parâmetros e critérios utilizados para escolha e recomendação das espécies arbóreas. De modo geral, podem ser divididos em dois grupos: prospecção e ensaios de introdução e avaliação. Os estudos que realizam prospecção, geralmente o fazem a partir de diagnósticos em comunidades e/ou microrregiões e revisão de literatura, sem o uso de experimentação. Tais estudos objetivam identificar espécies para posteriores avaliações em ensaios de introdução.

Nos ensaios de introdução, os parâmetros para a seleção mais utilizados tem sido a velocidade de crescimento e o índice de sobrevivência das espécies experimentadas. Embora sejam atributos desejados e indispensáveis para a seleção de espécies, não são suficientes para garantir o sucesso de uma espécie arbórea em sistemas agrossilvipastoris, tendo em vista a gama de interações à qual o componente arbóreo será submetido ao ser associado com o pasto, gado, e cultivos agrícolas anuais. Ademais, o sistema agrossilvipastoril, requer que seja considerado o mérito econômico de seus componentes, e a seleção com base somente no caráter de crescimento pode, segundo Resende et al. (1990), conduzir ao desenvolvimento de tipos economicamente insatisfatórios, seja pela não consideração de outros caracteres de importância econômica ou pelas respostas correlacionadas negativas ocasionadas entre outros caracteres.

O ideótipo é um modelo conceitual de uma planta cujas características são apropriadas para determinada utilização, com base em sua forma e função (DONALD, 1968; WOOD & BURLEY, 1991). O ideótipo de árvore tem sido apontado como ferramenta básica para a avaliação das espécies, e que pode auxiliar na seleção e melhoramento genético das espécies florestais para sistemas de produção (WOOD & BURLEY, 1991; LEAKEY & PAGE, 2006), contudo, não existe um ideótipo ideal para todos os ambientes, mas sim um para cada ambiente e para cada objetivo de cultivo (DONALD, 1968; SEDGLEY, 1991). A definição de um ideótipo de árvore para sistemas agrossilvipastoris é bem mais complexa do que para sistemas monoculturais. Nos sistemas agrossilvipastoris, as árvores deverão crescer em associação com outras plantas (forrageiras e, ou, grãos) e animais, havendo a necessidade de minimizar interações negativas entre os componentes (Tabela 2). Ademais, a definição de ideótipos para estes sistemas deve considerar um conjunto mais amplo de atributos e características das árvores (e.g.: HUXLEY, 1983; 1999).

Na perspectiva ecológica, a mudança de um área solteira, de lavouras ou de pastagem, para uma área arborizada concerne na forma com que a árvore pode afetar seus arredores pela modificação do ambiente, conforme o princípio de “resposta e efeito” (Figura 1) que estabelece que plantas e ambiente modificam-se mutuamente. O ambiente provoca uma resposta no desenvolvimento da planta, e a planta, por sua vez, promove



► **FIGURA 1.** Diagrama simplificado do princípio de “resposta e efeito”. [Adaptado de Goldberg e Werner (1983)]

um efeito sobre o ambiente modificando um ou mais de seus fatores (GOLDBERG & WERNER, 1983). Do ponto de vista humano, as árvores podem afetar aos demais componentes de forma desejável ou indesejável, negativa ou positivamente em termos de conceitos ecológicos.

O tempo de maturação do componente arbóreo requer que a escolha das espécies arbóreas para compor um sistema agrossilvipastoril seja fundamentada em características e atributos previamente definidos, no entanto, que sejam capazes de certa flexibilidade, ou seja, é tático que as espécies possam atender mais de uma característica ou atributo, bem como tolerar determinadas práticas de manejo impostas ao sistema. Sumariamente, dois estágios de pesquisa podem ser destacados: 1) definição de características e atributos desejáveis para as árvores que serão plantadas no sistema agrossilvipastoril; e, 2) determinação de efeitos resultantes da interação entre os componentes.

ÁRVORES PARA SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS EM ALEIAS MECANIZÁVEIS

A definição das características e atributos (Tabela 1) mais importantes para a seleção de espécies arbóreas para sistemas integrados (silviagrícolas e silvipastoris) busca eliminar ao máximo a subjetividade na classificação e ordenação das melhores espécies. Com isto, também, padronizar os critérios a serem utilizados na seleção de árvores superiores para o melhoramento futuro.

A capacidade de fixação simbiótica de N atmosférico é de importância relativamente maior para os sistemas silvipastoris, uma vez que, geralmente, têm plantas perenes do tipo C4 como forrageiras e que podem beneficiar-se da “transferência” de nitrogênio oriundo da fixação biológica (DIAS et al 2007). Enquanto que, em fases silviagrícolas, a importância pode ser considerada menor, pois muitos dos cultivos agrícolas associados não dependem da fertilização de N para seu crescimento e produção (e.g.: soja). No entanto, quando o componente arbóreo não

é “fixador de N” torna-se um demandante de N do solo, o que poderá levar à competição com a lavoura e/ou pastagem, especialmente na fase juvenil das árvores. Então, ambas as situações, levam à necessidade de estabelecimento de protocolos de fertilização/adubação diferenciados para os sistemas de integração (Tabela 3).

A espécie arbórea com associação micorrízica é importante no sistema agrossilvipastoril, fundamentalmente para aumentar a eficiência do uso de eventuais protocolos de fertilização com fósforo e promover o

TABELA 1.
Características e atributos desejáveis para árvores a serem plantadas em sistema agrossilvipastoril.

CARACTERÍSTICAS (C)/ATRIBUTOS (A)	IMPORTÂNCIA ¹	
	SILVIPASTORIL	SILVIAGRÍCOLA
C- Capacidade de fixação de N atmosférico	+++	++
C- Associação com micorrizas	+++	+++
C- Altura mínima de 7 metros quando adulta	+++	+++
C- Arquitetura de Copas: flabeliforme; colunar; caliciforme/cônica; elíptica vertical;	++	+++
C- Densidade da copa (<i>t</i>) com inserção de copa a 6m de altura: R (<i>t</i> >80%); PD(<i>t</i> = 60 a 80%); D (<i>t</i> <60%)	+++	+++
C- Tipo do fuste	+++	+++
C- Presença de raízes superficiais sob a copa	++	+++
C- Interferência no pasto sob a copa (manejada)	+++	
C- Tolerância ao fogo	+++	+
C- Potencial forrageiro das folhas e casca	+++	
C- Potencial forrageiro dos frutos	+++	
C- Potencial tóxico dos frutos, folhas e flores	+++	
C- Velocidade de crescimento	+++	+
A- Valor comercial da madeira	+++	+++
A- Produtos não-madeireiros com valor comercial	+++	+++
A- Produção de mudas	++++	++++

¹ / grau relativo de importância.

Nota: *t* = transmitância da luz através da copa; R =copa rala; PD = copa pouco densa; e D = copa densa.

enriquecimento das camadas superficiais do solo, por meio da (re)ciclagem de nutrientes; além do que, embora a perspectiva de “transferência” de fósforo por meio dos sistemas radiculares seja plausível (HAUGGAARD-NIELSEN & JENSEN, 2005), ainda não existem dados científicos gerados em sistemas agrossilvipastoris.

A altura mínima esperada para que uma espécie arbórea possa compor um sistema agrossilvipastoril, advém do interesse de obtenção de um fuste de pelo menos 3,5 m, o que permite o trânsito de maquinários nas operações agrícolas por sob as copas e a incidência direta de luz solar sob as copas nos horários matutinos e vespertinos, e certamente proporcionando produto madeireiro para serraria.

A arquitetura de copa (é uma característica importante, dado que pode exercer maior ou menor interceptação da radiação solar (SILVA, 2006; CARON et al., 2012) e da água precipitada pelas chuvas (BALIEIRO et al., 2007; VILLA et al., 2009). Dependendo da arquitetura de copa, a transmitância de radiação solar (τ) para o plano abaixo do dossel das árvores pode ser manejada com maior ou menor facilidade por desrama ou desbaste de árvores.

O tipo do fuste é, para o caso de espécie com finalidade madeireira, uma característica fundamental. Determina o produto que será obtido das árvores e qualifica o mérito econômico do sistema arborizado. Espécies de hábito de crescimento monopodial podem ser mais facilmente manejadas em sistema de integração do que espécies de hábito de crescimento simpodial.

A presença das raízes superficiais das árvores tem importância crescente na medida em se tornem abundantes, principalmente aquelas com diâmetro maior do que 2cm. A presença de raízes grossas impede o estabelecimento de lavouras mecanizadas na proximidade das árvores e, dependendo da abundância pode provocar danos aos animais em pastejo e dificultar a formação (“fechamento”) do pasto sob as copas das árvores.

A tolerância ao fogo é uma característica relativamente mais importante para as árvores em silvipastoril com pastagem perenes em regiões com estação seca definida (ou em eventos de estiagem prolongada), uma vez que em tais condições as pastagens podem sofrer incêndios mais facilmente.

O potencial forrageiro de partes de uma espécie arbórea é uma característica útil ao silvipastoril, especialmente em regiões onde a sazonalidade das plantas forrageiras é marcante (MAIA, 2004; SÃO MATEUS, 2011). No entanto, tal característica pode concorrer com outros objetivos ou produtos esperados das árvores que, ao sofrerem pastejo, por exemplo, podem deixar de produzir madeira para serraria, frutos, ou proteção para o rebanho (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2012).

Algumas espécies arbóreas contêm compostos que causam timpanismo, aborto, hepatotoxicidade, infertilidade, malformações, depressão imunológica, patologias subclínicas entre outras, e morte de animais que

ingerem folhas, flores, frutos e/ou casca (AFONSO & POTT, 2000; TRAVERSO et al., 2002). Por isso é uma característica de importância capital para um sistema silvipastoril.

A velocidade de crescimento das árvores é muito importante para a opção silvipastoril, porque a entrada do gado na área depende de que as árvores tenham porte suficiente para que os animais não as quebrem com seus corpos. As árvores suportam a presença do gado bovino adulto quando tiverem pelo menos 6 cm no DAP (diâmetro da altura do peito = 1,30 m do solo) (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2012). A introdução do gado antes desse estágio de crescimento depende de proteção para as árvores (BENDFELDT et al., 2001; MONTOYA & BAGGIO, 1992; PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2009) o que pode aumentar o custo de implantação do sistema silvipastoril, ou, em determinados casos inviabilizar o empreendimento. Por isso, Porfirio-da-Silva et al. (2009) sugeriram que, no caso de espécies de crescimento moderado ou lento, é oportuno realizar a implantação associada com cultivos anuais de grãos ou mesmo de forrageiras para corte, até que as arvores cresçam o suficiente para que o silvipastoril seja estabelecido.

Os valores dos produtos oriundos das árvores é um atributo importantíssimo o sistema agrossilvipastoril, pois é esperado que as árvores também contribuam diretamente com a rentabilidade do sistema.

É fundamental que exista disponibilidade de material propagativo com boa qualidade das espécies escolhidas para o sistema agrossilvipastoril, portanto, além da definição das características e atributos desejáveis e da determinação dos efeitos resultantes da interação entre os componentes arbóreo e não-arbóreo, as pesquisas para facilitar a disponibilidade de mudas e/ou de sementes é fator crítico para o sucesso de uma espécie arbórea em sistemas agrossilvipastoris.

INTERAÇÃO ECOLÓGICA ENTRE COMPONENTES ARBÓREO E NÃO ARBÓREO NO SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL EM ALEIAS MECANIZÁVEIS

Uma vez definidas as espécies, resta ainda, conhecer a resultante da interação entre o componente arbóreo e o não arbóreo (lavouras, pastos e gado). A interação pode ter efeito positivo (favorecimento), neutro, ou negativo (competição), e depende de diversos fatores ecológicos, incluindo variações no arranjo em aleias. Pode oscilar do favorecimento à competição, e vice-versa, com estágios interativos coexistindo no tempo e espaço (ANDERSON & SINCLAIR, 1993; CALLAWAY & WALKER, 1997). Por exemplo, em situações de normalidade climática, os efeitos de favorecimento ou de proteção que é atribuído às árvores

Consequentemente, o componente arbóreo pode causar aumento (+), diminuição (-), ou não ter efeito (0) sobre os demais componentes. O efeito das interações, no entanto, irá depender de como a(s) espécie(s) envolvida(s) no sistema respondem ou utilizam os recursos do ambiente.

O gado, por sua vez, não sendo produtor primário sofrerá os efeitos resultantes das interações árvore × pasto, embora possa, por sua vez, exercer efeito negativo (predação) sobre a pastagem e/ou árvore; e, em condições como quando as árvores apresentam algum efeito negativo para o gado (Tabela 2).

► **TABELA 2.**
Exemplos de Interações entre componentes e seus efeitos resultantes em sistema agrossilvipastoril.

INTERAÇÃO RESULTANTE	EXEMPLO
Comensalismo (0, +); Amensalismo (0, -)	Melhoria da fertilidade do solo e do microclima pelas árvores, favorecendo a lavoura, a pastagem e o conforto térmico animal; Dano de algumas espécies arbóreas para o desenvolvimento do gado causado por substâncias existentes em partes que venham a ser ingeridas pelos animais. Restrição de crescimento para outras plantas causado por substâncias excretadas pelas raízes de algumas arbóreas.
Competição (-, -), (-, 0)	Restrição de radiação solar para as plantas sob a sombra das árvores; restrição de radiação solar para a plântula de árvore (“abafamento”) imposta pelas plantas de lavoura ou de pasto; produção de substâncias que impedem o desenvolvimento, quer seja da árvore para com as plantas de lavoura ou de pasto, quer seja destas para com a árvore (antibiose)
Predação (+, -)	Pastejo dos animais sobre as plantas de pasto e, ou sobre as árvores;
Mutualismo (+, +)	Fixação biológica de nitrogênio atmosférico feita por microorganismos (ex.: rizóbios e bactérias) associados a árvore para as plantas de pasto ou de lavoura; sombra das árvores para o gado e deposição de esterco destes sob as copas das árvores.

Fonte: Adaptado de Porfírio-da-Silva, (2007).

A Tabela 3 não pretende esgotar as possibilidades, mas exemplifica parte da demanda de conhecimentos do efeito da interação entre componentes nos sistemas agrossilvipastoris sobre a árvore. O conhecimento de efeitos sobre componentes não arbóreos (forrageiras, grãos, e animais) também são fundamentais para a indicação de espécie(s) arbórea(s), portanto, os projetos de pesquisa para árvores em sistemas agrossilvipastoris devem atentar para a multidisciplinaridade necessária para atingir tal objetivo.

► **TABELA 3.**
Exemplos de oportunidade de pesquisa no componente arbóreo em sistemas agrossilvipastoris.

OPORTUNIDADES DE PESQUISA
Definição da intensidade de desrama ótima para o crescimento dos componentes (arbóreo e não-arbóreo);
Configuração do sistema radicular originado de plântulas de sementes e de plântulas de estaquia e sua relação com a competição interespecífica e intraespecífica;
Novos métodos para o controle da competição sofrida pelas árvores na fase de estabelecimento;
Determinação espaço-temporal da interação entre raízes arbóreas e não-arbóreas;
Definição de parâmetros (biológicos e econômicos) para realizar desbastes;
Definição da intensidade de desrama ótima para a qualidade da madeira;
Ciclagem de nutrientes (incluso das excretas do componente animal);
Distribuição da biomassa de ramos no tronco (arquitetura de copa);
Qualidade espectral da radiação filtrada pelas copas das árvores;
Propriedades bromatológicas de folhas e cascas;
Protocolos de adubação em sistemas de integração;
Testes de predileção do gado;

O conhecimento existente na silvicultura convencional deve ser utilizado em sistemas agrossilvipastoris, no entanto, alguns questionamentos não encontram respostas e devem merecer atenção da pesquisa. Por exemplo, o crescimento dos componentes não arbóreos pode ser limitado pela restrição de luminosidade imposta pelas copas das árvores que, por sua vez, também necessitam de sua área fotossinteticamente ativa para crescer, a busca do equilíbrio entre o crescimento de todos os componentes pode ser uma tônica no manejo do sistema.

