



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
CURSO DE ZOOTECNIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

LETÍCIA LIANDRA DE SOUZA BARBOSA

PASTEJO CONTROLADO E A QUALIDADE DO SOLO SOB PASTAGEM

ARAGUAÍNA (TO)

2021

LETÍCIA LIANDRA DE SOUZA BARBOSA

PASTEJO CONTROLADO E A QUALIDADE DO SOLO SOB PASTAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à UFNT – Universidade
Federal do Norte do Tocantins – Campus
Universitário de Araguaína para obtenção
do Título de Bacharel em Zootecnia, sob
orientação do Prof. Jose Geraldo Donizetti
Dos Santos

Orientador: Dr. Jose Geraldo Donizetti
Dos Santos

ARAGUAÍNA (TO)

2021

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

B238p Barbosa, Leticia Liandra de souza .
 Pastejo controlado e a qualidade do solo sob pastagem. / Leticia Liandra de souza Barbosa. – Araguaína, TO, 2021.
 44 f.

 Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins –
 Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Zootecnia, 2021.
 Orientador: José Geraldo Donizetti dos Santos

 1. Solo. 2. Degradação. 3. Pastejo rotacionado. 4. Fertilidade do solo. I. Título

CDD 636

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à UFNT – Universidade Federal do Norte do Tocantins – Campus Universitário de Araguaína, Curso de Zootecnia, foi avaliado para a obtenção do Título de Bacharel em Zootecnia e aprovado em sua forma final pelo Orientador (a) e pela Banca Examinadora.

Data de Aprovação:07/12/2021

Banca examinadora:

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'JGD Santos', enclosed in a rectangular box.

Professor Dr. Jose Geraldo Donizetti Dos Santos, Orientador, UFNT

Professor Dr. Rômulo Augusto Guedes Rizzardo, Examinador, UFNT

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Rômulo', enclosed in a rectangular box.

Professor Dr. Elcivan Bento Da Nóbrega, Examinador, UFNT

Dedico este trabalho aos meus pais, por sempre acreditarem em mim, pois sempre busquei melhorar cada vez mais, para poder ajuda-los e para que eles sempre sintam orgulho da minha pessoa.

AGRADECIMENTOS

Eu agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado forças e sabedoria para realizar meus objetivos, e principalmente por ter me dado saúde.

Aos meus pais, Márcia Lopes de Souza e Washington Alves Barbosa, por terem me preparado para a vida e por sempre acreditarem em mim.

A minha falecida avó materna, Aparecida Lopes de Souza, por sempre me cuidar de onde quer que esteja, gostaria muito que ela estivesse presente nessa etapa tão importante da minha vida, mas sei que ela estará muito orgulhosa.

Ao meu esposo Régis Razzera, por sempre me apoiar e acreditar em mim, ele é a pessoa que mais me incentiva, e esse incentivo foi muito importante na minha jornada acadêmica.

Ao meu professor orientador professor Dr. Jose Geraldo Donizetti Dos Santos, por me instruir e ensinar todos os fundamentos necessários para a elaboração desta pesquisa.

Ao Professor Dr. Rômulo Augusto Guedes Rizzardo, por sempre me orientar nas pesquisas de iniciação científica e me ajudar, dando instruções e oportunidades.

A Universidade Federal do Norte do Tocantins-UFNT, campus EMVZ e a todo o corpo docente, por me possibilitar essa oportunidade e experiências adquiridas ao longo do curso.

Aos meus amigos de turma: Almerinda Santos; Edésio Almeida; Flaviane Santos; Giovana Moreira; Tatiane Lustosa e Jossiel dos Santos. Por terem me acompanhado até aqui e me ajudado psicologicamente e emocionalmente durante o período da graduação.

A todos que de uma forma ou de outra me ajudaram a chegar até aqui, muito obrigado a todos.

RESUMO

O solo é a base para a produção vegetal e animal e conserva-lo é a chave fundamental para garantir a sua vitalidade. Estudos apontam que a degradação das pastagens é uma das maiores problemáticas Brasileiras, sendo que cerca de 80% das pastagens encontram-se em algum estado de degradação ou baixo potencial produtivo. O objetivo geral dessa revisão foi abordar os efeitos do pastejo controlado sobre a qualidade química, física e biológica do solo. A metodologia aplicada fundamentou-se numa avaliação quantitativa, através de pesquisas com diferentes autores e avaliação qualitativa onde foi feito a interpretação dos resultados. O pastejo intermitente aumenta o teor de matéria orgânica de forma uniforme sobre o solo, diminui a perda de água e contribui para o aumento da fertilidade, permitindo uma rápida recuperação da forrageira elevando os índices produtivos em uma mesma área comparada ao pastejo convencional.

Palavras-Chave: Degradação. pastejo rotacionado. fertilidade do solo.

ABSTRACT

Soil is the basis for plant and animal production and conserving it is the fundamental key to guaranteeing its vitality. Studies show that pasture degradation is one of the biggest Brazilian problems, with about 80% of pastures in some state of degradation or low productive potential. The general aim of this review was to address the effects of controlled grazing on the chemical, physical and biological soil quality. The methodology applied was based on a quantitative assessment, through research with different authors and qualitative assessment where the interpretation of results was made. Intermittent grazing increases the organic matter content uniformly on the soil, reduces water loss and contributes to increased fertility, allowing for a quick recovery of forage, raising production rates in the same area compared to conventional grazing.

Keywords: Degradation. rotated grazing. soil fertility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Sistema de pastejo contínuo. -----	26
Figura 02- Sistema de pastejo rotacionado. -----	32
Figura 03- Tipos de pastejo sobre a qualidade do solo. -----	35
Figura 04- Organização dos sistemas. -----	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Período de descanso sugerido para gramíneas forrageiras tropicais em período de alta pluviosidade. -----30

Tabela 02- Intensidade de pastejo sugerida para diferentes gramíneas tropicais no período de alta pluviosidade. -----30

LISTA DE SÍMBOLOS

pH	Potencial hidrogeniônico de uma solução
CTC	Capacidade de troca de cátions
C	Carbono
N	Nitrogênio
P	Fósforo
CO ₂	Dióxido de carbono
MO	Matéria orgânica
MOS	Matéria orgânica do solo
MM	Milímetros
N ₂ O	Óxido nitroso
NO ₂	Dióxido de nitrogênio
Al	Alumínio
Mn	Manganês
Fe	Ferro

SUMÁRIO

1 Introdução	12
2 Materiais e métodos	14
3 Referencial teórico	15
3.1 Atributos do solo e a interação com a atividade pastoril-----	15
3.1.1 Atributos físicos do solo.....	16
3.1.2 Atributos químico do solo	18
3.1.3 Atributos biológicos do solo.....	18
3.2 Degradação das pastagens	20
3.3 PASTEJO CONTÍNUO	25
3.4 PASTEJO INTERMITENTE-----	27
3.4.1 PASTEJO ROTACIONADO-----	27
3.4.2 PASTEJO REGENERATIVO ADAPTATIVO-----	33
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

A degradação das pastagens vem sendo apontada como uma das maiores problemáticas para a atividade pecuária Brasileira, pois grande parte da produção é desenvolvida à pasto, impactando de forma significativa a sustentabilidade do sistema de produção. Estima-se que 80% das pastagens cultivadas, se encontram em algum estado de degradação (PERON & EVANGELISTA, 2014).

A pastagem é considerada degradada quando ela se encontra em um processo evolutivo de perda de vigor e produtividade forrageira, sem a capacidade de ter uma recuperação natural ficando impossibilitada de sustentar os níveis de nutrientes e qualidade exigidos pelos animais para a produção. Nesta condição, a forrageira também fica incapaz de tolerar ataques de pragas, doenças e competir com as plantas invasoras. Se não houver a tomada de medidas para a reparação, o solo poderá ser totalmente degradado causando prejuízos para a produção animal e o meio ambiente (MACEDO et al., 1993; MACEDO, 1995). A degradação das pastagens afeta de forma direta a pecuária e levando em consideração somente a fase de engorda de bovinos, a produção de a carne, em uma pastagem degradada, pode ser seis vezes menor a de uma pastagem em bom estado ou recuperada (MACEDO et al., 2000).

Com o aumento da adoção de práticas conservacionistas do solo, o pastejo rotacionado vem se destacando como uma das técnicas adotadas no processo da intensificação dos sistemas pastoris e melhor manejo do solo. Esta técnica consiste, no mínimo, por uso de dois piquetes onde são submetidos à ocupação intermitente e descanso. No período de descanso ocorrerá a rebrota da forrageira uma vez que não há a presença do animal, já no período de ocupação os animais consomem a forrageira, concomitantemente, ao processo de crescimento da planta. O intervalo de tempo que resulta desses dois períodos representa o ciclo de pastagem (BUENO et al., 2003).

