



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA (UESB)
CENTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO
SOCIOAMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**ESTRATÉGIA PARA RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS
DEGRADADAS E PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DA
BOVINOCULTURA**

CRISTIAN GOMES OLIVEIRA

**ITAPETINGA
BAHIA - BRASIL
2013**

**ESTRATÉGIA PARA RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS E
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DA BOVINOCULTURA**

CRISTIAN GOMES OLIVEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB / *Campus* de Itapetinga - BA, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Área de Concentração em Meio Ambiente e Desenvolvimento, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. *D.Sc.* Márcio dos Santos Pedreira.

Co-Orientadores: Prof. *D.Sc.* Daniela Deitos Fries e Prof. *D.Sc.* Moizéis Silva Nery.

**ITAPETINGA
BAHIA - BRASIL
2013**

633.2 Oliveira, Cristian Gomes.
O46e Estratégia para recuperação de pastagens degradadas e produção sustentável da bovinocultura. / Cristian Gomes Oliveira. – Itapetinga, BA: UESB, 2013. 58p. Ilustr.

Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) - Campus de Itapetinga. Sob a orientação do Prof. *D.Sc* Márcio dos Santos Pedreira e co-orientação da Profa. *D.Sc* Daniela Deitos Fries e Prof. *D.Sc* Moizéis Silva Nery.

Dissertação revisada (português e inglês) e normalizada (norma UESB/ABNT) por Rogério Pinto de Paula, Diretor da Biblioteca Regina Celia Ferreira Silva (BIRCEFS), UESB-Itapetinga e presidente do Conselho de Bibliotecas da UESB, CRB5-1654.

Publicada na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) do Inst. Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) - acesso: <http://bdttd.ibict.br> e <http://bdttd.uesb.br>.

1. Pastagem degradada - Espécies infestantes – Recuperação. 2. Solo – Compactação do solo - Características químico-físicas. 3. Bovinocultura - Sustentabilidade - Integração lavoura pecuária. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. II. PEDREIRA, Márcio dos Santos (Orient.). III. FRIES, Daniela Deitos (Co-orient.). IV. Nery, Moizéis Silva (Co-orient.). V. Título.

CDD (21): 633.2

Catálogo na fonte:

Rogério Pinto de Paula – CRB/5-1654
Bibliotecário – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Pastagem degradada - Espécies infestantes – Recuperação
2. Solo – Compactação do solo - Características químico-físicas
3. Bovinocultura - Sustentabilidade - Integração lavoura pecuária

FICHA DE APROVAÇÃO

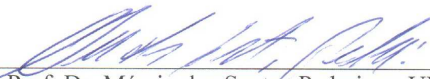
CRISTIAN GOMES OLIVEIRA

ESTRATÉGIA PARA RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS E PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DA BOVINOCULTURA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Itapetinga, BA. Área de Concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Aprovada em: 27 / 03 /2013

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Márcio dos Santos Pedreira – UESB
Orientador, Presidente



Prof. Dr. Moisés da Silva Nery – UESB



Prof. Dr. Odair Lacerda Lemos – UESB

Dedico este trabalho aos meus inestimáveis pais, Camerindo Pereira de Oliveira e Maria de Lourdes Gomes Oliveira, que amo demais. Ao meu filho Bernardo Lima Oliveira que chegou como fonte inspiradora da minha vida. A toda minha família pelo incentivo e apoio.

DEDICO!

*A Deus, que me amparou todo esse tempo e me deu força para seguir em frente.
À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, pela oportunidade de geração de conhecimento aos alunos de Graduação e Pós-Graduação.*

Ao D. Sc. Márcio dos Santos Pedreira, pela orientação e conhecimentos transmitidos, a oportunidade, a flexibilidade, a confiança e paciência a mim conferida. Ao D. Sc. Moizéis Silva Nery, pela orientação e apoio à implantação e condução do trabalho de pesquisa.

*À professora D. Sc. Daniela Deitos Fries, pela aceitação da co-orientação.
Aos professores Carlos Alberto Miranda Peixoto “Bebeto”, por sua colaboração e apoio nesse estudo e D.Sc. Herymá Giovane Silva no auxílio nas análises estatísticas. Ao professor D. Sc. Odair Lacerda Lemos pelas correções e sugestões propostas.*

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal e Nível Superior - CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Banco do Nordeste do Brasil S/A - BNB através do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE pelo apoio financeiro e realização da pesquisa.

À Fazenda Aldebaran, na pessoa de Claudio Murilo Melo Cardoso, onde foram conduzidos os trabalhos, disponibilizando toda estrutura necessária a realização da pesquisa.

À Empresa Dow Agrosciences pelo fornecimento de sementes de capim Brachiaria CONVERT HD364 e sementes de sorgo, que foram utilizados no trabalho de pesquisa.*

À Minha esposa, Andréa Santos Lima Oliveira ao lado de Eduardo Lima Brandão “Dudu”, que fazem parte da minha vida, pelo incentivo e compreensão, principalmente, nessa reta final. Aos meus irmãos, Kátia Gomes Oliveira, Camerindo Pereira de Oliveira Junior, Quésia Gomes Oliveira e seu esposo Nivio Batista, pelo incentivo e apoio.

Aos professores das disciplinas cursadas, pelas aulas ministradas e contribuição na minha formação, que através da diversidade, contribuíram para formação do meu conceito sobre a questão ambiental. Aos alunos de Iniciação Científica da UESB, que contribuíram na coleta de dados, em especial Beatriz Silva Moreira, Diego Nobre Ferreira, Fagner Lemos Rodrigues, Lázaro Costa, Leile Daiane Ribeiro, Maxwelder Santos Soares, Vinício Macedo, e Marcelo Mota Pereira mestrando em zootecnia. A Cláudio, funcionário da Fazenda Aldebaran, que sempre disponibilizou tempo no apoio aos trabalhos de coleta de campo. Aos colegas do Mestrado em Ciências Ambientais pela agradável convivência.

*A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste projeto. **AGRADEÇO!***

"Só sabemos com exactidão quando sabemos pouco; à medida que vamos adquirindo conhecimentos, instala-se a dúvida."

(Johann Wolfgang Von Goethe)

RESUMO

OLIVEIRA, C. G. **Estratégia para recuperação de pastagens degradadas e produção sustentável da bovinocultura**. 2013. 58p. (Dissertação Mestrado em Ciências Ambientais Área de Concentração em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA*.

A pecuária brasileira é desenvolvida basicamente a pasto. De modo geral as pastagens apresentam algum estágio de degradação, afetando a sustentabilidade do sistema produtivo. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do sorgo como estratégia de recuperação do solo e das pastagens degradadas em diferentes áreas e sistemas de manejo, a partir das características químico-físicas do solo; resistência à penetração e compactação do solo, população de espécies infestantes da pastagem e produção de forragem. O estudo foi realizado na Fazenda Aldebaran, situada no município de Itapetinga-BA, as áreas de estudo foram implantadas em uma área total de aproximadamente 2,5 hectares. Os tratamentos consistiram em áreas identificadas como: pastagem degradada com incidência de plantas daninhas (A1, A2, A3, A5); pastagem degradada com baixa produção de forragem, utilizada com sistema de pastejo rotacionado (A4); floresta nativa (A6); pastagem recuperada em diferentes sistemas e uso de diferentes tecnologias (A1R, A2R, A3R, A4R, A5R). Empregou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5x4 sendo cinco áreas e quatro profundidades para avaliação da compactação e resistência a penetração, e em arranjo fatorial 5x2 sendo cinco áreas e duas tecnologias para avaliação da população de espécies infestantes e produção de forragem. Os dados foram analisados pelo procedimento Mixed e GLM do pacote estatístico SAS. Os resultados dos atributos químicos mostraram uma resposta positiva às tecnologias aplicadas com melhoria da fertilidade do solo, após a recuperação das pastagens. As áreas de pastagens reformada utilizando consórcio sorgo + *Brachiaria brizantha* cv. Marandú (A1R e A2R), nas camadas de 0 a 5cm e 5 a 10 cm, apresentaram valores de IC de 2,24 e 2,65 MPa, respectivamente, não diferindo ($P > 0,05$) da área de mata nativa (A6) com valor 1,48 MPa. Maiores valores de produção de matéria seca das forragens (capim e sorgo) foram observados nas áreas A1R, A2R e A5R, mostrando-se mais produtivas, diferindo ($P < 0,05$) das áreas A3R e A4R. O sistema de integração lavoura pecuária, visando à recuperação de pastagens, é neste momento uma alternativa importante para reduzir o desmatamento e a degradação de pastagens.

Palavras-chave: Pastagem degradada, Compactação do solo, Espécies infestantes, bovinocultura.

* Orientador: Marcio dos Santos Pedreira *D.Sc.* UESB/DTRA e Co-orientadores: Daniela Deitos Fries UESB/DEBI *D.Sc.* e Moizéis Silva Nery *D.Sc.* UESB/DTRA.

ABSTRACT

OLIVEIRA, C. G. **Strategy for recovery of degraded pastures and sustainable production of cattle**. 2013. 58p. (Dissertation – Master's degree in Environmental Sciences, Concentration area: Environment and Development). State University of Southwest Bahia, Itapetinga-BA*

The Brazilian cattle industry is basically developed to pasture. Generally pastures have some stage of degradation, affecting the sustainability of the production system. The aim of this study was to evaluate the effect of sorghum as a strategy for soil recovery and degraded pastures in different areas and management systems, from chemical-physical characteristics of the soil, soil penetration resistance and soil compaction, weed species population pasture and forage production. The study was conducted at Fazed Aldebaran, located in the municipality of Itapetinga-BA. Study areas were implanted in a total area of approximately 2.5 hectares. The treatments in areas identified as: degraded pasture with weed pressure (A1, A2, A3, A5); degraded pasture with low forage production, used with rotational grazing system (A4); native forest (A6); recovered at different grazing systems and using different technologies (A1R, A2R, A3R, A4R, A5R). We applied the completely randomized in a 5x4 factorial arrangement with five and four areas for evaluation of compaction depths and penetration resistance, and 5x2 factorial arrangements with five and two technology areas for population assessment of weed species and forage production. Data were analyzed by GLM and Mixed procedure of SAS statistical package. The results of the chemical attributes showed a positive response the technologies applied to improve soil fertility, after recovery of pastures. The pastures reformed using intercropping sorghum + *Brachiaria brizantha*. Marandú (A1R and A2R), layers of 0 to 5 cm and 5-10 cm, showed CI values of 2,24 and 2,65 MPa, respectively and did not differ ($P>0,05$) of native forest (A6) with value 1,48 MPa. Higher values of dry matter production of forage (grass and sorghum) were observed in areas A1R, A2R and A5R, proving more productive, differing ($P<0,05$) areas A3R, A4R. The integrated crop farming, seeking the recovery of pastures, is now an important alternative to reduce deforestation and degradation of pastures.

Keywords: Degraded pasture, Soil compaction, Weed species, Cattle.

* Adviser: Marcio dos Santos Pedreira *D.Sc.* UESB/DTRA e Co-adviser: Daniela Deitos Fries *D.Sc.* UESB/DEBI e Moizéis Silva Nery *D.Sc.* UESB/DTRA.

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-------------------|--|----|
| Tabela 1. | Classes de pastagens de acordo com a situação de degradação..... | 15 |
| Tabela 2. | Graus de degradação das pastagens..... | 15 |
| Tabela 3. | Classes de resistência do solo a penetração..... | 23 |
| Tabela 4. | Descrição e caracterização das áreas avaliadas, localizadas na Fazenda Aldebaran, região pastoril de Itapetinga-Ba..... | 27 |
| Tabela 5. | Características químicas do solo em áreas de pastagens degradadas (A1, A2, A3, A4, A5); floresta nativa (A6); pastagens recuperadas (A1R, A2R, A3R, A4R, A5R), localizados na Fazenda Aldebaran, região pastoril de Itapetinga-Ba..... | 36 |
| Tabela 6. | Características físicas do solo em áreas de pastagens degradadas (A1, A2, A3,A4, A5) e floresta nativa (A6)..... | 37 |
| Tabela 7. | Análises de variância, médias e desvio padrão para índice de cone (IC) em diferentes áreas (A1, A2, A3, A4, A6) e profundidades 0-5, 5-10, 10-20, 20-30cm)..... | 39 |
| Tabela 8. | Análises de variância, médias e desvio padrão para índice de cone (IC) em diferentes áreas (A1R, A2R, A3R, A4R, A5R) e profundidades 0-5, 5-10, 10-20, 20-30cm)..... | 42 |
| Tabela 9. | Número de plantas invasoras, produção de matéria seca (PMS) de capim, produção matéria seca (PMS) das invasoras, produção de matéria seca (PMS) do sorgo, produção de matéria seca (PMS) capim + sorgo, em diferentes áreas utilizando duas tecnologias..... | 45 |
| Tabela 10. | Probabilidade das interações tecnologia x tratamentos para PMS/capim, PMS/invasoras e N° de invasoras..... | 46 |
| Tabela 11. | Levantamento das espécies de plantas daninhas nas áreas de estudo..... | 47 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 1. | Produtividade decorrente da degradação da pastagem..... | 13 |
| Figura 2. | Áreas de pastagem apresentando Grau 3 de degradação, localizadas no município de Itapetinga-BA..... | 15 |
| Figura 3. | Algumas estratégias para recuperação de pastagens degradada..... | 18 |
| Figura 4. | Área experimental Fazenda Aldebaran (A) área de pastagem com plantio direto; (B) área com pastagem de capim brachiaria..... | 26 |
| Figura 5. | Área sendo recuperada com plantio de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) e brachiaria (<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandú. Dessecação (A), Semeadura e Adubação (B), Colheita (C)..... | 29 |
| Figura 6. | Área com plantio de <i>Brachiaria</i> CONVERT HD364, anteriormente degradada..... | 30 |
| Figura 7. | Coleta de dados para determinação da resistência a penetração com uso do penetrômetro de impacto..... | 31 |
| Figura 8. | Processamento de amostras para determinação da matéria seca de matéria seca do capim e invasoras..... | 33 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 13 |
| 2.1 | Aspectos da Degradação de Pastagem..... | 13 |
| 2.2 | Plantas Daninhas em Pastagens..... | 16 |
| 2.3 | Integração Lavoura Pecuária e a Utilização do Sistema de Plantio Direto..... | 18 |
| 2.4 | Determinação da Resistência do Solo à Penetração..... | 21 |
| 2.5 | Indicadores da Qualidade do Solo..... | 23 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS..... | 26 |
| 3.1 | Local de Execução do Experimento..... | 26 |
| 3.2 | Descrição e Características das Áreas Avaliadas..... | 26 |
| 3.3 | Cultivo do Sorgo..... | 28 |
| 3.3.1 | Duração do Experimento..... | 28 |
| 3.3.2 | Preparo da Área, Semeadura e Colheita..... | 28 |
| 3.4 | Características Avaliadas..... | 31 |
| 3.4.1 | Avaliação das Características Físico-Química do Solo..... | 31 |
| 3.4.2 | Avaliação da População de Espécies Infestante e Produção de Forragem..... | 32 |
| 3.5 | Análise Estatística..... | 33 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 35 |
| 4.1 | Características Químicas dos Solos..... | 35 |
| 4.2 | Características Físicas dos Solos..... | 36 |
| 4.3 | Resistência do Solo à Penetração - Índice De Cone (IC)..... | 37 |
| 4.4 | População de Invasoras e Produção de Forragem..... | 43 |
| 5 | CONCLUSÃO..... | 48 |
| 6 | REFERÊNCIAS..... | 49 |

1 INTRODUÇÃO

O efetivo nacional de bovinos chegou a 212,8 milhões de cabeças, em 2011, um aumento de 1,6% em relação a 2010 que era 202,2 milhões de cabeças (IBGE, 2011). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008) são mais de 2,65 milhões de propriedades no país que exploram a bovinocultura, em cerca de 220 milhões de hectares de pastagens nativas e cultivadas.