A intensidade de desrama é importante para proporcionar o equilíbrio entre o crescimento dos componentes arbóreos e não arbóreos e para a qualidade de madeira para serrados; dependendo do sítio, da espécie e da interação genótipo × ambiente, a determinação da altura de desrama com base em diâmetro de rolete ou de núcleo nodoso de tora, ou ainda, na proporção de copa verde remanescente em relação a altura total da árvore, pode significar a retirada de grande quantidade de área fotossinteticamente ativa da árvore. É possível selecionar material com

menor proporção de área foliar na base da copa, e com isso influenciar o percentual de remoção de área foliar na desrama e o método de tomada de decisão para o momento da desrama artificial. Para isso será necessário conhecer a arquitetura de copa e como é distribuída a biomassa de ramos e folhas no perfil vertical da árvore.

A desrama influencia na qualidade do produto madeireiro e também na quantidade e qualidade de luz transmitida para o dossel das plantas agrícolas e forrageiras, mas depois de certo tempo, a desrama torna-se impraticável e também se estabelece a competição entre as árvores e que irão necessitar de desbaste. A definição do momento adequado para o desbaste deve ser com base em parâmetros da própria árvore (biológico) e da oportunidade de mercado dos produtos (econômico) que podem ser obtidos no desbaste. Nem sempre estes aspectos estarão sincronizados, isto é, poderá acontecer de que ainda não esteja ocorrendo competição entre as árvores, mas já existe restrição da intensidade luminosa que é transmitida para as plantas de lavoura ou forragem determinando uma diminuição da produtividade destas. Então, o desbaste deverá ser realizado sob que grau de comprometimento da produtividade das lavouras/forrageiras para que oportunize o melhor incremento da madeira? Como decidir sobre qual nível de queda na produtividade de lavouras pode ser complementado pelo incremento de madeira?

Por outro lado, dependendo dos objetivos que se queira com o sistema, pode ser permitida uma “perda” em um dos componentes desde que ocorra uma compensação pelo outro. No caso de um sistema silvipastoril, pode ser tolerada uma diminuição na produtividade da forrageira, desde que o ganho de peso animal, não comprometa o objetivo de produção de carne, isto pode ocorrer por causa da melhoria do bem-estar animal e de suas taxas de conversão ao ser criado em um ambiente menos estressante; ou ainda, que a produção de madeira complemente ou suplemente a diminuição de rentabilidade da produção de carne ou de leite.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, restará ainda a escolha de um quadro analítico para considerar os méritos econômicos da mudança de uso da terra convencional para uma forma mais complexa que integra árvores na mesma área. Tal quadro de análise tem como pergunta fundamental: será que um sistema de uso da terra que integra árvores pode gerar lucro como o uso convencional da área? Ou ainda, será que a ILPF ao gerar serviços ambientais pode ser mais apropriada como estratégia para a sustentabilidade da agropecuária?

Quanto melhor seria para um agricultor ou pecuarista converter seus sistemas convencionais por um agrossilvipastoril?

Em sistemas agrossilvipastoris as interações temporais e espaciais entre os componentes podem ser importantes fatores econômicos. Combinações de árvores com lavouras e/ou pastagens somente serão

rentáveis, segundo alguns autores (e.g.: LEFROY e SCOT, 1994; ABADI et al., 2006) se o valor dos produtos das árvores e de todos os possíveis efeitos positivos (favorecimento) exceder os efeitos negativos, especialmente sobre o rendimento das lavouras e/ou das pastagens. Já para outros, os sistemas agrossilvipastoris, podem gerar muitos serviços ambientais valoráveis, tais como altos níveis de biodiversidade, captura e imobilização de consideráveis quantidades de carbono atmosférico, e proteção de mananciais (AERTSENS et al., 2013; JOSE, 2009; SCHROTH et al, 2004). Mas que, muitos desses serviços são, na perspectiva do agricultor ou pecuarista, externalidades (PAGIOLA et al., 2007), por isso tendem a ser tratados como subprodutos de pouco ou nenhum valor e então deixam de ser produzidos ou são negligenciados.

Referências bibliográficas

- ABADI, A; LEFROY, T.; COOPER, D.; HEAN, R.; DAVIES, C. **Profitability of agroforestry in the medium to low rainfall cropping zone**. Rural Industries Research and Development Corporation. Canberra, AU, p. 78. 2006. (ISBN 1 74151 244 1 /ISSN 1440-6845). Disponível em: <https://rirdc.infoservices.com.au/downloads/05-181> Acesso em: 11 ago 2010.
- AERTSENS, J.; NOCKER, L. D.; GOBIN, A. Valuing the carbon sequestration potential for European agriculture. **Land Use Policy**, n. 31, p. 584-594, 2013
- AFONSO, E.; POTT, A. **Plantas tóxicas para bovinos**. Embrapa Campo Grande, MS, dez. n.44, 2000.
- ANDERSON, L. S.; SINCLAIR, F. L. Ecological interactions in agroforestry systems. **Agroforestry Abstracts**, v.6, n. 2, p. 57-91 1993.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTINEZ, G.B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELLI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J.C.; GALERANI, P.R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, Out. 2011. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011001000001&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 05 Dez. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000001>.
- BALIEIRO, F. de C.; FRANCO, A. A.; FONTES, R. L. F.; DIAS, L. E.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. de. Evaluation of the throughfall and stemflow nutrient contents in mixed and pure plantations of acacia mangium, pseudomonea guachapele and eucalyptus grandis. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.2, p.339-346, 2007
- BENDFELDT, E. S.; FELDHAKE, C. M.; BURGER, J.. Establishing trees in an Appalachian silvopasture: Response to shelters, grass control, mulch, and fertilization. **Agroforestry Systems**, n. 53, p.291-295, 2001. Disponível em: <DOI: 10.1023/A:1013367224860>. Acesso em: 11 out. 2009.
- BOTELLHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na região sul de minas gerais. **Cerne**, v.2, n.1, p.4-13, 1996.
- CALLAWAY, R. M.; WALKER, L. R. Competition and facilitation: A synthetic approach to interactions in plant communities. **Ecólogo**, v. 78, n. 7, p.1958-1965, 1997.
- CARON, B. O.; LAMEGO, F. P.; SOUZA, V. Q.; COSTA, E. C.; ELOY, E.; BEHLING, A.; TREVISAN, R. Interceptação da radiação luminosa pelo dossel de espécies florestais e sua relação com o manejo das plantas daninhas. **Ciência Rural** [online]. 2012, vol.42, n.1, pp. 75-82. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782012000100013&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0103-8478. Acessado em 12 de mar 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000100013>.
- COSTA, B. M. da; MENDONÇA, C. A. G de; CALAZANS, J. A. M.de. **FORAGEIRAS ARBÓREAS E SUCULENTAS PARA A FORMAÇÃO DE PASTAGENS**. Mossoró, RN: Escola superior de agricultura da Mossoró – ESAM, 2 ed. 1989, 5p
- DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S.; URQUIAGA, S.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; FRANCO, A. A. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim Survenola crescido em consórcio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37. n.2, mar-abr, 2007.

- DONALD, C. M. The breeding of crop ideotypes. **Euphytica**, Wageningen, v.17, p. 385-403, 1968.
- GHOLZ, H. L. [Ed.] **Agroforestry: realities, possibilities and potentials**, Dordrecht: Nijhoff, 1987. 227p.
- GOLDBERG, D. E.; WERNER, P. A. Equivalence of competitors in plant communities: a null hypothesis and a field experiment approach. **American Journal of Botany**, n. 70, p. 1098-1104
- HUXLEY, P. **Tropical agroforestry**. Oxford: Blackwell Science, 1999. 371 p.
- JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v.76, p. 01-10. 2009.
- LEAKEY, R. R. B.; PAGE, T. The 'ideotype concept' and its application to the selection of cultivars of trees providing agroforestry tree products. **Forest, Trees and Livelihoods**, v.16, n. 1, p. 5-16, 2006.
- LEFROY E. C.; SCOT P. R. Alley farming: new vision for western Australian farmland. **Western Australian Journal of Agriculture**. n. 35, p. 119–126. 1994
- MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**.1. ed.São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004.
- PAGIOLA, A. S. et al. Paying for the environmental services of silvopastoral practices in Nicaragua. **Ecological Economics**, Amsterdam, v.6 n.4, p.374–385. 2007.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Ecologia e manejo em sistema silvipastoril. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIL NA AMÉRICA DO SUL, 2. Juiz de Fora, 6 e 7 de novembro de 2007. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. CD ROM.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 48p. il.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MOLETTA, J. L.; PONTES, L. S.; OLIVEIRA, E. B.; PELISSARI, A.; CARVALHO, P. C. F. Danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para sistemas silvipastoris. **Pesq. Florestal Brasileira**, Colombo. v.32, n.70, p. 67-76, abr/jun. 2012.
- RESENDE, M. D. V.; OLIVEIRA, E. B.; HIGA, A. R. Utilização de índices de melhoramento no melhoramento do eucalipto. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 21, p.1-13, 1990.
- SÃO MATEUS, Fábio Andrey Pimentel. Arbóreas Forrageiras: Pastagem o ano todo na Caatinga sergipana. Florianópolis, 2011.81f. Orientador, Alfredo Celso Fantini, co-orientadora: Anabel Aparecida de Mello **Dissertação** (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.
- SCHROTH, G.; FONSECA, G. A. B. da; HARVEY, C. A.; GASCON, C.; VASCONCELOS, H. L.; IZAC, A.-M. N. (Ed.). **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. Washington, DC: Island Press, 2004. 523 p.
- SEDGLEY, R. H. Na appraisal of the Donald ideotype after 21 years. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 26, p. 93-112, 1991.
- SILVA, R. G. Predição da configuração de sombras de árvores em pastagens para bovinos. **Eng. Agrícola, Jaboticabal**, v. 26, n.1, p.268-281. Jan-abr, 2006.
- SINCLAIR, F.. A general classification of agroforestry practice. **Agroforestry System**, n, 46. 1999, p. 161-180.
- TRAVERO, S. D.; CORRÊA, A. M. R.; PESCADOR, C. A.; COLODEL, E. M.; CRUZ, C. E. F.; DRIEMEIER, D. Intoxicação experimental por *Trema micrantha* (Ulmaceae) em caprinos. **Pesq. Vet. Bras.**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 4, Oct. 2002 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-736X2002000400003&lng=en&nrm=iso>. access on 02 June 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2002000400003>.
- VILLA, E. B.; PEREIRE, J. A.; RESENDE, A. S.; CAMPHELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Interceptação de água da chuva e lixiviação de nutrientes, pela copa e tronco, de leguminosas arbóreas utilizadas em sistemas silvipastoris. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009, Luziânia. Diálogo e integração de saberes em sistemas agroflorestais para sociedades sustentáveis: **trabalhos**. [S.l.]: SBSAF; [Brasília, DF]: EMATER-DF: Embrapa, 2009. 1 CD-ROM.
- WOOD, P.J.; BURLEY, J. **A tree for all reasons: the introduction and evaluation of multipurpose trees for agroforestry**. Nairobi: ICRAF, 1991. 158 p. (ICRAF. Science and Practice of Agroforestry, 5).

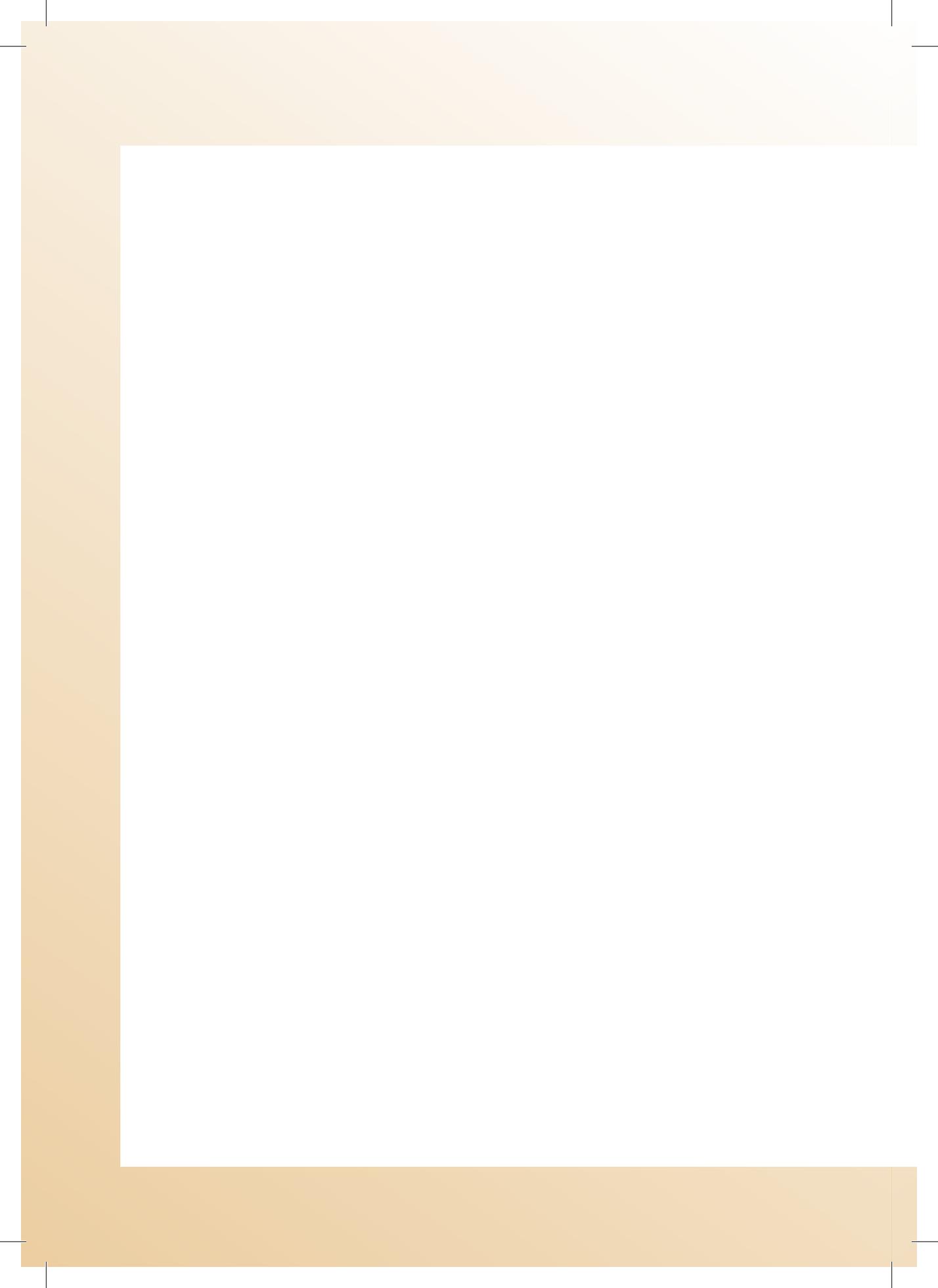


8

CAPÍTULO

Forrageiras tolerantes ao sombreamento

*Domingos Sávio Campos Paciullo
Maria de Fátima Ávila Pires
Marcelo Dias Müller*



INTRODUÇÃO

Os sistemas agrossilvipastoris têm sido recomendados como alternativa aos sistemas convencionais de produção de bovinos, tendo em vista seus benefícios biológicos, econômicos e ambientais (MÜLLER et al., 2011; PACIULLO et al., 2011a; MURGUEITIO et al., 2012). Embora seja prática antiga (GARCIA & COUTO, 1997), ainda permanecem dúvidas sobre aspectos do manejo dos componentes do sistema. Ao se integrar em uma mesma área física plantas herbáceas, arbustivas e/ou arbóreas e animais ruminantes, estabelece-se um ambiente de relações ecológicas, baseadas em interações complexas e dinâmicas entre seus componentes. A significância e o nível de competição entre os componentes são determinados pelo clima, manejo, tipo de solo e espécies. Em sistemas estabelecidos em ambientes tropicais úmidos, espécies arbóreas e forrageiras competem primariamente por luz (SHELTON et al., 1997; PACIULLO et al., 2011a).