Ciclo de pastejo= período de descanso + período de ocupação

Uma evolução no método de pastejo intermitente é o manejo regenerativo do solo e pasto. Segundo Allen Williams (2019) fornecer longos períodos de descanso entre os períodos curtos de pastejo de alta densidade permite a recuperação ideal das

forageiras e aumenta a produção geral de matéria seca de forragem. O pastoreio dos animais com vários piquetes, com uma movimentação frequente e períodos de descanso prolongados, para promover a recuperação total da planta, é uma maneira de aumentar a capacidade produtiva das pastagens, através da recuperação da matéria orgânica no solo. Como consequência do aumento da matéria orgânica há a recuperação da ciclagem natural de nutrientes e o aumento da infiltração e diminuição do escoamento superficial água (TEAGUE et al., 2008; PARK et al., 2017; WILLIAMS, 2015).

O adequado manejo do pastejo pode recuperar a qualidade do solo e manter o sistema produtivo, além do manejo regenerativo e adaptativo do solo, outras medidas podem ser tomadas para garantir a fertilidade e a produtividade como a rotação de culturas na renovação e o consórcio com leguminosas.

O pastejo intermitente promove a preservação das estruturas do solo, estimula a agregação e mantém o carbono no perfil do solo, mantendo as raízes vivas o máximo de tempo possível, garantindo um ambiente ideal para o crescimento dos microrganismos. Além disso, manter as raízes vivas e deixar resíduos de pastagem sobre o solo garante uma proteção contra a perda de umidade e nutrientes (RINEHART, 2017). O pastejo contínuo, diferente do pastejo intermitente, é um pastejo com um menor estímulo de produção da forrageira, é desuniforme onde os animais podem selecionar determinadas áreas para pastejar não respeitando o tempo necessário para a recuperação da planta.

A degradação das pastagens é o fator mais importante, na atualidade, que compromete a sustentabilidade da produção animal, e pode ser explicada como um processo dinâmico de degeneração ou de queda relativa da produtividade (MACEDO & ZIMMER, 1993; ZIMMER et al., 2008; MACEDO, 1999, 2000, 2001). Para evitar consequências advindas do manejo inadequado do pasto, é necessário adotar medidas mitigatórias principalmente com relação ao tipo de pastejo uma vez que os sistemas de pastejo rotacionado e adaptativo regenerativo vem mostrando bons resultados em relação à fertilidade do solo.

2. Materiais e métodos

Esta revisão de literatura buscou reunir informações sobre as vantagens do pastejo intermitente, em relação ao contínuo, utilizando o manejo regenerativo e

adaptativo de pasto como uma das práticas conservacionistas do solo e abordar dados de diferentes autores a respeito do assunto proposto.

Este estudo foi realizado na cidade de Araguaína no Tocantins e teve como critérios de inclusão artigos publicados, revistas, livros e periódicos que aderissem ao tema. As buscas dos dados foram feitas através das plataformas on-line da Scielo, Google Acadêmico e Capes, com a utilização das palavras-chaves “Degradação, qualidade do solo, pastejo controlado.” para uma maior delimitação do tema e obtenção de informações precisas. As considerações iniciais serão de caráter quantitativo, procurando entender as informações analisadas de acordo com as informações utilizadas. Posteriormente a abordagem será de caráter qualitativo, através da interpretação de todas as informações adquiridas e redigidas em uma forma de síntese bibliográfica.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Atributos do solo e a interação com a atividade pastoril

A estrutura físico-química governa a resistência e resiliência do solo por meio do seu efeito sobre a composição da comunidade microbiana (GRIFFITHS; PHILIPPOT, 2013). A melhor atividade microbiana acontece com maior facilidade em sistemas que conseguem diminuir o distúrbio ou estresse, permitindo a recuperação do solo. Apesar do impacto negativo da compactação sobre as propriedades físicas do solo, alguns tem a capacidade de se recuperar, particularmente em seus horizontes superiores (KUAN et al., 2007).

A cobertura do solo é reduzida com o pastejo dos animais, expondo-o a uma maior temperatura. Além da redução de massa vegetal, sistemas mais intensivos alteram a estrutura física, reduzindo a porosidade e aumentando a densidade do solo afetando a dissipação de calor por convecção através de canais biológicos (BONETTI, 2017).

O principal fator para a retenção de água no solo é a textura que determina a área de contato com as partículas do solo e a porosidade. Porém, a compactação do solo, pelo pisoteio dos animais, o espaço poroso, a redução da MOS e as alterações na agregação do solo também afetam a retenção de água pelo solo (BONETTI, 2017). Em relação aos efeitos da textura do solo, foi constatado que a decomposição da matéria orgânica é mais lenta em solos argilosos do que em solos arenosos, que é devido a proteção da MOS dentro dos agregados e quimicamente ligada à argila, podendo haver efeito também da redução da atividade microbiana heterotrófica (MOTAVALLI et al., 1995). Isto significa que os solos mais arenosos podem ser mais susceptíveis a perdas de matéria orgânica.

Diferentes mudanças no solo, tais como a degradação da MOS e a quantidade de nitrogênio nela contida são fatores interligados com a atividade. De acordo com Franzluebbbers e Haney (1999), vários atributos do solo podem ser utilizados para avaliar sua qualidade, uma vez que a avaliação da atividade microbiana do solo pelo fluxo de CO₂-C, potencial de C mineralizável e C da biomassa microbiana do solo estão entre as mais importantes.

A ação do pastoreio pode desempenhar um papel muito importante na biomassa microbiana do solo, por vários fatores específicos relacionados com a presença de bovinos. Por exemplo, o pastejo adiciona urina e fezes, que causam mudanças nos padrões de exsudação da rizosfera, na estruturação, aeração e composição botânica do solo, devido à compactação causada pelos animais, mesmo que apenas superficial e afetando especialmente a infiltração e o escoamento superficial de água, (CLEGG, 2006). A adição da urina dos animais no solo resulta em um aumento na respiração, em emissões de N₂O e NO₂ e aumento da biomassa microbiana do solo (LOVELL; JARVIS, 1996).

3.1.1 Atributos físicos do solo

Segundo Rinehart (2017), em uma avaliação da qualidade do solo, se avalia uma série de fatores como, a taxa de infiltração, estrutura física dos agregados, densidade e profundidade do solo. E essas características relacionam-se com o transporte de água e nutrientes, apontando o potencial produtivo de cada tipo de solo e também fatores limitantes como a compactação.

As características comportamentais, em conjunto com a morfologia e fisiologia do solo, são de extrema importância, para se ter uma determinação da forma na qual a fauna do solo irá intervir na ciclagem de nutrientes e na decomposição do material vegetal (BROW et al., 2002).

O conhecimento das propriedades físicas do solo pode auxiliar a adoção de um melhor manejo e para a contribuição no entendimento do comportamento do solo e das plantas.

A fração mineral do solo é como a base. Varia a proporção de areia, silte e argila e isso representa cerca de 45% do volume do solo. O espaço dos poros é de aproximadamente 50%, o que é de extrema importância para a retenção de água e troca de ar. A matéria orgânica constitui cerca de 5% do volume, podendo variar de 1% a 7% ou mais. Grande parte dos solos agrícolas contém cerca de 2% a 5% de matéria orgânica. A textura do solo, seja o solo areia, silte, argila ou uma combinação dos três e a matéria orgânica constitui uma propriedade física muito importante, ou seja, a estrutura do solo. Essa estrutura é o que dá estabilidade ao solo e o torna um habitat resiliente para a vida neste, além de prevenir a perda do mesmo e nutrientes por erosão e lixiviação (RINEHART,2017). A diferenciação dos tipos de agregados de solo é realizada através de suas características morfológicas, tais como a cor, forma tamanho, textura e porosidade (BULLOCK et al., 1985; PULLEMAN et al., 2005; BATISTA et al. 2001; MELO et al., 2019):

- a) A cor, a qual é considerada como uma das características morfológicas mais importantes e de fácil visualização e identificação, ela auxilia na distinção das classes de solos e na delimitação do horizonte nos perfis;
- b) A textura é a proporção relativa dos diferentes grupos de partículas primárias nele existente, possui uma característica estável de difícil alteração. Ela depende do tamanho das partículas sólidas e da proporção de partículas minerais existentes no solo, ou seja, a proporção de areia, argila e silte;
- c) A porosidade significa a quantidade de espaço existente entre as partículas (pedra, areia, silte e argila) e agregados do solo, ocupado pela água e pelo ar;
- d) A permeabilidade diz respeito à maior ou menor capacidade de que um solo possui para se deixar atravessar pela água e pelo ar.

3.1.2 Atributos químico do solo

Em uma avaliação da qualidade do solo, a condutividade elétrica, carbono reativo, nitrato no solo, pH, fósforo e potássio extraíveis fazem parte dos indicadores químicos e todos esses fatores estão relacionados com o funcionamento do ecossistema do solo, aos nutrientes disponíveis nas plantas e ao potencial de perda do N e do P (RINEHART, 2017). Muitas funções mais importantes para a manutenção da vida na terra dependem diretamente das propriedades químicas do solo, uma vez que afetam de forma significativa a ciclagem de nutrientes, purificação da água e degradação de contaminantes, sequestro de CO₂, produção de alimentos fibras e combustíveis.

