

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

EDUARDO MOREIRA BARRADAS DE SOUZA

**RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS POR MEIO
DE SISTEMA SILVIPASTORIL COM LEGUMINOSAS ARBÓREAS**

ALEGRE-ES
2016

EDUARDO MOREIRA BARRADAS DE SOUZA

**RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS POR MEIO
DE SISTEMA SILVIPASTORIL COM LEGUMINOSAS ARBÓREAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias
e Engenharias da Universidade Federal do
Espírito Santo, como parte das exigências
para obtenção do grau de Bacharel em
Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Ivan Jannotti Wendling

ALEGRE-ES
2016

EDUARDO MOREIRA BARRADAS DE SOUZA

**RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS POR MEIO
DE SISTEMA SILVIPASTORIL COM LEGUMINOSAS ARBÓREAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 29 de novembro de 2016.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Ivan Jannotti Wendling
Universidade Federal do Espírito Santo
(Orientador)

Prof. Dr. Antônio Carlos Cóser
Bolsista DCR – FAPES/CNPq

Zootecnista Sâmila Esteves Delprete
Universidade Federal do Espírito Santo

Aos meus pais, Adailton Alves de Souza e Eliuda Moreira Barradas de Souza, que não mediram esforços para a formação intelectual e moral de seus filhos; aos meus avós Leni Moreira Barradas e Elzio Monteiro Barradas que sempre me apoiaram e às minhas irmãs Adriele Moreira Barradas de Souza e Érica Moreira Barradas de Souza e família.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo conforto moral e amparo espiritual em todos os momentos da minha vida acadêmica.

À Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade de formação profissional.

Ao orientador e Prof. Dr. Ivan Jannotti Wendling, pelas suas orientações de suma importância, apoio, confiança e dedicação para a realização deste trabalho, minha sincera gratidão.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Antônio Carlos Cóser e a Zootecnista Sâmila Esteves Delprete, pelas criteriosas sugestões, para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Zootecnia, pelos valiosos ensinamentos durante toda essa caminhada.

Aos amigos Raí Marcos Silveira Lopes, Vivia Mery de Souza, Katiussi de Negreiros Silva, Clara Souto dos Santos, Lislane de Souza Silva, Nathália Aparecida Bragança Fávaris que contribuíram de forma direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e em todo o percurso da minha graduação.

A todos vocês, muito obrigado!

RESUMO

No Brasil, existem aproximadamente 172 milhões de hectares de pastagens. Somente a área ocupada por pastagens cultivadas atinge 120 milhões de hectares, sendo que 80% a 90% são constituídas por gramíneas do gênero *Urochloa*, das quais, estima-se que aproximadamente 30% estejam degradadas. A degradação pode ser explicada como um processo dinâmico de degeneração ou de queda relativa da produtividade. A degradação dos solos sob pastagens implica na redução da sua capacidade produtiva e de recuperação natural, ocasionado pelo uso intensivo e indiscriminado do solo que resulta em graves alterações dos seus atributos físicos, químicos e biológicos. Para reverter o processo de degradação dos solos é necessária a urgente implementação de sistemas mais estáveis, que melhor conservem os recursos naturais. O Sistema Silvipastoril é um modelo de produção mais ecológico que pode ser usado na recuperação de pastagens degradadas. O componente arbóreo mais utilizado no Brasil é o eucalipto, que deposita no solo resíduos com alta relação C/N. A dinâmica e velocidade do processo de decomposição tornam-se mais eficientes quando há presença de leguminosas arbóreas no sistema conduzindo a uma relação C/N mais baixa. Com isso tem-se o impedimento da imobilização de nitrogênio, que ocorre quando a relação C/N é alta, contribuindo para o aumento do nitrogênio no solo pelo processo de fixação simbiótica, tornando os Sistemas Silvipastoris baseados na utilização de leguminosas arbóreas como uma das melhores alternativas para a recuperação de pastagens degradadas.

Palavras-chaves: degradação; fixação simbiótica

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
2	DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS	2
2.1	ESCOLHA INCORRETA DA ESPÉCIE FORRAGEIRA	2
2.2	CORREÇÃO DO SOLO E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS	3
2.3	USO DO FOGO	4
2.4	PRAGAS E DOENÇAS	5
2.5	PLANTAS INVASORAS	6
2.6	SUPERPASTEJO	6
2.7	CLIMA	6
3	RECUPERAÇÃO E RENOVAÇÃO DE PASTAGENS	8
3.1	RECUPERAÇÃO DIRETA	8
3.2	RECUPERAÇÃO INDIRETA	9
3.3	RENOVAÇÃO DIRETA	9
3.4	RENOVAÇÃO INDIRETA	10
4	SISTEMA SILVIPASTORIL	11
4.1	CLASSIFICAÇÃO DE SISTEMAS SILVIPASTORIS	11
4.2	IMPORTÂNCIA DE SISTEMAS SILVIPASTORIS	12
4.3	COMPONENTES DE SISTEMAS SILVIPASTORIS	12
4.3.1	Componente Solo	13
4.3.2	Componente Forrageiro	14
4.3.3	Componente Animal	16
4.3.4	Componente Arbóreo	17
5	LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM SISTEMA SILVIPASTORIL	19
5.1	VANTAGENS DO USO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM SISTEMA SILVIPASTORIL	20
5.2	LEGUMINOSAS ARBÓREAS	20
5.2.1	Canafístula (<i>Peltophorum dubium</i>)	21
5.2.2	Acácia mangium (<i>Acacia mangium</i>)	21
5.2.3	Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	22
5.2.4	Gliricídia (<i>Gliricidia sepium</i>)	23
6	SEQUESTRO DE CARBONO EM SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS	24
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, existem aproximadamente 172 milhões de hectares de pastagens (IBGE, 2006). Somente a área ocupada por pastagens cultivadas atinge 120 milhões de hectares (MACEDO, 2006), sendo que 80% a 90% são constituídas por gramíneas do gênero *Brachiaria*, das quais, estima-se que aproximadamente 30% estejam degradadas (ZIMMER et al., 1994).

O Espírito Santo apresenta 600 mil hectares de áreas degradadas, sendo que 85% desse total são de pastagens e a maioria delas situadas nas regiões norte e sul (RAMOS e FURTADO, 2009). A recuperação destas áreas é fundamental em termos econômicos, técnicos e ambientais.

Segundo Dias-Filho (2007), grande parte de importantes biomas do Brasil como a Amazônia e o Cerrado brasileiro encontram-se altamente degradados ou em processo de degradação. Com a baixa produtividade das pastagens principalmente em manejos com baixo nível tecnológico, com a pastagem mal manejada atrelada a alta taxa de lotação, baixa ou nula reposição de nutrientes no solo e a escolha inadequada da forrageira são fatores que podem levar ao insucesso da atividade agropecuária no Brasil.

No momento atual tem-se maior conscientização da população com relação a esse problema ambiental o que tem levado a aplicação de técnicas de recuperação dos recursos naturais de maneira mais sustentáveis.

Esta revisão foi realizada com o objetivo de discutir as causas da degradação das pastagens, além de propor o uso de Sistema Silvipastoril com espécies leguminosas arbóreas para a sua recuperação.

2 DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS

A degradação pode ser explicada como um processo dinâmico de degeneração ou de queda relativa da produtividade (MACEDO e ZIMMER, 1993; ZIMMER et al. 1994; MACEDO, 1995, 2000, 2001). A degradação dos solos sob pastagens implica na redução da sua capacidade produtiva e de recuperação natural, ocasionado pelo uso intensivo e indiscriminado do solo que resulta em graves alterações dos seus atributos físicos, químicos e biológicos (MACEDO e ZIMMER, 1993).