Ao longo do tempo, as árvores crescem e interceptam progressivamente maiores quantidades da radiação fotossinteticamente ativa incidente, aumentando o sombreamento do pasto. Ao mesmo tempo, ocorrem mudanças na qualidade da radiação que atravessa o dossel arbóreo e alcança o pasto, o que interfere em várias características morfofisiológicas das plantas forrageiras. A tolerância de uma espécie à sombra depende de sua capacidade em se ajustar morfológica e fisiologicamente a um dado nível de irradiância (DIAS-FILHO, 2000). O crescimento das forrageiras em associação com espécies arbóreas pode ser prejudicado ou favorecido, dependendo de fatores como a tolerância das espécies à sombra, o grau de sombreamento proporcionado pelas árvores e a competição entre as plantas, com relação à água e nutrientes do solo.

Nesse artigo são discutidos aspectos relacionados aos efeitos do sombreamento no componente pasto, assim como suas implicações para o manejo da pastagem. São abordadas ainda questões associadas ao potencial de produção e à qualidade da forragem em sistemas silvipastoris.

FORRAGEIRAS TOLERANTES AO SOMBREAMENTO

A pesquisa sobre tolerância de forrageiras ao sombreamento tem avançado a partir de estudos realizados com diversas espécies de gramíneas e leguminosas forrageiras em várias partes do mundo (SMITH & WHITEMAN,

1983; WONG et al., 1985; ANDRADE et al., 2003; 2004; SOARES et al., 2009; PACIULLO et al., 2011d), o que tem permitido orientação segura para escolha da espécie mais adequada para compor sistemas silvipastoris.

Dentre as espécies de gramíneas que possuem tolerância mediana ao sombreamento estão algumas das forrageiras mais utilizadas para formação de pastagem no Brasil e em outras regiões tropicais e subtropicais, como *Brachiaria spp.* e *Panicum maximum* (Tabela 1). Gramíneas tais como *B. decumbens* cv. Basilisk, *B. brizantha* cvs. Marandu, Xaraés e Piatã, *B. ruziziensis*, *P. maximum* cvs. Tanzânia, Massai e Vencedor apresentaram relativa tolerância ao sombreamento moderado, sendo potencialmente adequadas para sistemas silvipastoris (CASTRO et al., 1999; CARVALHO et al., 2002; ANDRADE et al., 2004; PACIULLO et al., 2007; GUENNI et al., 2008; SOARES et al., 2009; SILVA et al., 2010; PACIULLO et al., 2011d; SANTOS et al., 2012).

► **TABELA 1.**
Gramíneas forrageiras tropicais tolerantes ao sombreamento moderado.

ESPÉCIE/CULTIVAR	REFERÊNCIA
Gênero <i>Brachiaria</i>	
<i>B. decumbens</i>	Schreiner (1987), Andrade et al. (2003), Paciullo et al., (2007; 2011d), Guenni et al. (2008), Gobbi et al. (2009)
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	Dias-Filho (2000), Andrade et al. (2003), Soares et al. (2009), Paciullo et al. (2011d)
<i>B. brizantha</i> cv. Xaraés	Martuscello et al. (2009), Paciullo et al. (2011d)
<i>B. brizantha</i> cv. Piatã	Santos et al. (2012)
<i>B. humidicola</i>	Smith & Whiteman (1983), Dias-Filho (2000)
<i>B. ruziziensis</i>	Paciullo et al. (2011d)
Gênero <i>Panicum</i>	
<i>P. maximum</i> cv. Vencedor	Castro et al. (1999)
<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	Carvalho et al. (2002), Castro et al. (2009)
<i>P. maximum</i> cv. Massai	Andrade et al. (2004), Silva et al. (2010)
Outros gêneros	
<i>Hemarthria altissima</i>	Schreiner (1987)
<i>Paspalum notatum</i>	Schreiner (1987), Andrade et al. (2004)
<i>Setaria anceps</i>	Castro et al. (1999)

Informações disponíveis sobre a tolerância à sombra do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) sugerem que essa gramínea apresenta tolerância entre média e baixa (ERIKSEN e WHITNEY, 1981; PANDEY et al., 2011), refletindo, talvez, diferenças entre variedades. O capim-gordura é considerado pouco tolerante ao sombreamento, conforme conclusões de Garcia et al. (1994). A tolerância de leguminosas forrageiras ao sombreamento também varia entre espécies. Dentre as medianamente tolerantes encontram-se o *Calopogonium mucunoides*, a *Centrosema pubescens* e a *Pueraria phaseoloides*. O estilosantes (*Stylosanthes guianensis*) e o siratro (*Macropitilium atropurpureum*) foram considerados como de baixa tolerância ao sombreamento (WONG, 1991; ANDRADE et al., 2003). O amendoim forrageiro (*Arachis pintoii*) teve bom desempenho em condições de sombra, sendo considerado por Andrade et al. (2004) como tolerante ao sombreamento.

AJUSTES MORFOFISIOLÓGICOS EM RESPOSTA AO SOMBREAMENTO

Sabe-se que o dossel forrageiro sofre modificações morfofisiológicas quando submetido à competição com o componente arbóreo por recursos de crescimento, principalmente no que se refere à competição pela radiação fotossinteticamente ativa (DIAS-FILHO, 2002; PACIULLO et al., 2008; GOBBI et al., 2009). Nas últimas décadas, vários trabalhos têm contribuído com o aumento do conhecimento sobre esse assunto, conforme apresentado a seguir.

Aspectos fisiológicos

Aumentos da área foliar específica com a diminuição da luminosidade têm sido observados para gramíneas de clima temperado (KEPHART et al., 1992) e tropical (PACIULLO et al., 2007). Da mesma forma, plantas submetidas ao sombreamento apresentam maiores teores de clorofila total que aquelas cultivadas em condições de sol pleno (DIAS-FILHO, 2002).

Dias-Filho (2002) examinou as respostas fotossintéticas de *B. brizantha* e *B. humidicola*, cultivadas em condições de luz plena e sombreamento. Para ambas as espécies, as plantas submetidas ao sombreamento apresentaram menor ponto de compensação de luz do que plantas expostas ao sol pleno, o que foi resultado das menores taxas de respiração no escuro por unidade de área foliar. Segundo os autores, baixa respiração no escuro e baixo ponto de compensação de luz são atributos de plantas tolerantes à sombra. O baixo ponto de compensação de luz é benéfico para que as plantas mantenham o balanço de carbono positivo sob condições de luminosidade reduzida. Para espécie de gramínea C_3 (*Stipa speciosa*), Fernández et al. (2002) também constataram balanço de carbono positivo em condições de sombreamento moderado.

Outro resultado que demonstra ajustes nos processos fisiológicos, em função da redução da radiação incidente foram apresentados por Paciullo et al. (2011b). Esses autores avaliaram as biomassas de parte aérea, raízes e total, além das relações entre a biomassa do pasto e a RFA incidente em relavado de *B. decumbens*, submetido a três ambientes em termos de radiação. É interessante observar que as relações biomassa/RFA incidente foram maiores nos ambientes com menores RFA (Tabela 2). Para a parte aérea, essa relação foi 71% maior sob sombreamento intenso, quando comparado ao sol pleno. Para a biomassa total, o valor na sombra intensa foi 43% maior do que a sol pleno. Embora não tenham sido avaliadas as taxas fotossintéticas e respiratórias das plantas neste estudo, seus resultados sugerem uma maior eficiência de uso da radiação em condições de sombra, o que pode se constituir em mais um mecanismo de plasticidade da gramínea quando submetida ao sombreamento. De fato, Guenni et al. (2008) verificaram maior eficiência do uso da radiação em gramíneas sombreadas, especialmente quando cultivadas em solos originalmente deficientes em N. Nesta situação, o sombreamento estimula o aumento da concentração de N na planta, contribuindo para aumentar a assimilação de carbono e, conseqüentemente, a eficiência de uso da radiação (WILSON & LUDLOW 1991; CRUZ, 1997).

► **TABELA 2.**
Radiação fotossinteticamente ativa (RFA), massas de parte aérea e raiz de *B. decumbens* (kg/ha) e relações massa/RFA, conforme a intensidade da RFA.

CARACTERÍSTICAS	RFA INCIDENTE NO SUB-BOSQUE DE <i>B. decumbens</i> (%)		
	100	79	45
RFA ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	1.389	1.111	623
Massa de parte aérea	2.306	2.591	1.778
Massa de raiz	3.071	1.963	1.684
Massa total	5.377	4.554	3.462
Massa/RFA			
Parte aérea	1,66	2,33	2,85
Raiz	2,21	1,77	2,70
Total	3,87	4,09	5,55

Fonte: Adaptado de Paciullo et al. (2011b).

Morfogênese

Estudos com gramíneas tropicais indicaram que a intensificação do sombreamento resultou em lâminas foliares e colmos mais longos (CASTRO et al., 1999; FERNANDÉZ et al., 2002; LOPES et al., 2011; PACIULLO et al., 2011d). Esses resultados decorrem das maiores taxas de alongamento de folhas e colmos quando as plantas são submetidas à luminosidade reduzida, conforme observado para gramíneas dos gêneros *Brachiaria* (DIAS-FILHO, 2000; PACIULLO et al., 2011d; LOPES et al., 2011) e *Panicum* (CASTRO et al., 2009) cultivadas em condições de sombreamento. Em geral, a taxa de aparecimento de folhas não é influenciada pelo sombreamento (PACIULLO et al., 2008; 2010), ou apresenta apenas aumento de pequena magnitude (LOPES et al., 2011), provavelmente pelo papel central que desempenha na morfogênese das plantas, fato que contribui para que essa seja a última característica modificada pela planta em condições adversas de crescimento (NABINGER & PONTES, 2001). O número de folhas por perfilho também não tem se modificado com o sombreamento, o que está relacionado ao pequeno ou ausente efeito da sombra na taxa de aparecimento e tempo de vida da folha (FERNANDÉZ et al., 2002; PACIULLO et al., 2008; LOPES et al., 2011).

Perfilhamento

Vários fatores determinam os padrões demográficos de perfilhamento. Variações nos padrões e taxas de aparecimento e morte de perfilhos correspondem a um dos principais mecanismos utilizados pelas plantas forrageiras para se manterem vivas e perenes em áreas de pastagem, uma vez que asseguram reposição de perfilhos mortos e restauração da área foliar removida pelo pastejo.

Em geral, tem sido constatada redução da taxa de perfilhamento de gramíneas quando submetidas ao sombreamento (FERNANDÉZ et al., 2002; PACIULLO et al., 2007). Normalmente, para manter o desenvolvimento do perfilho, em condições de sombreamento, a planta prioriza o crescimento dos perfilhos existentes, em detrimento da produção de novos perfilhos. Pode ocorrer maior mortalidade de perfilhos em função da limitação no suprimento de carbono gerada pela competição por luz (KIM et al., 2010). Adicionalmente, em condições de sombreamento, algumas gemas axilares podem ser abortadas antes mesmo da emergência de novos perfilhos (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996).

Além do efeito da quantidade de luz sobre a produção de fotoassimilados, que sustenta e permite o desenvolvimento dos perfilhos, a qualidade da luz também tem efeito sobre o perfilhamento. A qualidade da luz que passa através das copas das árvores é alterada porque as folhas das mesmas absorvem, preferencialmente, radiação cujo comprimento de onda esteja na faixa de 400-700 nm. A luz cujo comprimento de onda esteja compreendido entre o azul e o vermelho é reduzida em

comparação com o espectro verde e infra-vermelho, diminuindo a relação luz vermelha/luz infravermelha. A queda dessa relação, em condições de sombreamento natural, causa importantes efeitos sobre a morfogênese das plantas, principalmente diminuindo o perfilhamento das gramíneas (GAUTIER et al., 1999).

A importância da intensidade da sombra sobre este fator foi demonstrada por Paciullo et al. (2007), em pastagem de *B. decumbens*, cuja densidade populacional de perfilhos por m² aumentou de 253 para 447 quando a intensidade de luz se elevou, respectivamente, de 35 para 65%, em relação à condição de sol pleno (Figura 3). Outro estudo demonstrou redução entre 20 e 32% na densidade de perfilhos, com o sombreamento, para várias espécies do gênero *Brachiaria* cultivadas sob sol pleno e diferentes percentagens de sombra (PACIULLO et al., 2011d).

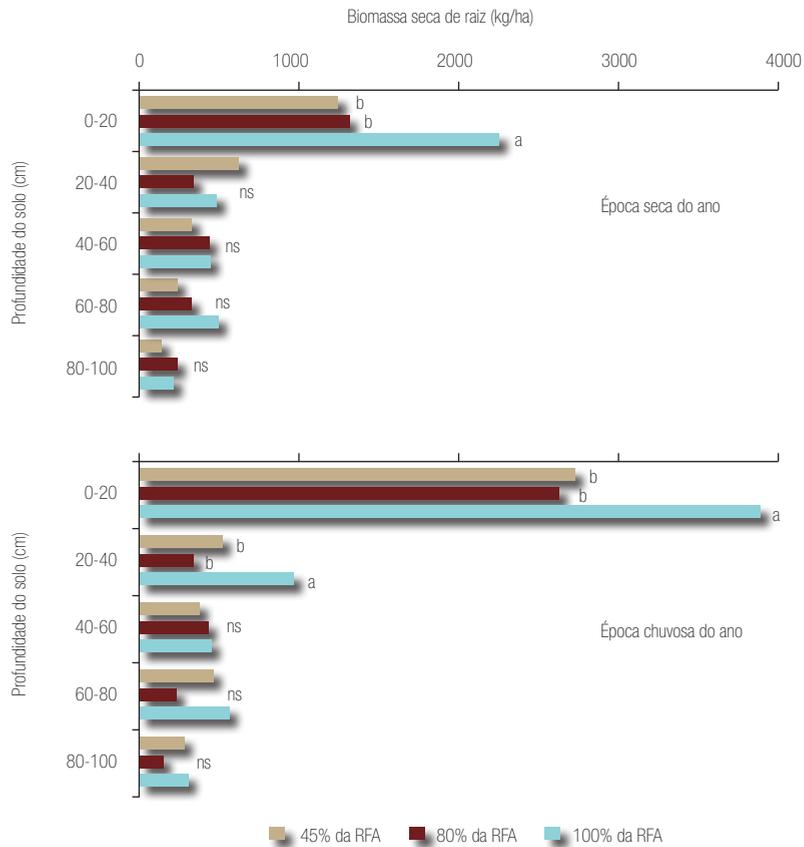
Alocação de biomassa

Outra modificação decorrente do sombreamento é a redução da produção de raízes (Figura 1), resultante da mudança no padrão de alocação de fotoassimilados pelas plantas cultivadas em ambiente de reduzida luminosidade, especialmente na camada de 0 a 40 cm de profundidade do solo (PACIULLO et al., 2010). Como consequência desse fenômeno, tem-se maior relação parte aérea/raiz em plantas cultivadas sob sombreamento. Em pastagem de *B. decumbens* calculou-se que a redução da biomassa aérea sob a maior percentagem de sombra (60% da radiação plena) foi de 29,7% em relação ao cultivo sob menor sombreamento (16% da radiação plena), enquanto a redução relativa na biomassa de raízes, causada pelo sombreamento, foi de 70,5% (PACIULLO et al., 2010). A diminuição mais acentuada da massa de raízes em relação à parte aérea refletiu-se numa maior relação parte aérea/raízes das plantas sob maiores percentagens de sombra, em relação àquelas crescendo sob menor efeito da sombra das árvores.