De particular importância para os processos químicos são o pH e o tamanho das partículas do solo. Estes têm efeito na absorção e liberação de nutrientes para o crescimento das plantas. Partículas de argila e húmus fornecem a capacidade de troca catiônica, ou CTC, que é o depósito de nutrientes do solo (RINEHART, 2017). O carbono orgânico faz parte da fração lábil da MOS (SOUZA et al., 2006; CONTE et al., 2011), que é composta por resíduos recém adicionados a biomassa, sofrendo rápidas perdas ou ganho. Carneiro et al. (2008) e Souza et al. (2009) observaram a influência da relação parte aérea/raiz, as quais colaboram para adições diferenciadas de componentes (C e N) ao solo afetando a qualidade da MOS.

3.1.3 Atributos biológicos do solo

Vários ecossistemas biológicos agem de forma contínua proporcionando a sustentabilidade devido as interações do solo, planta e biota (VEZZANI & MIELNICZUK, 2011). Como exemplo, “a sustentabilidade dos sistemas produtivos é conseguida quando se instala o sistema de plantio direto” (BELO et al., 2012; CARNEIRO et al., 2008). Para que a matéria orgânica do solo se forme é necessário a gênese de tecidos vegetais, animais e a decomposição pelos microrganismos edáficos (BOT & BENITES, 2005). Ainda conforme esses autores, um dos principais fatores atuantes sobre quanto da matéria orgânica do solo será decomposta e

imobilizada sofrem influência pelas propriedades do solo, tais como, o pH, aeração e mineralogia, em conjunto da atividade da biomassa microbiana.

Os processos biológicos do solo envolvem a atividade microbiana e a fauna do solo. As raízes das plantas fornecem habitat e liberam açúcares para alimentar os microrganismos do solo e contribuir para a formação da glomalina, substância esta que une o solo em agregados e é produzida por fungos micorrízicos arbusculares. E os agregados são o componente estrutural importante do solo que fornece habitat microbiano e dá ao solo sua capacidade de resistir à erosão, à lixiviação de nutrientes e decomposição da matéria orgânica.

Os organismos estão ligados a matéria orgânica e quanto maior for a cobertura vegetal mais intensa será a atividade desses organismos. Por sua vez essa MO tem que ser de boa qualidade para satisfazer tanto biologicamente quanto economicamente e com isso poder aumentar a biota do solo e a produção (SANTOS, 2013). Esses organismos dividem-se em dois grupos, no qual são classificados como autotróficos e heterotróficos, os heterotróficos também citados como organotrófos são os responsáveis pela maior parte da oxidação e decomposição da matéria orgânica, fazendo com que haja maiores fluxos de energia e elementos nutritivos no solo (SIQUEIRA et al., 1994).

Os autores Moreira & Siqueira (2006) relataram alguns processos realizados pela biomassa e abordaram aspectos mais relevantes. De acordo com estes autores, a biomassa participa na regulação das quantidades do material orgânico presente no solo e na superfície, dessa forma sendo responsável pela perda de C podendo ter uma contribuição com os processos de eutrofização das águas, poluição do ar e a produção dos compostos poluentes. A atividade da biomassa microbiana altera-se de acordo com o manejo realizado no solo (BOT & BENITES, 2005).

3.2. Degradação das pastagens

De acordo com a Society for Range Management “as pastagens são um tipo de área na qual a vegetação natural é dominada por gramíneas e arbustos e a terra é administrada como um ecossistema natural (Society for Range Management, 1998)”.

Fazer o uso de sistemas que repetidas vezes revolvem o solo contribuem para que haja a quebra do “ciclo de equilíbrio”, o que vai reduzir ou anular a entrada da energia e da matéria no solo. Há a exposição da matéria orgânica do solo, protegida dentro dos agregados, a decomposição enzimática e microbiana, pela ruptura da estrutura do solo, fazendo a distribuição do material vegetal no perfil do solo (VEZZANI & MIELNICZUK, 2011, BOT & BENITES, 2005). É imprescindível ressaltar que, a cobertura do solo e a vegetação permitem que grandes quantidades de água sejam transpiradas fazendo com que haja uma redução da umidade do solo e favorece o aumento da infiltração e a redução do volume de escoamento superficial. Portanto, pode haver um aumento nos teores de matéria orgânica (DEDECEK et al., 1986; SEGAFREDO et al., 1997; LEITE et al., 2003). e quando incorporada ao solo facilita a drenagem (LIRA, 1999), também melhora a estrutura do solo fazendo com que as raízes possam penetrar em profundidade no perfil do solo (BERTOL et al., 2008, 2010).

Mudanças na cobertura vegetal podem provocar um desequilíbrio do ambiente e tais modificações aceleram de forma significativa o processo de erosão do solo. Isto faz, com que a temperatura local aumente, reduza a recarga de água para os rios e aquíferos entre vários outros eventos, reforçando a importância da manutenção da cobertura vegetal e assim manter o equilíbrio ambiental (TRICART, 1977).

Para Terra (2013) em sistemas convencionais de cultivo, onde é realizado o revolvimento constante do solo os resíduos que se acumulam na superfície são incorporados ao solo, fazendo com que sua área de superfície aumente favorecendo os ataques microbianos levando a uma decomposição mais rápida. Ainda segundo a autora, há um aumento das atividades microbianas e uma liberação maior de CO₂ e quando as quantidades de substrato diminuem observa-se uma redução da atividade da população microbiana.

A degradação das pastagens é a consequência de uma série de fatores determinantes, como o preparo inadequado do solo, a utilização de sementes de baixa qualidade ou procedência duvidosa, a utilização incorreta de uma determinada espécie forrageira, o manejo inadequado e, principalmente, a não manutenção desse solo, além da não reposição de nutrientes perdidos através dos processos de exportação, lixiviação e volatilização (CARVALHO et al., 2017).

A escolha da espécie forrageira é uma das principais causas da degradação, a escolha da espécie deve ser feita levando em consideração a área e condições de clima e solo (KICHEL et al., 1999). Após a escolha correta da espécie a ser trabalhada, o passo seguinte é realizar uma boa formação de pastagem.

A identificação da espécie ideal para uma determinada área irá refletir em uma atividade fotossintética máxima resultando em altas produções de biomassa e sementes. Esse comportamento será visível também na perpetuação da espécie naquele local aumentando a vida útil do pasto (KICHEL et al., 1999).

É de suma importância determinar a quantidade a ser utilizada e adquirir sementes de boa qualidade. Visto que é muito comum encontrar sementes de má qualidade, principalmente quanto à pureza e germinação. O valor cultural da semente possibilita o cálculo da taxa de semeadura de cada lote, proporcionando uma população ideal para cada espécie ou cultivar. Uma má formação inicial da pastagem promove falhas e susceptibilidade ao ataque de plantas invasoras que contribui para a aceleração da degradação (ZANINE, 2005).

A intensidade do pastejo também está relacionado com a degradação do solo. Uma vez que a produção de pastagem é o produto de dois sistemas biológicos principais, a planta e o animal. Com isso, esforços individuais e regionais devem ser despendidos, para definir as principais inter-relações que regulam a conversão de pastagens em produto animal (MATCHES, 1970; HODGSON, 1990; GOMIDE, 2001; PERÓN E EVANGELISTA, 2004). O sobrepastoreio permanente, pode levar a abertura da comunidade vegetal, causando a compactação excessiva, favorecendo a erosão e reduz a fertilidade (MEIRELES, 1993).

A falta de correção e adubação das pastagens também contribui para a degradação do solo. Regiões tropicais e subtropicais possuem solos ácidos, os quais apresentam baixos teores de cálcio e magnésio. A calagem, além de fornecer cálcio e magnésio, eleva o pH do solo, como consequência aumenta a disponibilidade de P e de Mo e reduz o Al o Mn e o Fe, os quais em excesso tornam-se tóxicos para as plantas (WERNER, 1996; ÁLVARO et al., 1999; ALVES et al., 1999).

A utilização do fogo pode, ao longo do tempo, modificar os teores da matéria orgânica (BONO et al., 1996). Ainda segundo estes autores houve um aumento do pH, fósforo, saturação por bases, potássio e magnésio no solo, após 120 dias da queima de pastagens de *Brachiaria* e *Panicum*. O efeito da queima limitou-se a profundidade de 10 cm e, os nutrientes mais afetados foram o nitrogênio, enxofre e potássio. A queima proporcionou a exposição de cerca 70% do solo à ação dos raios solares e das chuvas, o que favoreceu a erosão (FONTANELI & JACQUES, 1998).

De acordo com Guerra (2005) a degradação do solo pode afetar tanto terras de vegetação natural, quanto terras agrícolas e considera-se um dos mais importantes problemas ambientais atualmente. Este é um processo natural, onde ocorre de forma lenta ou gradual, mas em decorrer das ações antrópicas como, manejo inadequado do solo e desmatamento de áreas frágeis, tem-se seu processo intensificado (NUNES et al., 2011). Em áreas de clima tropical, como na região do Nordeste o período das chuvas acontece em grande intensidade e concentram-se em um curto período de tempo, agravando mais ainda o processo erosivo devido ao forte impacto das gotas de chuva no solo desprotegido (MARTINS et al., 2010; SANTOS et al., 2010).

