Forragicultura

Base da Pecuária Sustentável

Material didático



Rangel Fernandes Pacheco
Autor

INSTITUTO FEDERAL
Farroupilha

INSTITUTO FEDERAL
Farroupilha

Forragicultura
Base da Pecuária Sustentável

Rangel Fernandes Pacheco
Autor

Frederico Westphalen - RS
2025

Direitos reservados para o(s) autor(es), protegidos pela Lei 9610/98. Todos os direitos reservados. Permitida a reprodução, no todo ou em parte desde que citada a fonte.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Pacheco, Rangel Fernandes
Forragicultura [livro eletrônico] : base da pecuária sustentável / Rangel Fernandes Pacheco. -- Frederico Westphalen, RS : Ed. do Autor, 2025.
PDF

Bibliografia.
ISBN 978-65-01-34892-6

1. Agropecuária 2. Pastagens 3. Pecuária 4. Sustentabilidade ambiental I. Título.

25-255063 CDD-637.181

Índices para catálogo sistemático:

1. Agropecuária sustentável : Tecnologia agrícola 637.181

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

ISBN: 978-65-01-34892-6

9 786501 348926

Em etapas de pesquisa, estruturação, organização dos tópicos e revisão dos conteúdos, foi utilizado IA com ChatGPT e NotebookLM.

Esta obra foi possível graças ao Instituto Federal Farroupilha

Instituto Federal Farroupilha Campus Frederico Westphalen
BR 386, Km 40 Campus, IFFar Frederico Westphalen - RS.
Tel.: (55) 3744-8900
rangel.pacheco@iffarroupilha.edu.br

AUTOR E ORGANIZADOR

Rangel Fernandes Pacheco

Zootecnista, formado pela Universidade Federal de Santa Maria, com Mestrado e Doutorado em Zootecnia pela mesma instituição. As principais áreas de atuação concentram-se em forragicultura e pastagens; análise de sistemas pecuários e produção de bovinos de corte. Atualmente é professor no Instituto Federal Farroupilha Campus Frederico Westphalen.

Instituto Federal Farroupilha Campus Frederico Westphalen
BR 386, Km 40 Campus, IFFar Frederico Westphalen - RS.
Tel.: (55) 3744-8900
rangel.pacheco@iffarroupilha.edu.br

Apresentação

Este livro foi desenvolvido para oferecer aos estudantes e profissionais do setor agropecuário uma visão ampla e integrada sobre o papel das pastagens na produção animal sustentável no sul do Brasil. Abordando desde a relevância ambiental a econômica das pastagens e o seu posicionamento frente ao atual cenário pecuário.

O material reúne conceitos fundamentais e exemplos práticos que ajudam a compreender como o manejo correto das pastagens pode influenciar diretamente a rentabilidade e a conservação dos recursos naturais, tornando-se assim uma leitura essencial para quem deseja aprofundar seus conhecimentos em forragicultura e promover sistemas agropecuários mais resilientes e eficientes.

Rangel Fernandes Pacheco
Autor



Sumário

CAPÍTULO 1 - PASTAGENS E SUA IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA E ECONÔMICA 09

OBJETIVOS

IMPORTÂNCIA GLOBAL DO RECURSO PASTO
- Sistemas Pastoris e Seus Desafios
- Sustentabilidade e Serviços Ambientais

PASTAGENS E PECUÁRIA NO RIO GRANDE DO SUL
- Desafios e Oportunidades no Manejo das Pastagens
- Importância Econômica e Social das Pastagens

POLITICAS PÚBLICAS E SUSTENTABILIDADE
- Principais ações do ABC+ no Manejo de Pastagens

CONCLUSÕES

REFERÊNCIAS

CAPÍTULO 2 - MORFOLOGIA E TAXONOMIA DAS PLANTAS FORRAGEIRAS 19

OBJETIVOS

MORFOLOGIA DAS FORRAGEIRAS
- Estrutura e Características das Gramíneas Forrageiras
- Estrutura e Características das Leguminosas Forrageiras
- Diferenças Morfológicas entre Gramíneas e Leguminosas

CLASSIFICAÇÃO DAS FORRAGEIRAS
- Ciclo Fotossintético
- Ciclo Vegetativo
- Ferramentas para Reconhecimento em Campo