Dias-Filho (2000) enfatiza que a marcada redução na biomassa de raízes pode resultar em maior vulnerabilidade do pasto aos estresses ambientais que exijam forte interferência do sistema radicular para o processo de rebrotação. Estudos mais detalhados são necessários, principalmente sobre as interações do sombreamento com a intensidade e a frequência de pastejo e o regime de fertilização do pasto.

PRODUÇÃO DE FORRAGEM EM SISTEMAS SILVIPASTORIS

A produção de matéria seca de forrageiras em associação com espécies arbóreas pode ser prejudicada ou favorecida, dependendo de fatores como a tolerância das espécies à sombra e o grau de sombreamento proporcionado pelas árvores. Mesmo gramíneas consideradas medianamente tolerantes ao sombreamento têm apresentado redução



► **FIGURA 1.** Distribuição de raízes de *B. decumbens* no perfil do solo, em um sistema silvipastoril, conforme a intensidade de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente no pasto. Fonte: Adaptado de Paciullo et al. (2010).

acentuada da produção de forragem quando submetidas a condições de sombreamento intenso, em geral com níveis de sombra acima de 50% da luz solar plena (CASTRO et al., 1999; ANDRADE et al., 2004; PACIULLO et al., 2007). Resultados de pesquisa têm revelado que a *B. decumbens* se mostrou pouco tolerante ao sombreamento intenso (65% de sombreamento em relação à condição de sol pleno), considerando o baixo nível de produtividade obtido (Tabela 2). A diminuição do sombreamento de 65 para 35% resultou em aumentos da ordem de 65% para a massa de forragem (PACIULLO et al., 2007). Castro et al. (1999) também observaram redução de 50% no rendimento forrageiro dessa espécie quando cultivada com 60% de sombreamento artificial. A espécie *Brachiaria brizantha* cv. Marandu também apresentou diminuição de 60% na taxa de acúmulo de MS quando cultivada sob 70% sombreamento artificial (ANDRADE et al., 2004).

Castilhos et al. (2003) avaliaram a produção de forragem de cinco cultivares de *P. maximum* a pleno sol e em um bosque de eucalipto com 15 anos de idade, plantado no espaçamento 3 × 3 m. Na sombra, foi observada redução acentuada da produção de forragem de todas as cultivares, em decorrência da alta densidade arbórea e, consequentemente, baixos níveis de radiação disponível para as gramíneas. A produção de matéria seca média obtida na sombra foi, aproximadamente, 25% da observada a pleno sol.

Conclui-se que o grau de sombreamento imposto pelas árvores no sistema silvipastoril sobre as forrageiras, assim como a capacidade dessas plantas continuarem produzindo, mesmo em condições de menor luminosidade, são condições básicas para o sucesso na exploração desses sistemas, especialmente quando se prioriza a produção animal. O uso de densidade de árvores, de modo a promover apenas sombreamento moderado das forrageiras, além do plantio de espécies, pelo menos medianamente tolerantes à sombra, podem contribuir significativamente para o sucesso de sistemas de produção animal baseado no uso de pastagens arborizadas.

TIPO DE ÁRVORE × CARACTERÍSTICAS DO SOLO × PRODUÇÃO DE FORRAGEM

Sistemas com árvores leguminosas

Em sistemas silvipastoris cujo componente arbóreo é constituído exclusivamente por leguminosas com capacidade de fixação de N atmosférico têm sido verificados aumentos nos teores de vários nutrientes no solo, assim como da matéria orgânica (ALVIM et al., 2004; PACIULLO et al., 2011c). As respostas positivas têm sido observadas, especialmente, em pastos estabelecidos em solos de baixa fertilidade natural (WILSON, 1998; CARVALHO et al., 2001b; XAVIER et al., 2002; Guenni et al., 2008) e submetidos ao sombreamento apenas moderado. Neste tipo de sistema, aumentos nos teores de vários nutrientes do solo, em decorrência da presença de leguminosas arbóreas, podem estimular o crescimento da gramínea no sub-bosque e aumentar a produção de MS, em condições de sombreamento moderado (ALVIM et al., 2004; CASTRO et al., 2009). Uma explicação para melhoria da fertilidade de solo sob a copa de leguminosas está relacionada à velocidade do processo de decomposição dos resíduos vegetais. A presença de leguminosas fixadoras de N, com baixa relação C/N, favorece a maior atividade dos microrganismos e acelera o processo de decomposição e mineralização dos principais nutrientes do ecossistema (WILSON, 1996). Os efeitos esperados, particularmente em solos naturalmente pobres em nutrientes, são obtidos em longo prazo, pois dependem do crescimento das árvores e dos processos de decomposição da serapilheira das árvores. Um exemplo do benefício

de leguminosas arbóreas para a gramínea *B. decumbens* submetida a manejo extensivo foi apresentado nos trabalhos de Castro et al. (2009) e Paciullo et al. (2011c). O sistema silvipastoril foi implantado no início da década de 1990, com objetivo verificar o efeito de leguminosas arbóreas nas características de pastagens degradadas em áreas montanhosas da região Sudeste (CARVALHO et al., 2001b). Os dados obtidos após 13 anos de implantação do sistema silvipastoril, indicaram aumentos significativos nos teores de vários nutrientes do solo, com reflexos positivos na massa de forragem e no conteúdo de N do pasto, à medida que se aumentou a percentagem de cobertura arbórea na pastagem (Tabela 3). Esses resultados evidenciam que a inclusão do componente arbóreo, constituído por leguminosas, pode contribuir para recuperação e persistência de pastagens de *B. decumbens* em áreas montanhosas, onde, normalmente, é adotado manejo extensivo.

Sistemas com leguminosas arbóreas e Eucalyptus

A associação de leguminosas arbóreas com árvores do gênero *Eucalyptus* pode ser opção interessante para diversificação do sistema. O eucalipto poderá ser fonte de renda para o produtor pela produção e possibilidade de comercialização da madeira, enquanto as leguminosas contribuem para a melhoria das condições de solo, além de

TABELA 3.
Características do solo e do pasto de *B. decumbens*, após 13 anos de manejo sob três condições de cobertura por leguminosas arbóreas.

CARACTERÍSTICA	COBERTURA POR LEGUMINOSAS ARBÓREAS (%)		
	0	20	30
Solo			
K (mg/dm ³)	30,6	35,0	47,6
P (mg/dm ³)	1,87	2,90	5,20
MO (%)	1,70	2,10	2,53
CTC efetiva (cmol _c /dm ³)	1,25	1,45	1,86
CTC potencial (cmol _c /dm ³)	5,60	6,87	7,53
Pasto			
Massa de forragem (kg/ha)	1.595	2.051	3.139
Conteúdo de N no pasto (kg/ha)	22,6	30,9	51,4

Fonte: Adaptado de Castro et al. (2009) e Paciullo et al. (2011c).

proporcionarem outros benefícios para o sistema. Balieiro (1999) verificou que a meia vida da serrapilheira de um sistema silvipastoril exclusivo de eucalipto foi de 18 meses, enquanto que de um sistema consorciado de eucalipto com leguminosa *Pseudosamanea guachapele*, que possui baixa relação C/N, foi de 13 meses, possibilitando maior taxa de reciclagem de nutrientes na pastagem. Xavier (2009) estimou os fluxos de N em pastagens de *B. decumbens* em monocultivo ou em sistema silvipastoril, constituído por eucalipto e as leguminosas *A. mangium* e *M. artemisiana*. Enquanto o sistema silvipastoril apresentou balanço positivo de N total de 35 kg/ha/ano, devido à fixação biológica das leguminosas, na pastagem em monocultivo o balanço foi de -12 kg/ha/ano. Em função da maior ciclagem de N via liteira proveniente das árvores, no sistema silvipastoril, a autora concluiu que esse tipo de arranjo é alternativa viável para recuperar áreas em processo de degradação.

Sistemas com *Eucalyptus* spp.

Em sistemas silvipastoris cujo componente arbóreo é formado apenas por árvores de *Eucalyptus* spp. o problema de imobilização de N no solo pode se agravar, tendo em vista que a serrapilheira resultante da queda de folhas e galhos desse tipo de árvore possui baixa qualidade, com alta relação C/N (ANDRADE et al., 2001). A serrapilheira de um silvipastoril de eucalipto apresentou lenta decomposição, com meia vida de 1,5 anos, acumulando 16,6 t/ha⁻¹ de serrapilheira (BALIEIRO, 1999). Além disso, a competição entre a gramínea e o eucalipto pelo N, poderá contribuir para redução da quantidade de N disponível para crescimento da forrageira (ANDRADE et al., 2001).

Considerando que, do ponto de vista econômico, o eucalipto se constitui em uma das melhores opções existentes, devido à sua elevada capacidade de produção de madeira, devem-se buscar alternativas para minimizar possíveis interações negativas que possam ocorrer entre o eucalipto e o sub-bosque de sistemas silvipastoris. Neste aspecto, dificilmente o produtor poderá se abster do uso de fertilizantes, principalmente se considerarmos as condições de baixa fertilidade de solo, comuns em várias regiões do Brasil. Outro ponto importante se refere à espécie forrageira. O uso de gramíneas forrageiras mais produtivas, e também mais exigentes em termos de fertilidade do solo, como algumas cultivares de *B. brizantha* e *P. maximum*, demandam reposição de nutrientes ao solo em maiores quantidades.

Andrade et al. (2001) verificaram aumento na produção de MS do capim-tanzânia no sub-bosque de eucalipto quando foi usada adubação nitrogenada, mas a reposição com potássio e fósforo não foi efetiva para o aumento da produção, em comparação à condição não adubada. Mesmo o maior valor de taxa de acúmulo (25,8 kg/ha.dia de MS) esteve abaixo do potencial produtivo da gramínea. Os autores mostram taxas de acúmulo obtidas por outros autores com capim-Tanzânia, adubado

com N e cultivado a céu aberto, variando entre 82,3 e 97,6 kg/ha.dia. As diferenças em taxas de acumulação de MS foram atribuídas, em grande parte, à menor quantidade de luz disponível para o crescimento da gramínea, devido ao sombreamento imposto pelo eucalipto.

Um estudo com *B. brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril com eucalipto revelou aumentos na massa de forragem e na produção animal, na medida em que se aumentou a dose de N de zero até 150 kg/ha/ano (BERNARDINO et al., 2011). Neste caso, as taxas de lotação também aumentaram com a fertilização, apesar dos valores entre 1,26 e 1,67 UA/ha, obtidos com a maior dose, ainda estarem aquém das taxas de lotações normalmente obtidas em condições de sol pleno, com o uso de fertilização. Ainda assim, a adubação nitrogenada se mostrou necessária para intensificar a produção animal no sub-bosque de eucalipto.

Pandey et al. (2011) relataram respostas positivas de três gramíneas forrageiras (*P. maximum*, *P. purpureum* e *B. mutica*) ao fertilizante nitrogenado aplicado até a dose de 120 kg/ha/ano de N. Entretanto, foi constatado que a eficiência de resposta ao N aplicado foi inversamente proporcional à percentagem de sombreamento imposta ao pasto. Para *B. decumbens* também foi verificada maior resposta à adubação (90 kg/ha de N e K₂O por ano) em condições de radiação plena, quando comparada às condições de sombra (PACIULLO et al., 2012). Na ausência de adubação, a taxa de acúmulo nas condições de sol pleno e sombreamento moderado foram semelhantes, mas, quando se efetuou a fertilização, o acúmulo obtido no sol pleno foi maior que aquele em sombra moderada (Tabela 4). No sombreamento intenso (redução de 70% da RFA plena) não houve resposta ao adubo em termos de acúmulo de forragem. Concluiu-se que a intensidade de resposta da gramínea ao fertilizante depende do grau de sombreamento no sistema silvipastoril.

► **TABELA 4.**

Taxa de acúmulo de MS de forragem (kg/ha.dia) de *B. decumbens*, conforme o nível de sombreamento e uso de fertilização.

SOMBREAMENTO (%)	FERTILIZAÇÃO	
	COM	SEM
0	54,4 Aa	36,1 Ba
20	37,7 Ab	31,8 Aa
70	15,7 Ac	19,6 Ab

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.

Fonte: Adaptado de Paciullo et al. (2012).

Os resultados apresentados evidenciam que o uso de fertilizantes na busca pelo aumento de produtividade do componente pecuário, em subosques de sistemas silvipastoris com *Eucalyptus*, embora seja importante, deve ser analisado com reservas, em função da interferência do sombreamento nas respostas das gramíneas. Os benefícios podem ser alcançados com uso de doses moderadas, desde que o sombreamento também seja apenas moderado. Na maioria dos casos, sombreamento acima de 50% da RFA reduz acentuadamente a resposta do pasto ao adubo aplicado (ERIKSEN & WHITNEY, 1981; GUENNI et al., 2008; PANDEY et al., 2011; PACIULLO et al., 2012), tornando a prática da adubação questionável nesses casos.

VALOR NUTRITIVO DA FORRAGEM

A sombra, geralmente, favorece o aumento da disponibilidade de nitrogênio no solo e induz aumentos na concentração de nitrogênio das gramíneas (Samarakoon et al. 1990a; Kephart e Buxton, 1993; Ribaski & Montoya, 2000). Em pastagens de *B. decumbens* sombreadas ou não com leguminosas arbóreas, os teores de proteína bruta foram influenciados pelas condições de luminosidade. Nas lâminas foliares o teor de proteína bruta (PB) foi 29% maior na sombra do que no sol (PACIULLO et al., 2007). A sombra possibilita maior retenção de água no solo, cujo efeito positivo sobre a atividade microbiana, resulta em maior decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nitrogênio (WILSON, 1998).

Sobre os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) os resultados, embora contraditórios, indicam uma tendência de redução dos teores de FDN e aumento da DIVMS em condições de sombra (CARVALHO, 2001). Kephart e Buxton (1993) verificaram que, impondo 63% de sombra a cinco espécies de gramíneas forrageiras perenes, o conteúdo da parede celular decresceu em apenas 3% e o teor de lignina em 4%, fatores que contribuíram para um aumento da digestibilidade em 5%. À sombra, as gramíneas apresentam um ligeiro aumento da digestibilidade (1 a 3%), em virtude de sua menor concentração de parede celular. Entretanto, um aumento do teor de lignina foi reportado nas gramíneas cultivadas à sombra, em relação àquelas mantidas em pleno sol (SAMARAKOON et al., 1990a).

Efeito significativo da condição de luminosidade foi observado sobre o teor de FDN da *B. decumbens*, o qual foi maior a pleno sol do que sob as copas das árvores (PACIULLO et al., 2007). Resultado semelhante foi encontrado para as espécies *B. brizantha* e *Panicum maximum*, cultivadas em diferentes níveis de sombreamento (DENIUM et al., 1996). De acordo com os autores, a maior concentração de FDN, a pleno sol, é consequência da maior disponibilidade de fotoassimilados, do que resulta aumento na quantidade de tecido esclerenquimático, com maior número de células e paredes celulares mais espessas.