De modo geral, a degradação das pastagens está associada a fatores ligados ao estabelecimento da forrageira e de manejo, listadas a seguir:

- Germoplasma inadequado às condições de clima e solo;
- Formação deficiente do pasto, causada pela ausência de práticas de conservação do solo, preparo incorreto do solo, correção de acidez e/ou adubação deficientes e métodos de plantios incorretos;
- Antecipação do pastejo animal sem o devido estabelecimento do pasto;
- Manejo e práticas culturais incorretas: uso do fogo como rotina, excesso de roçadas e ausência ou uso incorreto de adubação de manutenção;
- Ocorrência de pragas, doenças e plantas invasoras;
- Excesso de lotação animal associado a métodos incorretos de manejo da pastagem e manejo do pastejo; e
- Ausência ou aplicação incorreta de práticas de conservação do solo após uso relativo ou prolongado da pastagem.

2.1 ESCOLHA INCORRETA DA ESPÉCIE FORRAGEIRA

A escolha da espécie forrageira deve ser considerado o manejo integrado entre o solo, planta, clima e animal observando suas exigências em fertilidade, clima, forma de crescimento e facilidade de propagação.

Algumas pastagens degradam-se mais rapidamente porque foram estabelecidas com forrageiras não adaptadas às condições de solo e de clima do local, ou com forrageiras de forma de crescimento inadequado ao relevo da área (NASCIMENTO JÚNIOR et al., 1994).

2.2 CORREÇÃO DO SOLO E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS

No Brasil, aproximadamente 90% dos solos com pastagens apresentam sérios problemas de fertilidade, sendo deficientes em fósforo, cálcio, magnésio, zinco e cobre e frequentemente com problemas de toxidez de alumínio, ferro e manganês (MEIRELLES, 1993).

A prática da calagem é importante, pois além de fornecer cálcio e magnésio, eleva o pH do solo e conseqüentemente aumenta a disponibilidade de P e de Mo, reduzindo o Al, Mn e o Fe. A calagem também atua na decomposição e mineralização da matéria orgânica elevando assim a capacidade de troca catiônica (CTC) e melhorando as propriedades físicas e químicas do solo, mas é sabido que causa também imobilização de micronutrientes causando suas deficiências (ÁLVARES et al., 1999).

A correção da fertilidade é fundamental para recompor condições em que houve deteriorações físicas e químicas no solo, evitando-se a degradação de pastagens manejadas sob baixos níveis tecnológicos, e para manter a produtividade de pastagens manejadas intensivamente. Em ambas as situações o que se busca é aumentar a vida útil do pasto. Desta forma, a perda de vigor e disponibilidade de forragem pode ser conseqüência do esgotamento de fósforo (P), nitrogênio (N) e potássio (K), que foram exportados da pastagem por meio de produtos animais e pela ação do tempo.

O P tem grande importância para o enraizamento e perfilhamento das gramíneas, fatores que influenciam o pleno estabelecimento da pastagem. Adicionalmente, o P participa na formação da adenosina trifosfato (ATP), responsável pelas reações de transferência de energia na planta (SILVA, 1999). Além de afetar o valor nutritivo do pasto a deficiência de P na planta irá provocar no solo um efeito negativo sobre o estabelecimento e o desenvolvimento das forragens (ÁLVARES et al., 1999).

Considerando a importância do P para a sustentabilidade do sistema, torna-se indispensável o acompanhamento da sua disponibilidade na solução do solo, e nos compartimentos da fração orgânica e mineral para compreender o processo (MACEDO, 1995).

Segundo Myers e Robbins (1991) a deficiência de N é uma das principais causas de degradação de pastagens cultivadas, e é ainda mais acentuada quando o manejo da pastagem não favorece a reciclagem de nutrientes. Mesmo em pastagens formadas em solos férteis, o nitrogênio contido na matéria orgânica da pastagem não é absorvido diretamente pelas forrageiras. É necessário que ocorra a mineralização pela ação dos microrganismos do solo para a sua liberação às plantas. Se a planta for privada de fonte de N sua capacidade de desenvolvimento e produção será reduzida (ALVES et al., 1999).

O K é um elemento de suma importância para a planta, é um ativador de variadas enzimas e está envolvido com a distribuição de água e com o transporte de carboidratos pela planta. Esse é um elemento bastante móvel no solo, sendo facilmente lixiviado no perfil do solo. Com isso faz-se necessária a aplicação frequente no solo, sendo minimizado pela adição de K (cerca de 90%) que é excretado pela urina dos animais de forma prontamente disponível para as plantas (ÁLVARES et al., 1999).

2.3 USO DO FOGO

A utilização do fogo em pastagens é uma das estratégias para o estabelecimento das forrageiras, para renovação, limpeza de áreas com plantas invasoras, pragas e doenças, também para estimular a rebrota mais vigorosa e para a remoção da macega. Atualmente o seu uso é proibido (HERINGER e JACQUES, 2002).

Queimadas sucessivas em pastagens podem causar um rápido decréscimo da matéria orgânica do solo. Como consequência disso tem-se o aumento da atividade do alumínio em solução no solo (HERINGER e JACQUES, 2002b; BONO et al., 1996). Também ocorre aumento do pH, da saturação de bases, dos níveis de fósforo, potássio e magnésio no solo. O nitrogênio e enxofre são os nutrientes que mais sofrem perdas em função da combustão. O efeito da queima se limita a aproximadamente 10 centímetros de profundidade do solo.

A queima prejudica também a produção de sementes e em consequência afeta a produtividade e persistência da pastagem (CARVALHO, 1993). A

queima pode reduzir a umidade do solo, devido a um decréscimo da infiltração, aumento de enxurradas e da evapotranspiração.

Fontaneli e Jacques (1988), a queima proporcionou a exposição de aproximadamente 70% do solo à ação dos raios solares e das chuvas, favorecendo a erosão do solo. Segundo este autor, a recuperação da cobertura normalmente ocorre de três a cinco meses.

2.4 PRAGAS E DOENÇAS

A substituição das pastagens nativas para o estabelecimento de pastagens cultivadas, pode beneficiar certas espécies e levar a redução de outras que podem ser benéficas. Essa condição possibilita quebra da cadeia alimentar e do ciclo de nutrientes, sendo favorável ao aparecimento de pragas (ZANINE et al., 2005).

Ainda que exista um grande número de doenças e pragas em pastagens da América tropical, apenas algumas podem ser consideradas importantes. Dentre as doenças capazes de acelerar o processo de degradação das pastagens destacam-se: a mancha foliar por cercospora (*Cercospora fusimaculans*) e o carvão (*Tilletia ayersii*) que atacam cultivares de *Panicum maximum*. A cercospora diminui a eficiência fotossintética e, conseqüentemente o vigor de rebrota das plantas, enquanto o carvão diminui a produção de sementes viáveis, trazendo como consequência a diminuição da capacidade de renovação natural da pastagem e redução do banco de sementes das plantas forrageiras.

Entre as pragas mais relevantes relacionadas à degradação estão a cigarrinha (*Deois incompleta*), o cupim e as formigas. A cigarrinha é a maior limitação para o uso de *Brachiaria decumbens*. VALÉRIO (1989), a *B. decumbens* é uma das espécies mais vulnerável ao ataque de cigarrinhas e o seu ataque sucessivo ano após ano, associado ao manejo inapropriado, queima, dentre outras, sem dúvida acelera o processo de degradação (MACEDO e ZIMMER, 1993).

2.5 PLANTAS INVASORAS

Plantas invasoras são consequências da degradação das pastagens, pois são caracterizadas por plantas oportunistas que ocupam as áreas não ocupadas pelas forrageiras. São plantas altamente agressivas tendo grande eficiência em sequestrar nutrientes do solo, reduzindo a disponibilidade para as plantas forrageiras acelerando o processo de degradação (DIAS FILHO, 1998).

2.6 SUPERPASTEJO

A produção de pastagens é o produto de dois sistemas biológicos principais, a planta e o animal. O superpastejo influencia as condições do solo acometendo o processo de reciclagem de nutrientes e o crescimento da gramínea. Isso ocasiona redução do vigor das plantas, capacidade de rebrota, na produção de sementes e conseqüentemente menor produtividade e capacidade de competição (NASCIMENTO JÚNIOR et al., 1994).