CONCLUSÕES

REFERÊNCIAS

CAPÍTULO 3 - PASTAGENS NATURAIS DO SUL DO BRASIL 26

OBJETIVOS

CAMPOS DO SUL DO BRASIL
- Pampa Gaúcho

ESPÉCIES FORRAGEIRAS NATIVAS

POTENCIALIDADE DAS PASTAGENS NATURAIS
- Impacto na Cadeia Produtiva Gaúcha
- Práticas Sustentáveis de Manejo para Pastagens Naturais
- Respostas do Ajuste de Lotação na Pastagem Natural
- Correção da fertilidade
- Sobressemeadura de Espécies Hibernais
- Controle de Espécies Invasoras

CONCLUSÕES

REFERÊNCIAS

CAPÍTULO 4 - PASTAGENS CULTIVADAS DE ESTAÇÃO QUENTE 49

OBJETIVOS

GRAMÍNEAS CULTIVADAS PERENES DE CLIMA TROPICAL
- *Brachiarias*
- *Panicum maximum*
- *Cynodons*
- Capins Elefantes (*Cenchrus purpureus*)

GRAMÍNEAS ANUAIS TROPICAIS
- Milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke)
- Sorgo Forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)
- Capim-Sudão (*Sorghum sudanense*)

CONCLUSÕES

REFERÊNCIAS

CAPÍTULO 5 - PASTAGENS CULTIVADAS DE ESTAÇÃO FRIA 69

OBJETIVOS

GRAMÍNEAS DE CLIMA FRIO
- Aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.)
- Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.)
- Trigo de Duplo Propósito (*Triticum aestivum* L.)
- Centeio (*Secale cereale* L.) e Triticale (*Triticosecale Wittmack*)
- Festuca (*Festuca arundinacea*)

LEGUMINOSAS
- Alfafa (*Medicago sativa*)
- Amendoim Forrageiro (*Arachis pintoi*)
- Trevo-branco (*Trifolium repens*)
- Trevo-vermelho (*Trifolium pratense*)
- Cornichão (*Lotus corniculatus*)

CONSÓRCIOS DE LEGUMINOSAS E GRAMÍNEAS
- Manejo e implantação de leguminosas
- Exemplos de consórcios entre gramíneas e leguminosas

CONCLUSÕES

REFERÊNCIAS

CAPÍTULO 6 - IMPLANTAÇÃO DE PASTAGENS E PLANEJAMENTO FORRAGEIRO 85

OBJETIVOS

PREPARAÇÃO DO SOLO E PLANTIO
- Análise e correção do solo

PLANTIO DE PASTAGEM
- Métodos de preparo do solo
- Semeadura
- Plantio (forma vegetativa)
- Sobressemeadura

PLANEJAMENTO FORRAGEIRO ANUAL
- Fatores que Influenciam o Planejamento
- Etapas do Planejamento
- Desafios do Planejamento Forrageiro
- Estratégias para o Período do "Vazio Forrageiro"
- Monitoramento da Qualidade das Pastagens

CONCLUSÕES

REFERÊNCIAS

CAPÍTULO 7 - METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS 106

OBJETIVOS

ESTIMATIVAS NAS PASTAGENS
- Massa de forragem
- Taxa de acúmulo de forragem
- Altura do dossel do pasto
- Sensoriamento remoto
- Análises qualitativas das pastagens

CONCLUSÕES

REFERÊNCIAS

CAPÍTULO 8 - MANEJO DE PASTAGENS E MÉTODOS DE PASTOREIO 127

OBJETIVOS

AJUSTE DE LOTAÇÃO VARIÁVEL

METAS PARA MANEJO DE PASTAGENS
- Conceito de Altura de Referência
- Conceito para altura de rebaixamento da pastagem ou resíduo pós-pastejo
- Implicações do Manejo Baseado na Altura da Pastagem

MÉTODOS DE PASTOREIO
- Pastoreio contínuo
- Pastoreio Racional *Voisin* (PRV)
- Pastoreio rotacionado ou rotativo
- Pastoreio rotatínuo
- Diferimento

CONCLUSÕES

REFERÊNCIAS

CAPÍTULO 9 - FORRAGENS CONSERVADAS 137

OBJETIVOS

ENSILAGEM
- Etapas do Processo de Ensilagem
- Alterações na Composição Química da Planta
- Tipos e Dimensionamento de Silos
- Principais Plantas Forrageiras para Ensilagem
- Impacto da Qualidade da Silagem na Saúde Animal