A literatura mostra que o efeito do sombreamento na DIVMS é variável com a espécie, nível de sombreamento e condições climáticas, principalmente temperatura e umidade. Quatro anos após a introdução de nove espécies de leguminosas arbóreas em uma pastagem já formada de *B. decumbens*, foi observado que durante a estação seca ou em período de menores precipitações, em áreas de pastagem sob a influência da sombra, a *B. decumbens* apresentava melhor qualidade do que a forragem produzida nas áreas fora da influência das árvores (CARVALHO et al., 1999). O teor de PB da forragem foi maior em regime de sombreamento do que a pleno sol, em ambas as estações. Durante a estação chuvosa, as condições de sombreamento não apresentaram efeito significativo na DIVMS da *B. decumbens*. Entretanto, durante a seca a forragem produzida na sombra apresentou valores de DIVMS maiores do que aqueles observados ao sol.

Paciullo et al. (2007) verificaram maior DIVMS para lâminas foliares de *B. decumbens* desenvolvidas na sombra, quando comparada a sol pleno. Os autores relacionaram o maior valor de DIVMS, ao maior teor de PB e menor de FDN obtidos em condições de sombreamento.

Denium et al. (1996) observaram efeito positivo da sombra na DIVMS para a *Setaria anceps*, negativo para *P. maximum* e ausência de efeito para *B. brizantha*. Sob sombreamento intenso (28% de transmissão de luz) foram verificados decréscimos nos valores de digestibilidade de várias gramíneas forrageiras; mas em condições de sombra moderada (64% de transmissão de luz) a digestibilidade aumentou em comparação ao cultivo à luz solar plena.

De forma consistente o sombreamento contribui para aumentos dos teores de PB e minerais na forrageira. A tendência de menores teores de FDN, decorrente da menor quantidade de fotoassimilados em condições de sombra, associada ao maior teor de PB, geralmente melhora a digestibilidade da matéria seca. Contudo, as variações positivas esperadas no valor nutritivo em forrageiras sombreadas dependem da espécie, nível de sombreamento, fertilidade inicial do solo, estação do ano, entre outros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas gramíneas forrageiras usadas em sistemas de produção de bovinos do país apresentam ajustes morfofisiológicos que as permitem continuar produzindo em condições de sombreamento moderado. Por outro lado, a sombra intensa prejudica o crescimento do pasto, ameaçando a sustentabilidade do sistema. Portanto, o planejamento para manutenção de sombreamentos moderados é um ponto central para obtenção de retornos satisfatórios. A sombra e a biomassa das árvores têm potencial para aumentar a disponibilidade de nitrogênio e outros nutrientes no solo, promovendo reflexos positivos para a produção e o valor nutritivo da forragem. Em condições tropicais as melhorias do teor proteico da forragem podem ter reflexos positivos no desempenho de animais.

Os resultados disponíveis até o momento evidenciam que dificilmente poderiam se esperar elevadas taxas de acúmulo de forragem, capacidades de suporte e produtividade animal por área se a gramínea estiver submetida ao sombreamento. Mas, conforme destacado por Garcia & Couto (1997), não deve ser esperada produtividade máxima dos componentes do sistema e sim a sustentabilidade do ecossistema e a geração de retornos satisfatórios.

Referências bibliográficas

- ALVIM, M.J.; PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, M.M. et al. Influence of different percentages of tree cover on the characteristics of a *Brachiaria decumbens* pasture. In: TALLER INTERNACIONAL SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL, 7, 2004, Mérida, México, 2004. CD-ROM.
- ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L. et al. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1845-1850, 2003 (Supl. 2).
- ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L. et al. Fatores limitantes ao crescimento do capim-tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1178-1185, 2001.
- ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C. et al. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.263-270, 2004.
- BALIEIRO, F.C. **Nutrientes na água de chuva e na biomassa em monocultivo e consórcio de *Acacia mangium* W. *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden.** Tese de Mestrado em Ciência do solo. Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- BERNARDINO, F.S., TONUCCI, R.G., GARCIA, R. et al. Produção de forragem e desempenho de novilhos de corte em um sistema silvipastoril: efeito de doses de nitrogênio e oferta de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1412-1419, 2011.
- CARVALHO, M. M. Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da atividade leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO. 3., 2001, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p. 85-108.
- CARVALHO, M.M., ALVIM, M.J., CARNEIRO, J.C. **Sistemas Agroflorestais Pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais.** 1 ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001a. 413 p.
- CARVALHO, M.M.; BARROS, J.C.; XAVIER, D.F. et al. Composición química del forraje de *B. decumbens* associada com espécies de leguminosas arbóreas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS AGROPECUÁRIOS SUSTENIBLES, 6., 1999, Cali. Memórias... Cali: CIPAV, 1999. 1 CD.
- CARVALHO, M.M., FREITAS, V.P., XAVIER, D.F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.5, p.717-722, 2002.
- CARVALHO, M.M.; XAVIER, D.F.; ALVIM, M.J. Uso de leguminosas arbóreas na recuperação e sustentabilidade de pastagens cultivadas. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J.C. (Ed.) **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001b. p. 189-204.
- CASTILHOS, Z. M. S.; SAVIAN, J. F.; BARRO, R. S.; FERRÃO, P. S. et al. Desempenho de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. ao sol e sob bosque de eucalipto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. CD ROM.
- CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M. et al. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

- CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M. et al. Características agrônômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.60, p.19-25, 2009.
- CRUZ, P. Effect of shade on the growth and mineral nutrition of a C₄ perennial grass under field conditions. **Plant and Soil**, v.188, p.227-237, 1997.
- DENIUM, B.; SULASTRI, R.D.; SEINAB, M.H.J. et al. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria brizantha* and *Panicum maximum* var. Trichoglume). **Netherlands Journal of Agriculture Science**, v.44, p.111-124, 1996.
- DIAS-FILHO, M. Growth and biomass allocation of the C₄ grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.12, p.2335-2341, 2000.
- DIAS-FILHO, M. Photosynthetic light response of the C₄ grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Scientia Agricola**, v.59, n.12, p.65-68, 2002.
- ERIKSEN, F.I.; WHITNEY, A.S. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. **Agronomy Journal**, v. 73, p. 427-433, 1981.
- FERNÁNDEZ, M.E., GYENGE, J.E., SALDA, G.D. et al. Silvopastoral systems in northwestern Patagonia I: growth and photosynthesis of *Stipa speciosa* under different levels of *Pinus ponderosa* cover. **Agroforestry Systems**, v. 55, p. 27-35, 2002.
- GARCIA, N.C.P.; REIS, G.G.; SALGADO, L.T. et al. Consórcio de *Eucalyptus grandis* com gramíneas forrageiras em área de encosta na Zona da Mata de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., Porto Velho. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 496p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 27).
- GARCIA, R., COUTO, L. Sistemas silvipastoris: tecnologia emergente de sustentabilidade. IN: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997. Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p.447-471.
- GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. **Annals of Botany**, v.83, p.423-429, 1999.
- GOBBI, K.F., GARCIA, R., GARCEZ NETO, A.F. et al. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1645-1654, 2009.
- GUENNI, O., SEITER, S., FIGUEROA, R. Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity and nitrogen supply. **Tropical Grassland**, v.42, p.75-87, 2008.
- KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. Forage quality responses of C₃ and C₄ perennial grasses to shade. **Crop Science**, v.33, n.4, p.831-837, 1993.
- KEPHART, K. D.; BUXTON, D. R.; TAYLOR, S. E. Growth of C₃ and C₄ perennial grasses under reduced irradiance. **Crop Science**, v. 32, n. 4, p. 1033-1038, 1992.
- KIM, H.K., OOSTEROM, E.V., DINGKUHN, M. et al. Regulation of tillering in sorghum: environmental effects. **Annals of Botany**, v.106, p.57-67, 2010.
- LEMAIRE, G., CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODSON, J., ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB International, 1996. p.3-36.
- LOPES, C.M., PACIULLO, D.S.C., ARAÚJO, S.A.C. et al. Morfogênese de *Brachiaria decumbens* conforme o sombreamento e o uso de calagem e fertilização. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011. Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 2011. CD ROM.
- MARTUSCELLO, J.A., JANK, L. GONTIJO NETO, M.M. et al. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1183-1190, 2009.
- MÜLLER, M.D.; NOGUEIRA, G.S.; CASTRO, C.R.T. et al. Economic analysis of an agrosilvipastoral system for a mountainous area in Zona da Mata Mineira, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n.10, p. 1148-1153, 2011.
- MURGUEITIO, E., CALLE, Z., URIBE, F. et al. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. **Forestry Ecology Management**, v.261, p.1654-1663, 2012.
- NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS. Piracicaba, 2001, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 755-770.

- PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M. et al. Crescimento do pasto de capim-braquiária influenciado pelo nível de sombreamento e pela a estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.317-323, 2008.
- PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M. et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.04, 2007.
- PACIULLO D.S.C., CASTRO, C.R.T., GOMIDE, C.A.M. et al. Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system. **Scientia Agricola**, v. 67, p.401-407, 2010.
- PACIULLO D.S.C., CASTRO, C.R.T., GOMIDE, C.A.M. et al. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v.141, p.166-172, 2011a.
- PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T.; PASSOS, L.P. et al. Partición de biomasa en *Brachiaria decumbens* en respuesta a la radiación incidente en um sistema silvopastoril. In: CONGRESO FORESTAL DE CUBA, 5., 2011. Havana. **Anais...** Havana: Instituto de Investigaciones Forestais, 2011b. 5p. 1 CD.
- PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T.; MULLER, M.D. et al. Fertilidad del suelo y biomasa de forraje en pasturas manejadas con diferentes coberturas arbóreas. In: CONGRESO FORESTAL DE CUBA. 5. 2011, **Anais...** Habana: Instituto de Investigaciones Forestais, 2011c. 5p. 1 CD.
- PACIULLO, D.S.C.; FERNANDES, P.B.; GOMIDE, C.A.M. et al. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.02, p.270-276, 2011b.
- PACIULLO, D.S.C., LOPES, C.L., ARAÚJO, S.A.C. et al. Composição morfológica e acúmulo de forragem de *Brachiaria decumbens* submetida à fertilização, em sistema silvipastoril ou monocultivo. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012. Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 2012. CD ROM.
- PANDEY, C.B., VERMA, S.K., DAGAR, R.C. et al. Forage production and nitrogen nutrition in three grasses under coconut tree shades in the humid-tropics. **Agroforestry Systems**, v.83, p.1-12, 2011.
- RIBASKI, J., MONTOYA, L.J.V. Sistema silvipastoris desenvolvidos na região Sul do Brasil: a experiência da Embrapa Florestas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS NA AMÉRICA DO SUL, 2000, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite/FAO, 2000. 1 CD ROM.
- SAMARAKOON, S.P.; WILSON, J.R.; SHELTON, H.M. Growth, morphology and nutritive value of shaded *Stenotaphrum secundatum*, *Axonopus compressus* and *Pennisetum clandestinum*. **Journal of Agricultural Science**, v. 114, p. 161-169, 1990.
- SANTOS, V.A.C., ABREU, J.G., ALMEIDA, R.G. et al. Disponibilidade, morfofisiologia e valor nutritivo do capim-piatã sob sombreamento e sol pleno em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A PRODUÇÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7., 2012. Belém. **Anais...** Belém: UFRA, 2012. CD ROM.
- SCHREINER, H.G. Tolerância de quatro gramíneas forrageiras a diferentes graus de sombreamento. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.15, p.61-72, 1987.
- SHELTON, H. M., HUMPHREYS, L. R., BATELLO, C. Pastures in the plantations of Asia and the Pacific: performance and prospect. **Tropical Grasslands**, v. 21, p.159-168, 1987.
- SILVA, D.P., PACIULLO, D.S.C., CASTRO, C.R.T. et al. Produção de forragem e perfilhamento do capim-massai sob doses de nitrogênio e percentagens de sombreamento. IN: SIMPÓSIO MINEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1., 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2010. CD ROM.
- SMITH, M.A., WHITEMAN, P.C. Evaluation of tropical grasses in increased shading under coconuts canopies. **Experimental Agriculture**, v. 19, p.153-161, 1983.
- SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F. et al. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.443-451, 2009.
- WILSON, J. R.; LUDLOW, M. M. The environment and potential growth of herbage under plantation. In: SHELTON, H.M.; STÜR, W.W. eds. **Forages for plantation crops**. Proceedings of a Workshop, Bali, Indonesia, 27-29 jun. 1990. ACIAR, Canberra, 1991. Proc. No. 32, 168 p., pp. 10-24.
- WILSON, J.R. Influence of planting four tree species on the yield and soil water status of green panic pasture in subhumid south-east Queensland. **Tropical Grassland**, v.32, p.209-220, 1998.

- WILSON, J.R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a sub-tropical environment. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 47, p.1075-1093, 1996.
- WONG, C. C. Shade tolerance of tropical forages. In: SHELTON, H.M.; STÜR, W.W. eds. **Forages for plantation crops**. Proceedings of a Workshop, Bali, Indonesia, 27-29 jun. 1990, ACIAR, Canberra, 1991. Proc. No. 32, 168p. pp. 64-69.
- WONG, C.C., SHARUDIN, M.A.M., RAHIM, H. **Shade tolerance potential of some tropical forages for integrations with plantations. 2. Legumes**. MARDI Research Bulletin, v.13, p.249-269, 1985.
- XAVIER, D.F., CARVALHO, M.M., ALVIM M.J. et al. Melhoria da fertilidade do solo em pastagem de *Brachiaria decumbens* associada com leguminosas arbóreas. **Pasturas Tropicais**, v.25, p.23-26, 2002.
- XAVIER, D.F. **Monitoramento do fluxo de nitrogênio em pastagens de *Brachiaria decumbens* em monocultura e em sistema silvipastoril**. 2009. 112 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

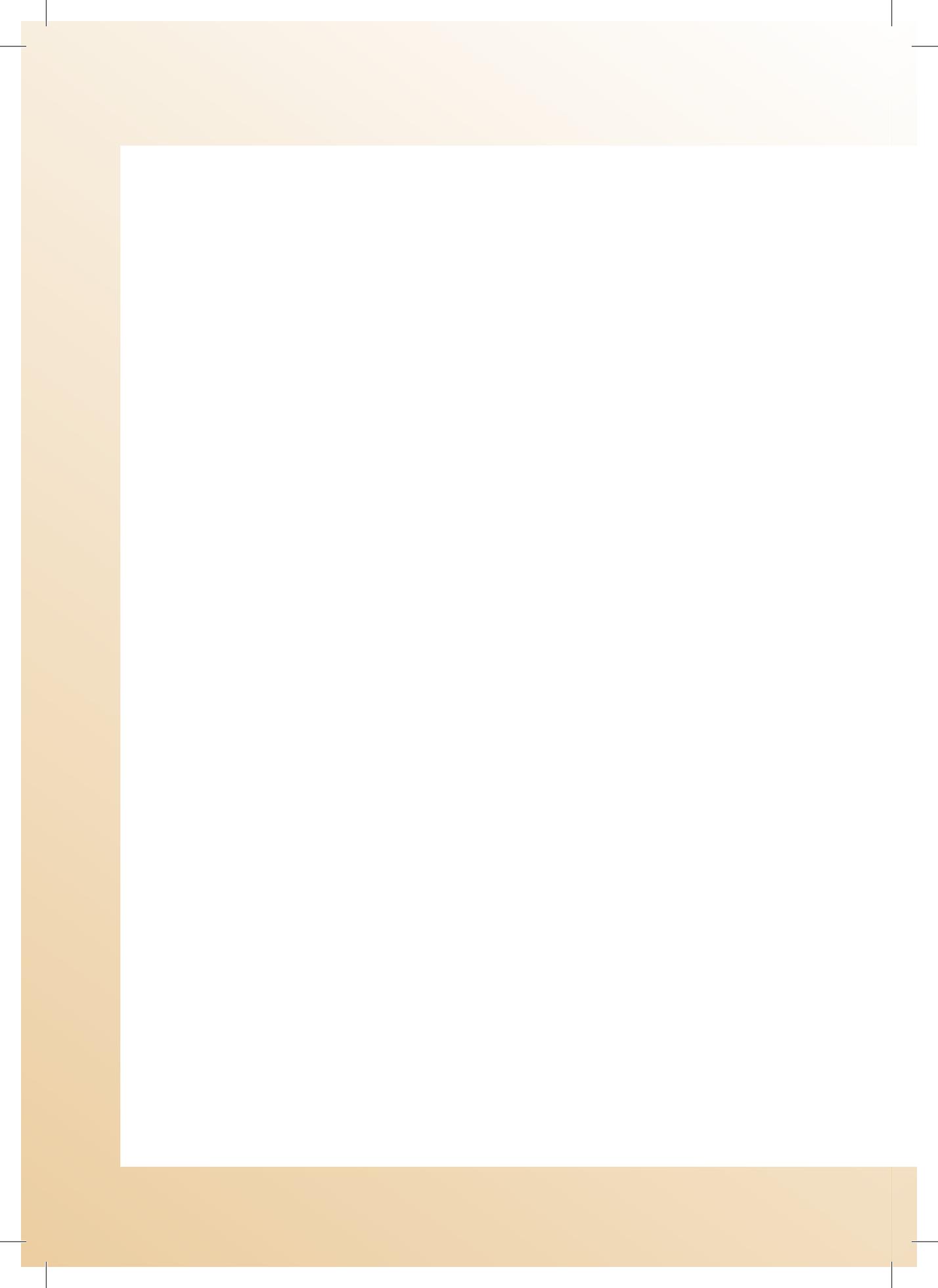


9

CAPÍTULO

Sistemas Integrados em Mato Grosso e Goiás

*Flavio Jesus Wruck
Maurel Behling
Diego Barbosa Alves Antonio*



INTRODUÇÃO

A integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é uma estratégia de produção que integra sistemas de produção agrícola, pecuário e florestal, em dimensão espacial e/ou temporal, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema para a sustentabilidade da unidade de produção (empresa rural), contemplando sua adequação ambiental, a valorização do homem e do capital natural e a viabilidade econômica do sistema de produção (BALBINO et al., 2011a). A ILPF tem como grande objetivo a otimização do sistema de uso da terra, visando atingir patamares cada vez mais elevados de produtividade, qualidade do produto, qualidade ambiental e competitividade, sem a necessidade de desmatar novas áreas de florestas nativas no Brasil.