As áreas pastoris estão presentes em 26% da superfície do globo, compreendendo 80% das áreas agricultáveis, das quais 68% se encontram nos países em desenvolvimento. Isto significa que países como o Brasil tem papel preponderante nas futuras orientações do uso dos recursos pastoris (CARVALHO *et al.*, 2012).

As pastagens representam a base da alimentação dos bovinos. No entanto, os índices de produtividade do rebanho, na maioria das propriedades são considerados insatisfatórios (COSTA, *et al.*, 2008). Esses autores consideram que alguns dos fatores que contribuem para isso são baixa produtividade e qualidade da forragem; práticas de manejo não adequada; degradação de grandes áreas de pastagens e animais de baixo potencial produtivo.

Esse sistema tradicional de produção baseia-se principalmente na produção de carne (cria, recria e engorda) e na produção de leite “in natura”, cujos índices zootécnicos são relativamente baixos (EUCLIDES FILHO, 2000). Para (SIMÃO NETO & DIAS FILHO, 1995), um dos principais fatores dos baixos índices zootécnicos é a subnutrição do rebanho bovino, decorrente principalmente, da estacionalidade da produção das pastagens nativas e cultivadas que se constituem na alimentação básica dos bovinos.

Na busca por aumento na oferta de forragens para os bovinos e conseqüentemente elevar a produtividade e a competitividade da pecuária, novos desmatamentos têm ocorrido para implantação de pastagem cultivada. Essa procura para aumentar a produtividade e a competitividade da pecuária tem despertado preocupações quanto à sustentabilidade dos sistemas de produção, pois essas ações, de maneira geral são conduzidas, sem considerar as características peculiares dos distintos ambientes que compõem a paisagem e, invariavelmente, tendem a contribuir para o desequilíbrio ambiental e nem sempre resultam em aumentos de produtividade (CARDOSO, 2008).

A produção animal sustentável tem sido o foco de pesquisa em todo mundo, frente às mudanças climáticas globais. A produção animal tem como base, principalmente, o uso

de pastagens, sendo que as mesmas ocupam dois terços da área agricultável no mundo (PAULINO *et al.*, 2002).

Segundo GONÇALVES & FRANCHINI (2007), muitas tecnologias foram e estão sendo geradas em todo país nos mais diferentes ecossistemas, dentre essas, destacam-se a integração lavoura-pecuária, sendo fundamental para sustentabilidade e produtividade do sistema agropecuário, possibilitando a redução do custo pelo menor uso de insumos, a diversificação tanto na atividade agrícola, quanto na pecuária, aumento de renda e diminuição dos problemas ambientais.

O manejo de sistemas agrícolas e da pastagem, considerando a preservação ambiental, aparece no início deste século como a emergência de um processo de mudança de paradigma, a fim de se prevenir a degradação dos recursos naturais. De acordo com CARDOSO (2008), um modelo de desenvolvimento sustentável pressupõe um profundo conhecimento dos aspectos ecológicos, econômicos e sociais componentes do sistema de produção em questão.

A produção animal na Região Pastoril de Itapetinga tem se caracterizado como uma pecuária extrativista em sistemas de pastejo contínuos com taxas de lotação bastante elevadas. Esse processo de exploração de pastagens se agravou com utilização do fogo como um mecanismo de controle de vegetação lenhosa na flora de sucessão da Floresta Umbrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual que se estabeleceu nas pastagens. (GOMES & DETONI, 1998).

Considerando ser a região pastoril de Itapetinga, economicamente ancorada na pecuária extensiva e marcada por intenso processo de transformação ambiental, notoriamente causado por manejo inadequado das pastagens. Torna-se necessário a busca pelo equilíbrio entre o aumento de produtividade e a conservação ambiental, devendo ser compatibilizado, através da geração de informações e tecnologias que promovam o desenvolvimento dos sistemas de produção, bem como de instrumentos que permitam monitorar e melhorar a sustentabilidade desses sistemas.

Neste contexto, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do sorgo como estratégia de recuperação do solo e das pastagens degradadas em diferentes áreas e sistemas de manejo, a partir das características químico-físicas do solo; resistência à penetração e compactação do solo; a população de espécies infestantes da pastagem e a produção de forragem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos da Degradação de Pastagem

O Brasil tem cerca de 220 milhões de hectares de pastagens, das quais aproximadamente a metade é de pastagens cultivadas, principalmente com gramíneas do gênero *Brachiária*, ocupando preponderantemente área de baixa fertilidade. Estima-se que só no cerrado existam 50 milhões de hectares ocupados com pastagens em diferentes graus de degradação (ZANINE *et al.*, 2005).

Dentro do atual cenário da agropecuária brasileira, torna-se cada vez mais real que o grande desafio para a produção de bovinos a pasto será o aumento da eficiência, por meio do uso de tecnologias de manejo mais intensivo da pastagem, em particular a recuperação de pastagens degradadas (DIAS-FILHO, 2010).

Para PAULINO *et al.* (2002) o processo de degradação da pastagens é considerado como um dos maiores problemas, para pecuária brasileira uma vez que este setor tem nas pastagens a base para alimentação do rebanho bovino.

Designa-se como degradação de pastagem ao processo evolutivo de perda de vigor, produtividade e da capacidade de recuperação natural de uma dada pastagem, tornando-a incapaz de sustentar os níveis de produção e qualidade exigidos pelos animais, bem como o de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras. Num estágio avançado poderá haver considerável degradação dos recursos naturais (MACEDO, 1995). A Figura 1 ilustra o processo de perda da produtividade decorrente de degradação da pastagem VILELA (2010).

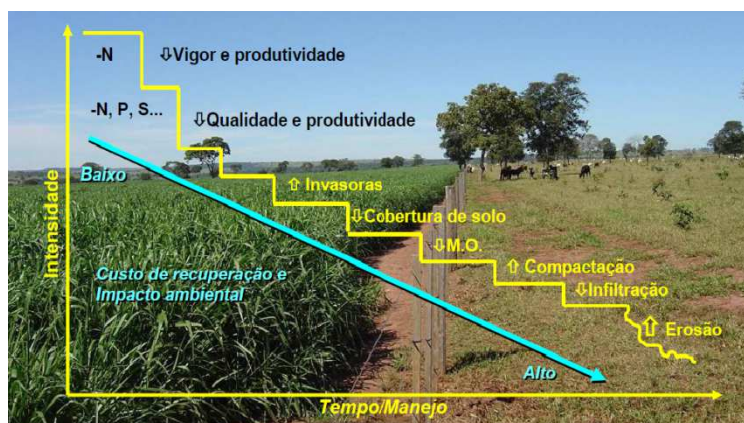


Figura 1. Produtividade decorrente da degradação da pastagem. **Fonte:** VILELA (2010).

SPAIN & GUALDRON (1991) define uma pastagem degradada, quando há uma diminuição considerável na produtividade potencial para as condições edafoclimáticas e bióticas a que está submetida.

A degradação das pastagens em seus estágios mais avançados caracteriza-se pela modificação na dinâmica da comunidade vegetal, onde as espécies desejáveis (forrageiras) cedem lugar a outras, de menor ou quase nenhum valor forrageiro e pelo declínio na produtividade de forragem com reflexos na produção animal (BARCELLOS, 1990).

Segundo CORSI & NASCIMENTO JUNIOR (1994), as pastagens são consideradas em degradação quando a produção de forragem diminui e implica em diminuição da lotação animal. Esse declínio da produção de matéria seca reduz de maneira drástica o sistema radicular, perfilhamento, expansão de folhas novas e reserva de carboidratos nas raízes.

A baixa fertilidade do solo e o manejo incorreto são apontados como causas principais da degradação das pastagens, fazendo com que haja redução na produtividade, perda de matéria orgânica do solo, ou emissão de CO₂ para atmosfera, com redução no sequestro do carbono na pastagem (PAULINO & TEIXEIRA, 2009).

Para ARAÚJO JÚNIOR, *et al.* (2010), a degradação de pastagens decorre de diversos fatores, como: o uso de solos inapropriados do ponto de vista de sua aptidão agrícola, o uso de forrageiras inadequadas para a área em questão, falta de medidas conservacionistas, superpastejo, não reposição de elementos químicos limitantes, compactação do solo, erosão, queimadas e pragas.

Segundo RODRIGUES, *et al.* (2000), a baixa fertilidade natural do solo, a inadequação da espécie forrageira às pressões bióticas e abióticas, o estabelecimento e a formação da pastagem precários, o manejo do solo e do pastejo incompatíveis com a condição oferecidas são determinantes da degradação da pastagem.

Foi evidenciado que o grave problema da degradação de pastagens está diretamente ligada ao manejo errôneo realizado nas pastagens. Principalmente no que diz respeito à remoção, reposição de nutrientes no solo, e ajuste da capacidade de suporte das pastagens, conforme apresentam SPAIN e GUALDRON (1991), CARVALHO (1993), NASCIMENTO JÚNIOR *et al.* (1994), DIAS FILHO (1998) e ZANINE, *et al.* (2005).

Estima-se que 80% das áreas de pastagens em todo território brasileiro apresentam algum estágio de degradação (MACEDO, 1995).

Para NASCIMENTO JÚNIOR *et al.* (1994) qualquer critério para avaliar o estágio

de degradação das pastagens tem que, necessariamente, considerar a diminuição da produção, as mudanças na composição botânica e em última análise, a estabilidade do solo (grau de erosão). A Tabela 1 apresenta as classes de pastagens degradadas considerando sua composição botânica e a forragem produzida.

Tabela 1. Classes de pastagens de acordo com a situação de degradação.

| Classes | Situação da Pastagem |
|-----------|----------------------------|
| Excelente | 70 a 100% de toda forragem |
| Boa | 50 a 75% de toda forragem |
| Razoável | 25 a 50% de toda forragem |
| Pobre | < 25% de toda forragem |

Fonte: Adaptado de NASCIMENTO JÚNIOR *et al.* (1994).

BARCELLOS (1990) propôs uma classificação com quatro graus de degradação das pastagens conforme demonstra a Tabela 2. A avaliação do grau de degradação das pastagens ajuda a definir a estratégia mais adequada para a recuperação da pastagem.

Tabela 2. Graus de degradação das pastagens

| Nível | Estado da Pastagem |
|--------|--|
| Grau 1 | Diminuição da produção da pastagem por perdas de qualidade, altura e volume. |
| Grau 2 | Redução de cobertura do solo, poucas plantas novas (repovoamento). |
| Grau 3 | Aparição de plantas invasoras de folha larga, início de erosão hídrica. |
| Grau 4 | Incremento da população das plantas invasoras, colonização da pastagem por gramíneas nativas, processos erosivos acelerados. |

Fonte: Adaptado de BARCELOS (1990).

A Figura 2 mostra áreas de pastagens com grau de degradação, na região de Itapetinga.



Figura 2. Áreas de pastagem apresentando Grau 3 de degradação, localizadas no município de Itapetinga-BA.

Fonte: Oliveira, C.G. 2011

2.2 Plantas Daninhas em Pastagens

As plantas daninhas surgiram de um processo dinâmico de evolução ao adaptarem-se às perturbações ambientais provocadas pela natureza ou pelo homem por meio da agricultura (SILVA *et al.* 1994).

Plantas daninhas são definidas como sendo as que crescem onde não são desejadas (ASHTON & MÔNACO, 1991). Para FISHER (1973) planta daninha pode ser definida, como toda planta cujas vantagens não têm sido ainda descobertas ou como a planta que interfere com os objetivos do homem.

Segundo DIAS FILHO (1998), as plantas invasoras devem ser vistas mais como uma consequência da degradação das pastagens do que uma causa, uma vez que devido ao seu comportamento oportunista ocupam espaços deixados pelas forrageiras.

A infestação por plantas daninhas é um dos problemas resultantes da degradação, causada pelo manejo inadequado das pastagens, que devido a sua capacidade de interferência, reduz a produção das forrageiras. Ao competir pelos fatores de crescimento, as plantas daninhas promovem queda da capacidade suporte da pastagem, aumenta o tempo de formação e recuperação do pasto (TUFFI SANTOS *et al.*, 2004).

Um dos fatores mais importantes para o sucesso da atividade pecuária é a qualidade das pastagens, a qual é, muitas vezes, afetada em consequência da ocorrência de plantas daninhas, principalmente aquelas que são tóxicas aos animais. Tais plantas concorrem com as forrageiras em termos de luz, água, nutrientes, espaço físico, arranham os animais, desvalorizando o couro, e são responsáveis também, quando tóxicas, pela mortalidade de alguns animais. (CARVALHO & PITELLI, 1992).

As invasoras possuem ainda um sistema radicular mais profundo, o que as favorece na busca de água e nutrientes e nas camadas mais profundas do solo. São dotadas ainda, de uma arquitetura foliar mais eficiente na captação da luz solar e na transformação em energia, essencial para o desenvolvimento da planta. (VITÓRIA FILHO, 1986).

DIAS FILHO (1990) cita que uma importante razão para o sucesso das invasoras, como sendo a sua capacidade de adaptação às condições dos agrossistemas, levando à ocupação e exploração eficiente do ambiente. Ao manterem uma alta diversidade de espécies, inclusive dentro da mesma população, elas competem com maior sucesso com outras espécies.

A competição por espaço é de difícil quantificação, o que se pode perceber é que onde está presente uma planta daninha, a gramínea forrageira não poderá tomar o seu lugar, causando uma diminuição do número de plantas desejáveis na pastagem. Neste aspecto a planta daninha também é muito favorecida pelo pastejo seletivo. Na competição por luz a atividade fotossintética das plantas, geralmente é bastante reduzida devido ao seu sombreamento. Assim, a habilidade de uma espécie em competir pela luz normalmente está bastante correlacionada com a sua capacidade de situar suas folhas acima das folhas de outras espécies, por consequência, normalmente ocorre uma correlação direta entre a habilidade de uma espécie competir por luz e o seu porte (VELINI, 1987).