FENAÇÃO
- Processo de Fenação

PRÉ-SECADOS

SILAGEM DE GRÃO ÚMIDO
- Processo de ensilagem

ADITIVOS PARA SILAGENS

CONCLUSÕES

REFERÊNCIAS

CAPÍTULO 10 - O NEGÓCIO PASTO **169**

OBJETIVOS

AS PASTAGENS COMO ATIVO ECONÔMICO
- Conceito de Ativo e Investimento na Pecuária
- Valor Econômico das Pastagens

INDICADORES TÉCNICOS
- Lotação
- Ganho Médio Diário (GMD)
- Nível de Investimento
- Preço de Comercialização

RELAÇÃO ENTRE INDICADORES TÉCNICOS

CONCLUSÕES

REFERÊNCIAS

CAPÍTULO 1

Pastagens e sua Importância Ecológica e Econômica

As pastagens são essenciais para a produção agropecuária em escala global, especialmente em regiões como o sul do Brasil, onde a pecuária depende fortemente dessas áreas. O manejo adequado das pastagens permite que a produção animal ocorra de forma sustentável, garantindo a regeneração dos recursos naturais e a preservação dos ecossistemas.

Globalmente, 26% da superfície terrestre livre de gelo é ocupada com pastagens, muitas delas em áreas naturais, esses ecossistemas, compostos por vegetações adaptadas ao pastejo e à seca, desempenham um papel fundamental no equilíbrio ecológico, ao promover a biodiversidade, a retenção de carbono e a ciclagem de nutrientes. Em muitos desses locais no planeta, não há outra alternativa de ocupação do território para geração de alimentos que não seja com a pecuária a pasto.



OBJETIVOS

Pastagens e sua Importância Ecológica e Econômica

- Analisar a distribuição e a importância global das pastagens.
- Investigar os desafios e oportunidades dos sistemas pastoris.
- Avaliar o papel das pastagens na sustentabilidade e nos serviços ambientais.
- Destacar a relevância econômica e social das pastagens no contexto regional.
- Discutir as políticas públicas e estratégias tecnológicas.



1. IMPORTÂNCIA GLOBAL DO RECURSO PASTO

As pastagens estão distribuídas em diversos biomas, incluindo as savanas, pampas e prados temperados, e variam em composição e uso, dependendo das condições climáticas e do manejo (Figura 1). No Brasil, elas representam a base da alimentação dos rebanhos e são o elo fundamental entre o incremento produtivo e a conservação ambiental que tanto vem sendo discutido a nível mundial nos diferentes setores econômicos.