A ILPF envolve sistemas produtivos diversificados de origem vegetal e animal (grãos, carne, leite, fibras, agroenergia, produtos madeireiros e não madeireiros) realizados para mimetizar os processos fundamentais de ciclagem que ocorrem nos ecossistemas naturais, o que assegura o grau de sustentabilidade reconhecido desses sistemas. Esses sistemas devem ser adequadamente planejados, levando-se em conta os diferentes aspectos socioeconômicos e ambientais das unidades de produção. Podem ser adotados por qualquer produtor rural (pecuarista, agricultor ou silvicultor), independente do tamanho da propriedade.

Os sistemas de ILPF têm conquistado espaço dentro das propriedades agrícolas no Brasil porque permitem produzir alimentos e madeira para diferentes finalidades (energia, escoras, postes e toras para serrarias) simultaneamente na mesma área, aumentando a eficiência de uso dos fatores de produção (FRANCHINI et al., 2010; WILKINS, 2008; FRANZLUEBBERS, 2007). Nestes sistemas, o componente florestal representa uma poupança para o produtor, uma vez que os custos podem ser menores em razão da amortização oriunda das outras atividades associadas, sejam lavouras ou pastagens.

Logo, o caminho para o produtor rural moderno, denominado empresário rural, é investir na diversificação de receitas na propriedade. Com a volatilidade dos preços, a instabilidade climática e os problemas de pragas e doenças, o empresário rural precisa verticalizar sua produção para não ficar refém de um produto numa safra. Nesse contexto, a integração lavoura-pecuária-floresta, além de verticalizar e diversificar a produção, é tecnicamente eficiente e ambientalmente adequada, porque preconiza o manejo e conservação do solo e da água, manejo integrado de insetos-praga, doenças e plantas daninhas, respeito à

capacidade de uso da terra, ao zoneamento climático agrícola, e ao zoneamento agroecológico (ZAE), redução da pressão para abertura de novas áreas, diminuição da emissão de dióxido de carbono (CO₂), sequestro de carbono, estímulo ao cumprimento da legislação ambiental, principalmente quanto à regularização das reservas legais (regeneração ou compensação) e das áreas de preservação permanente, melhoria dos serviços ambientais, adoção de boas práticas agropecuárias (BPA), certificação da produção e ampliação positiva do balanço energético do sistema de produção.

Nessa nova ótica de sistemas de integração, concretiza-se uma nova oportunidade para a agropecuária brasileira, através da ILPF, que pode ser empregada por qualquer produtor rural, independente do porte da propriedade (pequena, média ou grande). Ela possibilita a ampliação da inserção social pela melhor distribuição de renda e maior geração de empregos, aumento real de renda do produtor rural e, melhoria da imagem da produção agropecuária e dos produtores brasileiros, pois conciliam atividades produtivas e preservação do meio ambiente, aumento da competitividade do agronegócio brasileiro, redução do processo migratório e estímulo à qualificação profissional.

Portanto, há muita expectativa sobre o potencial dos sistemas de ILPF como alternativa que permita alcançar produtividade com conservação. Porém, essa capacidade somente será atingida se o manejo dos compartimentos solo-planta-animal estiver planejado para permitir a ocorrência das interações sinérgicas que são potencialmente capazes de ocorrer (ANGHINONI et al., 2012). Assim, o objetivo dessa apresentação é fornecer um panorama geral da inserção e condução dos sistemas ILPF em Mato Grosso e Goiás, além de detalhar alguns estudos de casos relevantes em cada Estado.

MODALIDADES DA ILPF E SUAS ÁREAS RECOMENDADAS PARA MT E GO

Na prática, existem quatro modalidades de sistemas integrados de produção que podem ser facilmente identificadas, cada uma composta por grande número de arranjos e modelos derivados de diferentes condições edafoclimáticas, econômicas, sociais e culturais. Assim, dentro do atual conceito de ILPF, estão contempladas a integração Lavoura-Pecuária (agropastoril), integração Pecuária-Floresta (silvipastoril), integração Lavoura-Floresta (silviagrícola) e integração Lavoura-Pecuária-Floresta (agrossilvipastoril).

Na verdade, estas diferentes modalidades de ILPF, via de regra, não são adotadas isoladamente e sim em fases. Por exemplo, existem sistemas de integração que são inicialmente adotados em uma fase silviagrícola, migrando para uma fase silvipastoril e desta forma, se caracterizando como um todo em um sistema agrossilvipastoril.

A integração Lavoura-Pecuária (ILP) integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e no mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos (BALBINO et al, 2011a). Quando se tem a produção de grãos + forrageiras + animais o foco é a oportunidade de “novos produtos e serviços” na mesma área que antes somente oferecia produto vegetal ou produto animal. A ILP é a estratégia de ILPF mais utilizada no Brasil e principalmente na região Centro Oeste, em locais com forte presença de lavoura e pecuária. Essa modalidade tem boa aceitação, principalmente, pelos produtores de soja.

A ILP torna-se cada vez mais importante pela dificuldade dos pecuaristas em investir na reforma de pastagens e dos agricultores na recuperação do potencial produtivo das lavouras, principalmente por causa de problemas relacionados com a redução da matéria orgânica do solo e com a ocorrência de insetos, doenças e nematoides (MACHADO, et al., 2011).

No sistema ILP, a produção de alimentos ou de biomassa para a produção de energia ocorre por mudança no uso da terra, marcadamente das áreas de pastagens de baixa produtividade. Essa alternativa de uso mais eficiente da terra é reforçada pelo baixo retorno econômico da pecuária extensiva e da extensa área de pastagens em degradação (MARTHA Jr et al., 2007). Assim, a oferta de produtos agrícolas e de bioenergia aumentaria, sem promover novos desmatamentos, e áreas de pecuária de baixa produtividade ou degradadas seriam recuperadas por meio de atividades agrícolas mais eficientes, como lavouras de grãos, fibras, cana-de-açúcar ou pecuária produtiva (MARTHA Jr, 2008).

Em sistemas de ILP, preconiza-se o plantio de gramíneas forrageiras, principalmente do gênero *Brachiaria* spp., consorciadas com culturas de grãos, na safra ou safrinha, ou em sucessão as culturas de grãos em safrinha. Tal condição possibilita, por exemplo, o estabelecimento de sistemas consistindo de uma safra de soja (ciclo precoce e médio) seguida de uma safrinha de milho ou sorgo (consorciados com capim) e, na seca (junho-setembro/outubro), uma terceira “safrinha de boi” (MARTHA Jr., et al., 2010).

Três modalidades de utilização da ILP se destacam nos estados de Mato Grosso e Goiás: fazendas de pecuária, em que culturas de grãos (arroz, soja e milho) são introduzidas em áreas de pastagens para recuperar a produtividade das mesmas (reforma de pastagens); fazendas especializadas em lavouras de grãos, que utilizam gramíneas forrageiras, principalmente *B. ruziziensis*, para aumentar o teor de matéria orgânica e melhorar a cobertura de solo em sistema plantio direto e, na entressafra, para uso da forragem na alimentação de bovinos (“safrinha de boi”); e fazendas que, sistematicamente, adotam a rotação pastagem/lavoura para intensificar o uso da terra e se beneficiar do sinergismo entre as duas atividades. Nesse caso, divide-se a propriedade em partes e, em determinados períodos, as áreas de lavoura se tornam pecuária e vice-versa. Todas essas modalidades de ILP podem ser praticados por parcerias

entre lavoureiros e pecuaristas (VILELA et al., 2006). Na região do médio-norte matogrossense, onde lavoura e pecuária dividem o uso da terra, essa parceria tem aumentado a cada ano, notadamente para produção do “boi safrinha” e recuperação de pastagem degradada.

O sistema Santa Fé e o sistema Barreirão, desenvolvidos por Kluthcouski e colaboradores, são exemplos de ILP e importantes “ferramentas” dos sistemas integrados. O sistema Santa Fé, utilizado na formação adequada de palhada para o plantio direto de culturas de grãos, fundamenta-se na produção consorciada de culturas graníferas (especialmente milho, sorgo, milheto e arroz) com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Brachiaria* spp., em áreas de lavoura com solo parcial ou totalmente corrigido (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003). Já o sistema Barreirão é utilizado na reforma de pastagens degradadas ou improdutivas, sob solos não corrigidos, embasado no consórcio arroz-forrageira (OLIVEIRA & YOKOYAMA, 2003).

Dentre as pastagens, diversas espécies forrageiras têm sido utilizadas. Especificamente nos estados de Mato Grosso e Goiás, em rotação e em sucessão com a soja, destacam-se, respectivamente, o uso de *Brachiaria brizantha* Cv. Marandu ou Piatã e *Brachiaria ruziziensis*.

O Sistema Silvipastoril ou integração Pecuária-Floresta (IPF) se refere à técnica de produção na qual se integram espécies florestais, forrageiras e os animais que realizam o pastejo em consórcio (BALBINO et al, 2011a). Quando há pecuária integrada com floresta o foco é a oportunidade de “novos produtos e serviços” na mesma área que antes somente oferecia produto animal ou forrageiro. Especificamente para o produto animal, a IPF tem efeito sobre o desempenho produtivo e reprodutivo pela condição mais saudável do ambiente para os animais, ganhos relativos ao bem estar e conforto animal.

Esses efeitos são resultado da forte redução na temperatura e radiação sob as árvores, o que reduz a intensidade do metabolismo e, conseqüentemente, a quantidade de energia requerida para manter a temperatura corporal (homeotermia). Altas temperaturas, como as registradas em Mato Grosso e Goiás, podem causar redução da libido e viabilidade espermática, assim como alterar a ovulação, estro, concepção e sobrevivência do embrião. A arborização de pastagens é sempre recomendada, além de ser uma estratégia de menor complexidade que agrega valor (como uma poupança verde), pode ser implementada, inclusive, no momento da reforma e/ou recuperação das pastagens pelos pecuaristas.

Nos estados de Mato Grosso e Goiás, a IPF é indicada para áreas inaptas para lavoura mecanizada de grande escala, seja decorrente de impedimentos devido a topografia e/ou tipo de solo e, ainda, para regiões onde a logística seja impeditiva para a agricultura, ou seja, regiões tradicionais de pecuária. No Mato Grosso, áreas localizadas no sul do estado, onde apresentam solos com textura acentuadamente arenosa (< 10% de argila) e ao norte, onde a topografia é mais acidentada e de difícil logística, essa modalidade de produção integrada tem-se desenvolvido

muito nos últimos dois anos casos, por exemplo, dos municípios de Alto Araguaia e Nova Bandeirantes, respectivamente.

O Sistema Silviagrícola ou integração Lavoura-Floresta (ILF) integra os componentes florestal e agrícola pela consorciação de espécies florestais com cultivos agrícolas, anuais ou perenes (BALBINO et al, 2011a). Quando se tem lavoura e espécies florestais o foco é a oportunidade de “novos produtos e serviços” na mesma área que antes somente oferecia grãos. Um dos grandes benefícios desse sistema consiste na possibilidade da lavoura amortizar, parcialmente ou completamente, o custo de implantação do componente florestal que, via de regra, é um investimento com retorno de médio a longo prazo.

A ILF é indicada para sistemas onde a espécie florestal utilizada não permite a entrada dos animais de grande porte, como bovinos por exemplo, devido aos danos que os mesmos podem causar ao sistema de produção dos produtos não madeireiros. A ILF cujo componente florestal é a seringueira com objetivo de produzir látex ou pupunha, com objetivo de extrair palmito, são exemplos típicos dessa modalidade de integração recomendada, principalmente, para agricultura familiar. No Vale do Xingu matogrossense, precisamente no município de Querência, encontram-se várias pequenas propriedades rurais utilizando esse sistema de produção agrícola.

O Sistema Agrossilvipastoril ou integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área (BALBINO et al, 2011a). A mais complexa das modalidades de integração apresenta uso intensivo do solo. Quando se tem espécies florestais integradas com grãos, forrageiras e animais, o foco é a oportunidade de “novos produtos e serviços” na mesma área que antes somente oferecia produto vegetal, produto animal ou produto silvícola isoladamente. Nesta modalidade, as opções de lavoura amortizam o custo de implantação dos componentes florestal e pecuário, que por sua vez geram renda em médio e longo prazo, equilibrando a viabilidade econômica do sistema.

A ILPF é indicada para áreas com múltiplas aptidões (lavoura, pecuária e silvicultura) e para produtores rurais adeptos a novos conhecimentos e novos desafios e que vislumbram, na ILPF, a possibilidade de aumentar o retorno econômico de sua atividade, além de buscar segurança financeira numa poupança “verde” de longo prazo (componente florestal).

Neste sistema, a utilização do componente lavoura pode ser transitória ou temporária, uma vez que, dependendo da densidade e do arranjo espacial do componente florestal, a partir do segundo ano o sombreamento excessivo do mesmo pode interferir na produtividade da lavoura e da pastagem. Por outro lado, a utilização de espaçamento entre renques mais amplos (> 30 metros), o uso de espécies florestais com copas que permitam a transmissão de luz para o sub-bosque e o uso de práticas como a desrama e o desbaste do componente florestal ao longo do seu ciclo, podem viabilizar a utilização do componente agrícola (milho e sorgo, por exemplos) por mais tempo no sistema de integração.

Há sistemas de integração, principalmente aqueles destinados a pecuária leiteira, em que a lavoura é desenvolvida para a produção de volumoso (silagem de milho ou sorgo) e grãos para suplementação das vacas leiteiras no período de seca ou utilização no confinamento de animais. Os animais não entram na área agrícola, mas seus resíduos, tais como esterco e urina, retornam para a lavoura, repondo parte dos nutrientes exportados (MACHADO et al., 2011).