A infestação de plantas daninhas em pastagens não ocorre como fenômeno isolado e deve ser analisada de forma sistêmica. O surgimento da proliferação de invasoras, tanto em pastagens naturais, quanto cultivadas é uma resposta ecológica e está relacionada ao manejo aplicado. A presença de plantas daninhas em pastagens é sempre o reflexo de práticas anteriores, onde o manejo inapropriado fez com que as espécies desejáveis se tornassem menos competitivas, abrindo espaço para as indesejáveis (KEMP & KING, 2001).

O nível de interferência das plantas daninhas das pastagens depende da comunidade infestante, da forrageira, do ambiente e do período de convivência (PITELLI, 2006).

Para MASCARENHAS *et al.* (2009), o levantamento fitossociológico é importante na obtenção do conhecimento sobre as populações e a biologia das espécies encontradas, constituindo importante ferramenta de suporte técnico nas recomendações de manejo e tratamentos culturais, seja na implantação, recuperação ou condução das pastagens.

O levantamento fitossociológico em pastagens é uma importante ferramenta de suporte às recomendações de manejo (GALVÃO *et al.* 2011), o mesmo autor relata que a infestação por plantas daninhas é um dos problemas resultantes da degradação causada pelo manejo inadequado das pastagens que, devido à sua capacidade de interferência, reduz a produtividade das forrageiras. Ao competir pelos fatores de crescimento, as plantas daninhas promovem a queda da capacidade de suporte da pastagem, aumentam o tempo de formação e de recuperação do pasto, podem causar ferimentos e/ou intoxicação aos animais e comprometem a estética da propriedade.

2.3 Integração Lavoura Pecuária e a Utilização do Sistema de Plantio Direto

A recuperação de pastagens degradadas e a integração-lavoura-pecuária (ILP) sob agricultura conservacionista foram escolhidas como iniciativas fundamentais, dentre outras, para fazer frente às novas demandas de produção com conservação. Constituindo-se em um exemplo de processos tecnológicos que foram lançados ao status das políticas públicas, decorrentes do novo ambiente de produção desejada para o futuro (CARVALHO *et al.* 2012).

O sistema de integração-lavoura-pecuária (SILP), juntamente com o cultivo mínimo e recuperação de pastagens, são neste momento as alternativas mais importantes para reduzir o desmatamento e a degradação de pastagens (EUCLIDES *et al.* 2010).

O uso do sistema agropastoril, lançando mão do sistema integração-lavoura-pecuária é um recurso que vem sendo adotado, objetivando tecnificar o agronegócio, minimizando assim, perdas por degradação das pastagens e impactos ambientais (MACEDO & ZIMMER, 1993; MACEDO, 1995).

Segundo MACEDO (2005), a estratégia de renovação de pastagens mediante a consorciação de cultura com duplo propósito, como o sorgo com gramíneas vem se tornando uma alternativa viável.

DIAS-FILHO (2007), menciona estratégias para recuperação de pastagem degradada, conforme Figura 3.

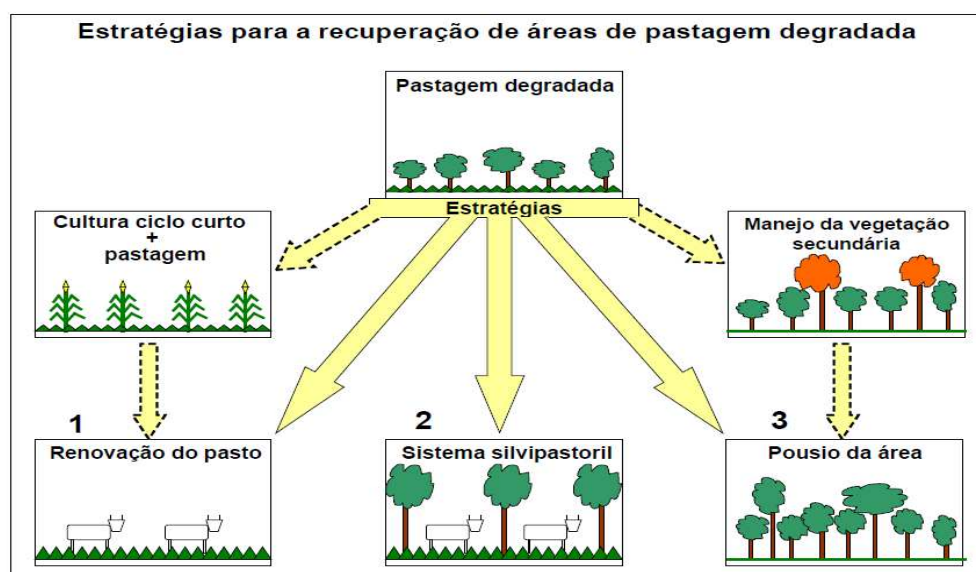


Figura 3. Algumas estratégias para recuperação de pastagens degradada

Fonte: Dias-Filho (2007).

O conjunto de técnicas criadas ou adaptadas, visando renovar as pastagens degradadas e produzindo grãos volumosos simultaneamente, enfatizando sua auto-sustentação é uma das ferramentas utilizadas hoje no Brasil pecuário, como proposta de incremento da produção animal (YOKOYAMA *et al.*, 1998). Segundo o mesmo autor, o avanço das pesquisas sobre a interação mesmo com lavoura-pecuária, ainda se questiona a intensidade com que cada cultura interfere no crescimento da forrageira, o modo pelo qual a pastagem se recupera após a colheita da cultura sem o aproveitamento e as variações no crescimento da gramínea forrageira no cultivo consorciado, em relação ao cultivo convencional.

O SILP principalmente quando associada ao sistema plantio direto, proporciona inúmeros benefícios ao produtor e ao ambiente, como: agregação de valores; redução dos custos de produção relacionados ao controle de pragas, doenças e plantas invasoras e recuperação das propriedades produtivas do solo; sendo assim, a inovação tecnológica promove a recuperação/renovação de pastagens degradadas e a recuperação de lavouras degradadas, ou seja, o uso eficiente da terra (GALHARTE & CRESTANA, 2010).

O Brasil possui a segunda maior área plantada no mundo sob sistema plantio direto (SPD). Esse fato representa uma grande conquista para a sociedade brasileira em termos de preservação do meio ambiente, uma vez que em área sob SPD, a perda de solo por erosão é drasticamente reduzida e o estoque de matéria orgânica é aumentado (LOPES, *et al.*, 1999).

O sistema de plantio direto (SPD) tem sido destacado como importante ferramenta, caracterizando-se pelo revolvimento mínimo do solo e manutenção de resíduos (palhada) da cultura antecessora, sendo utilizado como estratégia para a redução do impacto das atividades de preparo do solo, sobre as suas características físicas, químicas e biológicas, principalmente, a compactação e a erosão (FERREIRA *et al.*, 2008).

O SPD apresenta vantagens, como redução de erosão devido à proteção do solo, o aumento da matéria orgânica e da fertilidade do solo (SOUZA & MELLO, 2003), melhoria na estrutura natural do solo, retenção e infiltração da água no solo (LANZANOVA *et al.*, 2007), bem como redução de plantas daninhas, redução dos custos de produção e aumento da produtividade, comprovando o potencial do sistema para recuperação de áreas degradadas (FREITAS *et al.*, 2005).

O melhor aproveitamento dos adubos pela planta é fato já constatado em regiões do país onde o sistema de plantio direto é utilizado há mais tempo, provavelmente devido ao maior acúmulo de matéria orgânica, elevada concentração de nutrientes na camada

superficial do solo (SÁ, 1993), aliados a teores de água relativamente superiores aos do plantio convencional. Nesse ambiente, a redução do uso de adubos pode ser significativa.

Segundo OLIVEIRA, *et al.* (2002) em solos de igual declividade, o SPD reduz em cerca de 75% as perdas de solo e em 20% as perdas de água, em relação às áreas onde há revolvimento do solo.

O SPD devido a fatores climáticos e de conservação de solo pode ser uma alternativa ao sistema convencional de preparo do solo, contribuindo para a sustentabilidade de sistemas agrícolas intensivos, por manter o solo coberto por restos culturais ou por plantas vivas o ano inteiro, minimizando os efeitos da erosão e ainda manter o conteúdo de matéria orgânica (ALBUQUERQUE *et al.*, 1995).

As forrageiras em consorciação com espécies agrícolas reduzem a compactação do solo, em função do seu sistema radicular, retornando as características físicas que são normalmente modificadas pelo pisoteio dos animais e trânsito de máquinas agrícolas, além de diminuir a erosão e degradação dos pastos (AGNES *et al.*, 2004).

Diversas são as espécies de gramíneas forrageiras com potenciais de uso para caracterização do plantio direto. Entre as forrageiras tropicais, os gêneros *Brachiaria* e *Panicum* merecem destaque, por sua rusticidade, boa produção de massa seca e grande utilização pelos pecuaristas (SANTOS *et al.*, 2009).

O sorgo forrageiro apresenta potencial de uso em sistemas de integração lavoura-pecuária, pois desde que o pastejo seja bem manejado deixa palha suficiente para implantação do plantio direto.

Segundo PEDREIRA *et al.* (2003), em sistemas de sucessão de culturas, o sorgo pode ser plantado após as colheitas das culturas de verão, o que normalmente ocorre em fevereiro e início de março. Esta alternativa tem sido cada vez mais utilizada, principalmente devido às características do sorgo quanto à tolerância à escassez de chuvas, o que deve favorecer melhor uso do solo, garantindo melhores resultados econômicos à atividade.

MACHADO & ASSIS (2010) concluíram que o sorgo (*Sorghum bicolor*) apresenta características favoráveis à produção de forragem e palha na entressafra das culturas de verão. Em áreas conduzidas sob irrigação, MELLO *et al.* (2004) observaram que após três pastejos, o sorgo forrageiro ainda produziu resíduo suficiente para proteção do solo e manutenção do sistema de plantio direto. Uma vantagem do sorgo em relação às gramíneas

perenes consiste no seu potencial de reciclagem de fósforo em tempo relativamente curto (FOLONI *et al.*, 2008).

2.4 Determinação da Resistência do Solo à Penetração

Em áreas de pastagem que se encontra em processo de degradação, freqüentemente observa-se um sintoma de superficialização das raízes, dando um aspecto de compactação ao solo (MARUN & ALVES, 1996). Esse efeito aparente de compactação do solo vai aumentando à medida que a pastagem vai perdendo o vigor de rebrota e, conseqüentemente seu sistema radicular vai diminuindo.

A compactação do solo dificulta a penetração das raízes e a permeabilidade de ar e de água (LANÇAS *et al.*, 1990).

A compactação do solo pelo pisoteio animal, agravada pela remoção da vegetação pelo pastejo, pode diminuir a taxa de infiltração, aumentar a erosão e diminuir o crescimento radicular, aumentar a erosão, e reduzir o crescimento radicular das plantas (MARCHÃO *et al.* 2007). Com isso o solo apresenta menor disponibilidade de água e nutrientes, além de induzir um crescimento mais concentrado do sistema radicular próximo da superfície do solo.

O grau de compactação provocado pelo pisoteio bovino é influenciado pela textura do solo, sistema de pastejo (LEÃO *et al.* 2004), altura de manejo da pastagem, quantidade de resíduo vegetal sobre o solo (BRAIDA *et al.* 2004) e teor de água do solo. No entanto, o efeito do pisoteio animal sobre as propriedades físicas do solo é limitado às camadas mais superficiais do solo (TREIN *et al.* 1991).

Os solos mais compactados apresentam maior resistência à penetração (MARASCA *et al.* 2011). A resistência à penetração (RP) é um atributo do solo sensível e eficiente em identificar as alterações estruturais dos solos (DIAS JUNIOR *et al.* 2004).

Para LANÇAS (1996), a resistência à penetração do solo (índice de cone) é a forma mais rápida e prática de se obter indicativos da compactação do solo agrícola. Em estudos das relações solo/máquina/planta, uma das relações para se caracterizar fisicamente o solo é a medida da resistência à penetração.

A determinação da compactação do solo e seus efeitos nas pastagens tem sido de grande importância para o diagnóstico e escolha do sistema de preparo do solo na implantação e renovação das pastagens degradadas. Em trabalho feito por DIAS JR. &

ESTANISLAU (1999), foi verificado que a densidade do solo aumentou para LV (Latosolo vermelho) na seguinte ordem: cultura anual, pastagem e mata natural e para LR (latossolo roxo) Mata natural, cultura anual e pastagem. Nota-se neste sentido que a pastagem aumenta a compactação do solo e a camada compactada dificulta a penetração das raízes e a permeabilidade do ar e da água.

Conforme MIALHE (1993), a resistência do solo à penetração tem sido caracterizada através do “índice de cone”, trata-se de um parâmetro dependente de determinadas condições sob as quais ocorre a ruptura do solo (cisalhamento, atrito, compressão) na zona de ação da ponta cônica dos aparelhos denominados penetrômetros ou penetrógrafos (quando registram os dados graficamente).

A proporção de água que infiltra e que escoia sobre o solo é influenciada diretamente pelas propriedades físicas, pelas condições da superfície do solo (presença de vegetação ou de resíduos culturais), e pela compactação dos solos, interferindo indiretamente na qualidade ambiental (REINERT *et al.* 2006).

A resistência do solo a penetração varia conforme o teor de água no solo, por isso, em termos absolutos esse valor não serve para avaliar se um dado solo esta ou não compactado, mas, segundo STOLF *et al.* (1983), este é um problema comum em qualquer tipo de aparelho.

Para FREITAG (1968) apesar da dependência do teor de água, pode-se relacionar a compactação do solo com a resistência à penetração para dadas situações e condições conhecidas. Mas estas dificuldades foram solucionadas com um modelo de penetrômetro de impacto desenvolvido por STOLF *et al.* (1983) substituindo o dinamômetro e o registrador por um peso de curso constante para provocar a penetração da haste no solo através de impactos, permitindo desta forma a localização precisa das camadas mais compactadas ao longo do perfil do solo, uma vez que a massa do peso com o curso em queda livre e a aceleração da gravidade não variam.

A resistência à penetração é avaliada normalmente utilizando-se um penetrômetro, sendo expressa em KgF/cm^2 ou kPa; nessa avaliação é necessário conhecer o teor de água do solo. Valores elevados de densidade do solo, baixos de condutividade hidráulica e raízes pouco profundas são indicativos de alta resistência à penetração do solo. Nesse caso, são chamados comumente de “solos pesados” ou adensados. A solução desses problemas, ou seja, a melhoria nos valores dos parâmetros físicos acima requer manejo adequado que

inclui incremento da matéria orgânica do solo aliada a práticas de manejo e conservação do solo e água (GOMES & FILIZOLA, 2006).

A resistência à penetração é um dos atributos físicos do solo que influencia o crescimento de raízes e serve como base à avaliação dos efeitos dos sistemas de manejo do solo sobre o ambiente radicular (TORMENA & ROLOFF, 1996).

Segundo ARSHAD *et al.* (1996) e , os valores da resistência do solo à penetração considerados restritivos ao desenvolvimento radicular das culturas estão compreendidos entre 2,0 a 4,0 MPa.