A desfolha intensa e frequente reduz a área foliar e a taxa fotossintética das plantas, conseqüentemente, os níveis dos carboidratos de reserva são reduzidos. Essas alterações, por sua vez, acarretam redução do perfilhamento, redução no crescimento de raízes e aparecimento de novas folhas e comprometem a rebrota das plantas forrageiras.

Outro aspecto importante do superpastejo é a elevada exposição e compactação do solo, favorecendo erosão e à redução da fertilidade (MEIRELLES, 1993).

Diante do exposto é importante a adoção de práticas de manejo que irão permitir a rápida rebrota das plantas após o corte ou pastejo, tendo como objetivo obter persistência da pastagem e alta produção forragem com qualidade (ZANINE e SANTOS, 2004).

2.7 CLIMA

A temperatura, a precipitação pluviométrica e a radiação solar são os três fatores climáticos que influenciam com mais intensidade o crescimento das plantas forrageiras. Dentre esses, o que mais influencia na distribuição

geográfica e na diversidade das plantas é a temperatura, tendo sua maior importância nos trópicos (ROCHA, 1985).

A estacionalidade na produção de forragem provocada pela condição climática é de suma importância na discussão da degradação das pastagens. Pela grande importância da estacionalidade deve-se ter atenção ao tipo de sistema de exploração a ser adotado, para minimizar a ação do clima.

Períodos prolongados de seca reduz o vigor e a capacidade de competição das forrageiras, tendo um favorecimento do estabelecimento de plantas invasoras. Por outro lado, a umidade excessiva pode favorecer a proliferação de pragas e doenças, sendo que em condições de precipitações elevadas pode, ainda, ocorrer a compactação do solo e a perda de fertilidade por erosão e lixiviação, especialmente em áreas com deficiente cobertura vegetal.

3 RECUPERAÇÃO E RENOVAÇÃO DE PASTAGENS

A recuperação de uma pastagem caracteriza-se pelo restabelecimento da produção de forragem mantendo-se a mesma espécie ou cultivar. Já a renovação consiste no restabelecimento da produção da forragem com a introdução de uma nova espécie ou cultivar, em substituição àquela que está degradada (MACEDO et al., 2000).

Para definir se deve recuperar ou renovar uma pastagem é importante fazer o diagnóstico com informações da região, propriedade e tipo de forragem a ser utilizada. Deve-se determinar os índices zootécnicos, tais como: Lotação animal, dias de ocupação, dias de descanso, dentre outros. O conhecimento das condições das pastagens a serem recuperadas ou renovadas, é importante conhecer o histórico da área, condições químicas e físicas do solo, tipo de solo, topografia do terreno, condições de conservação do solo, cobertura da pastagem e presença de invasoras. Estas ações tem por objetivo o restabelecimento da produção de biomassa das plantas por um período de tempo determinado, com custos viáveis para o produtor, visando maior persistência da pastagem (MACEDO et al., 2014).

A recuperação ou renovação pode ser efetuada de forma direta ou indireta. Como forma direta de recuperação, pode-se optar pelo uso de práticas mecânicas, químicas, agronômicas ou a associação entre essas práticas, sem cultivos com pastagens anuais ou culturas anuais. O uso intermediário de lavouras ou de pastagens anuais (milheto, aveia) caracteriza a forma indireta de recuperação ou renovação de pastagens (MACEDO et al., 2000, MACEDO, 2001a).

3.1 RECUPERAÇÃO DIRETA

Entende-se por recuperação direta as práticas mecânicas e químicas aplicadas a uma pastagem com o intuito de revigorá-la, sem substituir a espécie forrageira já existente.

Entre as operações mecânicas, incluem-se a aplicação superficial a lanço de insumos, escarificação do solo, subsolagem, gradagem, aração, dentre

outras. Nas opções químicas incluem a calagem, gessagem e adubação. A escolha da prática a ser realizada depende principalmente do nível de degradação do solo, sendo que maior grau de degradação requer o uso de práticas mecânicas mais drásticas.

Em pastagens com erosão laminar, grande incidência de invasoras de porte alto, cupins de montículo e baixa cobertura vegetal, as operações para reverter o alto grau de degradação serão mais drásticas, sendo utilizado o revolvimento de solo com grade, arado, terraceador e o uso de subsolador (SPERA et al., 1993; MACEDO, 2001a).

Por outro lado, pastagens no estágio inicial de degradação, no qual se observa perda de vigor e produtividade das plantas, a recuperação pode ser realizada por meio de aplicação superficial de fertilizantes, corretivos, escarificação e subsolagem.

3.2 RECUPERAÇÃO INDIRETA

O processo de recuperação indireta de pastagens degradadas pode ser efetuado por meio de práticas mecânicas, químicas e culturais, utilizando-se uma pastagem anual ou uma lavoura anual por um certo período de tempo, com o objetivo de revigorar a espécie forrageira existente.

As técnicas agronômicas podem variar desde a dessecação da pastagem com herbicida seguido do plantio direto do pasto+grão, cultivo mínimo do solo, até o preparo do solo e plantio convencionais. Posteriormente à utilização do pasto anual ou a colheita de grãos, a pastagem pode retornar por meio do banco de sementes existente no solo ou pode ser feita uma semeadura complementar para uniformização das plantas. A técnica tem como objetivo o aproveitamento da adubação residual das culturas utilizadas, recuperando a pastagem com menores custos (MACEDO et al., 2012).

3.3 RENOVAÇÃO DIRETA

A técnica de renovação direta de pastagens seriam as ações relativas às práticas agronômicas aplicadas sobre pastagens degradadas para substituir a espécie presente, revertendo o processo de degradação através da

implantação de uma nova espécie forrageira. A renovação direta de pastagens é caracterizada principalmente pela tentativa de substituição de forragens sem a utilização de uma cultura intermediária.

Esta prática apresenta, de uma maneira geral, problemas de ordem prática e econômica, pois as espécies forrageiras tropicais, mesmo estando em degradação, possuem um grande banco de sementes no solo e altas taxas de crescimento relativo. Entretanto, nem sempre as ações mecânicas de preparo do solo ou de dessecação das plantas por herbicidas são eficientes para permitir a implantação de uma nova espécie, evitando a competição com plantas remanescentes. A competição pode ser maior na fase inicial do estabelecimento da nova espécie ou no decorrer da utilização da pastagem, especialmente se houver alta seletividade sob pastejo (MACEDO et al., 2012).

3.4 RENOVAÇÃO INDIRETA

A renovação indireta de pastagens pode ser entendida como aquela efetuada através de práticas mecânicas, químicas e culturais, com a utilização de uma pastagem anual ou de uma lavoura anual por certo período de tempo. O objetivo é de substituir a espécie forrageira existente por outra de melhor valor nutritivo ou com diferentes características.

O Sistema Silvipastoril é também uma alternativa que se enquadra tanto na recuperação e na renovação indireta de pastagens.

4 SISTEMA SILVIPASTORIL

O Sistema Silvipastoril é modalidade de Sistemas Agroflorestais, referindo-se à técnica de produção na qual se integram, em uma mesma unidade de manejo, árvores, pasto e animais (GARCIA e COUTO, 1997), com estruturas de integração planejadas. Esses sistemas representam uma forma de uso da terra em que as atividades silviculturais e pecuárias são combinadas para gerar interação positiva entre os componentes.

O Sistema Silvipastoril propicia aos agricultores e pecuaristas a vantagem de diversificação de culturas, produção de madeira e alimento, controle de erosão e maior fertilidade do solo (BELSKY et al., 1993).

Nesse sistema existem quatro componentes básicos, sendo eles: O pasto, árvores, solo e animal; que requerem práticas de manejo específicas. É de suma importância destacar que as interações que ocorrem nos diferentes componentes não podem ser analisados e interpretados de forma isolada, em vista do caráter integrado e multidisciplinar desse ecossistema de produção.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DE SISTEMAS SILVIPASTORIS

Veiga e Serrão (1990) classificam-se os Sistemas Silvipastoris como eventuais ou verdadeiros. Os eventuais são aqueles em que a associação de árvores/pasto/animal se estabelece em um determinado momento de uma exploração arbórea ou pecuária convencional. Assim sendo, os subprodutos da exploração são manejados de modo leniente, para não prejudicar o produto principal. Já nos Sistemas Silvipastoris classificados como verdadeiros, o componente arbóreo, o pasto e os animais são considerados integrantes do sistema desde o planejamento do empreendimento, coexistindo na associação dentro de determinado nível de participação. São plantios regulares, conduzidos em espaçamentos ou densidades em que a possibilidade de supressão de um componente por outro é reduzida.