O uso incorreto do solo traz grandes prejuízos ambientais e econômicos, sua inadequada exploração pode fazer com que seus recursos sejam esgotados. Uma consequência negativa desse processo é a perda de agregação do solo, compactação e formação de rachaduras, deixando esse solo exposto e altamente susceptível a erosões, uma vez ocorrendo a degradação. Ao ocorrer a erosão se reduz ainda mais a quantidade de matéria orgânica presente no solo e a infiltração de água. Sem o armazenamento de carbono ideal para a manutenção da vida do solo, esse solo terá uma diminuição no crescimento das plantas e sem esse crescimento adequado a vida biológica do solo ficará comprometida, refletindo em menor produtividade (RINEHART, 2017). Segundo Albuquerque et al. (2001), a compactação do solo vem sendo apontada como uma das principais causas da degradação em áreas cultivadas, o que não é diferente nas áreas de pastos degradados, especialmente provocando um selamento superficial. Esse tipo de degradação irá reduzir a macro porosidade e aumentar a densidade do solo, fazendo com que sua resistência para o crescimento radicular aumente em condições de baixa umidade e diminua a oxigenação quando úmido (MARSCHNER, 1995). Em condições de solos compactados, o sistema radicular das plantas cultivadas encontra-se próximo à superfície (MULLER et al., 2001). Essas plantas tornam-se mais propensas a déficits hídricos e também são limitadas de absorverem nutrientes nas camadas subsuperficiais (ROSOLEM et al., 1994).

A proteção do solo relaciona-se a presença de MOS, a qual serve também como fonte de substrato e energia para a microbiota (MIELNICZUK, 2008). Esta MOS, juntamente com a atração de partículas orgânicas e minerais, recalcitrantes, faz com que haja um aumento na agregação das partículas minerais do solo (VEZZANI & MIELNICZUK, 2011a).

Os sistemas conservacionistas de manejo do solo contribuem para a manutenção e aumento da parte viva do solo. Além disso, as plantas vivas, presentes no solo, fornecem substratos, os quais são necessários para a vida dos microrganismos (TERRA, 2013).

Pulleman et al. (2005) fizeram uma observação e relataram que o cultivo de gramíneas ajuda na estabilidade dos agregados e na proteção da MOS e este efeito foi observado, principalmente, na camada de até 10 cm de profundidade. Estas gramíneas também fornecem alimentos para os animais em períodos de baixa

produção de forragem (BAYER & MIELNICZUK, 2008; SOUZA et al., 2009), além de também aumentarem a quantidade de palhada para o plantio direto.

Uma das vantagens de se cultivar gramíneas é que as mesmas possuem um sistema radicular denso. Os animais fazendo o pastejo, dessas plantas, a massa de raízes ficará concentrada na superfície com o aumento de agregação nessa faixa de profundidade (SOUZA et al., 2009). Conte et al., (2011) constatou que isso contribui para o aumento do diâmetro dos agregados e os maiores valores de DMP foram visualizados em uma profundidade de até 10 cm, superando as áreas pastejadas. Quanto maior for a concentração de raízes, maior será o favorecimento de rizo deposição, com um aumento nos níveis de carbono orgânico (CO) por meio da adição de compostos sintetizados (carboidratos e polissacarídeos (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006), porém restrito a camadas profundas.

3.3 PASTEJO CONTÍNUO

Um dos maiores impasses da criação de bovinos em sistemas convencionais, com pastejo contínuo, no qual os animais permanecem soltos por longos períodos na mesma área (FIGURA 1), é baixa taxa de lotação. Nesta condição, os animais são seletivos e vão optar por se alimentarem em determinadas áreas. Estima-se que a mesma população de perfilho é desfolhada com frequência de 3 a 4 semanas dessa forma as plantas não tem tempo para se recuperarem. Isso pode ser observado por algumas falhas no pasto, áreas onde as plantas perdem o vigor e morrem e o solo fica descoberto, promovendo o início da degradação.

O pastejo seletivo de espécies individuais ou grupos de espécies os coloca em desvantagem competitiva com espécies ou grupo de espécies menos pastejada e altera as interações competitivas e a composição de espécies dentro das comunidades (ANDERSON e BRISKE 1995). Isto pode ser claramente observado pela infestação de plantas invasoras nessas pastagens, exigindo o contínuo uso de herbicidas para se evitar a degradação ou mesmo reformas seguidas.

A seletividade dos animais permite uma dieta de maior valor nutritivo, porém deixa um volume de pasto remanescente que não será aproveitado. Em contrapartida, os ganhos por área são menores, quando comparados com sistemas rotativos, além de provocar compactação do solo, afetando o sistema radicular, diminuindo a produtividade e comprometendo a perenidade das áreas pastoris (KLAPP, 1971).

Os dejetos são mal distribuídos, conseqüentemente prejudica a atividade biológica e a ciclagem de carbono, nutrientes e água no sistema, com aumento dos custos com a mão de obra e manutenção da produção (JÚNIOR et al., 2013). Nesse sistema, a MO do solo cicla muito lentamente, a agregação espacial é irregular, a fertilidade é baixa e a baixa retenção de água também. Isto promove uma alta proporção de solo descoberto, decomposição ou ciclagem lenta dos resíduos do pasto, porque estes ficam entouceirados, retorno lento de nutrientes ao longo do tempo, baixo armazenamento de carbono, escoamento superficial rápido da água em áreas descobertas, altas necessidades de ração suplementar, baixa lucratividade e resiliência do sistema (FRANK et al., 1998; TEAGUE et al., 2013; JAKOBY et al., 2015; SAVORY and BUTTERFIELD, 2016; PARK et al., 2017; STANLEY et al., 2018; DOWHOWER et al., 2019; PECENKA and LUNDGREN, 2019).

Outra desvantagem do pastejo contínuo é que permite pouco controle no sincronismo e intensidade de pastoreio, ou seja, a taxa de crescimento do pasto é variável na hora da colheita da forragem (MARASCHIN, 1994). Os animais possuem um comportamento habitual de utilizarem áreas já pastejadas. As demais áreas que atingem a maturidade e possuem um valor nutritivo menor, ficam cada vez menos utilizadas, ocasionando uma forte pressão de pastejo nas áreas, onde a forragem é mais jovem. Essa pressão na maioria das vezes compromete o sistema radicular das plantas, impedindo o seu estabelecimento na pastagem (LENZI, 2003).

Vale ressaltar que, nesse sistema há o surgimento de plantas indesejáveis, principalmente pela falta de tempo de repouso das plantas mais consumidas, assim como um decréscimo na fertilidade natural do solo (MARASCHIN, 1994). Sob esses fatores, o desempenho animal cai, juntamente com a capacidade de suporte das pastagens.

Figura 01. Sistema de pastejo contínuo



Fonte: agromove.com.br

3.4 Pastejo intermitente

A produtividade pode ter um aumento significativo quando o manejo é feito de forma apropriada, respeitando os limites de tolerância e resistência a desfolha da planta em vários ambientes (SOUZA et al., 2009). O uso do sistema de pastejo intermitente ou popularmente conhecido como “rotacional” vem ganhando espaço, uma vez que esse sistema consiste em dividir uma área em no mínimo dois piquetes, ou seja, enquanto um está sendo pastejado o outro fica em repouso para que a forrageira cresça sem ser predada. Estabelece-se o período de ocupação e de descanso, para um melhor aproveitamento da área, maior desempenho e aumento da taxa de lotação. Segundo Dias et al. (2013) um pastejo adequado bem manejado, permite que os animais aproveitem ao máximo a forragem sem comprometer a perenidade da pastagem. O sistema de pastejo intermitente permite um melhor ajuste, uma vez que possibilita um maior volume de forragem, além de permitir um pastejo mais uniforme, com benefício para a melhor cobertura vegetal, infiltração de água e aumento da matéria orgânica no solo. Embora temos a ideia de que este é um método de pastejo artificial, sob controle, mas na verdade é um método que simula o pastejo natural dos mega-rebanhos de herbívoros nativos em todas as partes do planeta, a exemplo de gnus, antílopes e bisões. Sob este ponto de vista, o pastejo contínuo realmente é o método artificial, rompendo a interação natural entre o herbívoro, a forrageira e o solo (WILLIAMS, 2015).

3.4.1 Pastejo rotacionado

No manejo de pasto rotacionado há a subdivisão em piquetes (FIGURA 2), nos quais os animais pastam em sequência podendo haver um ou mais lotes de animais. A rotação dos piquetes é uma prática de gestão que ajuda a controlar o pastoreio e vem cada vez mais aumentando a sustentabilidade das práticas de pastoreio (RINEHART, 2017).

Este sistema faz com que os animais girem nos piquetes pode ser definido em duas etapas importantes: primeiro; definir o tempo de descanso, ou o período de recuperação da planta; segundo; deve-se determinar o período em que os animais devem ficar no piquete.