Os valores acima de 2,0 MPa são os mais aceitos como críticos de resistência do solo ao crescimento das raízes podendo, estar na faixa de 2,0 a 5,0 MPa (TORMENA *et al.*, 1998; SILVA *et al.* 1998; REINERT *et al.*, 2001). Para SENE *et al.* (1985) os valores críticos são de 6,0 a 7,0 MPa para solos arenosos e 2,5 MPa para solos argilosos. Alguns autores, no entanto, têm adotado um índice de cone de 1,0 MPa como crítico, mas não impeditivo, ao crescimento de raízes no solo.

As classes de resistência à penetração adaptada por BENEDETTI *et al.* (2010) de Soil Survey Staff (1993), são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Classes de resistência do solo a penetração*

| Classes | Resistência à penetração (MPa) |
|--------------------|--------------------------------|
| Extremamente baixa | <0,01 |
| Muito baixa | 0,01 a 0,1 |
| Baixa | 0,1 a 1,0 |
| Moderada | 1,0 a 2,0 |
| Alta | 2,0 a 4,0 |
| Muito alta | 4,0 a 8,0 |
| Extremamente alta | > 8,0 |

*Adaptada por Benedetti *et al.* (2010).

2.5 Indicadores da Qualidade do Solo

Os conceitos de qualidade do solo, recentemente formulados, são úteis na avaliação de interferências antrópicas sobre o ambiente, uma vez que consideram a relação entre o solo e os demais componentes do ecossistema (D'ANDRÉA, 2002).

A qualidade do solo foi definida, conforme DORAN & PARKIN (1994), como a capacidade de um tipo específico de solo funcionar, dentro dos limites do ecossistema

manejado ou natural, como sustento para o desenvolvimento de plantas e de animais, de manter ou de aumentar a qualidade da água e do ar e de promover a saúde humana.

LARSON & PIERCE (1994), enfatizam a qualidade do solo como uma combinação de propriedades físicas, químicas e biológicas que fornece os meios para a produção vegetal e animal, para regular o fluxo de água no ambiente e para atuar como um filtro ambiental na atenuação e degradação de componentes ambientalmente danosos ou perigosos.

Segundo MATIAS (2003), devido à grande pressão do uso dos recursos naturais em função do aumento da população e às técnicas de manejo que têm sido utilizadas para o cultivo, nem sempre há a preocupação com a sustentabilidade do sistema. Essas técnicas utilizadas de forma inadequada causam a degradação do solo.

Segundo BURGER (1996), a avaliação direta das propriedades do solo parece ser a forma mais adequada de medir ou monitorar a sua conservação ou qualquer processo de degradação em curso.

Para CORREIA (1999), o desconhecimento do funcionamento global dos sistemas, tanto natural quanto de pastagens cultivadas em regiões tropicais, bem como das suas estratégias de manejo, constitui-se o principal responsável pela degradação dos solos.

Os indicadores químicos apresentam relevância nos estudos, tanto agronômicos quanto ambientais, dentre os indicadores químicos podemos destacar: pH, carbono orgânico, tipo de argila (1:1 ou 2:1), CTC, CTA, Óxidos de Ferro, Óxidos de Alumínio, N, P, K, Ca, Mg, micronutrientes, metais pesados, nitrato, fosfato, agrotóxicos. Entre os principais indicadores físicos de qualidade de solo sob o ponto de vista agrícola, destaca-se a textura, estrutura, resistência à penetração, profundidade de enraizamento, capacidade de água disponível, percolação ou transmissão da água e sistema de cultivo (GOMES & FILIZOLA, 2006).

Os solos sob área nativa possuem propriedades físicas adequadas, contudo, a partir do momento em que estes solos são utilizados para exploração agrícola, de forma intensiva e com práticas inadequadas, ocorrem alterações nas suas propriedades originais (CAVENAGE *et al.* 1999). Portanto, a compreensão e a quantificação do impacto do uso e manejo do solo na sua qualidade física são fundamentais no desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis (ARAUJO *et al.*, 2004).

Segundo MOREIRA & MALAVOLTA (2004) a remoção da floresta para fins agrícolas causa uma quebra nos ciclos do carbono e dos nutrientes, os quais operam graças

à entrada fotossintética do gás carbônico e à decomposição acelerada e contínua da matéria orgânica do solo, realizada pelos microorganismos.

Para LONGO & ESPÍNDOLA (2000) matéria orgânica tem sua importância pelo seu grande poder de contribuição nas cargas negativas dos solos de regiões tropicais. Os solos dessa região se encontram em avançado estágio de intemperismo e sofrem intensas perdas de material por lixiviação.

CANELLAS *et al.* (2003) ressaltam que o uso da distribuição relativa das frações da matéria orgânica, como indicador da mudança de manejo do solo ou da qualidade do ambiente, tem sido amplamente relatado na literatura. A derrubada da vegetação nativa para implantação de culturas provoca remoção de sistemas biológicos complexos, multiestruturados, diversificados e estáveis.

O conteúdo e a qualidade da matéria orgânica constituem atributos que podem ser utilizados para avaliar-se a qualidade do solo e a sustentabilidade de sistemas agrícolas (MIELNICZUK, 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de Execução do Experimento

O presente trabalho foi conduzido na Fazenda Aldebaran (Figura 4), situada no município de Itapetinga, região Sudoeste da Bahia, com localização de 15°18'44" de Latitude Sul, 40°20'01" de Longitude Oeste, cujo clima local é classificado como tropical subúmido, com uma precipitação média anual de 800 mm, sendo os maiores índices pluviométricos de novembro a março (período chuvoso), e os menores índices de maio a outubro (período seco), apresenta temperatura média anual de 27,0°C, altitude média de 300m. De acordo com Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2006) às áreas de estudo apresentam solos da classe Argissolos, anteriormente, com a classificação de Podzólico Vermelho Amarelo (PV) e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico (PE), com gradiente textural necessário para B textural.



Fonte: Oliveira, C.G. 2011

Figura 4. Área experimental Fazenda Aldebaran (A) área de pastagem com plantio direto; (B) área com pastagem de capim *brachiaria decumbens*.

3.2 Descrição e Características das Áreas Avaliadas

As áreas de estudo foram implantadas em uma área total de aproximadamente 2,5 hectares, isoladas com cercas eletrificadas e com corredores centrais para acesso dos

bovinos ao pastejo. As áreas de estudo foram identificadas como: pastagem degradada com incidência de plantas daninhas; pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema de pastejo rotacionado; pastagem de *Brachiaria* CONVERT utilizando plantio convencional; pastagem recuperada utilizando consórcio Sorgo + *B. brizantha* cv. Marandú; e floresta nativa. Nas áreas de estudo avaliou-se os tratamentos conforme Tabela 4.

Tabela 4. Descrição e caracterização das áreas avaliadas, localizadas na Fazenda Aldebaran, região pastoril de Itapetinga-BA.

| Área de estudo (Tratamento) | Caracterização/Tecnologia* |
|-----------------------------|--|
| A1 | <i>Pastagem degradada – área com ocorrência de várias espécies de plantas daninhas, com baixa produção de forragem, anteriormente, utilizado com sistema de pastejo contínuo de bovinos, solo com textura arenosa. Tecnologia 1.</i> |
| A2 | <i>Pastagem degradada - área com ocorrência de várias espécies de plantas daninhas, com baixa produção forragem, anteriormente, utilizado com sistema de pastejo contínuo de bovinos, solo com textura franco arenosa. Tecnologia 1</i> |
| A3 | <i>Pastagem degradada - área com alta infestação de espécies de plantas daninhas, anteriormente, utilizado com sistema de pastejo contínuo de bovinos, solo com textura areia franca.Tecnologia 1.</i> |
| A4 | <i>Pastagem degradada - área com Brachiaria decumbens, com baixa produção de forragem, utilizada com sistema de pastejo rotacionado de bovinos, com lotação de 3,0 UA/Ha, sem correção da acidez e adubação do solo, textura franco arenosa. Tecnologia 1.</i> |
| A5 | <i>Pastagem degradada - área com alta infestação de espécies de plantas daninhas, anteriormente, utilizado com sistema de pastejo contínuo de bovinos, solo com textura areia franca. Tecnologia 1.</i> |
| A6 | <i>Floresta Nativa - área de mata nativa, com ocorrência de diversas espécies arbóreas, sem interferência antrópica, utilizada como testemunha para avaliação da resistência a penetração (índice de cone).</i> |
| A1R | <i>Pastagem reformada - uso do consórcio sorgo + Brachiaria brizantha cv. Marandú, adubação do solo, tecnologia aplicada em substituição à A1. Tecnolgia 2.</i> |
| A2R | <i>Pastagem reformada - uso do consórcio sorgo + Brachiaria brizantha cv. Marandú, adubação do solo, tecnologia aplicada em substituição à A2. Tecnologia 2.</i> |
| A3R | <i>Pastagem reformada - plantio de capim após roçagem e aplicação de herbicida dessecante, tecnologia aplicada em substituição à A3. Tecnologia 2.</i> |
| A4R | <i>Pastagem recuperada - área com Brachiaria decumbens, utilizada com sistema de pastejo rotacionado para bovinos, com redução de lotação (1,5 UA/Ha), área sem correção e adubação do solo, tecnologia aplicada em substituição à A4. Tecnologia 2.</i> |
| A5R | <i>Pastagem reformada - área com Brachiaria cv. CONVERT HD364, implantada com plantio convencional, com 1 ano de formação, área com adubação do solo, tecnologia aplicada em substituição à A5. Tecnologia 2.</i> |

* Tecnologia 1 - Áreas de pastagens sem utilização de práticas de manejo visando sua recuperação.
Tecnologia 2 - Áreas de pastagens com utilização de práticas de manejo visando sua recuperação.

3.3 Cultivo do Sorgo

3.3.1 Duração do Experimento

O período de implantação e avaliação do sistema foi de 20 meses. Tendo seu início em novembro de 2010 e término em Julho de 2012.

3.3.2 Preparo da Área, Semeadura e Colheita

O preparo da área para plantio do sorgo foi feito nos dias 23 e 24 de novembro de 2010, em uma área de 0,98ha, sendo feita a roçagem e gradagem de forma mecanizada com uso de trator com 60 kw. de potencia. A dessecação da área foi feita nos dias 30 e 01 de dezembro de 2010 com uso de equipamento de pulverização manual de barra de 3m de largura, com uso de herbicida glyfosathe (glifosato) + espalhante adesivo, sendo o herbicida na dosagem de 04 litro p.c/ha, com taxa de aplicação de 200 litros/ha, a aplicação ocorreu das 06 às 09 horas e das 15 às 18 horas, com UR 57% e temperatura de 27°C.

Foi feito o plantio direto do sorgo no dia 16 de dezembro de 2010, com uso de semeadora/adubadora a tração animal de uma linha de plantio. Foi utilizado semente de sorgo forrageiro 1P-400 da Dow AgroSciences, na quantidade 20 sementes/metro linear com espaçamento entre linhas de 70cm. No plantio foi utilizado 300 kg/ha do adubo formulado NPK (04-14-08), as análises de solo não indicaram necessidade de correção da acidez do solo.

O plantio do capim foi feito 15 dias após o plantio do sorgo com uso de semeadora tipo matraca, sendo plantado nas entre linhas do sorgo, utilizando sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, VC de 32 e 50% de pureza, distribuída na proporção de 20kg/ha, juntamente com adubo super simples na dose de 100 kg/ha.

A colheita do sorgo foi feito nos dias 18 e 19 de maio de 2011, o material foi picado com uso de máquina forrageira, sendo o material ensilado para utilização na alimentação de vacas leiteiras. As etapas do experimento visando recuperação da pastagem degradada são mostradas na Figura 5.



Figura 5 - Área sendo recuperada com plantio de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e brachiaria (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Dessecação (A), Semeadura e Adubação (B), Colheita (C).

O preparo da área para o plantio do capim *Brachiaria* CONVERT* HD364 (Figura 6) foi feito em novembro de 2010, em uma área 0,5ha, sendo feito o preparo convencional do solo, realizando roçagem e gradagem, com grade niveladora, de forma mecanizada com uso de trator com potencia de 60 kw. Foi feito tratamento com herbicida foliar (64 g e.a/l de picloram + 240 g e.a/l de 2,4-D), na concentração de 0,7%, com taxa de aplicação de 400 litros/ha, para aplicação utilizou-se o equipamento de pulverização manual de barra de 3m. A aplicação ocorreu no período da manhã das 06 às 09 horas com UR 57% e temperatura de 27°C. O plantio foi feito com semeadora do tipo matraca distribuída na

proporção de 20kg/ha de sementes, juntamente com adubo super simples na dose proporcional de 100 kg/ha.



Figura 6. Área com plantio de *Brachiaria* CONVERT* HD364, anteriormente degradada.

Para reforma da área de pastagem degradada (A4), em janeiro de 2011 foi feito o plantio com *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, utilizou-se o preparo convencional em uma área de 0,5ha, sendo feita a roçagem e gradagem de forma mecanizada, realizando a dessecação das plantas daninhas com uso de herbicida glyfosathe + espalhante adesivo, sendo o herbicida na dosagem de 04 litro p.c/ha, com taxa de aplicação de 200 litros/ha, a aplicação ocorreu das 06 às 09 horas, com UR 57% e temperatura de 27°C.

Para o Cálculo da Capacidade Operacional (CCO) dos equipamentos utilizados usou-se a fórmula (1):

$$CCO = \frac{LCE \times Vel. \times Ef.}{10.000} = ha/h \quad (1)$$

sendo: LCE = Largura efetiva de corte ou aplicação (m)

Vel. = Velocidade (m/h)

Ef. = Eficiência (%)

3.4 Características Avaliadas

3.4.1 Avaliação das Características Químico-Físicas do Solo

Para avaliação das características químico-física do solo foram realizadas amostragens de solo em todas as áreas de estudo, cada área foi percorrida de forma não linear, sendo coletados amostras de solo na profundidade de 0-10cm, antes da implantação do experimento e nas profundidades de 0-10cm e 10-20cm após a implantação. Todas as amostras individuais de uma mesma área uniforme foram misturadas dentro de um balde, retirando-se uma amostra composta. As amostras foram colocadas em sacos plásticos, identificadas e enviadas para o laboratório para realização das análises. Foram analisados teores de matéria orgânica (M.O.); acidez (pH), fósforo disponível (P); potássio (K); cálcio (Ca); magnésio (Mg); soma de bases trocáveis (S.B.); CTC efetiva (t); CTC a pH 7,0 (T); teores de areia, silte e argila.

A resistência do solo à penetração foi avaliada utilizando o penetrômetro de impacto, (mod.IAA/PLANALSUCAR-STOFF), segundo metodologia preconizada por STOLF *et al.* (1983) e STOLF (1991). O equipamento é constituído de uma haste com um cilindro (peso) que provoca impacto de 4,0 kg, com um curso de queda livre a uma altura de 400 mm. Na ponta um cone com um ângulo sólido de 30 graus, área da base de 0,2 polegadas quadradas (12,8mm de diâmetro). A utilização do penetrômetro de impacto utilizado no estudo pode ser observado na Figura 7.



Figura 7. Coleta de dados para determinação da resistência a penetração com uso do penetrômetro de impacto.