4.2 IMPORTÂNCIA DE SISTEMAS SILVIPASTORIS

São vários os efeitos positivos de Sistemas Silvopastoris, que resultam em benefícios para todos os componentes do sistema. De forma geral, a utilização dos Sistemas Silvopastoris pode resultar em:

- Melhoria da biodiversidade na propriedade;
- Produção de sombra e redução do calor ou frio, proporcionando um ambiente favorável para os animais;
- Renovação e/ou incremento do ciclo de carbono orgânico e de nutrientes, principalmente quando se utilizam espécies fixadoras de nitrogênio atmosférico;
- Aumento da suplementação alimentar para os animais pela presença de árvores forrageiras que podem compor o sistema;
- Produção de madeira, lenha, postes e mourões, e outros produtos de base florestal com agregação de valor econômico;
- Melhoria das condições de fauna e flora;
- Melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo;
- Controle da degradação da pastagem;
- Aumento do conteúdo de água no solo;
- Aumento de retenção de carbono;
- Oferta de pasto de melhor qualidade no período da seca; e
- Valorização da propriedade.

4.3 COMPONENTES DE SISTEMAS SILVIPASTORIS

Nos Sistemas Silvopastoris, existem componentes individuais e básicos que o homem pode manejar de alguma forma: O solo, as forrageiras, as árvores e os animais, em que cada um requer práticas de manejo específicas. Como base de produção há o componente solo, que poderá sofrer alterações químicas e físicas em função do manejo que será aplicado ao sistema (GARCIA e COUTO, 1997).

Uma condição fundamental para o sucesso de Sistemas Silvopastoris sustentáveis é a escolha correta das espécies componentes do sistema (PACIULLO et al., 2007; MACEDO et al., 2008).

4.3.1 Componente Solo

O plantio de árvores em áreas de pastagens pode auxiliar no controle da erosão hídrica do solo que ocorre pela: Redução no impacto da chuva, pelo aumento da infiltração de água, pela manutenção de teor adequado de matéria orgânica e efeito agregador das partículas de solo, contribuindo para a redução do escoamento superficial de água no solo.

A redução do escoamento superficial pode promover a manutenção do ciclo da água e o reabastecimento dos lençóis freáticos. Estudos com Sistemas Silvopastoris (EPA, 1995; GARRETT et al., 2000) verificaram a redução da percolação e do escoamento superficial de nutrientes, demonstrando que a adoção do sistema reduziu a lixiviação de fósforo em 77% e de nitrogênio em 82%.

No Sistema Silvopastoril, o componente animal pode também influenciar o solo pelo pisoteio, que poderá acarretar compactação da camada superficial. Assim, é então importante manter sob o solo uma relativa quantidade de material seco residual para a melhoria da cobertura e reduzindo o efeito negativo da compactação.

A introdução de árvores em áreas de pastagens pode contribuir de maneira significativa na melhoria das propriedades físicas do solo, como aumento na agregação das partículas, redução da densidade volumétrica, redução da resistência à penetração, redução de encrostamento superficial e melhoria da porosidade superficial. As mudanças resultam em aumento na infiltração de água, maior condutividade hidráulica e maior capacidade de retenção de água.

A utilização de leguminosas também pode trazer incremento de nitrogênio por meio da fixação simbiótica, além da reciclagem natural de nutrientes pela queda de folhas. Em sistemas de consorciação árvores com forrageiras, além da maior eficiência de utilização do solo, ocorre maior deposição de matéria orgânica, intensa reciclagem de nutrientes e melhor aproveitamento da

fertilização. Segundo Binkley (1986), leguminosas arbóreas podem incrementar de 10 a 30 t/ha/ano de matéria orgânica no solo.

A ciclagem de nutrientes proveniente da excreção animal pode ocorrer em áreas de maior concentração de animais como em aguadas e cochos de alimentação e sal mineral. No entanto em Sistemas Silvopastoris esse problema será menor, pois os animais irão passar mais tempo pastejando devido as condições de temperaturas mais amenas proporcionadas pelo sistema, com deposição dos dejetos de forma aleatória em toda área (GARCIA et al., 2013).

A deterioração do solo pode ser reduzida ou evitada com a presença do componente arbóreo, em que as árvores irão reduzir o impacto das chuvas e da velocidade dos ventos sobre o solo. O sistema radicular das árvores também auxilia na sustentação do solo e na melhoria das propriedades físicas, como a porosidade, infiltração e capacidade de retenção de água. O componente arbóreo também pode ser benéfico por utilizar os nutrientes de horizontes mais profundos do solo para a produção de biomassa e devolvê-los à superfície por meio da decomposição dos seus produtos (MENEZES et al., 2002). Este material além de fornecer nutrientes para o solo também irá protegê-lo contra erosão.

4.3.2 Componente Forrageiro

No Sistema Silvopastoril, a produção de forragem é influenciada por inúmeros fatores, incluindo o clima, produtividade local, práticas de manejo e dinâmica de competição acima e abaixo do nível do solo (GARCIA e ANDRADE, 2001).

Para a exploração bem sucedida dos Sistemas Silvopastoris é necessário o uso de espécies forrageiras tolerantes ao sombreamento, em condição resultante da presença das árvores. Segundo Wong (1991), essa característica refere-se à capacidade de uma espécie crescer à sombra em relação ao crescimento a pleno sol e sob a influência de desfolhações regulares. Entretanto, a tolerância das forrageiras à sombra deve ser caracterizada não só pela sobrevivência, mas também pela adaptação ao manejo, às condições edafoclimáticas da região, produção satisfatória de matéria seca (GARCIA e ANDRADE, 2001) e ao valor nutritivo adequado da forragem.

A densidade maior ou menor dos conjuntos florestais afetam de maneira diferente o estabelecimento e o desenvolvimento da espécie forrageira. Para que não haja muita influencia sobre a espécie forrageira, as árvores utilizadas no sistema devem apresentar copas que possibilitam a passagem de luz suficiente para o crescimento das forrageiras (GARCIA et al., 2013).

Segundo Sheldon et al. (1987), gramíneas dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, e leguminosas dos gêneros *Desmodium* e *Calopogonium* apresentam tolerância ao sombreamento sendo adequadas ao Sistema Silvipastoril. No Brasil, estudos para avaliação de forrageiras em sombreamento, tanto natural quanto artificial foram realizados (GOBBI et al., 2008; CASTRO, 1996; CARVALHO et al., 1997). Observaram que as gramíneas que apresentam os melhores resultados sob sombreamento foram: *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*.

Em áreas sombreadas observa-se a redução da radiação incidente nas forrageiras, tornando temperatura mais amena, aumentando a umidade do ar, reduzindo a taxa de evapotranspiração e elevando a umidade do solo, além de mudanças na morfologia das forrageiras. As mudanças morfológicas ocasionadas pela sombra podem interferir na qualidade e quantidade da forragem, destacam-se a área, comprimento, espessura e orientação da lâmina foliar, comprimento do colmo e pecíolo, número de folhas e a relação folha:colmo (GARCIA et al., 2013)..

No Sistema Silvipastoril ocorre redução do acúmulo de material morto, ocasionado principalmente pelo sombreamento que pode estar relacionada com a menor velocidade de desenvolvimento das plantas, onde se predomina temperaturas mais amenas e maior umidade do ar e do solo. Tendem também a serem mais suculentas e com teor menor de matéria seca, pelo desenvolvimento mais lento e pela menor perda de água pelos tecidos (PERI et al., 2007).