Como nas pastagens perenes não há um constante revolvimento do solo, em tese, há uma facilidade maior de aumentar os teores de matéria orgânica, os quais podem ser mais elevados neste ambiente. Adicionar gado nessas pastagens aumenta-se a qualidade e saúde do solo, uma vez que o pastejo aumenta os estoques de carbono e nitrogênio no sistema. Conforme o animal pasta, automaticamente ele envia um sinal à planta para que seja feito o bombeamento de açúcares por meio de suas raízes, para o solo ou rizosfera. Os açúcares são desenvolvidos pelas plantas através do processo de fotossíntese e são a fonte de alimentos para diversos microrganismos (RINEHART, 2017).

A proporção solúvel para a estrutura dos componentes celulares das plantas diminui à medida que a idade média do tecido aumenta ao longo da estação de crescimento. O pastejo frequente reduz essa tendência, aumentando a proporção de tecido de plantas mais jovens com maiores proporção de solúvel a estrutural (WALKER et al., 1989; GEORGIADIS e MCNAUGHTON 1990). Isso explica a ocorrência frequente de pastagem onde os animais pastam repetidamente na mesma área para otimizar a ingestão de energia e nutrientes por unidade de biomassa da planta, embora a biomassa total possa ser substancialmente menor do que em áreas com pastagens menos frequente (MCNAUGHTON, 1984).

No pastejo rotativo o produtor tem mais controle do sincronismo e da intensidade da colheita da forragem pelos animais, permitindo um melhor crescimento do pasto, levando a uma utilização mais eficiente das pastagens. O consumo rápido e regular da forragem e também a existência de um período de descanso e recuperação para as plantas é considerada uma vantagem no sistema rotativo (MARASCHIN, 1994). Neste contexto vale mencionar a afirmativa de Corsi (1994), que o pastejo rotacionado, parece ser mais benéfico do que o sistema contínuo para assegurar produtividade, qualidade e reduzir a seletividade pelo animal.

A qualidade da forragem é uma consideração importante no projeto e implantação de sistemas de pastejo e pelos períodos de descanso entre os eventos de pastejo e subsequentes. Em um estudo de pastejo rotativo Denny e Barnes (1977), observaram que o desempenho animal diminui linearmente com o aumento da duração do período de pastejo e do período de descanso. Um longo período de descanso ou uma baixa pressão de pastejo permite que os tecidos da planta amadureçam e busquem as percepções e suposições subjacentes ao aporte contínuo para o pastejo rotativo (BRISKE et al., 2008).

A eficiência fotossintética obtida pelas plantas no período de repouso contribui favoravelmente para que ocorra uma alta taxa de crescimento da pastagem, resultando em uma maior produção de forragem por hectare em relação a ocorrida normalmente no sistema de pastejo contínuo (WALLER et al., 2001).

Os períodos de ocupação e de descanso no sistema de rotacionado devem ser analisados quanto a demanda de forragem pelo rebanho e produção da forragem, sendo que, o maior impacto do pastejo sobre a planta é a desfolha, que será definida pela intensidade e frequência de desfolha e pela época do ano (JÚNIOR et al, 2003). A intensidade da desfolha será refletida na quantidade de forragem obtida através da remoção pelo pastejo ou corte, sendo constantemente medida pelos valores residuais da massa, altura ou índices de área e essa intensidade é influenciada pela taxa de lotação e o período de ocupação. A constante desfolha está relacionada ao intervalo entre pastejo e cortes sucessivos, já a época em que é feito essa desfolha relaciona-se com as condições climáticas em que ocorre o crescimento da forrageira. A frequência da desfolha se reflete ao período de descanso do pasto uma vez que as condições climáticas, o acúmulo de matéria orgânica é essencial para a recuperação da planta, em condições favoráveis pode-se deixar um período de descanso menor, com uma frequência de desfolha maior, já em condições desfavoráveis recomenda-se trabalhar com maiores períodos de descanso com uma menor frequência de desfolha.

Na tabela 1 e 2 são apresentadas recomendações gerais de período de descanso e intensidade de pastejo para várias espécies de gramíneas forrageiras tropicais em período de alta pluviosidade.

Tabela 01. Período de descanso sugerido para gramíneas forrageiras tropicais em período de alta pluviosidade. Fonte: Júnior et al., 2003

Espécies forrageiras	Período de descanso (dias)
Variedades de capim elefante (<i>Pennisetum purpureum</i>)	30 a 45
Cultivares de Panicum Maximum (Tanzânia, Monbaça, etc.)	28 a 42
Capim Andropogon (<i>Andropogon guyanus</i>)	25 a 30
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	28 a 42
B. decumbens	28 a 42
B. humidicola	20 a 30
Cultivares de Cynodon ssp. (Tifton-85, Coast-cross, etc.)	25 a 35
Capim Pojuca (<i>Paspalum atratum</i>)	20 a 30

Tabela 02. Intensidade de pastejo sugerida para diferentes gramíneas tropicais no período de alta pluviosidade. Fonte: Júnior et al., 2003

Espécie forrageira	Intensidade de pastejo
	Altura residual (cm)
Variedades de capim-elefante (PD-40 a 45 dias)	40 a 50
Variedades de capim-elefante (PD-30 a 35 dias)	90 a 100
P. maximum cv. Colônião e Tanzânia	25 a 40
P. maximum cv. Tobiata e Monbaça	40 a 50
P. maximum cv. Vencedor	25 a 35
P. maximum cv. Massai	20 a 25
Capim Andropogon	20 a 30
B. brizantha cv. Marandu (braquiarião)	15 a 25
B. decumbens	15 a 20
B. humidicola	15 a 20
Cultivares de Cynodon ssp. (Tifton-85, Coast-cross, etc.)	15 a 20
Capim Pojuca	Massa de forragem residual (kg/há MS)

P. maximum cv. Tanzânia	2.200 a 3.000
B. brizantha cv. Marandu	1.500 a 2.000
B. decumbens	1.000 a 1.500

Com a determinação dos períodos de ocupação e de descanso, pode-se calcular o número de piquetes para um grupo de animais utilizando a fórmula:

$$\text{Número de piquetes} = \frac{\text{Período de descanso}}{\text{Período de ocupação}} + 1$$

Para sistemas intensivos e semi-intensivos com o uso de 2 a 4 piquetes, é recomendado que o período de ocupação não seja maior que 28 dias, utilizando 2 piquetes:

$$\text{Número de piquetes} = \frac{28}{28} + 1 = 1 + 1 = 2 \text{ piquetes}$$

Para períodos de ocupação entre 14 e 42 dias recomenda-se o uso de 4 piquetes respectivamente:

$$\text{Número de piquetes} = \frac{42}{14} + 1 = 3 + 1 = 4 \text{ piquetes}$$

Solos úmidos e com baixa cobertura vegetal potencializa o efeito de pisoteio dos animais, enfatizando a importância do correto manejo na taxa de lotação dos animais em relação a quantidade de forragem produzida e a manutenção de cobertura vegetal sobre o solo, a fim de evitar os efeitos do pisoteio sobre a qualidade física do solo (SILVA et al., 2003; SARMENTO et al., 2008).

Walton et al., (1981) observaram que mesmo com o custo adicional de cercas e bebedouros, para os animais, requerido pelo manejo rotativo para sua viabilização, este foi recuperado no final do segundo ano, após a implantação do sistema.

Estes autores concluíram que mesmo sob estações curtas, poucas chuvas e condições de solo pobre, o custo adicional do pastoreio rotativo e um nível ainda mais alto de manejo requerido darão um maior retorno econômico ao produtor.

Figura 02. Sistema de pastejo rotacionado.



Fonte:gregbrann.com

3.4.2 Pastejo regenerativo adaptativo

Para alcançarmos os parâmetros desejados dentro do manejo regenerativo adaptativo podemos seguir seis princípios básicos para a definição das práticas de manejo do solo segundo o autor Rinehart (2017):

1° evitar ao máximo o revolvimento contínuo do solo, para poder preservar suas estruturas, manter os agregados e também manter o carbono no solo, uma forma de reduzir o revolvimento do solo é por meio das pastagens perenes, com o uso do plantio direto, mínimo ou culturas de cobertura;

2° as raízes servem de alimento para muitos microrganismos o ano todo, por isso é essencial mantê-las vivas;

3° manter as raízes vivas, e deixar sobre o solo resíduos de pastagem cria-se uma proteção contra perda de umidade, impactos das gotas de chuva e favorece o crescimento microbiano;

4° a rotação de culturas e misturas de pastagens perene ajuda na manutenção da diversidade;

5° um pastoreio adequado irá construir o solo, por isso é fundamental que haja um pastejo controlado visando um período apropriado para a recuperação da forrageira, esse tempo de recuperação vai variar de espécie para espécie. Por outro lado, o sobrepastoreio não permite que a planta se recupere adequadamente, fazendo com que a planta não consiga realizar o processo de fotossíntese de forma adequada e conseqüentemente a massa de raiz e a quantidade de carbono sequestrado no solo diminuirá;

6° o pastoreio estimula o crescimento das raízes, favorece a interação e o crescimento microbiano, ajuda na formação de cobertura vegetal através do depósito de matéria orgânica.