O teor de água no solo no momento do teste de resistência à penetração foi determinada pelo método gravimétrico proposto por (KIEHL, 1979), sendo coletada uma amostra próximo ao local de cada repetição. As amostras de solo foram colocadas em latas de alumínio e lacradas com fita adesiva, no laboratório foi feita a secagem em estufa a 105°C por 24 horas. O teor de água no solo foi expresso de acordo com a equação (2).

$$U = \frac{PU-PS}{PS} \times 100 \quad (2)$$

onde: PU = peso do solo úmido (g)
PS = peso do solo seco (g)

A resistência à penetração (RP) foi determinada pelo índice de cone (IC), sendo realizadas 06 (seis) repetições para cada tratamento, as análises foram feitas nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30cm.

Utilizou-se a fórmula de STOLF (1990) equação (3), transformando-se o número de impactos do penetrômetro ao longo do perfil do solo para força por unidade de área (MPa).

$$IC = 0,0981*(5,6 + 6,89 * N) \quad (3)$$

sendo: $N = \frac{\text{impactos}}{dm}$

3.4.2 Avaliação da População de Espécies Infestantes e da Produção de Forragem

A coleta ocorreu no mês de outubro de 2009 antes da recuperação do pasto degradado e no mês de Julho de 2011 após a colheita do sorgo forrageiro utilizado como estratégia de recuperação do pasto degradado.

Foi utilizado o método do quadrado, aplicado por meio de um quadrado feito de ferro medindo 1m², o qual foi lançado aleatoriamente 06 vezes em cada área estudada, totalizando uma área amostral de 6m², percorridos de forma não linear. As plantas em cada área amostrada foram cortadas rente ao solo, acondicionadas em sacos plásticos identificados e transportadas para o laboratório, sendo as amostras pesadas e quantificadas quanto ao número de indivíduos. Para a identificação das espécies infestantes foram coletados ramos ou fragmentos desses indivíduos verdes, sendo feita identificação. As

plantas coletadas foram levadas ao Laboratório de Forragicultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, onde foram identificadas por família e espécies, sendo utilizado manual de classificação descrito por (LORENZI, 1991).

As amostras coletadas de capim e plantas daninhas foram identificadas e armazenadas a -15°C e posteriormente descongeladas e secas em estufas de ventilação forçada a $\pm 55^{\circ}\text{C}$ por 72 horas e moídas em moinho tipo "Wiley", com malhas de 1 mm, sendo armazenadas em recipientes identificados. Para análise de matéria seca (MS) as amostras foram submetidas a 105°C por 24 horas, segundo metodologia descrita por (SILVA & QUEIROZ, 2002). As etapas para avaliação da população de plantas daninhas e da produção de forragem são apresentadas na Figura 7.



Figura 8. Etapas para avaliação da população de invasoras e da produção de forragem: corte do capim e plantas daninhas (1), pesagem do material (2), moagem e armazenamento (3).

3.5 Análise Estatística

Para avaliação da população de invasoras e produção de forragem, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5×2 sendo cinco áreas e duas tecnologias, com seis repetições. Os dados foram analisados pelo procedimento Mixed e GLM (General Linear Models) do pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System) (SAS, 2001). Os resultados foram submetidos à análise de variância para verificar as diferenças entre as áreas, e a interação entre áreas de estudo e tecnologias. As comparações das médias de interesse foram realizadas pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Na verificação da compactação e resistência a penetração do solo, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5×4 sendo cinco

áreas e quatro profundidades, com seis repetições. Para comparações das médias foram utilizados contrastes ortogonais. No efeito da profundidade foram utilizados contrastes ortogonais polinomial linear, quadrático e cúbico. Os dados foram analisados pelo procedimento Mixed do SAS (SAS, 2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características Químicas dos Solos

As características químicas dos solos correspondentes às áreas de estudo para as profundidades de coleta de 0 a 20 cm (Tabela 5) mostram valores de pH em água entre 5,9 e 6,6, para as áreas de pastagem degradada (A1, A2, A3, A4, A5). Os valores de pH variaram de 5,7 e 6,4 para as áreas de pastagem recuperada (A1R, A2R, A3R, A4R, A5R), sendo que os solos não demonstram elevada acidez nas áreas de estudo.

Observa-se valores de saturação de bases (V) entre 61% a 77% nas áreas de pastagens degradadas e 64% e 97% para as áreas de pastagem recuperada, demonstrando uma resposta positiva às tecnologias aplicadas à recuperação das áreas degradadas, demonstrando melhoria da fertilidade do solo, após a recuperação.

Pode-se constatar valores para pH em água de 6,8 e 98% para saturação das bases na área de floresta nativa (A6) sendo superiores as demais áreas. Os elementos que mais contribuíram na elevação da soma das bases trocáveis (SB), na área sob floresta nativa foram o Ca^{2+} e o Mg^{2+} . Estudos evolutivos dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} em área submetida ao manejo orgânico durante 10 anos mostraram que esses dois elementos tiveram incremento de $\approx 100\%$, valor atribuído à adição de compostos orgânicos (SOUZA, 2000).

Segundo FERNANDES *et al.*(1999) teores mais altos de SB nos solos sob vegetação de mata nativa é, geralmente, atribuído ao maior aporte global de matéria orgânica, determinado pelo menor aporte de substrato orgânico na serapilheira, cujo processo de decomposição e mineralização, provavelmente, constituem a principal fonte de nutrientes para as plantas em ambientes não fertilizados.

Verifica-se na área (A3) valores maiores para os atributos fósforo, potássio, Cálcio, Magnésio, conseqüentemente, maior valor de SB ($9,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$), em relação às demais áreas, podendo ser explicado, por ser uma área que permaneceu em pousio por mais tempo.

Os valores da capacidade de troca de cátions (CTC) foram semelhantes aos de SB em todas as áreas estudadas.

Valores menores de matéria orgânica (MO) foram observados nas áreas após a recuperação, podendo ser explicado pelas práticas de preparo do solo na implantação do sistema.

Segundo LOPES *et al.* (2004) o aumento do teor de matéria orgânica geralmente não ocorre nos primeiros anos de adoção do SPD, mas sim, após 6 ou 7 anos de início do sistema. Em um trabalho feito por SÁ (1995), foi observado que após 15 anos do SPD ocorreu um aumento de 27% no teor de matéria orgânica na camada de 0 a 10 cm.

Tabela 5. Características químicas do solo para profundidade de 0 a 20cm, em áreas de pastagens degradadas (A1, A2, A3, A4, A5); floresta nativa (A6); pastagens recuperadas (A1R, A2R, A3R, A4R, A5R), localizados na Fazenda Aldebaran, região pastoril de Itapetinga-BA.

| Área/ Símbolo | pH | * mg/dm ³ |* cmol _c /dm ³ de solo..... | | | | | | | % | *g/dm ³ |
|------------------|--------------------|----------------------|--|------------------|------------------|------------------|------|-----|------|----|--------------------|
| | (H ₂ O) | P | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Al ³⁺ | S.B. | t | T | V | M.O. |
| A1 | 6,6 | 3 | 0,50 | 2,2 | 1,0 | 0,0 | 3,7 | 3,7 | 5,3 | 70 | 27 |
| A2 | 6,0 | 8 | 0,23 | 3,1 | 0,8 | 0,0 | 4,1 | 4,1 | 5,7 | 72 | 23 |
| A3 | 5,9 | 9 | 0,48 | 5,1 | 3,8 | 0,0 | 9,5 | 9,5 | 12,3 | 77 | 22 |
| A4 | 6,0 | 2 | 0,17 | 1,7 | 0,8 | 0,0 | 2,7 | 2,7 | 4,4 | 61 | 12 |
| A5 | 6,2 | 1 | 0,18 | 1,6 | 1,3 | 0,0 | 3,0 | 3,4 | 5,0 | 62 | 10 |
| A6 | 6,8 | 2 | 0,43 | 3,4 | 1,5 | 0,1 | 5,3 | 5,1 | 5,4 | 98 | 25 |
| A1R | 5,7 | 2 | 0,10 | 1,6 | 0,9 | 0,1 | 2,6 | 2,7 | 4,4 | 64 | 7 |
| A2R | 5,8 | 4 | 0,20 | 1,4 | 0,5 | 0,1 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 95 | 6 |
| A3R | 6,2 | 5 | 0,23 | 3,0 | 1,2 | 0,1 | 7,0 | 7,0 | 8,3 | 84 | 7 |
| A4R | 6,2 | 2 | 0,10 | 2,2 | 1,4 | 0,1 | 3,7 | 3,8 | 3,8 | 97 | 10 |
| A5R | 6,4 | 1 | 0,14 | 2,5 | 1,3 | 0,1 | 3,9 | 3,9 | 5,7 | 69 | 14 |

A1, A2, A3, A5: Pastagem degradada - área com ocorrência de várias espécies de plantas daninhas, com baixa produção de forragem, A4: Pastagem degradada - área com *Brachiaria decumbens*, sem ocorrência de plantas daninhas, com baixa produção de forragem; A6: Floresta Nativa - área de mata nativa, com ocorrência de diversas espécies arbóreas, sem interferência antrópica; A1R, A2R: Pastagens reformadas - uso do consórcio sorgo + *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, em substituição à A1 e A2; A3R: Pastagem reformada - plantio de capim após roçagem e aplicação de herbicida dessecante, tecnologia aplicada em substituição à A3; A4R: Pastagem recuperada - área com *Brachiaria decumbens*, utilizada com sistema de pastejo rotacionado para bovinos, com redução de lotação (1,5 UA/Ha), tecnologia aplicada em substituição à A4; A5R: Pastagem reformada - área com *Brachiaria* cv. CONVERT HD364, implantada com plantio convencional, tecnologia aplicada em substituição à A5. P: fósforo disponível; K⁺: potássio; Ca²⁺: cálcio; Mg²⁺: Magnésio; Al³⁺: Alumínio trocável; S.B.: Soma de Bases Trocáveis; t: CTC efetiva; T: CTC a pH 7,0; V: Saturação de Bases; M.O.: Matéria Orgânica.

4.2 Características Físicas dos Solos

Os valores médios para textura e as classes texturais das áreas avaliadas são apresentados na Tabela 6. Os resultados das análises físicas mostraram valores heterogêneos para os teores de areia, silte e argila. Observa-se maiores valores de areia nas áreas A1, A2, A3, A4 e A5, sendo, esses solos enquadrados na classe textural arenosa. Maior valor de teor de argila (280 g/kg) foi observado na área de mata nativa (A6) sendo

enquadrados na classe textural franco argilo arenosa. Observam-se valores de teor de argila variando de 70 a 280 g/kg e os de silte de 20 a 90 g/kg.

Tabela 6. Características físicas do solo para profundidade de 0 a 20cm, em áreas de pastagens degradadas (A1, A2, A3, A4, A5) e floresta nativa (A6).

| Área/ Símbolo | Comp. Granulométrica (TFSA g/Kg) | | | | Classe Textural |
|------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | Areia grossa 2-0,20 mm | Areia fina 0,20-0,05 mm | Silte 0,05-0,002 mm | Argila < 0,002 mm | |
| A1 | 670 | 220 | 30 | 80 | Areia |
| A2 | 705 | 205 | 20 | 70 | Areia |
| A3 | 590 | 220 | 50 | 140 | Areia Franca |
| A4 | 585 | 225 | 70 | 120 | Franco Arenosa |
| A5 | 590 | 220 | 50 | 140 | Areia Franca |
| A6 | 430 | 200 | 90 | 280 | Franco Argilo Arenosa |

A1, A2, A3, A5: Pastagem degradada - área com ocorrência de várias espécies de plantas daninhas, com baixa produção de forragem, A4: Pastagem degradada - área com *Brachiaria decumbens*, sem ocorrência de plantas daninhas, com baixa produção de forragem; A6: Floresta Nativa - área de mata nativa, com ocorrência de diversas espécies arbóreas, sem interferência antrópica.

4.3 Resistência do Solo à Penetração - Índice de Cone (IC)

Para a avaliação da resistência a penetração do solo através das leituras de índice de cone (IC), nas áreas de pastagens degradadas (A1, A2, A3, A4) a média para o teor de água (U) no solo nas áreas amostradas foi de 8,2%.

A Tabela 7 mostra a significância das diferentes coberturas dos solos (áreas) e profundidades avaliadas, bem como a análise de variância, as médias, os desvios padrão e a interação entre as fontes de variação, para pastagens degradadas (A1, A2, A3, A4) e floresta nativa (A6).

Não constatou efeito ($P < 0,05$) da interação da área (tratamento) *versus* profundidade.

Os valores médios de IC na área de floresta nativa (A6) difere significativamente ($P < 0,05$) das áreas de pastagens degradada (A1, A2, A3, A4).

O valor de IC (MPa) na profundidade de 0 a 5cm difere significativamente ($P < 0,05$) das profundidade 5 a 10, 10 a 20 e 20 a 30cm. Sendo que os maiores valores foram obtidos nas camadas de 10 a 20 e 20 a 30cm. Este fato pode ser explicado pela

presença do horizonte B textural (Bt), que possui teor de argila mais elevado que os horizontes sub e sobrejacentes.

Os menores valores de IC foram observados na área de mata variando entre 1,48 a 2,25 MPa até a profundidade de 30cm, sendo que os valores para pastagem degradadas variaram de 2,26 MPa na camada mais superficial a 13,76 MPa até a profundidade de 30cm.

Observa-se também diferença significativa ($P < 0,05$) da área (A1) em relação à (A3 e A4). Maiores valores de IC nas áreas A3 e A4 pode ser explicado devido ao efeito acumulado da compactação devido ao grau de degradação da pastagem; ao pisoteio animal e a classe textural do solo no local de estudo.

Segundo a literatura, a compactação do solo depende, principalmente, da classe de solo, do teor de água, da taxa de lotação animal, da massa de forragem e da espécie de forragem encontrada no sistema (MARCHÃO, *et al.*, 2007), este mesmo autor avaliando o impacto do pisoteio animal sobre a resistência a penetração em pastagens sob ILP no Oeste Baiano obteve valores de resistência à penetração (RP) inferiores a 2,5 MPa, nas camadas de 0 a 5 cm, com tendência de aumento da RP até a profundidade de 40 cm.

As áreas de pastagens degradadas apresentam valores de IC acima 6,0 MPa, para as profundidade acima de 5cm, valores considerados crítico em solos arenosos por SENE *et al.* (1985), sendo restritivos ao desenvolvimento do sistema radicular.

De acordo com SILVA *et al.* (1986), espera-se que a suscetibilidade do solo à compactação diminua à medida que o teor de areia dos solos aumenta, isso porque, com teores maiores de areia, um solo fica menor tempo na condição de umidade para a sua compactação.

Deste modo, podemos afirmar que solos arenosos que são mais suscetíveis a perdas de matéria orgânica e diminuição de nutrientes, são menos propensos à diminuição de produtividade devido à compactação, enquanto os solos de textura argilosa são mais propensos a diminuir a produtividade devido à compactação.