O cultivo de várias espécies de gramíneas sob diferentes níveis decedentes da intensidade luminosa resultou em plantas mais altas e com colmos mais longos (CASTRO et al., 1999; GARCEZ NETO, 2006; PERI et al., 2007). E também sob níveis de luz decrescentes, as folhas de gramíneas tendem a ficar mais longas e mais largas (GARCEZ NETO, 2006; CASTRO et al., 1999).

O teor de proteína bruta (PB), geralmente, aumenta em gramíneas sombreadas (GARCEZ NETO, 2006). As possíveis hipóteses para explicação de tal efeito é que a sombra pode ter influenciado sobre a disponibilidade de nitrogênio no solo. Ainda a maior umidade no solo associado com a menor temperatura resultando em aumento da mineralização do N, da decomposição da matéria orgânica e da reciclagem de N (HUMPHREYS, 1994). A temperatura mais baixa pode também ter efeito positivo sobre a digestibilidade das forrageiras (SHARROW, 1999), superando ou equilibrando o efeito negativo pela redução no teor de carboidratos solúveis e aumento no conteúdo de fibra. Já a presença de temperaturas elevadas promove a síntese mais rápida de novas células, bem como aceleram sua maturação e desenvolvimento do colmo, afetando a digestibilidade da planta (WILSON et al., 1976).

A sombra também pode influenciar no teor de minerais nas plantas. Segundo Clark (1981), a luz não atua sobre a absorção dos minerais, mas afeta os processos fisiológicos (fotossíntese, transpiração e respiração), que interferem na composição mineral. A sombra também pode influenciar sobre a maior disponibilidade e absorção de nutrientes no solo, incluindo Ca e P (CASTRO et al., 2001).

É importante determinar a magnitude e o tipo de alterações fisiológicas, anatômicas e morfológicas que ocorrem na planta sob baixos níveis de luminosidade e como influencia na quantidade e a qualidade de forragem produzida. Esse fato pode possibilitar a seleção de espécies forrageiras adequadas, bem como técnicas de manejo compatíveis para a obtenção de forragem de qualidade e forma de manutenção da sustentabilidade do ecossistema ao longo do tempo.

4.3.3 Componente Animal

A presença dos animais no sistema é a mais importante, sendo que ocorrem e precisam ser compreendidas várias interações dos animais com o solo, pasto e árvores, que interferem nas taxas de adaptação e desenvolvimento dos componentes envolvidos.

Os animais em Sistemas Silvopastoris são ao mesmo tempo um produto e uma ferramenta de manejo. O pastejo pode controlar a competição entre as árvores novas e as plantas forrageiras reduzindo a área foliar da forrageira. O correto manejo, que inclui uma adequada carga animal, tempo e época de pastejo, tem-se mostrado uma forma muito útil na redução da competição entre as árvores e as forrageiras (SHARROW, 1999).

A utilização de animais como controle da competição entre árvores e forrageiras tem seus malefícios, como os danos que podem ser causados às árvores, pela mastigação das folhas e ramos laterais, pisoteio de mudas e quebra de árvores como consequência do hábito de se esfregarem. Popay e Field (1996) afirmam que os danos provocados por animais dependem de três fatores: A qualidade e disponibilidade das forrageiras, a aceitabilidade das folhas da espécie arbórea e a experiência prévia dos animais em pastejar sob ecossistemas florestais.

Varella e Saibro (1999), comparando os danos ocasionados às árvores por bovinos e ovinos, asseguraram que os bovinos apresentam maiores chances de danificar as árvores no ano do estabelecimento da floresta, apresentando valores de danos da ordem de 38,35% da área foliar das árvores, enquanto ovinos reduziram a área foliar em 8,78%.

Uma outra alternativa para permitir um desenvolvimento suficiente das árvores para que os animais possam entrar sem riscos de danos as árvores, seria à implantação do sistema agrossilvipastoril. Este sistema consiste no plantio das mudas florestais e após seu estabelecimento, o plantio de culturas anuais (milho, feijão, soja, arroz, etc), que podem ser implantadas na entre linhas no primeiro ano. Em seguida procede-se a semeadura da forrageira. Essa prática resulta na diluição dos custos de formação do sistema, evitando qualquer tipo de dano que pode ser causado pelo componente animal às árvores (GARCIA et al., 2010).

4.3.4 Componente Arbóreo

Existem diversas espécies arbóreas e arbustivas com potencial para serem utilizadas em Sistemas Silvopastoris. A utilização depende de características como: adaptação edafoclimática, mercado para seus produtos, potencial de

consorciação com outras espécies, fixação biológica de nitrogênio, entre outras.

A presença de árvores em áreas de pastagens causa alterações significativas no ambiente, especialmente em nível de microclima. A redução da radiação solar direta promove decréscimo na temperatura do ar e do solo, melhorando as condições de desenvolvimento para as plantas forrageiras, para o animal e microrganismos do solo.

Quando o estabelecimento de Sistemas Silvopastoris é planejado, existe a possibilidade da distribuição espacial das árvores serem feita de modo que reduza a competição por luz, permitindo maior persistência e eficiência do sistema como um todo (CARVALHO, 1997).

A quantidade de luz incidente sobre as plantas forrageiras depende da espécie, do espaçamento e da idade das árvores. As árvores a serem utilizadas num Sistema Silvopastoril devem apresentar copas que permitam a passagem de luz suficiente para o crescimento das forragens. Além disso, o direcionamento das linhas de árvores em função do posicionamento leste-oeste ou norte-sul possibilitará uma maior ou menor luminosidade, o que resulta em uma significativa mudança no arranjo do sistema (GARCIA e COUTO, 1997).

5 LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM SISTEMA SILVIPASTORIL

O modelo tecnológico desenvolvido para a maioria dos sistemas produtivos atuais, normalmente induz o solo a uma exposição direta ao sol, à chuva e aos ventos, que são os principais agentes causadores de sua degradação nas condições tropicais e subtropicais. Para a reversão desse processo é necessária a adoção de métodos de manejo que propiciem sua permanente cobertura com matéria viva ou morta, a reciclagem mais eficiente da fitomassa, principalmente o material orgânico com propriedades condicionadoras de solo e fertilizantes (GARCIA et al., 2010).

Para reverter o processo de degradação dos solos é necessária a urgente implementação de sistemas mais estáveis, que melhor conservem os recursos naturais.

O Sistema Silvipastoril é um modelo de produção mais ecológico que pode ser usado na recuperação de pastagens degradadas. O componente arbóreo mais utilizado no sistema no Brasil é o eucalipto, mas o mesmo produz resíduos com baixos teores de nutrientes, principalmente os mais móveis (N, P e K), elevando a relação C/N do resíduo.

Com a alta relação C/N os microrganismos não têm à sua disposição quantidades suficientes de nitrogênio para o seu desenvolvimento, pois as bactérias têm a necessidade de compostos nitrogenados para o seu metabolismo. Em consequência a menor decomposição dos resíduos das árvores, forragens e dos animais.

Em Sistemas Silvipastoris, os processos decorrentes da adição de resíduos de baixa qualidade são muito parecidos com aqueles verificados em pastagens exclusivas de gramíneas tropicais (ANDRADE, 2000). Então com o tempo pode entrar em processos de degradação novamente se não manejado de forma correta.

A dinâmica e velocidade do processo de decomposição tornam-se mais eficientes quando há presença de leguminosas arbóreas no sistema

conduzindo à uma relação C/N mais baixa. Com isso, tem-se o impedimento da imobilização de nitrogênio, que ocorre quando a relação C/N é alta (YOUNG, 1997). A introdução de leguminosas no Sistema Silvopastoril contribui para o aumento do nitrogênio no solo pelo processo de fixação simbiótica, além de uma reciclagem natural decorrente da queda das folhas e galhos.