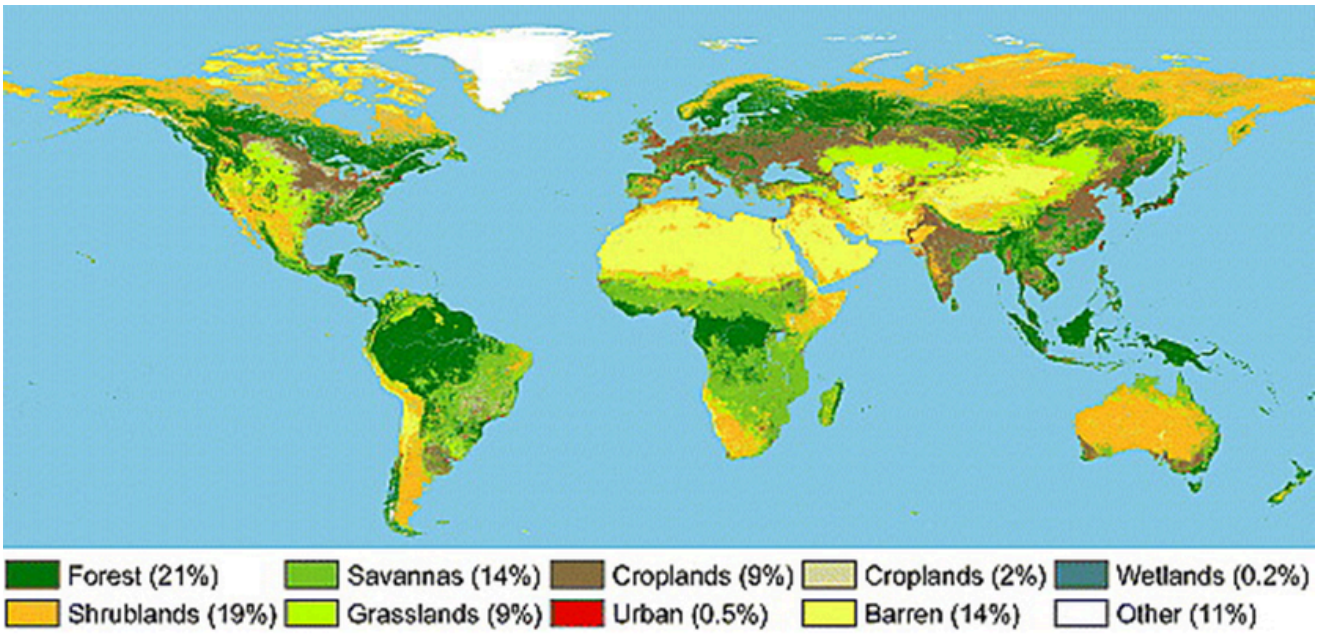


Figura 1 - Distribuição global da cobertura do solo com base em dados de satélite MODIS (1 km) usando o modelo de cobertura do solo do Programa Internacional Geosfera Biosfera preparadas pela Universidade de Boston (Earth Observing System (EOS) Data Gateway). Fonte: SCALON et al. 2007.

1.1. Sistemas Pastoris e Seus Desafios

Segundo a FAO (2023), as pastagens não apenas são extensivamente utilizadas, mas também representam uma fonte significativa de emissão de gases de efeito estufa (GEE), principalmente devido ao metano produzido de fermentação entérica dos animais ruminantes (Figura 2). No entanto, práticas de manejo sustentável podem mitigar esses impactos e, em alguns casos, até promover o sequestro de carbono (FAO 2023).

Diante disso, há um compromisso ambiental e moral da pecuária com o planeta para promover uma intensificação sustentável, visando aumentar a produtividade sem ampliar a área de uso, prática necessária para reduzir a degradação de biomas e preservar a biodiversidade (CARVALHO et al. 2019). Essas práticas incluem a integração de sistemas agropecuários, rotação de pastagens, ajuste de carga animal, e a adubação controlada, que permitem um manejo mais eficiente das pastagens (FAO, 2023).