Tabela 7. Análises de variância, médias e desvio padrão para índice de cone (IC) - MPa em diferentes áreas (A1, A2, A3, A4, A6) e profundidades (0-5, 5-10, 10-20, 20-30cm).

| Variação | P > F | Contraste | | | Contraste | | | Contraste | | | | | |
|---------------------------|-------------|-------------------|--------------|--------------|----------------------|---------|--------|------------|----|---------|---------|-------------|---------|
| | | Profundidade (cm) | | | Profundidade (cm) | | | Tratamento | | | | | |
| | | L | Q | C | 0-5 | 5-10 | 10-20 | A1 | A2 | A3 | A4 | A1+A2+A3+A4 | |
| Tratamento | < 0,0001 | | | | 5-10 | 0,0023 | - | - | A2 | 0,0155 | - | - | - |
| Profundidade | < 0,0001 | <0,0001 | 0,1437 | 0,4389 | 10-20 | 0,0002 | 0,4220 | - | A3 | <0,0001 | 0,0389 | - | - |
| Tratamento x Profundidade | 0,3883 | | | | 20-30 | <0,0001 | 0,0721 | 0,3278 | A4 | 0,0023 | 0,4734 | 0,1930 | - |
| | | | | | | | | | A6 | 0,0018 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Tratamento | 0-5cm | 5-10cm | 10-20cm | 20-30cm | Médias - Tratamentos | | | | | | | | |
| A1 | 2,26 ± 0,29 | 3,10 ± 0,64 | 6,72 ± 1,45 | 9,24 ± 2,15 | 5,34 ± 0,89 | | | | | | | | |
| A2 | 5,28 ± 1,22 | 9,74 ± 1,39 | 8,76 ± 2,49 | 8,71 ± 2,50 | 8,05 ± 0,94 | | | | | | | | |
| A3 | 6,49 ± 1,06 | 11,06 ± 1,70 | 10,79 ± 2,55 | 13,76 ± 2,61 | 10,51 ± 1,12 | | | | | | | | |
| A4 | 4,95 ± 0,76 | 9,82 ± 2,59 | 11,06 ± 2,50 | 10,55 ± 2,89 | 8,98 ± 1,25 | | | | | | | | |
| A6 | 1,48 ± 0,04 | 1,78 ± 0,11 | 2,25 ± 0,05 | 2,33 ± 0,03 | 1,96 ± 0,08 | | | | | | | | |
| Médias - Profundidades | 3,88 ± 0,51 | 6,78 ± 0,98 | 7,37 ± 1,02 | 8,59 ± 1,19 | | | | | | | | | |

A1, A2, A3, A5: Pastagem degradada - área com ocorrência de várias espécies de plantas daninhas, com baixa produção de forragem, A4: Pastagem degradada - área com *Brachiaria decumbens*, sem ocorrência de plantas daninhas, com baixa produção de forragem; A6: Floresta Nativa - área de mata nativa, com ocorrência de diversas espécies arbóreas, sem interferência antrópica.

Para a avaliação da resistência a penetração do solo através das leituras de índice de cone (IC), as médias para o teor de água (U) nas áreas de pastagens recuperadas (A1R, A2R, A3R, A4R e A6) foram respectivamente, 22,6%, 19,8%, 14,9%, 10,5% e 36,4%.

A Tabela 6 mostra a significância das diferentes coberturas dos solos (áreas) e profundidades avaliadas, bem como a análise de variância, as médias, os desvios padrão e a interação entre as fontes de variação, para pastagens recuperadas (A1R, A2R, A3R, A4R) e floresta nativa (A6).

Observa-se efeito ($P < 0,05$) da interação da área (tratamento) *versus* profundidade.

As áreas de pastagens reformada utilizando consórcio sorgo + *Brachiaria brizantha* cv. Marandú (A1R e A2R), nas camadas de 0 a 5cm e 5 a 10 cm, apresentam valores de IC de 2,24 e 2,65 MPa, respectivamente, não diferindo ($P > 0,05$) da área de mata nativa (A6) com valor 1,48 MPa, mostrando essas tecnologias visando à recuperação de pastagens degradada contribuir para redução da resistência a penetração nas camadas mais superficiais do solo. Os valores de resistência à penetração estão compreendidos nas classes moderada a alta (Tabela 3). Valores de IC variando de 2,0 a 4,0 MPa embora considerados como crítico, não são impeditivo, ao crescimento de raízes no solo ARSHAD et al.(1996).

A área de pastagem reformada com roçagem, aplicação de herbicida dessecante e plantio de capim brachiaria (A3R), apresentou maiores valores de IC, variando de 7,85 MPa na camada 0 a 5 cm a 17,0 MPa na 20 a 30 cm, diferindo estatisticamente ($P < 0,05$) das demais áreas (A1R, A2R, A4R) que utilizaram outras tecnologias visando à recuperação de pastagens degradadas, evidenciando que esta prática não contribuir para diminuição da resistência a penetração do solo, os valores de resistência à penetração observados na área A3R foi considerado muito alto (Tabela 3).

Os valores de IC da área A4R não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$) até 30 cm de profundidade estando os valores compreendidos entre 4,62 a 6,66 MPa, valores resistência à penetração considerados altos (Tabela 3). O manejo da pastagem, aliado redução de carga animal, ou seja, menor número de cabeças de gado/ha, em solos textura arenosa pode contribuir para redução da compactação do solo (PRADO 1991).

Em trabalho feito por CORREA & REICHARDT (1995), avaliando a influência do tempo de 4, 6 e 10 anos de pastejo em características físicas de um latossolo amarelo, concluiu que houve aumento da resistência à penetração com o passar dos anos de pastejo, na camada de 0-10 cm de solo. Em outro trabalho, TREIN *et al.* (1991), que observaram o

efeito do pisoteio de animais bovinos num período curto (40 horas), com lotação muito elevada (200 cabeças/ha), ocasionando compactação nos 7,5 cm superficiais do solo.

Analisando a Tabela 7, verifica-se uma tendência de valores crescentes das camadas superficiais para as camadas mais profundas em todas as áreas.

Os maiores valores de IC, constados ao longo de todo o perfil nos sistemas de pastagens, evidencia que a compactação não é proveniente apenas do pisoteio animal, visto que esse efeito se restringe somente à camada superficial do solo.

Segundo ARAÚJO *et al.* (2004), a compactação do solo pode também ser decorrente do ajuste de partículas, consequência do entupimento dos poros pelas partículas mais finas, bem como dos ciclos de umedecimento e secagem do solo.

Tabela 8. Análises de variância, médias e desvio padrão para índice de cone (IC) - MPa em diferentes áreas (A1R, A2R, A3R, A4R, A5R) e profundidades (0-5, 5-10, 10-20, 20-30cm).

| Variação | P > F | Contraste | | | Contraste da Profundidade (cm) | | | |
|--|----------------|-------------------|------------------|------------------|--------------------------------|---------|--------|--------|
| | | Profundidade (cm) | | | 0-5 | 5-10 | 20-30 | |
| | | L | Q | C | | | | |
| Tratamento | <0,0001 | | | | 5-10 | <0,0001 | - | - |
| Profundidade | <0,0001 | <0,0001 | 0,0090 | 0,7511 | 10-20 | <0,0001 | 0,0100 | - |
| Tratamento x Profundidade | <0,0001 | | | | 20-30 | <0,0001 | 0,0002 | 0,2156 |
| Contraste do Tratamento (área) | | | | | Contraste da Prof. x Trat. | | | |
| A1R | A2R | A3R | A4R | A1R+A2R+A3R+A4R | L | Q | | |
| A2R | 0,9741 | - | - | - | Prof vs A1R | <0,0001 | 0,7938 | |
| A3R | <0,0001 | <0,0001 | - | - | Prof vs A2R | <0,0001 | 0,5163 | |
| A4R | 0,9620 | 0,9328 | <0,0001 | - | Prof vs A3R | <0,0001 | 0,0008 | |
| A6R | 0,0072 | 0,0202 | <0,0001 | <0,0566 | Prof vs A4R | 0,5724 | 0,1538 | |
| | | | | <0,0006 | Prof vs A6R | 0,3890 | 0,8888 | |
| Contraste da Profundidade (cm) x Tratamento (área) | | | | | | | | |
| | A1R | A2R | A3R | A4R | A6R | | | |
| Prof 0-5 vs 5-10 | 0,0715 | 0,0516 | <0,0001 | 0,0933 | 0,7848 | | | |
| Prof 0-5 vs 10-20 | 0,0001 | 0,0004 | <0,0001 | 0,2633 | 0,4882 | | | |
| Prof 0-5 vs 20-30 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 0,4361 | 0,4423 | | | |
| Tratamento | IC Prof. 0-5cm | IC Prof. 5-10cm | IC Prof. 10-20cm | IC Prof. 20-30cm | Médias - Tratamentos | | | |
| A1R | 2,24 ± 0,25 | 4,25 ± 0,46 | 6,84 ± 0,79 | 8,44 ± 1,20 | 5,44 ± 0,61 | | | |
| A2R | 2,65 ± 0,54 | 4,83 ± 0,90 | 6,70 ± 1,21 | 7,86 ± 1,31 | 5,51 ± 0,63 | | | |
| A3R | 7,85 ± 0,84 | 13,93 ± 1,06 | 16,3 ± 0,99 | 17,0 ± 1,18 | 13,77 ± 0,89 | | | |
| A4R | 4,62 ± 0,27 | 6,66 ± 0,84 | 5,98 ± 0,27 | 5,57 ± 0,31 | 5,71 ± 0,28 | | | |
| A6 | 1,48 ± 0,04 | 1,78 ± 0,11 | 2,25 ± 0,05 | 2,33 ± 0,03 | 1,96 ± 0,08 | | | |
| Médias - Profundidades | 3,74 ± 0,48 | 6,28 ± 0,85 | 7,67 ± 0,95 | 8,33 ± 1,02 | | | | |

A1R, A2R: Pastagens reformadas - uso do consórcio sorgo + *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, em substituição à A1 e A2; A3R: Pastagem reformada - plantio de capim após roçagem e aplicação de herbicida dessecante, tecnologia aplicada em substituição à A3; A4R: Pastagem recuperada - área com *Brachiaria decumbens*, utilizada com sistema de pastejo rotacionado para bovinos, com redução de lotação (1,5 UA/Ha), tecnologia aplicada em substituição à A4; A6: Floresta Nativa - espécies arbóreas.

4.4 População de Invasoras e Produção de Forragem

A população de plantas invasoras, produção de matéria seca (PMS) de capim, produção de matéria seca (PMS) das invasoras, produção de matéria seca (PMS) do sorgo, produção de matéria seca (PMS) capim + sorgo, nas áreas de pastagens degradadas e áreas de pastagens recuperadas utilizando diferentes tecnologias encontra-se na Tabela 9.

Os resultados indicam elevado número de plantas invasoras das pastagens nas áreas A1, A2, A3 e A5, indicando uma pastagem pobre (Tabela 1) e nível classificado como grau 3 de degradação (Tabela 2).

Analisando o comportamento entre as dez áreas (tratamentos) verifica-se que a tecnologia 2 promoveu redução no número de plantas invasoras em relação à tecnologia 1 (A1, A2, e A5), evidenciando diminuição do número de espécies infestantes de 89%, 95%, 82% e 98%, nas áreas A1R, A2R e A5R, respectivamente, contribuindo também para a menor PMS/ha de invasoras nas áreas avaliadas. Não foi constatada a presença de plantas invasoras na área A4.

Nota-se que a PMS de invasoras para a área A3R, permaneceu alta 1.321,33kg/ha, podendo afirmar que a tecnologia 2 não contribuiu para o controle de plantas invasoras na área A3.

A maior produção de forragens (capim brachiaria) influenciou positivamente no controle de plantas invasoras, podendo ser explicado pelo seu potencial competitivo dessas gramíneas com plantas infestantes das pastagens. BORGHI & CRUSCIOL (2009) verificaram que a presença de *Brachiaria brizantha* em cultivo consorciado com o milho, diminuiu a densidade de plantas infestantes. No experimento, os autores observaram índice de controle de 95% quando o consórcio foi feito com a braquiária na linha e entrelinha, simultaneamente.

As produções de matéria seca de capim obtidas nas áreas após a recuperação das pastagens, apresentam baixas, se considerarmos a capacidade produtiva das gramíneas do gênero brachiaria, provavelmente, se deve às menores precipitações ocorrido no período que antecederam ao corte.

Observa-se nas pastagens degradadas (tecnologia 1) que os maiores valores de PMS de capim ocorreu nas áreas A4 (972,58 kg/ha) e A5 (4.448,33 kg/ha) e os menores valores nas áreas A1 (45,33 kg/ha) e A2 (268,00 kg/ha). Por outro lado, ficou evidenciado que o

uso da tecnologia 2, promoveu o aumento dos valores de PMS de capim nas áreas A1R (1.407,52 kg/ha), A2R (5.348,30 kg/ha), A4R (5.763,65 kg/ha) e A5R (13.380,00 kg/ha).

Com relação a PMS total das forragens (capim e sorgo) visando à recuperação de pastagens, observa-se maiores valores nas áreas A1R (8.336,00 kg/ha), A2R (11.910,00 kg/ha), e A5R (13.380,00 kg/ha), mostrando-se mais produtivas, diferindo ($P < 0,05$) das áreas A3R (298,00 kg/ha) e A4R (5.763,00 kg/ha).

O valor de PMS da área A4R (5.763,00 kg/ha) não diferiu ($P > 0,05$) da área A1R (8.336,00 kg/ha).

O controle da carga animal, com redução da lotação animal de 3,0 UA/ha na área A4, para 1,5 UA/ha na área A4R, contribuiu para o aumento da PMS de capim *Brachiaria decumbens*. SPERA *et al.* (2010) considera que o sistema de manejo tem maior influência na densidade do solo do que o pisoteio animal, considerando o controle da carga animal ajustado ao crescimento da pastagem.

Os maiores valores de produção da forragem na área recuperada com plantio de *Brachiaria* cv. CONVERT HD363 (A5R), pode ser explicado pela melhor resposta dessa gramínea as condições de solo, clima e manejo adotado.

Houve efeito significativo da interação entre as tecnologias e os tratamentos (áreas) ($P < 0,05$). As probabilidades para PMS de capim, PMS invasoras e número de invasoras/ha são apresentadas na Tabela 10.

Foram identificadas 25 espécies de plantas daninhas nas áreas de estudo, o levantamento feito encontra-se na Tabela 11.