Para a criação de bovinos, esses conceitos se resumem em uma combinação de pastagem perene, safras de cobertura em rotação de campos anuais e um bom manejo de pastagem. Com o pastoreio inicia-se a “teia alimentar” do solo aumentando a ciclagem dos nutrientes e disponibilizando nitrogênio, fósforo e carbono para o desenvolvimento das plantas.

Segundo o fazendeiro e consultor administrativo, Walt Davis (2017), os açúcares das raízes proporcionam um aumento considerável na população bacteriana. Isto faz com que a população de micróbios e predadores aumente, a medida em que esses predadores vão se alimentando das bactérias a parte proteica

é absorvida e excretam o nitrogênio que por sua vez já fica disponível para a planta utilizar, tornando o solo biologicamente ativo.

Segundo Allen Williams (2019) há três princípios que caracterizam o sistema de manejo regenerativo adaptativo, o qual é uma modalidade de pastejo intermitente:

1° Princípio de composição - nossas ações resultam em uma série de combinações, que funcionam como uma cascata e que pode ser positiva ou negativa;

2° Princípio da diversidade - uma grande diversidade e pastagens complexas criam efeitos de composição;

3° Princípio da interrupção - interrupções planejadas deixam o sistema mais forte, com mais vigor e diversidade criando efeitos positivos de composição.

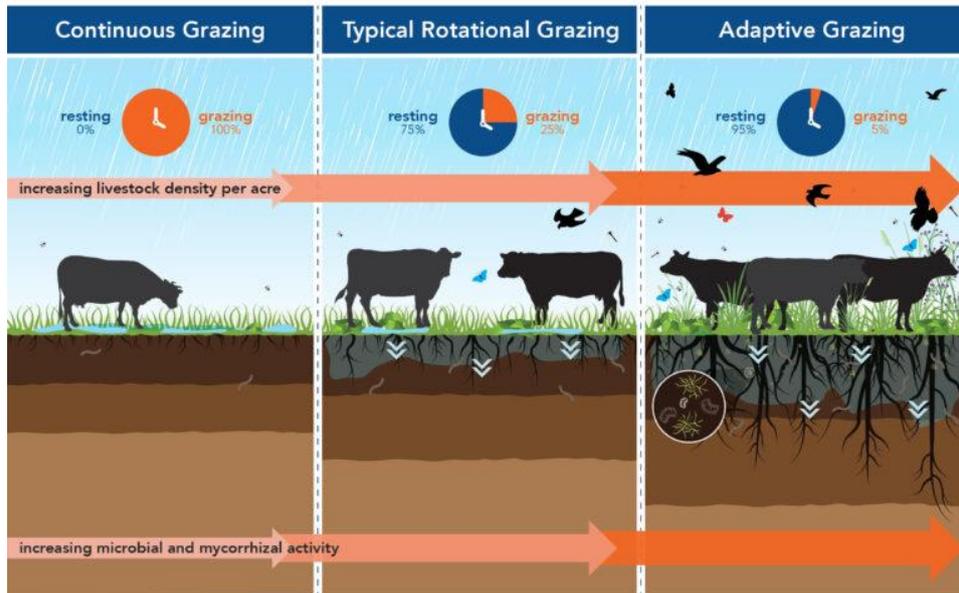
Nesse sistema são determinados os objetivos e ao invés de manter o foco na taxa de lotação dos animais, concentra-se na densidade do estoque e é totalmente flexível. Ou seja, as rotações, alturas de resíduos de pastagem, períodos de descanso e a sazonalidade das pastagens nunca são as mesmas ao longo do ano e de um ano para o outro. Utiliza-se movimentos frequentes e descansos adequados com a recuperação da planta, porém esse sistema necessita de cercas temporárias (WILLIAMS,2016). Alguns pontos para serem considerados nesse sistema são: quanto mais curto o período de pastejo, mais vantajoso será; impedir o sobrepastoreio e deixar um resíduo suficiente para a recuperação da planta; ter piquetes pequenos suficientes para a pastagem uniforme; quanto maior o número de piquetes, melhor será; ter um maior número de piquetes e de tamanho considerável permite períodos de pastejo mais curtos, um tempo de descanso mais longo permitindo a recuperação total da planta e do solo, com melhor deposição de nutrientes, infiltração de água e atividade biológica (WILLIAMS, 2016). Os animais são seletivos e vão optar por comer as plantas mais palatáveis primeiro, deixando as menos palatáveis e que foram pisoteadas de lado, por isso a necessidade de utilização de piquetes menores e movimentos frequentes.

O ponto chave é utilizar apenas metade da forragem em crescimento e deixar a outra metade com períodos de descanso mais longo. Em locais com uma precipitação anual com menos de 355,6 mm, Scott (2019) sugere que o período de descanso de 1 ano não está fora de questão. Em períodos com baixa pluviosidade o pastoreio regenerativo necessita de um manejo adaptativo e de observação.

Nas figuras 3 e 4 são mostrados os impactos dos diferentes sistemas de manejo, com destaque para as vantagens do manejo adaptativo do solo, onde é

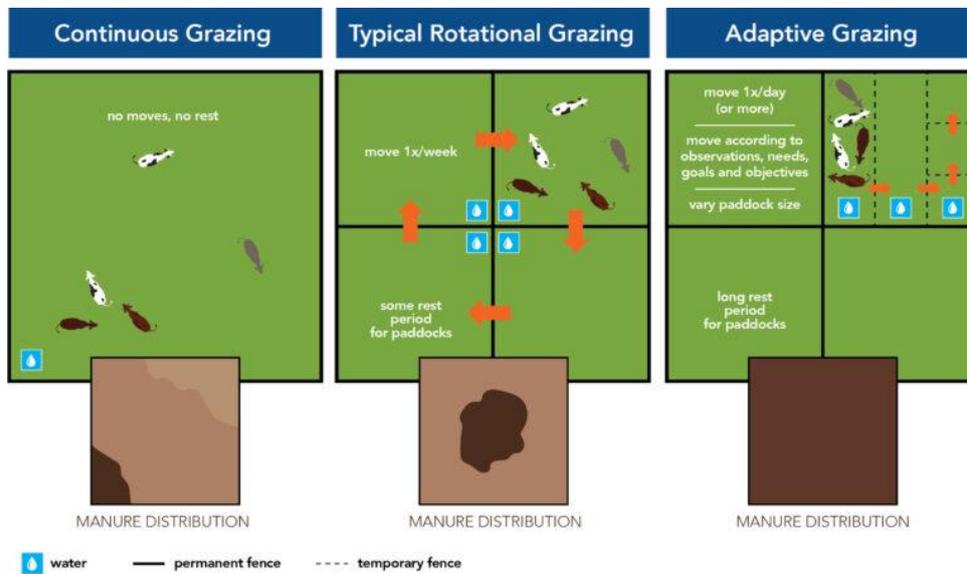
possível fazer uma melhor utilização da área e ter resultados mais satisfatórios em relação a qualidade do solo e desempenho animal.

Figura 03. Tipos de pastejo sobre a qualidade do solo.



Fonte: pastureproject.org

Figura 04. Organização dos sistemas.



Fonte: pastureproject.org

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O pastejo controlado promove um melhor controle na desfolha da forrageira, melhores taxas de acúmulos da pastagem e produção de matéria seca, aumentando a interação dos microrganismos e a fertilidade do solo. Com esse controle é possível maximizar o desempenho individual dos animais.

Portanto, sistemas de pastoreio, quando bem manejados, são grandes aliados para a reconstrução e manutenção da qualidade do solo e a resiliência de processos vitais para que garantam a produtividade e sustentabilidade do ambiente pasto.