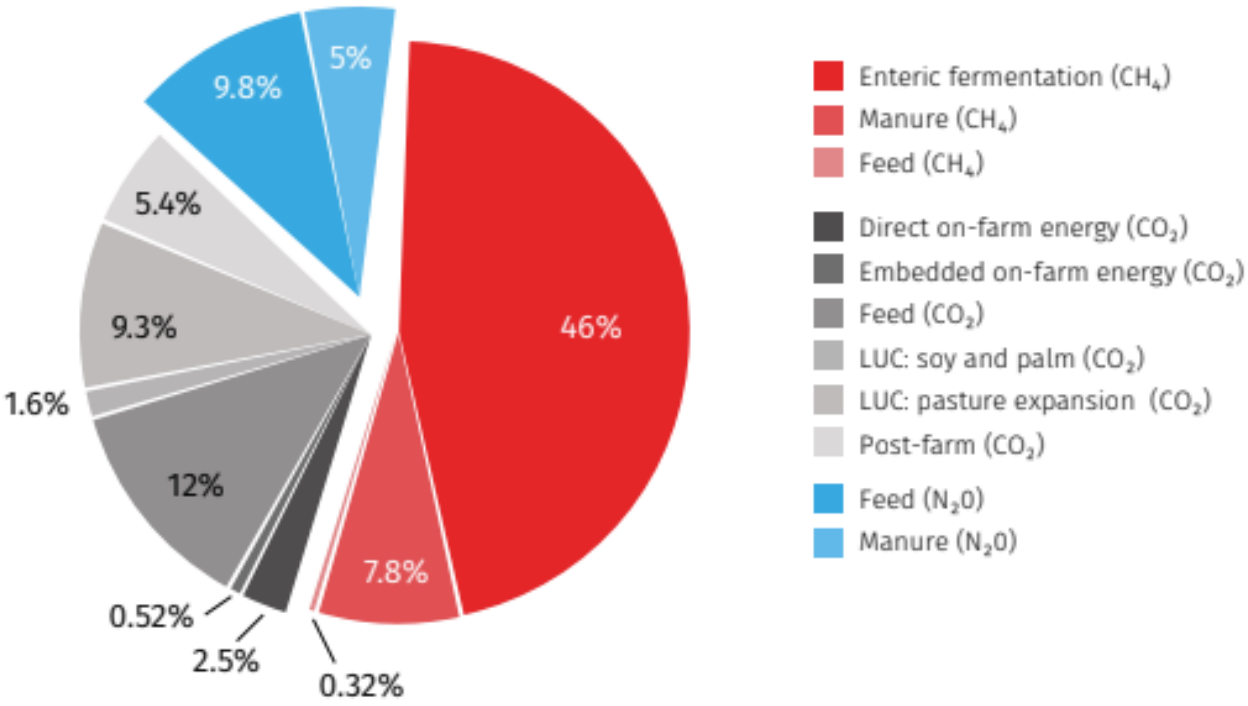


Figura 3 - Percentuais de emissões de GEE em função da origem. CH4 = metano, N2O = óxido nitroso, CO2= dióxido de carbono, LUC = mudança no uso da terra.. Adaptado de FAO (2023).

1.2. Sustentabilidade e Serviços Ambientais

As pastagens desempenham papel ecologicamente importante e que vão além da produção animal, elas contribuem para o sequestro de carbono, processo no qual o solo armazena carbono retirado da atmosfera, auxiliando na mitigação das mudanças climáticas (FAO, 2023). Esse benefício, no entanto, depende do manejo apropriado das pastagens, pois a sobrecarga de animais e o manejo inadequado podem levar à degradação do solo e à liberação de carbono de volta à atmosfera (CARVALHO et al., 2015).

Além do impacto ambiental, temos um efeito econômico da pecuária a pasto muito significativo, isso porque sistemas pecuários baseados em pastagens podem alcançar uma combinação vantajosa no âmbito bioeconômico. Estudos comparativos indicam que, em condições climáticas semelhantes, o uso intensivo de pastagem é mais rentável do que sistemas confinados – por exemplo, em Irlanda, cada dia extra de pastejo pode aumentar a rentabilidade em cerca de 2,70 unidades monetárias por vaca (KENEDY et al. 2005). Além disso, a utilização de pastagens reduz o consumo de energia não renovável e diminui as emissões de gases de efeito estufa: sistemas neozelandeses, por exemplo, atingem 0,7 kg CO_2 eq/kg de leite em comparação com 1,2 kg CO_2 eq/kg em sistemas convencionais intensivos.

No estudo de PEYRAUD, (2011), o autor destaca a importância dos consórcios multi-espécies – como a integração de gramíneas com leguminosas – para maximizar a eficiência do sistema. Experimentos indicaram que pastagens mistas, como as de grama e trevo, aumentam a ingestão voluntária e o rendimento de leite, sendo capazes de elevar a produção diária em até 1,5 kg por vaca. A pesquisa aponta que essas combinações ajudam a manter uma qualidade nutricional mais estável ao longo do período de crescimento do pasto, além de reduzir a necessidade de adubação nitrogenada, o que diminui os custos e os impactos ambientais, como a lixiviação de nitrato e o consumo de energia associado à produção e transporte de fertilizantes (PEYRAUD 2011).

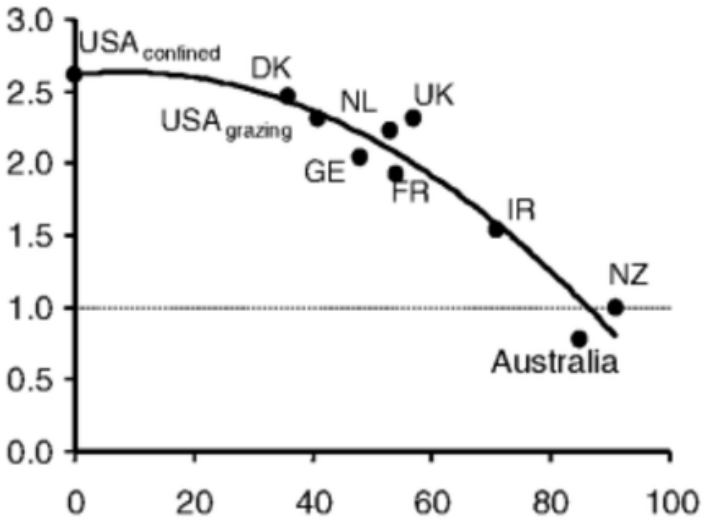


Figura 3 - Relação do custo total (expresso em relação aos custos da Nova Zelândia) da produção de leite de acordo com a proporção de pasto nas dietas anuais das vacas (adaptado de PEYRAUD 2011).