Tabela 9. População de plantas invasoras, produção de matéria seca (PMS) de capim, produção matéria seca (PMS) das invasoras, produção de matéria seca (PMS) do sorgo, produção de matéria seca (PMS) capim + sorgo, em diferentes áreas utilizando duas tecnologias.

| *Tecnologia 1 | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|
| Tratamento (áreas) | N° Plantas Invasoras/ha | PMS/Invasoras Kg/ha | | PMS/Capim Kg/ha | | |
| A1 | 170.000,00 | 2.159,58 | | 45,33 | | |
| A2 | 161.667,00 | 1.371,66 | | 268,00 | | |
| A3 | 505.000,00 | 1.801,00 | | 512,83 | | |
| A4 | 0,00 | 0,00 | | 972,58 | | |
| A5 | 949.535,00 | 1.363,81 | | 4.448,33 | | |
| **Tecnologia 2 | | N° Invasoras Plantas/ha | PMS Invasoras Kg/ha | PMS Capim Kg/ha | PMS Sorgo Kg/ha | PMS Capim+Sorgo Kg/ha |
| Tratamento (áreas) | | | | | | |
| A1R | 18.333,00 | 68,13 | 1.407,52 | 6.928,48 | 8.336,00 a b | |
| A2R | 6.666,00 | 49,88 | 5.348,30 | 6.561,70 | 11.910,00 a | |
| A3R | 91.667,00 | 1.321,33 | 298,00 | 0,00 | 298,00 c | |
| A4R | 0,00 | 0,00 | 5.763,65 | 0,00 | 5.763,00 b c | |
| A5R | 22.517,00 | 187,23 | 13.380,00 | 0,00 | 13.380,00 a | |

* Tecnologia 1: Áreas de pastagens sem utilização de práticas de manejo visando sua recuperação,

** Tecnologia 2: Áreas de pastagens com utilização de práticas de manejo visando sua recuperação.

A1, A2, A3, A5: Pastagem degradada - área com ocorrência de várias espécies de plantas daninhas, com baixa produção de forragem, A4: Pastagem degradada - área com *Brachiaria decumbens*, sem ocorrência de plantas daninhas, com baixa produção de forragem. A1R, A2R: Pastagens reformadas - uso do consórcio sorgo + *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, em substituição à A1 e A2; A3R: Pastagem reformada - plantio de capim após roçagem e aplicação de herbicida dessecante, tecnologia aplicada em substituição à A3; A4R: Pastagem recuperada - área com *Brachiaria decumbens*, utilizada com sistema de pastejo rotacionado para bovinos, com redução de lotação (1,5 UA/ha), tecnologia aplicada em substituição à A4; A5R: Pastagem reformada - área com *Brachiaria* cv. CONVERT HD364, implantada com plantio convencional, tecnologia aplicada em substituição à A5.

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

Tabela 10. Probabilidade das interações tecnologia x tratamentos para PMS/capim, PMS/invasoras e N° de invasoras.

| Interações | PMS/capim/ha | PMS/invasoras/ha | N° de Invasoras/ha |
|--------------------|--------------|------------------|--------------------|
| A1 Tec1 vs A1 Tec2 | 0,2921 | <0,0001 | 0,3227 |
| A1 Tec1 vs A2 Tec1 | 0,8625 | 0,0078 | 0,9565 |
| A1 Tec1 vs A3 Tec1 | 0,7114 | 0,2125 | 0,0320 |
| A1 Tec1 vs A4 Tec1 | 0,4720 | <0,0001 | 0,2683 |
| A1 Tec1 vs A5 Tec1 | 0,9995 | 0,0072 | <0,0001 |
| A1 Tec2 vs A2 Tec2 | 0,0034 | 0,9490 | 0,9391 |
| A1 Tec2 vs A3 Tec2 | 0,3900 | <0,0001 | 0,6313 |
| A1 Tec2 vs A4 Tec2 | 0,0013 | 0,8114 | 0,9044 |
| A1 Tec2 vs A5 Tec2 | <0,0001 | 0,6767 | 0,9781 |
| A2 Tec1 vs A2 Tec2 | 0,0002 | <0,0001 | 0,3123 |
| A2 Tec1 vs A3 Tec1 | 0,8489 | 0,1369 | 0,0281 |
| A2 Tec1 vs A4 Tec1 | 0,5843 | <0,0001 | 0,2922 |
| A2 Tec1 vs A5 Tec1 | 0,8620 | 0,9780 | <0,0001 |
| A2 Tec2 vs A3 Tec2 | 0,0002 | <0,0001 | 0,5782 |
| A2 Tec2 vs A4 Tec1 | 0,0013 | 0,8613 | 0,9652 |
| A2 Tec2 vs A4 Tec2 | 0,7468 | 0,8613 | 0,9652 |
| A2 Tec2 vs A5 Tec2 | <0,0001 | 0,6307 | 0,9173 |
| A3 Tec1 vs A3 Tec2 | 0,8673 | 0,0974 | 0,0089 |
| A3 Tec1 vs A4 Tec1 | 0,7209 | <0,0001 | 0,0017 |
| A3 Tec1 vs A5 Tec1 | 0,7159 | 0,1300 | 0,0051 |
| A3 Tec2 vs A4 Tec2 | <0,0001 | <0,0001 | 0,5488 |
| A3 Tec2 vs A5 Tec2 | <0,0001 | 0,0002 | 0,6508 |
| A4 Tec1 vs A4 Tec2 | 0,0005 | 1,0000 | 1,0000 |
| A4 Tec1 vs A5 Tec1 | 0,4716 | <0,0001 | <0,0001 |
| A4 Tec2 vs A5 Tec2 | <0,0001 | 0,5127 | 0,8827 |
| A5 Tec1 vs A5 Tec2 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |

Tec 1: Áreas de pastagens sem utilização de práticas de manejo visando à recuperação. Tec 2: Áreas de pastagens com utilização de práticas de manejo visando à recuperação.

A1, A2, A3, A5: Pastagem degradada - área com ocorrência de várias espécies de plantas daninhas, com baixa produção de forragem, A4: Pastagem degradada - área com *Brachiaria decumbens*, sem ocorrência de plantas daninhas, com baixa produção de forragem. A1R, A2R: Pastagens reformadas - uso do consórcio sorgo + *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, em substituição à A1 e A2; A3R: Pastagem reformada - plantio de capim após roçagem e aplicação de herbicida dessecante, tecnologia aplicada em substituição à A3; A4R: Pastagem recuperada - área com *Brachiaria decumbens*, utilizada com sistema de pastejo rotacionado para bovinos, com redução de lotação (1,5 UA/ha), tecnologia aplicada em substituição à A4; A5R: Pastagem reformada - área com *Brachiaria* cv. CONVERT HD364, implantada com plantio convencional, tecnologia aplicada em substituição à A5. Probabilidade Teste F (P<0,05).

Tabela 11. Levantamento das espécies de plantas daninhas nas áreas de estudo.

| Nome Científico | Nome vulgar |
|-------------------------------------|--|
| - <i>Alternanthera eicoidea</i> | - Alecrim |
| - <i>Amaranthus viridis L.</i> | - Amarantho, caruru, bredo |
| - <i>Calotropis procera</i> | - Algodão-de-seda, queimadeira, janaúba |
| - <i>Celtis iguanea</i> | - Cipó de espinho |
| - <i>Cestrum nocturnum</i> | - Coirana branca |
| - <i>Commelina benghalensis</i> | - Melanciazinha ou marianinha |
| - <i>Chromolaena maximiliani</i> | - Rasteira |
| - <i>Croton campestris</i> | - Velame |
| - <i>Crotalaria spectabilis</i> | - Guizo-de-cascavel |
| - <i>Cynodon dactylon</i> | - Grama seda |
| - <i>Cyperus rotundus</i> | - Tiririca de brejo |
| - <i>Desmodium incanum</i> | - Pega-pega |
| - <i>Digitaria insularis</i> | - Capim-açu |
| - <i>Echinn plantagineum</i> | - Borracho do campo |
| - <i>Indigofera truxillensis</i> | - Anileira |
| - <i>Malva sylvestri</i> | - Malva |
| - <i>Mascagnia rigida</i> | - Tingui, timbó, quebra- bucho, mata-peixe |
| - <i>Mimosa pudica</i> | - “Fecha a porta Maria” |
| - <i>Setaria geniculata</i> | - Rabo de raposa |
| - <i>Sida Spinosa L.</i> | - Malva branca |
| - <i>Sida cordifolia</i> | - Guanxuma ou vassouras |
| - <i>Solanum paniculatum</i> | - Jurubeba |
| - <i>Senna obtusifolia</i> | - Mata pasto, fedegoso |
| - <i>Synedrellopsis grisebachii</i> | - Agrião do pasto |
| - <i>Vernonia polyanthes</i> | - Assa peixe branco |

5 CONCLUSÃO

As áreas exploradas com pastagens em sistema convencional determinaram a redução da fertilidade do solo, expressa principalmente por menores teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Soma de Bases e MO, quando comparada com o ambiente de floresta nativa.

Verifica-se uma tendência de valores crescentes de índice de cone das camadas superficiais. Os maiores valores de índice de cone, constados ao longo de todo o perfil apresentaram índices de cone moderado a alto na profundidade até 10 cm nos sistemas de pastagens, evidencia que a compactação pode ser proveniente apenas, do pisoteio animal, visto que esse efeito se restringe somente à camada superficial do solo.

O controle da carga animal, com redução da lotação animal, contribuiu para o aumento da produção de matéria seca de capim.

As áreas recuperadas lançando mão do consórcio sorgo com *brachiaria* apresentou resultados satisfatórios, quanto à produção de matéria seca de forragens.

No caso desse estudo, a compactação do solo e existência de espécies de plantas daninhas nas pastagens pode ser considerada um indicador de degradação. É importante realizar outros estudos visando identificar os graus de degradação das pastagens, para que estratégias de manejo adequadas possam ser definidas, a fim de manter a produtividade e sustentabilidade dessas áreas.

O sistema de integração lavoura pecuária, visando à recuperação de pastagens é neste momento, uma alternativa importante para reduzir o desmatamento e a degradação de pastagens.

6 REFERÊNCIAS

AGNES E. L.; FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R. Situação atual da integração agricultura pecuária em Minas Gerais e na Zona da Mata Mineira. *In: ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. A.; AGNES, E. L. Manejo integrado: integração agricultura-pecuária.* Viçosa, MG: UFV, p. 251-267, 2004.

ALBUQUERQUE, J.A.; REINERT, D.J.; FIORIN, J.E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C.; FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 19, n. 1, p. 115-119, 1995.

ARAÚJO JÚNIOR, J. C. G.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIM, N.; MENDONÇA, B. R.; COSTA, K. L.; GONÇALVES, S. V. B. **Potencial de utilização de leguminosas no processo de recuperação de pastagens degradadas na microrregião da Transmazoniana.** *In. XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA*, Lavras, MG, 2010.

ARAÚJO, E. A.; LANI, J. L.; AMARAL, E. F.; GUERRA, A. Uso da terra e propriedades físicas e químicas de Argissolo Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 307-315. 2004.

ARSHAD, M. A.; LOWER, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. *In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Eds.). Methods for assessing soil quality.* Madison: Soil Science Society of America, p. 123-141, 1996.

ASHTON, F. M.; MÔNACO, T. J. **Weed science.** New York: John Wiley, 1991, 466p.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. *In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L.S. da; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A. de O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo em ecossistemas tropicais e subtropicais.* 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, p.7-18, 2008.

BARCELLOS, A. de O. **Recuperação de Pastagens Degradadas.** Curso de formação e Manejo das Pastagens. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1990.

BENEDETTI, M. M.; DUARTE, I. N.; MELO JUNIOR, H. B.; BORGES, E. N. **Resistência do solo à penetração em um latossolo vermelho distrófico típico sob diferentes usos.** ENCICLOPEDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiania, vol. 6, n. 11, p. 1-8, 2010.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; SOARES, J. A. D.; REINERT, D. J.; SEQUINATO, L.; KAISER, D. R. **Relações entre a quantidade de palha existente sobre o solo e a densidade máxima obtida no ensaio Proctor.** *In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA*, Santa Maria, 15p., 2004.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.

BURGER, J. A. Limitations of bioassays for monitoring forest soil productivity: rationale and example. **Soil Science Society America Journal, Madison**, v. 60, n.6, p.1674-1678, 1996.

CAMARGO, F. A. O.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; VIDOR, C. Nitrogênio orgânico do solo. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Genesis, p.117-137, 1999a.

CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R.; RAMALHO, J. F. G. P.; RUMJANEK, V. M.; REZENDE, C. E.; SANTOS, G. A. Propriedades químicas de um cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 935-944, 2003.

CARDOSO, E. L. **Qualidade do solo em sistemas de pastagens cultivada e nativa na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Mato-Grossense**. Tese Doutorado. Lavras, MG: UFLA. 154 p., 2008.

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

CARVALHO, P. C. F.; MEZZALIRA, J. C.; BONNET, O. J. F.; CEZIMBRA, I. M.; TISCHLER M.; NABINGER, C. Desafios para produção animal sustentável em pastejo. In: PEREIRA *et al.* VI SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 375p. **Anais...**Viçosa,MG, p.1-19, 2012.

CARVALHO, S. L.; PITELLI, R. A. Levantamento e análise fitossociológica das principais espécies de plantas daninhas de pastagens da região de Selvíria (MS). **Planta Daninha**, v. 10, n. 1/2, p. 25-32, 1992.

CORRÊA, A. S. Quais as principais causas da degradação das pastagens e como se reconhece uma pastagem degradada ou em processo de degradação? Disponível em: <www.cnpqc.embrapa.br> Acesso em: 03/07/2011.

CORREIA, M. E. F. Fauna do solo, microrganismos e matéria orgânica como componentes da qualidade do solo em sistema de pastejo intensivo. In: PEIXOTO, A. M.; MORA, J. C.; FARIA, V. P. Fundamentos do pastejo rotacionado. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 39-53, 1999.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: DIAS, P. F. *et al.* Efeito de leguminosas arbóreas sobre a macrofauna do solo em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Pesquisas Agropecuária Tropical**, Goiania, v. 37, n. 1, p. 38-44, 2007. 1999.

CORREA, J. C., REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de um latossolo amarelo da Amazônia Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 107-114, 1995.

CORSI, M. R.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicadas no manejo de pastagens. *In*: PEIXOTO, O. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. **Pastagens, fundamentos da exploração racional**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, p. 25-47, 1994.

COSTA, C. et al. Evolução das pastagens cultivadas e do efetivo bovino no Brasil. **Veterinária e Zootecnia**, v. 15, n. 1, p. 8-17, 2008.

COSTA, N. L.; MAGALHÃES, J. A.; PEREIRA, R. G. A.; TOWNSEND, C. R.; OLIVEIRA, J. R. C. Considerações sobre o manejo de pastagens na Amazônia Ocidental. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**. Ano 13, n. 40, p. 37-56, 2007.

CAVENAGE, A.; MORAES, M. L. T.; ALVES, M. C.; CARVALHO, M. A. C.; FREITAS, M. L. M.; BUZETTI, S. Alterações nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, p. 997-1003, 1999.

D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; SIQUEIRA J. O.; CARNEIRO, M. A. C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 913-923, 2002.

DIAS-FILHO, M. B. **Plantas invasoras em pastagens cultivadas da Amazônia: estratégias de manejo e controle**. EMBRAPA-CPATU, 1990, 103p. (Documentos – 52).

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. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: UFV-DPS/Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, p.135-149, 1998.