REFERÊNCIAS

- ALVES, V.M.C.; VASCONCELLOS, C.A.; FREIRE, F.M.; PITTA, G.V. E.; FRAÇA, G. E.; RODRIGUES FILHO, A.; ARAÚJO, J.M.; VEIRA, J.R.; LOUREIRO, J.E. Milho. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Eds.). *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. aproximação*. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 314-316, 1999.
- ANDERSON, V. J., AND D. D. BRISKE. 1995. Herbivore-induced species replacement in grasslands: is it driven by herbivory tolerance or avoidance. *Ecological Applications* 5:1014–1024.
- BATISTA I, CORREIA MEF, PEREIRA MG, BIELUCZYK W, SCHIAVO JA, MELLO NA. **Caracterização dos agregados em solos sob cultivo no Cerrado**, MS. *Semina*. 2013; 34:1535-48.
- BERTOL, I.; VÁZQUEZ, E.V.; GONZÁLEZ, A.P.; COGO, N.P.; LUCIAN, R.V.; FABIAN, E.L. Sedimentos transportados pela enxurrada em eventos de erosão hídrica em um Nitossolo Háplico. **R. Bras. Ci. Solo**, vol.34, n.1, pp. 245-252, 2010.
- BOT, A.; BENITES, J. **The importance of soil organic matter: key to droughtresistant soil and sustained food and production**. FAO Soil Bulletin, Roma, 2005. 95p. <http://www.fao.org/docrep/009/a0100e/a0100e06.htm#TopOfPage> Acesso em 13 mar. 2013.
- BULLOCK P, FEDEROFF N, JONGERIUS A, STOOPS G, TURSINA T. **Manual para descrição da seção fina do solo**. Wwolvwehampton: Pesquisa Waine: 1985.
- BAYER, C. & MIELNICZUK, J. **Dinâmica e função da matéria orgânica**. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, 2 ed. 7-18, 2008.
- BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo vermelho sob plantio direto. **Pesq. Agrop. Bras.**, v.39, p. 677-683, 2004.
- BONETTI, J de A. **Atributos físicos, hídricos e biológicos de solo e de planta em sistema integrado de produção agropecuária 1/**. 2017. Tese (Doutorado)- Curso de agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,2017.
- BONO, J. A. M.; MACEDO, M. C.; EUCLIDES, V. P. B. Alterações nas propriedades químicas de um latossolo sob pastagem cultivada, após queima. In: VIII SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1996, Brasília. Anais... Brasília: EMBRAPA-CPAC, p. 341-45, 1996.
- BRISKE, D. D., DERNER, J.D, BOWN, J.R, FUHLENDORF, S. D., TEAGUE, W. R., et al. Rotational grazing on rangelands: Reconciliation of perception and experimental evidence. **Society for range management**. January, 2008.
- BUENO, M. C. D., MEIRELLES, M. S. P.; COUTINHO, H. L. C. **Utilização de Redes de Dependência para a Avaliação do Impacto Erosivo da Bacia do Alto Taquari**. In: IV Congresso Brasileiro da Sociedade Brasileira de Informática Aplicada a Agropecuária e à Agroindústria, 2003, Porto Seguro - Bahia. CD-ROM, 2003.

- CARVALHO, J. S., KUNDE, R. J., STÖCKER, C. M., LIMA, A. C. R. & SILVA, J. L. S. 2016. Evolução de atributos físicos, químicos e biológicos em solo hidromórfico sob sistemas de integração lavoura-pecuária no bioma Pampa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 51, 1131-1139.
- CARNEIRO, M.A.C.; CORDEIRO, M.A.S.; ASSIS, P.C.R.; MORAES, E.S.; PEREIRA, H.S.; PAULINO, H.B. & SOUZA, E.D. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Brag.**, v.67, p. 455-462, 2008.
- CLEGG, C. D. Impact of cattle grazing and inorganic fertilizer additions to managed grasslands on the microbial community composition of soils. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 31, n. 1–2, p. 73–82, 2006.
- CONTE, O.; WESP, C.L.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C.F.; LEVIEN, R.; NABINGER, C. Densidade, agregação e frações de carbono de um Argissolo sob pastagem natural submetida a níveis de oferta de forragem por longo tempo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 35, p. 579-587, 2011.
- CORSI, M. Pastagens de alta produtividade. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de. **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 477–494.
- DAVIS, WALT. 2017. **Regenerative Grazing**. <http://waltdavisranch.com/articles/regenerative-grazing>
- DEDECEK, R.A.; RESK, D.V.S. & FREITAS JÚNIOR, E. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. **R. Bras. Ci. Solo**, 10:265-272, 1986.
- DENNY, R. P., AND D. L. BARNES. 1977. Trials of multi-paddock grazing systems on veld. III. A comparison of six grazing procedures at two stocking rates. *Rhodesia Journal of Agricultural Research* 15:129–143.
- DOWHOWER, S. L., TEAGUE, W. R., CASEY, K. D., and DANIEL, R. (2019). Soil greenhouse gas emissions as impacted by soil moisture and temperature under continuous and holistic planned grazing in native tallgrass prairie. **Agric. Ecosyst. Environ.** 286:106647. doi: 10.1016/j.agee.2019.106647.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412p.
- Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG Departamento de Pesquisa - Departamento de Publicações Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - Cidade Nova 31170-000 - Belo Horizonte - MG - Tel.: (31) 3489-5000 - www.epamig.br
- FRANK, D. A., and GROFFMAN, P. A. (1998). Ungulate vs. landscape control of soil C and N processes in grasslands of Yellowstone National Park. *Ecology* 79, 2229–2241.
- FRANZLUEBBERS, A. J.; HANEY, R. L.; HONS, F. M. Relationships of chloroform fumigation-incubation to soil organic matter pools. **Soil Biology and Biochemistry**, Amsterdam, v. 31, n. 3, p. 395–405, 1999.
- GEORGIADIS, N. J., AND S. J. MCNAUGHTON. 1990. Elemental and fiber contents of savanna grasses: variation with grazing, soil type, season and species. *Journal of Applied Ecology* 27:623–634.

- GOMIDE, C.A.M. **Características morfofisiológicas associadas ao manejo do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.)**. 2001. p. 107, Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.
- GRIFFITHS, B. S.; PHILIPPOT, L. Insights into the resistance and resilience of the soil microbial community. **FEMS Microbiology Reviews**, Amsterdam, v. 37, n. 2, p. 112–129, 2013.
- HODGSON, J. **Grazing management – science into practice**. New York: John Wiley & Sons, Inc., Longman Scientific & Technical. 1990. 203p.
<http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/recuperacao-areas>
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **Integração Lavoura Pecuária para a agricultura familiar**. Paraná.
- JAKOBY, O., QUAAS, M. F., BAUMGÄRTNER, S., and FRANK, K. (2015). **Adapting livestock management to spatio-temporal heterogeneity in semi-arid rangelands**. *J. Environ. Manage.* 162, 179–189. doi: 10.1016/j.jenvman.2015.07.047.
- JUNIOR, M, B,G; BARIONI, G,L; VILELA L; BARCELLOS, O, A. Área do piquete e taxa de lotação no pastejo rotacionado. ISSN 1517-1469 Planaltina, DF, dezembro, 2003.
- KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B.; ZIMMER, A.H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. In: SIMPOSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 1999, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, p. 201-234, 1999.
- KLAPP, E. **Prados e pastagens**. 4. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1971. 873p.
- KUAN, H. L. et al. The biological and physical stability and resilience of a selection of Scottish soils to stresses. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v. 58, n. 3, p. 811–821, 2007.
- LENZI, A. **Desempenho animal e produção de forragem em dois sistemas de uso da pastagem: Pastejo contínuo e pastoreio racional Voisin**. 2003. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, dezembro 2003.
- LOVELL, R. D.; JARVIS, S. C. Effects of urine on soil microbial biomass, methanogenesis, nitrification and denitrification in grassland soils. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 186, p. 265–273, 1996.
- MACEDO, M. C. M. Pastagens nos ecossistemas de cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIRAS, 1995, Brasília, DF. Anais... Brasília: SBZ, 1995. p. 28-62.
- MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H. Sistemas pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In: FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A. (Eds.) **Simpósio Sobre Ecossistemas das Pastagens**, 2, 1993. Jaboticabal. **Anais Jaboticabal: FUNEP: UNESP**, 1993, p.216-245.
- MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; OLIVEIRA, M. P. Seasonal changes in the chemical composition of cultivated tropical grasses in the savanas of Brazil. In:

INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. Proceedings Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993. v. 3, p. 2000-2002.

-MACEDO, M. C. M.. 1999. Degradação de Pastagens: Conceitos e Métodos de Recuperação. In: Anais do Simpósio Sustentabilidade da Pecuária de Leite no Brasil. Editado por Vilela, Duarte; Martins, Carlos Eugênio; Bressan, Matheus e Carvalho, Limírio de Almeida. Embrapa Gado de Leite. p.137-150.

-MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens. 2000. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 62, Embrapa Gado de Corte, 4 p.

-MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 2000. 4 p. (Comunicado Técnico, 62).

-MACEDO, M.C.M. 2001 a. Degradação de pastagens: conceitos, alternativas e métodos de recuperação. Curso de Pastagens, Maio de 2001, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, Impresso 12p.

-MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **R. Bras. Zoot.**, v.38, p.133-146, 2009.

-MARASCHIN, G. E. Sistemas de pastejo 1. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de. **Pastagens: Fundamentos da Exploração Racional**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 337–376.

-MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London, Academic Press, 1995. p.508-536.

-MARTINS, S. G.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; NORTON, L. D.; FONSECA, S. Rainfall erosivity and rainfall return period in the experimental watershed of Aracruz, in the Coastal plain of Espírito Santo, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.34, p.999-1004, 2010.

-MATCHES, A.G. 1970. **Pasture research methods**, In: NATIONAL CONFERENCE ON FORRAGE QUALITY EVALUATION AND UTILIZATION, Lincoln, Nebraska, 1969. Proceeding... Lincon, Nebraska Center for Continuing Education. P. 1-132.

-MCNAUGHTON, S. J. 1984. Grazing lawns: animals in herds, plant form, and coevolution. **American Naturalist** 124:863–886.

-MEIRELLES, M.N. Degradação de pastagens critérios de avaliação, In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 2., 1993, Nova Odessa, SP. Anais... Nova Odessa. p.27-40, 1993.