5.1 VANTAGENS DO USO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM SISTEMA SILVIPASTORIL

A introdução de leguminosas nas pastagens tropicais trazem benefícios diretos e indiretos (KICHEI, 2004), que são:

- Aumento da produção de forragem pela contribuição direta da biomassa da leguminosa e pelo aumento da produção da gramínea e da atividade biológica no solo e na cobertura morta. Também são responsáveis por maiores taxas de mineralização da matéria orgânica, aumentando a disponibilidade de N, P e S;
- Melhoria no valor nutritivo da dieta, principalmente na época da seca. As leguminosas bem adaptadas toleram a seca e mantem as folhagens verdes durante o período seco. A leguminosa ainda possui maior digestibilidade comparada com as gramíneas forrageiras e com isso propicia aumento no consumo de forragem;
- Melhora a fertilidade do solo devido à fixação biológica de nitrogênio atmosférico e ao aumento da disponibilidade de nutrientes, acumulados em matéria orgânica com baixa relação C/N; e
- Possibilidade de recuperação de áreas degradadas com menor custo com adubação, mantendo a produtividade e reduzindo o impacto ambiental associado à pecuária brasileira.

5.2 LEGUMINOSAS ARBÓREAS

Para a implantação do Sistema Silvopastoril a escolha das espécies arbóreas leguminosas que irá compor o sistema é um ponto crítico do planejamento do sistema. Como não existe regra geral para orientação na escolha das espécies adequadas para o uso em Sistemas Silvopastoris, é

fundamental considerar as peculiaridades regionais. Portanto, levando em consideração esses aspectos segue uma relação de espécies arbóreas leguminosas com potencial de utilização em Sistemas Silvistoris no Brasil.

5.2.1 Canafístula (*Peltophorum dubium*)

É também conhecida como acácia amarela, podendo atingir 20 metros de altura e 90 centímetros de diâmetro de altura do peito (DAP). Apresenta copa pouco densa e com crescimento retilíneo. As técnicas de desramas e os desbastes de forma conjunta e planejada permitem que haja um bom desenvolvimento das plantas forrageiras sob a copa. Apresenta crescimento rápido, podendo atingir quatro metros de altura e cinco centímetros de DAP aos 10 meses de idade, tendo a possibilidade de iniciar o pastejo na área do sistema, uma vez que a mesma não é aceitável pelos animais (MELOTTO et al., 2012).

O plantio de canafístula é muito utilizado em áreas de pastagens degradadas, sendo muito eficiente na renovação de pastagens em aplicação de sistemas consorciados.

Uma vantagem econômica da espécie, assemelhando-se à do eucalipto, é que apresenta boa rebrota do toco pós corte, permitindo formação de um novo povoamento sem a utilização de mudas (CARVALHO, 1994). Outro fator positivo apresentado pela canafístula, em sistemas integrados é a sua capacidade de fixação de nitrogênio (DIAS et al., 2007), podendo incrementar a fertilidade do solo e a sua macrofauna (DIAS et al., 2006).

5.2.2 Acácia mangium (*Acacia mangium*)

A acácia mangium apresenta crescimento rápido, com até 3,5 metros de altura e oito centímetros de DAP no segundo ano. Souza et al. (2004) verificaram que a acácia tem um incremento de 45 m³/ha/ano, na região amazônica, sendo indicada para uso em Sistema Silvistoril.

A madeira da acácia é usada, também, na produção de celulose, movelaria, adesivos, além de ser usada na recuperação de áreas degradadas. Uma vantagem silvicultural da acácia é a simbiose com bactérias do gênero

Rhizobium, que fixam nitrogênio no solo (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1983). Sua capacidade de fixar nitrogênio à torna uma opção de elevado potencial para cultivos consorciados com plantas forrageiras, pois poderão se beneficiar do nutriente. A associação com cultivos ocorre, principalmente, nos primeiros três anos de desenvolvimento, onde a árvore, por sua vez, aproveita parcialmente a fertilização do solo. É importante atentar para o fato da acácia apresentar potencial forrageiro, com probabilidade do gado alimentar de suas folhas, em especial na época seca (MELOTTO et al., 2012).

5.2.3 Leucena (*Leucaena leucocephala*)

A leucena é uma leguminosa que tem origem na América Central. Existem várias cultivares de leucena, apresentando simbiose eficiente com bactérias do gênero *Rhizobium* em nódulos produzidos nas raízes, que fixam o nitrogênio atmosférico, podendo reduzir o uso de adubação nitrogenada.

A leucena em consórcio com gramíneas tem se mostrado viável. Neste contexto, tem-se revelado uma das espécies mais promissoras para esta finalidade, principalmente pela capacidade de manter-se verde mesmo durante a maior parte do período seco, por apresentar sistema radicular profundo que propicia a reciclagem dos nutrientes do subsolo e a absorção de água das camadas profundas do solo (CARVALHO, 1998).

Outras vantagens, como habilidade para crescer em solos de baixa fertilidade, rápida dispersão, ciclo longo, alto valor alimentício e excelente aceitabilidade pelos animais, mesmo no início da fase vegetativa, fazem com que a leucena seja uma das leguminosas recomendada para uso em Sistemas Silvopastoris (FRANCO e SOUTO, 1986).

A introdução da leucena em componentes tradicionais de pastagens cultivadas tem sido reconhecida pelos vários benefícios que são obtidos para o meio ambiente, para os animais, solo e para a própria pastagem. A leucena também pode ajudar na recuperação de pastagens degradadas, uma vez que a deficiência de nitrogênio é uma das principais causas da degradação de pastagens adicionando quantidades significativas de nitrogênio ao solo.

5.2.4 Gliricídia (*Gliricidia sepium*)

A gliricídia é uma boa opção de leguminosa arbórea fixadora de nitrogênio para constituição de sistemas de integração; no Brasil, também é chamada de “madreado”. É uma árvore de pequeno a médio porte, com 10 a 15 m de altura e 30 a 40 cm de diâmetro do caule (CATIE, 1991). Possui folhas compostas e flores de 2 a 2,5 cm de largura, branco-rosadas. Os frutos são vagens chatas, cor verde pálido quando verdes e marrom escuro quando maduros (DRUMONT e CARVALHO FILHO, 1999). Sua propagação pode ser feita por meio de sementes ou por estaquia.

Nativa das zonas baixas do México e da América Central, a gliricídia foi introduzida na maior parte das zonas tropicais e naturalizada desde o norte da América do Sul até o Brasil, no Caribe, Havaí, oeste da África, países asiáticos como Índia, Sri Lanka, Tailândia, Filipinas, Indonésia e também na Austrália. Vegeta em locais com precipitações de 500 a 1500 mm anuais e se adapta a uma grande variedade de solos (CATIE, 1991).

O cultivo da gliricídia em consórcio com gramíneas, em um Sistema Silvopastoril, surge como nova opção para aumentar a sustentabilidade das pastagens. Nesse sistema a leguminosa funciona com um duplo propósito: melhoria da fertilidade do solo e complemento alimentar dos rebanhos. Durante a época das águas, ocorre normalmente uma baixa aceitação da gliricídia pelos animais devido a alta concentração de tanino, sendo a biomassa proveniente de folhas e ramos, podada e deixada no solo para decomposição. Com o avanço do período seco ocorre a diminuição da qualidade do capim e a gliricídia passa a ser um excelente complemento alimentar (RANGEL et al., 2001).

6 SEQUESTRO DE CARBONO EM SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS

É fato reconhecido que o dióxido de carbono (CO_2) é um dos principais gases que provocam o “efeito estufa” e que sua quantidade na atmosfera terrestre, nas últimas décadas, tem aumentado rapidamente pela liberação advinda principalmente pela queima de combustíveis fósseis. A emissão de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera tornou-se um dos problemas mais graves do mundo, por ocasionar o aquecimento do planeta.

O protocolo de Kyoto permite que atividades de reflorestamento e florestamento sejam consideradas atividades mitigadoras de GEE. Como consequência do reconhecimento da importância da árvore como um meio de capturar e armazenar o CO_2 atmosférico na vegetação e no solo, a agrofloresta tem sido reconhecida como uma atividade sequestradora de C.

Os Sistemas Silvopastoris têm sido reconhecidos como de grande importância para a estratégia de sequestro de carbono em vários países. A utilização destes sistemas, em detrimento de pastagens exclusivas, pode promover incremento no estoque de carbono no sistema e redução de impactos negativos decorrentes da emissão dos gases do efeito estufa (GARCIA et al., 2013).