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

DIAS-FILHO, M. B. Produção de bovinos a pasto na fronteira agrícola. *In*: RODRIGUES, K. F.; FERREIRA, W. M.; MACEDO JR., G. de L (Org.). ZOOTEC 2010 – XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA – **Anais das Palestras**. Palmas, Anais... p. 131-145, 2010.

DIAS JUNIOR, M. S., ESTANISLAU, W. T. Grau de compactação e retenção de água de latossolos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 45-51, 1999.

DIAS JUNIOR, M. S.; SILVA, A. R.; FONSECA, S.; LEITE, F. P. Método alternativo de avaliação da pressão de preconsolidação por meio de um penetrômetro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, p. 805-810, 2004.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. *In*: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Eds). Defining soil quality for a sustainable environment. Madison: **Soil Science Society of America**, p. 3-21, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997, 212p.

EUCLIDES FILHO, K. Produção de bovino de corte e o trinômio genótipo-ambiente-mercado. *In*: **Produção de bovinos de corte**. Campo Grande: EMBRAPA. 2000. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes>. Acesso em: fev./2013.

FERNANDES, A. F.; CERRI, C. C.; FERNADES, A. H. B. M. Alterações na matéria orgânica de um Podzol Hidromórfico pelo uso com pastagens cultivadas no Pantanal Mato-Grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1943-1951, out./1999.

FERREIRA, M. M.; DIAS JUNIOR, M. de S. **Física do solo**. Lavras, MG: UFLA/FAEP, 2001, 117f. Especialização (Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" Solos e Meio Ambiente).

FERREIRA, R. L.; SANTOS, R. V.; OLIVEIRA NETO S. N.; FONSECA, D. M. Plantio direto e sistemas integrados de produção na recuperação e renovação de pastagens degradadas. *In*: IV SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGEM. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, p. 373-399, 2008.

FISHER, H. H. Conceito de erva daninha. *In*: WARREN, G. F.; WILLIAM, R. D.; SACCO, J. da C.; LAMAR, R. V.; ALBERT, C. A. Curso intensivo de controle de ervas daninhas. Viçosa, MG: UFV, p. 5-10, 1973.

FOLONI, J. S. S.; TIRITAN, C. S.; CALONEGO, J. C.; ALVES JUNIOR, J. Aplicação de fosfato natural e ciclagem de fósforo por milho, braquiária, milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1147-1155, 2008.

FEITAG, D. R. Penetration tests for soil measurement. **Trans. of. ASAE**. v. 11, n. 6, p. 750-753, 1968.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A. *et al*. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha-SBCPD**, Viçosa, MG, v.23, p. 49-58, 2005.

GALHARTE, C. A.; CRESTANA, S. Avaliação do impacto ambiental da integração lavoura-pecuária: aspecto conservação ambiental no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 14, n. 11, p. 1202-1209, 2010.

GALVÃO, A. K. L.; SILVA, J. F.; ALBERTINO, S. M. F.; MONTEIRO, G. F. P.; CAVALCANTE, D. P. Levantamento fitossociológico em pastagens de várzea no Estado do Amazonas. **Planta Daninha-SBCPD**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 69-75, 2011.

GOMES, H. S.; DETONI C. E. Avaliação de solos e vegetação na região pastoril de Itapetinga - BA. **Revista Bahia Agrícola**, v. 2, n. 3, 1998.

GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F. Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola. **Embrapa - Meio Ambiente**. Jaguariúna, SP, p. 1-07, 2006.

GONÇALVES, S. E.; FRANCHINI, J. C. Integração lavoura-pecuária. **Embrapa - Circular Técnica**, Londrina, 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: nov. de 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, 65p. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: dez. /2012.

KEMP, D. R.; KING, W. Mc.G. Plant competition in pastures: implicatins for management. In: P Tow (Ed.). **Competition and succession in pastures**. Adelaide, Cabi-publishing Inc. p. 85-102, 2001.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Agronômica Elos, 1979, 262p.

LAL, R. Métodos para avaliação do uso sustentável dos recursos solo e água nos trópicos; tradução e adaptação de Cláudia Conti Medugno e José Flávio Dynia. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 1999, 97p.

LANÇAS, K. P., BENEZ, S. H., FURLANI Jr, J. A., GAMERO, C.A., ANTUNIASSI, U.R. Subsolador: desgaste em função da sua dureza superficial. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 19., Piracicaba, SP. 1990. *Anais...* p. 801-809. 1990.

LANÇAS, K. P., SANTOS F., UPADHYAYA, S. K.; RÍPOLI, T. C. C. Estimativa da compactação do solo através do índice de cone para três sistemas. XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. Bauru, SP. 1996. CDROM: McA232.

LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T. *et al.* Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 3, p. 1131-1140, 2007.

LARSON, W. E.; PIERCE, F. J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: CARDOSO, Evaldo Luis. Indicadores da qualidade do solo em sistemas de pastagens cultivada e nativa na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Mato-Grossense. I – Atributos químicos. Qualidade do solo em sistemas de pastagens cultivada e nativa na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Sul Mato-Grossense. 2008. Cap. 3, p. 48-75. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 44, n. 6, p. 631-637, 2009.

LEÃO, T. P.; SILVA, A. P.; MACEDO, M. C. M.; IMHOFF, S.; EUCLIDES, V. P. B. Intervalo hídrico ótimo na avaliação de sistemas de pastejo contínuo e rotacionado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 415-423, 2004.

LONGO, R. M.; ESPÍNDOLA, C. R. C-orgânico, N-total e substâncias húmicas sob influência na introdução de pastagens (*Brachiaria* sp.) em áreas de cerrado e floresta Amazônica. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, p. 723-729, 2000.

LOPES, A. R.; Wiethölter, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA, 1999, 115p.

LOPES, A. R.; Wiethölter, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA, 2004.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestre, aquáticas, parasitas, tóxicas, e medicinais**. 2 ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1991, 440p.

MACEDO, M. C.; ZIMMER, A. H. Sistema planta/lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. *In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGEM*, 2., 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNDEPE/UNESP, p. 216-245, 1993.

MACEDO, M. C. M. Pastagens nos ecossistemas cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. *In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS*, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, p. 28-62, 1995.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: alternativa para sustentabilidade da produção animal. *In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM - PLANEJAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO EM PASTAGENS*, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 257-283, 2001.

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.

MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. de; Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 4, p. 415-422, 2010.

MALAVOLTA, E. Fertilidade dos solos da Amazônia. *In: VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C. (Ed.). Amazônia: seus solos e outros recursos naturais*. São Paulo: **Revista Agrônômica Ceres**, p. 374-416, 1987.

MARASCA, I.; OLIVEIRA, C.; GUIMARÃES, E.; CUNHA, J.; ASSIS, R.; PERIN, A.; MENEZES, L. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração e do teor de água em sistema de plantio direto na cultura da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 27, n. 2, p. 239-246, 2011.

MARCHÃO, R. L.; BALBINO L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JUNIOR, J. D. G; SÁ, M. A. C.; VILELA, L.. BECQUER, T. Qualidade física de um latossolo vermelho sob sistemas de integração-lavoura-pecuária no cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 873-872, 2007.

MARUN, F.; ALVES, S. J. Nutrição, adubação e calagem de forrageiras no Estado do Paraná. *In: Forragicultura no Paraná*. Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, p. 53-74, 1996.

MASCARENHAS, M. H. T. *et al.* Flora infestante em pastagem degradada sob recuperação, pelo sistema de integração lavoura-pecuária, em região de cerrado. **Revista Brasileira Milho Sorgo**, v. 8, n. 1, p. 41-55, 2009.

MARASCA, I.; OLIVEIRA, C.; GUIMARÃES, E.; CUNHA, J.; ASSIS, R.; PERIN, A.; MENEZES, L. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração e do teor de água em sistema de plantio direto na cultura da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 27, n. 2, p. 239-246, 2011.

MATIAS, M. I. A. S. Influência da cobertura vegetal na disponibilidade de nutrientes e na distribuição do sistema radicular em Latossolo Amarelo coeso de Tabuleiro Costeiro. 2003. Cruz das Almas, BA: Universidade Federal da Bahia, 2003, 78p. (Tese mestrado).

MELLO, L. M. M. de; YANO, E. H.; NARIMATSU, K. C. P.; TAKAHASHI, C. M.; BORGHI, E. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p.121-129, 2004.

MIALHE, L. G. **Ensaio de tratores agrícolas em solos** cultivados. São Paulo: GPE/DER/ESALQ-USP, 1993, 100p. (Seminário).

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. *In*: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, p. 1-5, 1999.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. M.; LOVATO, T.; FERNANDES, F. F.; DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. *In*: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M. de; LOPES, A. S.; ALVAREZ, V. H. (Org.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: SBCS, v. 3, p. 209-248, 2003.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1103-1110, 2004.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974, 547p.

NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; QUEIROZ, D. S.; SANTOS, M. V. F. dos. Degradação de pastagens, critérios para avaliação. *In*: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 107-151, 1994.

OLIVEIRA, F. H. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 2, p. 393-486, 2002.

PAULINO, N. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; DE MORAES, E. H. B. K.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Bovinocultura de ciclo curto em pastagens. *In*: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa: SBZ, p. 153-196. 2002.

PAULINO, V. T.; TEIXEIRA, E. M. L. Sustentabilidade de pastagens: manejo adequado como medida redutora da emissão de gases de efeito estufa. CPG, IZ, APTA/SAA, p.16, 2009.

- PITELLI, R. A. O período anterior à interferência subsequente (PAIS), uma nova abordagem para o manejo de plantas daninhas em culturas geneticamente modificadas para tolerância aos herbicidas não seletivos e sem residual. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS*, 25. 2006, Brasília. Convivendo com as plantas daninhas **Resumos...** Brasília: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, p. 125. 2006.
- PRADO, H. **Manejo dos solos: aspectos pedológicos e suas implicações**. São Paulo: Nobel, 1991, 116p.
- PEDREIRA, M. S.; REIS, R. A.; BERCHIELLI, T. T.; MOREIRA, A. L.; COAN, R. M. Características agronômicas e composição química de oito híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p.1 083-1092, 2003.
- PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de convivência e de controle das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. *In: CONGRESSO DE LA ASSOCIACION LATINO AMERICANA DE MALEZAS*, 18. Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: Asociacion Latinoamericana de Malezas, p. 37-38. 1984.
- REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SILVA, V. R. Propriedades físicas de solos em sistema plantio direto irrigado. *In: CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; ROSA, G. M.; CERETTA, C. A., (Eds.). Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul*. Santa Maria, p. 114-133, 2001.
- REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M.; SUZUKI, L. E. A. S. Qualidade física dos solos. *In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA*, 16., Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006.
- RODIRGUES, L. R. A.; QUADROS, D. G.; RAMOS, A. K. B.. Recuperação de Pastagens Degradadas. *In: SIMPÓSIO PECUÁRIA 2000 - PERSPECTIVAS PARA O III MILÊNIO*, 1., Pirassununga, **Anais...** Pirassununga: FZEA, 2000.
- SÁ, J. C. de M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro, PR: Fundação ABC, 1993, 96p.
- SÁ, J. C. de M. Plantio direto: transformações e benefícios ao agroecossistema. *In: CURSO SOBRE MANEJO DO SOLO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO*. Castro, PR. **Anais...** Castro: Fundação ABC, p. 9-20, 1995.
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, A. C.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Características estruturais e índice de tombamento de *Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk* em pastagens diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 4, p. 626-634, 2009.
- SILVA, M. L. N.; BLANCANEAX, P.; CURI, N.; LIMA, J. M.; MARQUES, J. J. G. S; CARVALHO, A. M. Estabilidade e resistência de agregados de Latossolo Vermelho-Escuro cultivado com sucessão milho-adubo verde. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, p. 97-103, 1998.

- SENE, M.; VEPRAAKAS, M. J.; NADERMAN, G. C.; DENTON, H. P. Relationships of soil texture and structure to corn yield response to sub soiling. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 49, n. 2, p. 422-427, 1985.
- SILVA, C. B.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 12, n. 1, p.13-20, 1994.
- SILVA, A. P.; LIBARDI, P. L.; CAMARGO, O. A. Influência da compactação nas propriedades físicas de dois Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 10, n. 1, p.91-95, 1986.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa, MG: UFV, 2002, 235p.
- SILVEIRA NETO, S.; MONTEIRO, R. C.; ZUCCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Sci. Agri.**, v. 52, n. 1, p. 9-15, 1995.
- SIMÃO NETO, M.; DIAS FILHO, M. B. Avaliação da adaptação de acessos de *Brachiaria* spp. para a Amazônia Oriental do Brasil. **Pasturas Tropicais**, v. 17, n. 1, p. 9-13, 1995.
- SOUZA, J. L. A fertilidade de solos sob manejo orgânico. **Boletim Informativo-SBCS**, v. 25, p. 14-16, 2000.
- SOUZA, W. J. O.; MELLO, W. J. Matéria orgânica em um Latossolo submetido a diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 1113-1122, 2003.
- SPAIN, J. M.; GUALDRON, R. Degradación e rehabilitación de pasturas. *In*: Lascano, C.; Spain, J.M. (Eds.). **Establecimiento y renovación de pasturas**. Cali: CIAT, 1991, 426p.
- SPERA, S. T.; SANTOS, R. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeito de integração entre lavoura e pecuária, sob plantio direto, em alguns atributos físicos do solo após dez anos. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 695-704, 2010.
- STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência à penetração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 15, p. 229-235, 1991.
- STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. L. **Recomendação para uso do penetrômetro de impacto, modelo IAA/Planalsucar-Stolf**. São Paulo: MIC/IAA/PNMCA - Planalsucar, 1983, 8p.
- TORMENA, C. A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 20, p. 333-339, 1996.
- TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; LIBARDE, P. L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 22, p. 573-581, 1998.

TREIN, C. R.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo na rotação aveia+trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 15, p. 105-111, 1991.

TUFFI SANTOS, L. D. *et al.* Levantamento fitossociológico em pastagens degradadas sob condições de várzea. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 343-349, 2004.

VELINI, E. D. Matobiologia e matocompetição. *In*: SEMANA DO HERBICIDA, 8. R. Osipe, Coord. Fund. Faculd. de Agronomia “Luiz Meneghel”, Bandeirantes, PR, p. 281-304, 1987.

VITÓRIA FILHO, R. Controle de plantas daninhas em pastagens. *In*: FARIA, A.M. P. de (Ed.). **Pastagens na Amazônia**. Piracicaba: ESALQ, p. 71-90, 1986.

YOKOYAMA, L. P.; KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, I. P. De. Impactos sócio-econômicos da tecnologia “Sistema Barreirão”. **Embrapa-CNPAP**, Santo Antonio de Goiás, GO: 37p. 1998. (Embrapa-CNPAP. Boletim de Pesquisa, 9).

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J. Possíveis causas da degradação de pastagens. **Revista Eletrônica de Veterinária**, REDVET, v. 5, n. 11, Nov. 2005. Disponível em: <http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/pdf>. Acesso em: Jan./2011.

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES, K. A pecuária de corte no Brasil. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1, 1997, Viçosa, MG, **Anais...** p. 349-379, 1997.