ADOÇÃO DA ILPF NO BRASIL E NOS ESTADOS DO MATO GROSSO E GOIÁS

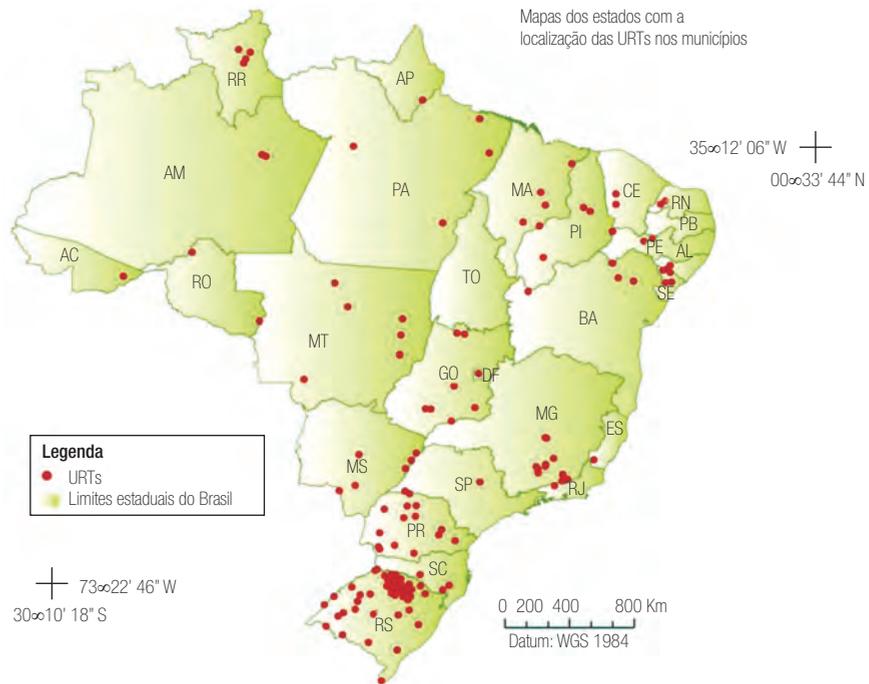
Os sistemas de ILPF vêm sendo adotados em todo o País, em diferentes combinações de seus componentes, expandindo-se tanto de acordo com a evolução da pesquisa científica como com as ações de Transferência de Tecnologias (TT) e, por fim, adoção por parte dos produtores rurais.

Não existem estatísticas precisas e oficiais referentes à adoção da ILPF no Brasil. Porém, Balbino et al. (2011a) afirmaram que a estratégia de ILPF, nas suas diferentes modalidades, está sendo adotada em diferentes níveis de intensidades nos biomas brasileiros, e pode ser estimada em 1,6 milhões de hectares. De modo geral, a utilização de sistemas de integração ainda é incipiente na maioria das regiões brasileiras, embora no Centro-Oeste e no Sul existam um número significativo de propriedades rurais que empregam a ILP. Contudo, a taxa de aceitação e adoção pelos proprietários rurais, principalmente nos últimos cinco anos, tem evidenciado que essa estratégia irá proporcionar avanços na agricultura nacional.

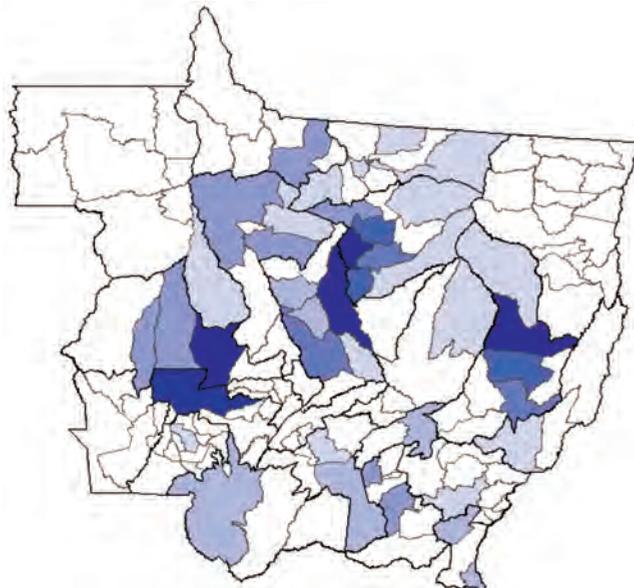
Outras estimativas informais e não oficiais mais arrojadas indicam, por outro lado, que a área total de ILPF no Brasil supera quatro milhões de hectares, sendo 70% com sistema agropastoril, 15% com sistema silvipastoril, 10% com sistema agrossilvipastoril e, somente 5% com sistema silviagrícola e sistemas agroflorestais (SAFs). Do total da área de sistemas de integração, estima-se informalmente que 20% estão na região sul, 20% na região sudeste, 35% no Centro Oeste, 5% Nordeste e 20% na região norte, aproximadamente (Figura 1). A estimativa é de que, para os próximos 20 anos, a ILPF possa ser adotada em mais de 20 milhões de hectares.

O estado de Mato Grosso possui uma área aproximada de 500 mil hectares com ILPF. Resultados preliminares de uma pesquisa realizada recentemente no estado apontam que 41 municípios possuem projetos de integração lavoura-pecuária-floresta (Figura 2). Do total de propriedades levantadas no estudo, 89% realizam ILP; 5% IPF, 5% ILPF e 1% ILF e o tamanho médio das propriedades que fazem integração é de 3936 ha com 30% da área destinada para a ILPF (GIL, 2013).

Nos trabalhos de formação de agentes multiplicadores contemplados em projetos de TT em ILPF e do Plano ABC, realizados em 2012 pela Embrapa e parceiros no estado de Mato Grosso, houve a participação



► **FIGURA 1.** Distribuição das unidades de referência tecnológica (URT) em sistemas de ILPF no Brasil (BALBINO et al., 2011c).



► **FIGURA 2.** Distribuição dos municípios de Mato Grosso onde há presença de projetos de ILPF em execução (GIL, 2013).

de 593 assessores/consultores técnicos da iniciativa pública e privada. As atividades foram desenvolvidas por meio de treinamentos desenvolvidos nas regiões de Água Boa, Alta Floresta, Cáceres, Campo Novo do Parecis, Barra do Garças, Querência, Rondonópolis e Sinop. Também houve, em Sinop, MT, a realização do Simpósio de Produção Integrada em Sistemas Agropecuários – 1º Encontro sobre ILPF – Mato Grosso e Goiás, de 29 à 31 de outubro de 2012 com parceria do MAPA, CNPq, UFMT e UNEMAT. A partir de 2013 está prevista a consolidação desse trabalho com a definição de um grupo de técnicos (50 a 100) que serão capacitados e reciclados de forma contínua nas tecnologias contempladas no Plano ABC, especialmente ILPF. Serão realizados 2 a 3 treinamentos/ano onde serão abordados temas teóricos e práticos, inclusive sobre a elaboração e implantação de projetos técnicos.

ESTUDOS DE CASOS RELEVANTES DE ILPF NOS ESTADOS DE MATO GROSSO E GOIÁS

Nos estados de Mato Grosso e Goiás, a ILPF vem ganhando importância, adeptos e defensores. Graças à forte atuação da Embrapa, UFMT, Unemat, IFMT, Fundação Rio Verde, Empaer, CAT Sorriso-MT, CAT Tangará da Serra-MT, UFG, UnB, IFG, UEG, Emater-GO, Secretarias Estaduais de Agricultura (MT e GO), entre outras instituições, na pesquisa e transferência de tecnologias no tema ILPF, a área ocupada por estes sistemas tem crescido acentuadamente nos últimos anos. Algumas dessas áreas, em diferentes locais dos Estados e sob condições ímpares, utilizadas para validação e transferência de tecnologias, serão relatadas a seguir.

Área 1: Fazenda Felicidade – Novo São Joaquim, MT;
Proprietário: Euclides Facchini (grande produtor rural);
Ano Agrícola: 2011-12;
Área com lavoura: 400 ha;
Área com pecuária: acima de 1000 ha;
Estratégia: ILP – soja na safra e *B. ruziziensis* na safrinha em sobresemeadura (7 kg ha^{-1}) de sementes puras e viáveis aplicadas de avião) com “boi safrinha” na sucessão da soja;
Regiões onde o modelo é recomendado: Vale do Araguaia matogrossense e demais regiões de lavouras onde a semeadura do milho safrinha não é possível pelo menor período de precipitação.

Área 2: Fazenda Dom José – Canarana, MT;
Ano agrícola: 2007-08;
Proprietário: Claudir Signorini (pequeno produtor rural);
Área com lavoura: 145 ha;
Área com pecuária: 30 ha;



► **FIGURA 3.** Integração lavoura-pecuária com soja na safra e *B. ruziziensis* na safrinha em sobressemeadura. Fazenda Felicidade – Novo São Joaquim, MT. Fonte/foto: Marcelo Volf (24/03/2012).



► **FIGURA 4.** Integração lavoura-pecuária com soja na safra e *B. ruziziensis* na safrinha em sobressemeadura. Fazenda Felicidade – Novo São Joaquim, MT. Fonte/foto: Marcelo Volf (24/03/2012).

Estratégia: ILP – soja na safra e *B. ruziziensis* na safrinha implantada por semeadura direta (4 kg ha⁻¹ de sementes puras e viáveis);
Regiões onde o modelo é recomendado: Vale do Araguaia matogrossense e demais regiões de lavouras onde a semeadura do milho safrinha não é possível pelo menor período de precipitação.

Área 3: Fazenda Certeza – Querência, MT;

Ano agrícola: 2012-13;

Proprietário: Neuri Norberto Wink (médio produtor rural);

Área com lavoura: 1500 ha;

Área com pecuária: 180 ha, sendo 44 ha do sistema ILP em rotação com a soja, 85 ha de pastos permanentes (áreas inaptas para lavoura) e 51 ha de pastos formados na safrinha pelo consórcio de milho ou milheto com *B. ruziziensis*;

Estratégia: ILP – soja na safra nos 1500 ha e pecuária em 129 ha de *B. brizantha* (Cv. Marandu e Piatã) e, após a colheita da safrinha, a maior parte do rebanho bovino é deslocado para os pastos de safrinha (formado pelos consórcios de milho ou milheto com *B. ruziziensis*) ou para o semi-confinamento visando a terminação, realizada com silagem de milho colhido na safrinha e suplementos minerais;

Regiões onde o modelo é recomendado: regiões tradicionais de lavouras próximas a áreas com pecuária.



► **FIGURA 5.** Integração lavoura-pecuária com soja na safra e *B. ruziziensis* na safrinha. Fazenda Dom José – Canarana, MT. Fonte/foto: Júlio Franchini (06/09/2007).



► **FIGURA 6.** Consórcio de milho com braquiária, no 5º ano agrícola do sistema ILP, que formará o pasto de safrinha após a colheita da granífera. Fazenda Certeza – Querência, MT. Fonte/foto: Embrapa Agrossilvipastoril (16/06/2012).

Área 4: Fazenda Bacaeri – Alta Floresta, MT;
 Ano agrícola: 2012-13;
 Proprietário: Bacaeri Florestal Ltda; Sócio Gerente – Antônio Francisco dos Passos (grande produtor rural);
 Área com silvicultura: 1.500 ha de teca, sendo 1.200 ha adensados e 300 ha no sistema silvipastoril;
 Área com pecuária: 6.700 ha de pastagens utilizada para recria e engorda de animais, tanto Nelores (predominantes) quanto animais cruzados diversos, comprados de criadores;
 Área com silvipastoril: 300 ha (297 ha de teca e 3 ha de mogno africano);
 Estratégia: IPF – consórcio da forrageira (*B. brizantha* Cv. Marandu) com Teca e Mogno Africano em diferentes configurações (Tabela 1), com entrada dos animais (bezerros) no sistema aos 6 meses;
 Regiões onde o modelo é recomendado: regiões tradicionais de pecuária com solos de boa fertilidade natural devido à alta exigência em fertilidade da teca e do mogno africano.

► **TABELA 1.** Configurações de distâncias entre renques e percentagem da área de forrageiras ocupada pelas árvores de teca na Fazenda Bacaeri, Alta Floresta, MT.

CONFIGURAÇÕES (m)	ESTANDE FLORESTAL (ÁRVORES/ha)	ÁREA INDIVIDUAL (m ² /ÁRVORE)	OCUPAÇÃO DA ÁREA FLORESTAL (%)
15 × 6	111	90	13,3
18 × 3	185	54	11,1
20 × 2,5	200	50	10,0
20 × 3	167	60	10,0
22 × 3	152	66	9,1
15 × 3	222	45	22,2
15 × 4	167	60	10,0

Fonte: Antônio Francisco dos Passos – Fazenda Bacaeri, Alta Floresta, MT.



► **FIGURA 7.** Integração pecuária-floresta com teca e *B. brizantha* Cv. Marandu. Fazenda Bacaeri – Alta Floresta, MT. Fonte/foto: Maurel Behling (20/03/2011).

TABELA 2.
Projeção de cenários de receitas obtidas com teca no sistema silvipastoril, com previsão de corte raso aos 18 anos, na Fazenda Bacaeri, Alta Floresta, MT.

ITEM	CENÁRIOS PROJETADOS – TECA NO SILVIPASTORIL			
	PESSIMISTA	CONSERVADOR	REALISTA	OTIMISTA
Custo de Plantio	R\$ 3.000,00	R\$ 2.000,00	R\$ 1.500,00	R\$ 1.000,00
Custo de Manutenção	R\$ 6.000,00	R\$ 4.500,00	R\$ 3.600,00	R\$ 3.000,00
Custo extração × vendas	R\$ 4.000,00	R\$ 4.000,00	R\$ 4.000,00	R\$ 4.000,00
Custo total (R\$/ha)	R\$ 13.000,00	R\$ 10.500,00	R\$ 9.100,00	R\$ 8.000,00
DAP aos 18 anos (cm)	45	55	65	80
Altura Comercial (m)	5,8	6,8	9,2	11,5
Fator de forma	0,55	0,6	0,6	0,65
Árvores/ha (final)	65	70	75	80
Preço da tora (R\$/m ³)	R\$ 400,00	R\$ 500,00	R\$ 700,00	R\$ 1.000,00
Produtividade (m ³ /ha)	33	67	81	300
Faturamento (R\$/ha)	R\$ 13.190,00	R\$ 33.920,00	R\$ 56.900,00	R\$ 300.000,00
Resultado (R\$/ha)	R\$ 190,00	R\$ 23.420,00	R\$ 47.800,00	R\$ 292.000,00
(R\$/ha/ano)	R\$ 10,55	R\$ 1.301,11	R\$ 2.655,55	R\$ 16.222,22

Obs: receitas obtidas com o corte das árvores aos 18 anos sem considerar a receita obtida com a pecuária. Recomenda-se a utilização do cenário conservador, ou seja, uma receita de R\$ 1301,11 ha/ano com as árvores de teca abatidas aos 18 anos mais a receita anual obtida com a pecuária no sistema silvipastoril com teca, em média de R\$ 270,00/ha. A receita anual com a pecuária foi calculada partindo de arrendamento para 1,5 cabeça por hectare, por R\$ 15,00 ao mês, pelos 12 meses do ano, mais ou menos correntes atualmente na região de Alta Floresta, MT. Fonte: Antônio Francisco dos Passos – Fazenda Bacaeri, Alta Floresta, MT.