Com a possibilidade de transferência do carbono atmosférico para a biomassa vegetal e o solo, criou-se a política de mercado de créditos de carbono visando reduzir as emissões de GEE (GARCIA et al., 2010).

As estimativas de estoque potencial de carbono (EPC) acima do solo estão baseadas na premissa de que 45 a 50% do material lenhoso e 30% das folhas das árvores são constituídas de C (NAIR et al., 2008)

Esses valores são manifestação direta que a produção ecológica potencial do sistema depende de inúmeros fatores como, tipo de uso da terra, a espécie envolvida, a idade do estande arbóreo e o manejo a ele aplicado.

De forma geral a EPC no solo é maior em Sistemas Agroflorestais se comparados a outros sistemas de uso da terra. De maneira geral, podem classificar os EPCs do solo na ordem: floresta > agroflorestal > pastagens > florestas plantadas > culturas agrícolas (GARCIA et al., 2013).

No Brasil um dos compromissos voluntários assumidos na COP-15 em Copenhague foi a recuperação de pastagens degradadas, prevendo a redução das emissões de GEE projetadas para 2020, para valores entre 36,1% e 38,9%, estimando assim uma redução da ordem de 1 bilhão de toneladas de CO₂ equivalente. Os compromissos foram ratificados na Política Nacional sobre Mudanças do Clima (Lei nº 12.187/09) e regulamentadas pelo Decreto nº 7390/10, surgindo efeito no caso específico da agricultura estabelecendo o “Plano Setorial para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura”, que é chamado de “Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)”.

Neste plano estão previstas diversas ações de capacitação e informação de técnicos e produtores rurais, estratégias de transferência de tecnologia, pesquisa, fortalecimento da assistência técnica e extensão rural, incentivos econômicos, linhas de crédito rural, entre outras. Desta forma, a contribuição da recuperação de pastagens degradadas na mitigação de GEE se dará pela expansão de sua área de adoção em 15 milhões de hectares até 2020.

As outras tecnologias previstas neste plano são: sistema plantio direto (aumentar adoção em 8,0 milhões ha), integração lavoura, pecuária e floresta (aumentar adoção em 4,0 milhões ha), fixação biológica de nitrogênio (aumentar a adoção em 5,5 milhões ha), florestas plantadas (ampliar área plantada em 3,0 milhões ha) e tratamento de dejetos animais (com aumento do volume tratado em 4,4 milhões m³).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os Sistemas Silvopastoris constituem-se, sem dúvida alguma, em uma das melhores alternativas para a recuperação de pastagens degradadas. Além da integração com espécies leguminosas arbóreas tornar o sistema viável economicamente, pela redução da utilização de adubação química e da possibilidade de diversificação de uma mesma área.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, V. V. H.; NOVAES, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAE, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.

ALVES, V. M. C.; VASCONCELLOS, C. A.; FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; FRAÇA, G. E.; RODRIGUES FILHO, A.; ARAÚJO, J. M.; VIEIRA, J. R.; LOUREIRO, J. E. Milho. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAE, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.314-316.

ANDRADE, C. M. S. **Estudo de um sistema agrossilvipastoril, constituído por *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake e *Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia, na região dos cerrados de Minas Gerais, Brasil**. 2000. 102p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

BELESKY, A. J.; MWONGA, S. M.; AMUNDSON, R. G. **Comparative effects of isolated trees on their undercanopy environment in high and low-rainfall savannas**. *Journal of Applied Ecology*, v.30, 1993. p.143-155.

BINKLEY, D. **Forest nutrition management**. New York: John Willey & Sons, 1986. 290p.

BONO, J. A. M.; MACEDO, M. C.; EUCLIDES, V. P. B. Alterações nas propriedades químicas de um latossolo sob pastagem cultivada, após queima. In: VIII SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1996, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1996. p.341-345.

CARVALHO, M. M. **Arborização em pastagens cultivadas**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1998. 37p. (EMBRAPA-CNPGL. Documentos, 64).

CARVALHO, M. M.; SILVA, J. L. O.; CAMPOS JR., B. A. Produção de matéria seca e composição química da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em sub-bosque de angico vermelho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.26, n.2, 1997. p.213-218.

CARVALHO, M.M. **Recuperação de pastagens degradadas**. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 51p. 1993. (EMBRAPA-CNPGL. DOCUMENTOS, 55).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 639p.

CASTRO, C. R. T. **Tolerância de gramíneas forrageiras tropicais ao sombreamento**. 1996. 245 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M. ET AL. Efeitos do sombreamento na composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, 2001. p.1959-1968.

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

CATIE. **Madero negro (Gliricidia sepium (Jacquin) Kunth ex Walpers) arból de uso múltiple em la América Central**. Costa Rica: CATIE, Turrialba, 1991. 72 p.

CLARK, R. B. Effects of light and water stress on mineral elemento composition of plantas. **Journal of Plant Nutrition**, v.3, n.5, 1981. p.853-885.

DIAS FILHO, M.B. Pastagens cultivadas na Amazônia oriental brasileira: processos e causas de degradação e estratégias de recuperação. In: Dias, L.E.; Mello, J.W.V. (eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV-DPS/Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p.135-149.

DIAS, P. F. Árvores fixadoras de nitrogênio e macrofauna do solo em pastagem de híbrido de Digitaria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.41, n.6 p.1015-1021, jun. 2006.

DIAS, P. F.; SOUTI, S. M.; REZENDE, A. S.; URQUIAGA, S.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; FRANCO, A. A. Transferência de N fixado por leguminosas arbóreas para o capim Survenola crescido em consórcio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.2, p.352-356, mar/abr. 2007.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 3. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190p.

DRUMOND, M. A.; CARVALHO FILHO, O. M. de. Introdução e avaliação da Gliricidia sepium na região semi-árida do Nordeste brasileiro. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.

EPA- Environmental Protection Agency. **Water quality functions of riparian forest buffer systems in the Chesapeake bay watershed**. Maryland, 1995.

FONTANELI, R. S.; JACQUES, A. V. A. Melhoramento de pastagem natural: ceifa, queima, diferimento e adubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 17, n. 2, 1988. p.180-194.

FRANCO, A. A.; SOUTO, S. M. **Leucaena leucocephala: uma leguminosa com múltiplas utilidades para os trópicos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-UAPNPBS, 1986. 7p. (EMBRAPA-UAPNPBS. Comunicado técnico, 2).

GARCEZ NETO, A. F. **Avaliação fisiológica, morfológica e estrutural de forrageiras de clima temperado sob diferentes regimes de luminosidade**. 2006. 102 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006.

GARCIA, R.; ANDRADE, C. M. S. Sistemas Silvistoris na região sudeste. In: SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS: OPÇÕES DE SUSTENTABILIDADE PARA ÁREAS TROPICAIS E SUBTROPICAIS. Juiz de Fora. **Anais...** Brasília: FAO, 2001.

GARCIA, R.; COUTO, L. Sistemas silvistoris: tecnologia emergente de sustentabilidade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL DE PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.447-471.

GARCIA, R.; TONUCCI, R. G.; BERNARDINO, F. S. Sistema Silvistoril: uma integração árvore, pasto, animal. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: Ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal-SP, 1º (ed.). 2013, p.219-234.

GARCIA, R.; TONUCCI, R. G.; GOBBI, K. F. Sistema Silvistoril: uma integração árvore, pasto, animal. In: OLIVEIRA NETO, S. N.; VALE, A. B.; NACIF, A. P.; VILAR, M. B.; ASSIS, J. B. **Sistema Agrossilvistoril: integração lavoura, pecuária e floresta**. Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa, 2010. p.123-165.

GARRETT, H. E.; RIETVELD, W. J.; FISHER, R. F. **North American Agroforestry: an integrated science and practice**. Madison: American Society of Agronomy, 2000.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F. et al. Características morfológicas, estruturais e produtividade de *brachiaria decumbens* cv. Basilisk submetida ao sombreamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45. 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2008. CD-ROM.

HERINGER, I.; JACQUES, A. V. A. Acumulação de forragem e de material morto em pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo em relação às queimadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, 2002. p.599-604.