-MELO TR, Pereira MG, BRBOSA GMC, SILVA NETO EC, Andrello AC, FILHO JT. A agregação biogênica intensifica a melhoria do solo causada por manures. **Land Till Res.** 2019;190:186-93.

-MELO, F. V. et al. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Boletim Informativo da SBCS Biologia do solo**. Janeiro - abril 2009.

-MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA.

- MOREIRA, F.M. de S.; SIQUEIRA, J.O. Matéria Orgânica do Solo. In: MOREIRA, F.M. de S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras, 203-261, 2006.
- MOTAVALLI, P.P., C.A. PALM, E.T. ELLIOTT, S.D. FREY, and P.C. SMITHSON. 1995. Nitrogen mineralization in humid tropical forest soils: Mineralogy, texture, and measured nitrogen fractions. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 59:1168–1175.
- MÜLLER, M.M.L.; CECCON, G. & ROSOLEM, C.A. Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. **R. Bras. Ci. Solo**, 25:531-538, 2001.
- Nasa aponta que Brasil usa 7,6% do seu território com lavouras - Revista Globo Rural | Agricultura.
- NUNES, A. N.; ALMEIDA, A. C.; COELHO, C. O. A. **Impacts of land use and cover type on runoff and soil erosion in a marginal area of Portugal**. Applied Geography, v.31. p.687-699, 2011.
- PARK, J., ALE, S., and TEAGUE, W. R. (2017). Simulated water quality effects of.
- PARK, JONG-YOON, SRINIVASULU ALE, W. RICHARD TEAGUE, and JAEHAK JEONG. 2017. Evaluating the ranch and watershed scale impacts of using traditional and adaptive multipaddock grazing on runoff, sediment and nutrient losses in North Texas, USA. Agriculture, Ecosystems and Environment. Vol. 240. p. 32-44.
- Pastagens no Trópico Úmido / Moacyr Bernardino Dias-Filho e Carlos Maurício Soares de Andrade. – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006.
- PECENKA, J. R., and LUNDGREN, J. G. (2019). Effects of herd management and the use of ivermectin on dung arthropod communities in grasslands. Basic Appl. Ecol. 40, 1–11. doi: 10.1016/j.baae.2019.07.006.
- PERON, A.J.; EVANGELISTA, A.R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. Revista **Ciências agrotecnica**, v. 28, n. 3, p. 655-661, 2004.
- PERON, J, A & EVANGELISTA, R,A. Degradação de Pastagens em Regiões do Cerrado. **Zootecnia E Veterinária** • Ciênc. agrotec. 28 (3) • Jun 2014.
- PULLEMAN MM, SIX J, Marinissen JCY, JONGMANS AG. Minhocas e manejo afetam a incorporação de matéria orgânica e a formação de microagressões em solos agrícolas. **Appl Soil Ecol.**2005;29:1-15.
- RINEHART, L. Building healthy Pasture soils. **ATTRA Sustainable Agriculture**, 2017. www.attra.ncat.org.
- ROSOLEM, C.A.; VALE, L.S.R.; GRASSI FILHO, H. & MORAES, M.H. Sistema radicular e nutrição do milho em função da calagem e da compactação do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, 18:491-497, 1994.
- SANTOS, M. V.; MAIA, L. C. Bioindicadores de qualidade do solo. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, vol. 10, p.195-223, 2013. MELO, F. V. et al.
- SARMENTO, P.; RODRIGUES, L.R. de A.; CRUZ, M.C.P. da; LUGÃO, S.M.B.; CAMPOS, F.P. de; CENTURION, J.F.; FERREIRA, M.E. Atributos químicos e físicos de um Argissolo

cultivado com *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio, sob lotação rotacionada e adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.183-193, 2008.

-SAVORY, A., and BUTTERFIELD, J. (2016). **Holistic Management**, 3rd Edn. Washington, DC: Island Press.

-SCOTT, DAVE, NCAT Agricultural Specialist. 2019 Personal Communication.

-SILVA, A.M. & ALVARES, C.A. **Erodibilidade dos solos paulistas**: levantamento de informações e estruturação de um banco de dados. *Geociências*, v. 2, 2005.

-SILVA, A.P. da; IMHOFF, S.; CORSI, M. Evaluation of soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. **Soil Tillage and Research**, v.70, p.83-90, 2003.

-SIQUEIRA, O. J; MOREIRA, S. M. F.; GRISI, M. B. et al. Microrganismos e Processos Biológicos do Solo: perspectiva ambiental. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Brasília/ DF, 1994.

-Society for Range Management. 1998. Glossary of terms used in range management. 4th ed. Edited by the Glossary Update Task Group.

-SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINO, H.B.; SILVA, C.A.; BUZETTI, S. Alterações nas frações do carbono em um neossolo quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso do solo. **Acta Sci. Agron.**, v.28, p. 305-311, 2006.

-SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C.F.; ANDRIGUETTI, M.; CAO, E. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.33, p. 1829-1836, 2009.

-STANLEY, P. L., ROWNTREE, J. E., BEEDE, D. K., DELONGE, M. S., and HAMM, M. W. (2018). Impacts of soil carbon sequestration on life cycle greenhouse gas emissions in Midwestern USA beef finishing systems. *Agric. Syst.* 162, 249–258.doi: 10.1016/j.agsy.2018.02.003.

-TEAGUE, R., PROVENZA, F., KREUTER, U., STEFFENS, T., and BARNES, M. (2013). Multi-paddock grazing on rangelands: why the perceptual dichotomy between research results and rancher experience *J. Environ. Manage.* 128, 699–717.doi: 10.1016/j.jenvman.2013.05.064.

-TEAGUE, RICHARD, FRED PROVENZA, BRIEN NORTON, TIM STEFFENS, MATTHEW BARNES, Mort Kothmann, and Roy Roath. 2008. Chapter 1, Benefits of Multi-paddock Grazing Management on Rangelands: Limitations of Experimental Grazing Research and Knowledge Gaps, in *Grasslands: Ecology, Management and Restoration*. Hans G. Schroder, Editor. Nova Science Publishers, Inc. [www.researchgate.net/publication/285918973](http://www.researchgate.net/publication/285918973_Benefits_of_multi-paddock_grazing_management_on_rangelands_limitations_of_experimental_grazing_research_and_knowledge_gaps) Benefits of multi-paddock grazing management on rangelands limitations of experimental grazing research and knowledge gaps.

-TERRA, D. F. **Matéria orgânica do solo sob sistemas de manejo e uso no cerrado**.2013. Dissertação (Mestre em Agronomia)- Universidade federal de Goiás /Campus Jataí- Programa de pós graduação em Agronomia, 2013.

-TRICART, J. **Ecodinâmica**. FIBGE – SUPREN, Rio de Janeiro, 1977.

-UnderstandingAg, LLC RAY ARCHULETA, GABE BROWN, SHANE NEW, and ALLEN WILLIAMS. <https://understandingag.com>

-VASCONCELOS FROTA, P. (2012). **PROCESSO EROSIVO E A RETIRADA DA VEGETAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE ORÓS – CE.** *REVISTA GEONORTE*, 3(6),1472-Recuperado de <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2046>

-VEZZANI, F.M. & MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **R. Bras. Ci. Solo**, v.35, p.213-223, 2011.

-WALKER, J. W., R. K. HEITSCHMIDT, E. A. DE MORAES, M. W. KOTHMANN, AND S. L. DOWHOWER. 1989. Quality and botanical composition of cattle diets under rotational and continuous grazing treatments. *Journal of Range Management* 42:239–242.

-WALLER, R. A.; SALE, P. W. G.; SAUL, G. R.; KEARNEY, G. A. Tactical versus continuous stocking in perennial ryegrass-subterranean clover pasture grazed by sheep in south-western Victoria. 3. Herbage nutritive characteristics and animal production. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 41 (8), p. 1121 – 1131, 2001.

-WERNER, J.C., PAULINHO, V.T.P., H., ANDRADE, N. de O., QUAGGIO, J.A. Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo, 2. Ed. Campinas, Instituto Agrônômico e Fundação IAC., 1996. p. 263-273.

-WILLIAMS, ALLEN. 2015. Recent Data Supports Soil Health Benefits of Adaptive High Stock Density Grazing. Grassfed Exchange. www.bdafarm.com/recent-data-supports-soil-health-benefits-of-adaptive-high-stock-density-grazing.

-WILLIAMS, ALLEN. 2019. Personal Communication.

-ZANINE, A, M; SANTOS, M, E; FERREIRA, J, S. Possíveis causas da degradação de pastagens. REDVET. **Revista eletrônica de Veterinária**, vol. VI, Nº 11, novembro, 2005, pp. 1-23, Málaga España.

-ZIMMER, A.H.; VERZIGNASSI, J.R.; LAURA, V.A.; VALLE, C.B.; JANK, L.; MACEDO, M.C.M. Escolha das forrageiras e qualidade de sementes. In: CURSO: FORMAÇÃO, RECUPERAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS, 2007, Campo Grande. Palestras apresentadas. Campo Grande: EMBRAPA-CNPQC. 2008. P.22-46.