Área 5: Fazenda Certeza – Querência, MT;

Ano agrícola: 2012-13;

Proprietário: Neuri Norberto Wink (médio produtor rural);

Área com silvicultura: 15 ha de seringueira (visando produção de látex) implantada em junho de 2009 no espaçamento de 8,0 × 2,5m;

Estratégia: ILF – consórcio de seringueira com soja na safra e milho ou milheto na safrinha nos primeiros cinco anos do sistema. Com os resultados dos três primeiros anos, estima-se que a lavoura custeará entre 70 e 80% da implantação e da condução da seringueira no sistema de ILF. A partir do 6º ano, será introduzida uma forrageira leguminosa com elevada tolerância ao sombreamento nas entrelinhas da seringueira visando prestação de serviços ambientais (incremento de matéria orgânica no solo, cobertura verde do solo e fixação biológica de nitrogênio) ao sistema;

Regiões onde o modelo é recomendado: regiões tradicionais de lavouras e visando, principalmente, o pequeno e médio produtor rural.

Área 6: Fazenda Gamada – Nova Canaã do Norte, MT;

Ano agrícola: 2012-13;

Proprietário: Mario Wolf Filho (grande produtor rural);

Área com sistema agrossilvipastoril: 70ha (eucalipto, teca, paricá e pau-de-balsa), implantada em janeiro de 2009, em diferentes configurações (arranjos de ILPF);



► **FIGURA 8.** Consórcio de seringueira com soja no 3º ano agrícola do sistema ILF. Fazenda Certeza – Querência, MT. Fonte/foto: Embrapa Agrossilvipastoril (20/02/2012).

Estratégia: ILPF – consórcio das diferentes espécies florestais (eucalipto, teca, pau-de-balsa e pinho cuiabano) com lavouras graníferas (arroz no 1º ano e soja no 2º e 3º ano) nos três primeiros anos agrícolas do sistema. Na safrinha do 3º ano agrícola, foram introduzidas as forrageiras (*B. brizantha* Cv. Piatã, *B. ruziziensis* e o Híbrido Convert HD) em talhões de 5 ha onde, 50 dias depois, iniciou o pastejo rotativo dos bovinos de corte, resultante do cruzamento da raça Rúbia Gallega com Nelore (F1), na fase de recria. Resultados agro-econômicos do 3º ano agrícola de três sistemas ILPF encontram-se na Tabela 3.

Regiões onde o modelo é recomendado: regiões aptas para lavoura, pecuária e silvicultura e visando produtores rurais arrojados, com bom conhecimento técnico e que busquem investimentos com retorno de médio a longo prazo.

TABELA 3.
Produtividade (sacas ou m³ ha⁻¹), receita e margem líquida (R\$ ha⁻¹) do sistema de ILPF, em função da configuração (linhas simples, duplas ou triplas), no ano agrícola 2010-11 (3º Ano Agrícola). Fazenda Gamada, Nova Canaã do Norte – MT, 2011.

SISTEMA (ÁRVORES ha ⁻¹ / % DA ÁREA EM FLORESTA)	COMPONENTE				RECEITA DA ILPF R\$ ha ⁻¹	MARGEM LIQUIDA DA ILPF R\$ ha ⁻¹
	FLORESTA**		LAVOURA***			
	m ³ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	SACAS ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹		
1. Eucalipto: linha única (250 / 10,0)	24,0	720,00	50,3 (55,9)	1.861,47	2.581,47	1.062,78
2. Eucalipto: linhas duplas (435 / 21,7)	28,2	846,00	39,9 (51,0)	1.477,52	2.323,52	1.070,13
3. Eucalipto: linhas triplas (577 / 30,7)	31,5	945,00	32,3 (46,6)	1.194,87	2.139,87	931,42
4. Soja Solteira (0 / 0,0)	-	-	58,3	2.157,10	2.157,10	905,49
5. Eucalipto Solteiro (1.666 / 100,0)	40,0	1.200,00	-	-	1.200,00	503,27

*Estimativas realizadas em maio/2011.

**Produtividade estimada pelo Programa Sis-Eucalipto (Embrapa Floresta) para regime de manejo visando corte final aos 7 anos. Valor da lenha para floresta “em pé”: R\$ 30,00 m⁻³.

***Valor da soja: R\$ 37,00 saca⁻¹.



► **FIGURA 9.** Consórcio de soja com eucalipto no 2º ano agrícola do sistema ILPF. Fazenda Gamada – Nova Canaã do Norte, MT. Fonte/foto: Embrapa Agrossilvipastoril (02/12/2010).



► **FIGURA 10.** Consórcio de soja com eucalipto no 2º ano agrícola do sistema ILPF. Fazenda Gamada – Nova Canaã do Norte, MT. Fonte/foto: Embrapa Agrossilvipastoril (20/02/2011).



► **FIGURA 11.** Bovinos resultantes do cruzamento industrial (Rúbia Gallega × Nelore) pastejando sobre o consórcio de *B. ruziziensis* e eucalipto no 3º ano do sistema ILPF. Fazenda Gamada – Nova Canaã do Norte, MT. Fonte/foto: Embrapa Agrossilvipastoril (30/07/2011).



► **FIGURA 12.** Consórcio de eucalipto (H13), na configuração de renques tripos, com *B. brizantha* Cv. Piaã no 4º ano agrícola do sistema de ILPF sendo pastejada por bovinos de corte na fase de recria. Fazenda Gamada – Nova Canaã do Norte, MT. Fonte/foto: Embrapa Agrossilvipastoril (11/04/2012).



► **FIGURA 13.** Consórcio de pinho cuiabano, na configuração de linha simples, com *B. ruziziensis* no 4º ano agrícola do sistema ILPF sendo pastejada por bovinos de corte (Rúbia Gallega × Nelore) na fase de recria. Fazenda Gamada – Nova Canaã do Norte, MT. Fonte/foto: Embrapa Agrossilvipastoril (11/04/2012).

Área 7: Fazenda Dona Isabina – Santa Carmem, MT;
Ano agrícola: 2012-13;
Proprietário: Agenor Vicente Pelissa (médio produtor rural);
Área com sistema agrossilvipastoril: 10 ha com eucalipto e mogno africano, implantada em dezembro/2010, em diferentes configurações;
Estratégia: ILPF – consórcio de eucalipto (quatro materiais distintos) e mogno africano (*Kaia ivorensis*) com lavouras graníferas (arroz no 1º ano e soja no 2º e 3º anos) nos três primeiros anos agrícolas do sistema. Na safrinha do 3º ano agrícola, em consórcio com milho, foi introduzido o *Panicum maximum* Cv. Massai e *B. brizantha* Cv. Piatã, com início de pastejo de ovinos ou bovino leiteiro 30 dias após a colheita do milho.
Regiões onde o modelo é recomendado: regiões tradicionais de lavouras e para a reforma de pastagens degradadas com a cultura do arroz.

Área 8: Fazenda Santa Brígida – Ipameri, GO;
Ano agrícola: 2008-09;
Proprietário: Marize Porto Costa (média produtora rural);
Área com sistema agropastoril: 481,5ha de pastagens, em diferentes níveis de degradação, recuperadas pela lavoura;



► **FIGURA 14.** Consórcio de mogno africano (24 × 6 m) com feijão-caupi na safrinha do 2º ano agrícola do sistema de ILPF. Fazenda Dona Isabina – Santa Carmem, MT. Fonte/foto: Diego Barbosa Alves Antonio (11/04/2012).

Estratégia: ILP – a partir do ano agrícola 2006-07, 481,5ha de pastagens da Fazenda Santa Brígida, em diferentes níveis de degradação, receberam diferentes alternativas de recuperação de pastagens através da integração com lavoura. Os sistemas Barreirão, Santa Fé e Santa Brígida, cultivos de soja e arroz solteiros sucedidos por diferentes consórcios foram as principais tecnologias utilizadas neste processo de ILP;

Regiões onde o modelo é recomendado: regiões tradicionais de pecuária com topografia e solo aptos para cultivo de lavoura em escala comercial.

Área 9: Fazenda Boa Vereda – Cachoeira Dourada, GO;

Ano agrícola: 2011-12;

Proprietário: Abílio Rodrigues Pacheco (médio produtor rural);

Área com sistema agrossilvipastoril: cerca de 200ha de pastagens, em diferentes níveis de degradação, recuperadas pela ILPF;

Estratégia: ILPF – a partir do ano agrícola 2008/2009, cerca de 200ha de pastagens da Fazenda Boa Vereda, em diferentes níveis de degradação, foram recuperados pelo Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Consórcio de eucalipto com lavouras graníferas (soja no 1º ano e milho consorciado com braquiária no 2º) nos dois



► **FIGURA 15.** Vista geral da pastagem degradada predominante na Fazenda Santa Brígida. Ipameri, GO. Fonte/foto: Embrapa Arroz e Feijão (out/2006).



► **FIGURA 16.** Pastagem de *B. brizantha* formada pelo Sistema Santa Fé, 15 dias após a colheita de milho silagem. Fazenda Santa Brígida. Ipameri, GO. Fonte/foto: Embrapa Arroz e Feijão (mar/2009).



► **FIGURA 17.** Vista geral da pastagem em diferentes fases de degradação predominante na Fazenda Boa Vereda. Cachoeira Dourada, GO. Fonte/foto: Abílio Rodrigues Pacheco (2008).



► **FIGURA 18.** Vista geral da pastagem recuperada pela ILPF. Fazenda Boa Vereda, Cachoeira Dourada, GO. Fonte/foto: Abílio Rodrigues Pacheco (2012).

primeiros anos agrícolas do sistema. Na safrinha do 2º ano agrícola, após colheita do milho, a *B. brizantha* Cv. Piatã permanece vedada por cerca de 30 dias para, em seguida, ser introduzido o componente animal (bovinos de corte da raça Nelore), iniciando a segunda fase do sistema, ou seja, a integração Pecuária-Floresta, com a pastagem recuperada. Quatro configurações (diferentes arranjos do componente florestal) desta estratégia estão sendo testados buscando aquela de maior sustentabilidade para região.

Regiões onde o modelo é recomendado: regiões tradicionais de pecuária com topografia e solo aptos para cultivo de lavoura e da silvicultura em escala comercial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração dos sistemas de produção de grãos, pecuária e silvicultura constitui novo paradigma para a agropecuária brasileira. Esses sistemas têm potencial para aumentar a produtividade de grãos, carne, leite e produtos madeireiros e não madeireiros conservando os recursos naturais. Os resultados obtidos com integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil são animadores e expressam melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, sem contar os ganhos ambientais e sociais. No entanto, a adoção deste conjunto de tecnologias estratégicas ainda é pequena. Isso se deve, em parte, à maior complexidade das diferentes modalidades de ILPF e à necessidade de altos investimentos para implantação dos arranjos produtivos. Embora, a amortização desses investimentos seja possível e linhas de créditos específicas para a ILPF, criadas por meio do Plano ABC, com períodos de carência maiores, possibilitaram o rompimento desta barreira.

A parceria entre produtores de grãos, pecuaristas e silvicultores é umas das alternativas para fomentar o sistema ILPF. A parceria contribui para aumentar a área cultivada com grãos e florestas plantadas e para aumentar a produtividade animal através da melhoria do potencial produtivo de algumas áreas e a recuperação de áreas degradadas e em processo de degradação, sem necessidade de abrir novas áreas com florestas nativas.

A coexistência de sistemas bem estruturados de produção de grãos, carne ou leite e produtos madeireiros e não madeireiros é um dos fatores que contribui, de forma determinante, para que o conjunto de tecnologias estratégicas denominado ILPF seja adotado para aumentar a produtividade e competitividade da agropecuária brasileira. Dessa forma, almeja-se, que em um futuro próximo, a convivência sustentável da atividade agrícola, pecuária e silvícola seja a regra da agropecuária brasileira e não uma exceção.

Em uma visão de futuro, é importante internalizar que será necessário expandir a produção de alimentos, fibras e biocombustíveis no mundo.

Porém, não basta mais apenas aumentar a produção, pois essa expansão da oferta de alimentos deverá ocorrer respeitando critérios de sustentabilidade, que abrangem dimensões técnico-econômicas, sociais e ambientais. Assim, evitar o avanço da fronteira agrícola, por exemplo, pela substituição de pastagens de baixa produtividade (em degradação) por outros usos agrícolas (alimentos, fibras e energia) utilizando, por exemplo, a ILPF, constitui uma ação central.

Por fim, deve-se considerar que a ILPF, embora seja uma excelente tecnologia, não é solução mágica. A viabilidade de tecnologias agropecuárias no sistema de produção é fortemente influenciada pelos termos de troca da região, a curto prazo, pois variações substanciais nos preços relativos dos fatores – insumos mais valorizados do que os produtos – podem inviabilizar a adoção de tecnologias intensivas de capital. Ademais, a adoção em larga escala de tecnologias mais intensas de capital, como os sistemas de ILPF, depende de preços minimamente viáveis e, obviamente, de linhas de crédito adequadas em termos de volume de recursos e prazos de pagamento. Adequada capacitação dos assessores/consultores técnicos que elaboram e acompanham a implantação e desenvolvimento de projetos com ILPF junto aos produtores rurais e maior capacidade gerencial para condução eficiente do sistema de produção são igualmente necessárias para o sucesso da tecnologia. Falhas em qualquer um desses quesitos colocam em risco o sucesso da ILPF.

Referências bibliográficas

- ANGHINONI, I.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F. et al. Benefícios da integração lavoura-pecuária sobre a fertilidade do solo em sistema plantio direto. In: Fonseca, A., F.; Caires, E., F.; Barth, G. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas no sistema plantio direto**. AEACG/Inpag: Ponta Grossa, 2012.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A., STONE, L., F. (Ed, tec). **Marco referencial: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta / Reference document crop-livestock-forestry integration**. Brasília, DF: Embrapa, 2011a.
- FRANCHINI, J., C.; DEBIASI, H.; WRUCK, F., J. et al. **Integração lavoura-pecuária: alternativa para diversificação e redução do impacto ambiental do sistema produtivo no Vale do Rio Xingu**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 20p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 77).
- FRANZLUEBBERS, A., J. Integrated crop-livestock systems in the southeastern USA. **Agronomy Journal**, v.99, p.361-372, 2007.
- GIL, J. Identification and socioeconomic analysis of integrated crop-livestock-forestry systems in Mato Grosso, Brazil. Projeto de Doutorado em andamento no Inst. of Land Use Economics in the Tropics and Subtropics/Universität Hohenheim / Food Security Center. 2013.
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.407-442.
- MACHADO, L., A., Z.; BALBINO, L., C.; CECCON, G. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. 1. Estruturação dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. 46 p. 2011a. (Documentos/Embrapa Agropecuária Oeste).
- MARTHA JUNIOR, G., B.; VILELA, L.; SOUSA, D., M., G. de. Integração lavoura-pecuária. In: PROCHNOW, L., I.; CASARIN, V.; STIPP, S., R. (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba: IPNI, 2010. v.3, p.287-307.
- MARTHA JUNIOR, G., B. Dinâmica de uso da terra em resposta à expansão da cana-de-açúcar no Cerrado. **Revista de Política Agrícola**, v.17, p.31-43, 2008.

- MARTHA JUNIOR, G.; B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. de (Ed.). **Cerrado**: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. 224p.
- OLIVEIRA, I., P.; YOKOYAMA, L., P. Implantação e Condução do Sistema Barreirão. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. & AIDAR, H. Integração Lavoura-Pecuária. Santo Antonio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.265-302.
- VILELA, L.X BARCELLOS, A., O.; MARTHA JUNIOR, G., B. Plantio direto de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23., 2006, Piracicaba. **As pastagens e o meio ambiente**: anais. Piracicaba: FEALQ, 2006. p.165-185.
- WILKINS, R.J. Eco-efficient approaches to land management: a case for increased integration of crop and animal production systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B – Biological Sciences*, v.363, p.517-525, 2008.