2. PASTAGENS E PECUÁRIA NO RIO GRANDE DO SUL

O perfil agropecuário do Estado é altamente dependente da pecuária, especialmente nas regiões da Campanha, Fronteira Oeste e Sul, onde predominam grandes propriedades rurais. Aproximadamente 42% da área total dos estabelecimentos agropecuários é destinada a pastagens, sendo a maior parte composta por pastagens naturais (CARVALHO et al. 2019). Esse recurso natural sustenta não apenas a produção de carne e leite, mas também a criação de ovinos, atividade relevante para as comunidades locais.

2.1. Desafios e Oportunidades no Manejo das Pastagens

A adoção de tecnologias que aumentam a produtividade das pastagens sem a necessidade de expansão das áreas é fundamental para a sustentabilidade do sistema, como já discutido. No entanto, temos visto ao longo de décadas processos intensivos de transformação do território, principalmente da vegetação natural, desafiando a pecuária gaúcha a encontrar o equilíbrio entre aspectos ambientais e produtivos.

2.2. Importância Econômica e Social das Pastagens

Segundo o último Censo Agropecuário 2017, no Rio Grande do Sul existiam em 2017, 365.094 estabelecimentos agropecuários, que ocupavam uma área de aproximadamente 21,7 milhões de hectares. Desse total, em torno de 42% da área dos estabelecimentos eram ocupados por pastagens e 36% por lavouras permanentes e temporárias (Figura 4).