HERINGER, I.; JACQUES, A. V. A. Características de um latossolo vermelho sob pastagem natural sujeita à ação prolongada do fogo e de práticas alternativas de manejo. **Ciência Rural**, v.32, n.2, 2002. p.309-314.

HUMPHREYS, L. R. **Tropical forages: their role in sustainable agriculture**. New York: Longman Scientific & Technical, 1994. 193p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. -Censo 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso em: 19 de setembro de 2016.

KICHEL, A. Leguminosa casa bem com capim. **DBO RURAL**, São Paulo, v.23, n.281, 2004. p.60-70.

MACEDO, M. C. M. Sistemas de produção animal em pasto nas Savanas Tropicais da América: Limitações à Sustentabilidade. In: Reunião Latinoamericana de Produccion Animal,16.; Congreso Uruguayo de Produccion Animal, 3, 2000, Montevidéo. **Anais...** Argentina: Alpa. Delmercosur.com , [2000]. CD-ROM. Conferencias.

MACEDO, M. C.M. Aspectos edáficos relacionados com a produção de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. In: Barbosa, R. A. (ed). **Morte de pastos de braquiária**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. p.35-65.

MACEDO, M. C.M.; ARAÚJO, A. R. Sistemas de integração lavoura-pecuária: alternativas para recuperação de pastagens degradadas. In: BUNGENSTAB, D. J. **Sistemas de integração a produção sustentável**. Brasília-DF, 2º ed., EMBRAPA-EGC, 2012. p.27-48.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: alternativa para sustentabilidade da produção animal. In: **Anais do 18º SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM - PLANEJAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO EM PASTAGENS**. Editores: Aristeu M. Peixoto, Jose Carlos de Moura, Sila Carneiro da Silva e Vidal Pedroso de Faria. FEALQ, Piracicaba, SP. 2001. p. 257-283.

MACEDO, M.C.M. Pastagem no ecossistema Cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, I, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p. 28-62.

MACEDO, M.C.M., ZIMMER, A.H., KICHEL, A.N., DE ALMEIDA, R.G., DE ARAÚJO, A.R., 2014. **Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação**. Embrapa Gado de Corte- Artigo Em Anais de Congresso (ALICE), p. 158–181 (Ribeirão Preto, SP).

MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H. Sistemas pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In: FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A. (Eds.) Simpósio Sobre Ecossistemas das Pastagens, 2, 1993. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP: UNESP, 1993, p.216-245.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURIM, N. Eucalipto em sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 2008.

MEIRELES, M. N. Degradação de pastagens-critérios de avaliação, In: Encontro Sobre Recuperação de Pastagens, 2., 1993, Nova Odessa, SP. **Anais...** Nova Odessa. 1993. p.27-40.

MELOTTO, A. M.; LAURA, V. A.; BUNGENSTAB, D. J.; FERREIRA, A. D. Espécies florestais em sistemas de produção em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. **Sistemas de integração a produção sustentável**. Brasília-DF, 2º ed., EMBRAPA-EGC, 2012. p.27-48.

MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H.; ELLIOTT, E. T. Microclimate and nutriente dynamics in a silvopastoril system of semiarid northeastern Brasil. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v.56, n.1, 2002. p.27-38.

MYERS, R.J.K.; ROBBINS, G.B. **Sustaining productive pastures in the tropics**. 5. Maintaining productive sown grass pastures. *Tropical Grasslands*, v.25, 1991. p.104-110.

NAIR, P. K. R.; GORDON, A. M.; MOSQUERA-LOSADA, M. R. Agroforestry. **Encyclopedia of Ecology**, Copenhagen, v.1, 2008. p.101-110.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, D.S.; SANTOS, M.V.F. Degradação das pastagens e critérios para avaliação. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Faria, V.P. (eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11, Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. 325p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Mangium and other fast-growing acácias for the humid tropics**. Washington: National Academy Press, 1983. 62p.

PACIULLO, D. S. C.; CARNEIRO, J. C.; COSTA, F. J. N.; TAVELA, R. C.; VERNEQUE, R. S. Massa de forragem, taxa de lotação e ganho de peso de novilhas mestiças em pastagem pura de *brachiaria decumbens* e sistema silvipastoril. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 20., 2007, Cuzco. **Anais...** Cuzco, 2007.

PERI, P. L.; LUCAS, R. J.; MOOT, D. J. Dry matter production, morphology and nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under different light regimes. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v.70, 2007. p.63-79.

POPAY, I.; FIELD, R. Grazing animals as weed control agents. **Weed Technology**, Champaign, v.10, 1996. p.217-231.

RANGEL, J. H. de A.; CARVALHO FILHO, O. M. E.; ALMEIDA, S. A. Experiências com o uso da *Gliricidia sepium* na alimentação animal no semiárido do Nordeste brasileiro. In, CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opção de sustentabilidade para as áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora; Embrapa Gado de Leite; Brasília, DF; FAO, 2001.

RAMOS, J. C. F.; FURTADO, M. J. **Gestão da propriedade: A base para a sustentabilidade da pecuária leiteira.** 2009.

ROCHA, G. L. Situação das pastagens no estado de São Paulo- pastagens naturais e cultivadas. In: **Curso de Manejo de Pastagens**, 1, Nova Odessa, 1985, Instituto de Zootecnia, 1985. p.1-24.

SHARROW, S. H. Silvopastoralism: Competition and facilitation between trees, livestock, and improved grass-clover pasture on temperate rainfed lands. In: BUCK, L. E.; LASSOIE, J. P.; FERNANDES, E. C. M. (Ed.). **Agroforestry in sustainable agricultural systems.** Boca Raton: CRC Press, 1999. p.111-130.

SHELDON, H. M.; HUMPRHEYS, L. R.; BATELLO, C. Pastures in the plantations of Asia and the Pacific performance and prospect. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v.21, n.4, 1987. p.159-168.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes.** Brasília: Embrapa, comunicação para transferência de tecnologia. 1999. p.370.

SOUZA, C. R. de; ROSSI, L. M. B.; AZEVEDO, C. P. de; LIMA, R. M. B. Comportamento da *Acacia mangium* e de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* em plantios experimentais na Amazônia Central. **SCIENTIA FORESTALIS**, n.65, p.95-101, jun. 2004.

SPERA, S. T.; TÔSTO, S. G.; MACEDO, M. C. M. **Práticas de conservação de solos sob pastagens para o Mato Grosso do Sul: Revisão Bibliográfica.** Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPQC, p.96. Documentos, 54, 1993.

VALÉRIO, J.R. **Pragas das pastagens.** Campo Grande: EMBRAPA-CNPQC, 1989. 13p. (Apostila do Curso de Pastagens. EMBRAPA-CNPQC, Mimeografado).

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, MG, v.28, n.1, 1999. p.30-34.

VEIGA, J. B.; SERRÃO, E. A. S. **Sistemas silvipastoris e produção animal nos trópicos: a experiência da Amazônia brasileira.** In: _____ . Pastagens. Piracicaba: FEALQ, 1990. p.37-68.

WILSON, J. R.; TAYLOR, A. O.; DOLBY, G. R. Temperature and atmospheric humidity effects on cell wall content and dry matter digestibility of some tropical and temperate grasses. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.19, 1976. p.41-46.

WONG, C. C. Shade tolerance of tropical forages. In: SHELTON, H. M.; STUR, W. W. (Eds.). **Forages for plantation crops.** ACIAR Proceedings nº 32, Canberra, 1991. 320p.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil management**. 2nd ed. Wallingford: CAB International, 1997. 320p.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas- uma revisão. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v. 11, 2004. p.103-122.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J. Possíveis causas da degradação de pastagens. **Revista Eletrônica de Veterinária**. Viçosa, MG. V. 6, nº 11, 2005.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C.; BARCELOS, A. O.; KICHEL, A. N. **Estabelecimento e recuperação de pastagem de *Brachiaria***. En: 11^o Simpósio sobre Manejo de Pastagem. Anais. Fundação Escola Agrícola Luiz de Queiros (FEALQ), Piracicaba. 1994. p. 153-208.