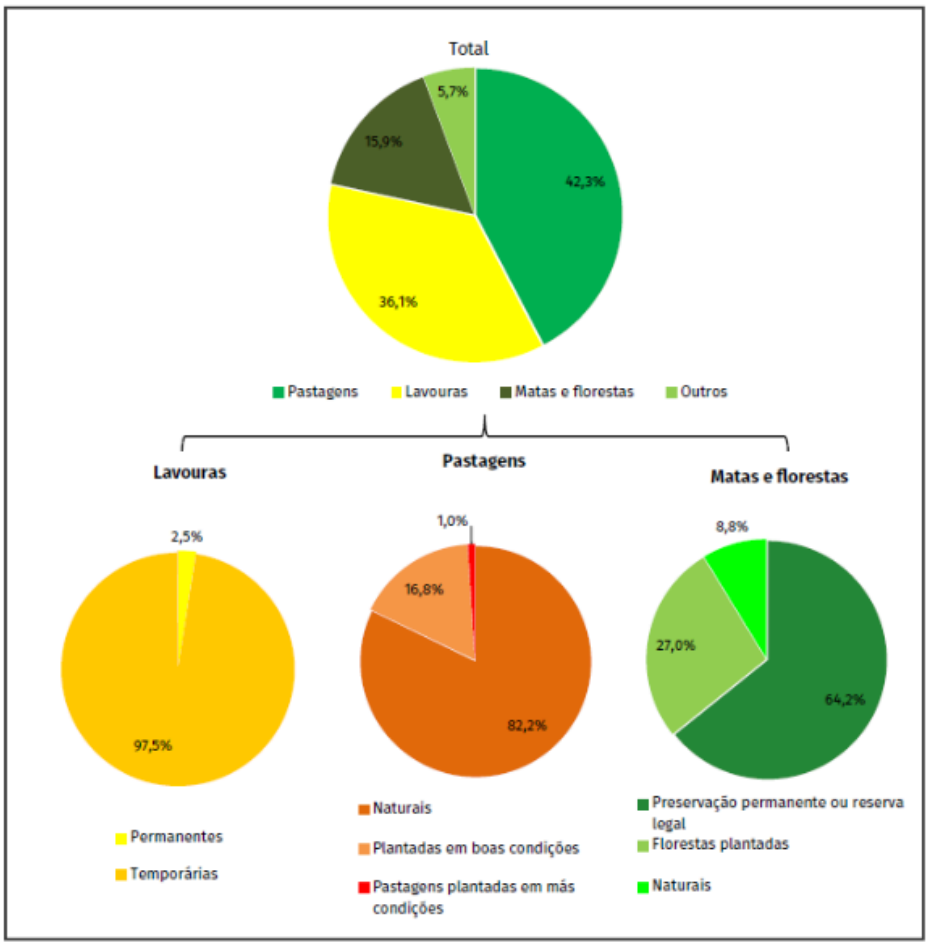


Figura 4 - Uso do solo nos estabelecimentos agropecuários do Rio Grande do Sul ---- 2017. Adaptado de Censo Agropecuário 2017 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2020).

O Censo Agropecuário de 2017 também evidenciou que mais de 60% dos estabelecimentos rurais possuíam menos de 20 hectares e, em conjunto, esses estabelecimentos ocupavam apenas 8,6% da área agropecuária. A produção animal baseada em pastagens contribui com aproximadamente 23% do Valor Adicionado Bruto (VAB) do setor agropecuário do Estado (FELIX et al. 2022), evidenciando a importância da geração de tecnologias voltadas ao manejo/conservação de pastagens e a difusão dela no território gaúcho como alternativa para incremento de produtividade e renda, principalmente aos pequenos produtores rurais.

3. POLITICAS PÚBLICAS E SUSTENTABILIDADE

Como parte dos compromissos assumidos pelo Brasil para reduzir o impacto ambiental e conter o aquecimento global, após a COP26 o país estabeleceu meta de redução de 50% das emissões de GEE até 2030 e a neutralidade de carbono até 2050. Compromisso que exigirá uma frente ampla de geração de pesquisas e tecnologias que visem avaliar de que forma setores como a pecuária e as pastagens afetam as emissões de GEE e poderão contribuir para a redução de suas emissões e adaptação as mudanças climáticas.

Uma das principais políticas públicas voltadas a sustentabilidade em nível nacional e que tem nas pastagens o lastro para o desenvolvimento tecnológico é o Plano ABC+ (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Além desse plano, há um movimento contundente de vários grupos de pesquisa do país gerando hipóteses e buscando respostas de como as pastagens impactam as emissões de GEE e como elas poderão contribuir para tornar os sistemas pecuários mais sustentáveis e resilientes as mudanças climáticas.

O Plano ABC, elaborado pelo governo brasileiro, integra práticas de manejo sustentável nas áreas agrícolas e pecuárias para mitigar as emissões de GEE no setor agropecuário. Ele representa uma continuação e expansão do Plano ABC (2010-2020), que foi um marco na promoção da sustentabilidade na agropecuária brasileira. A primeira fase do plano contribuiu para a adoção de práticas de baixa emissão de carbono, alcançando cerca de 52 milhões de hectares com tecnologias sustentáveis. Esse resultado embasou as metas e práticas para a segunda fase, ampliando o escopo do plano com novas estratégias e objetivos até 2030.

Além das práticas de recuperação de pastagens e integração lavoura pecuária floresta (ILPF), o plano incorpora inovações, como o uso de bioinsumos, que visam reduzir a dependência de produtos químicos e melhorar a resiliência do solo frente às mudanças climáticas. Esse histórico demonstra como o plano evoluiu com base em evidências científicas e com o apoio de estudos de sustentabilidade e conservação ambiental, que atestam a eficiência de técnicas de manejo integrado para mitigar os impactos climáticos no setor agropecuário.

3.1. Principais ações do ABC+ no manejo de pastagens

- Recuperação de Pastagens Degradadas: A recuperação de áreas degradadas é fundamental para restaurar a capacidade produtiva e ecológica do solo. Estudos demonstram que pastagens bem manejadas promovem o aumento de matéria orgânica no solo, o que contribui para a retenção de carbono e a melhoria da fertilidade do solo. Esse processo é essencial para evitar a expansão agrícola sobre áreas naturais e reduzir o impacto ambiental.

- Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF): A ILPF é uma estratégia que integra diferentes sistemas produtivos em uma mesma área, com o objetivo de otimizar o uso dos recursos naturais. A inclusão de árvores em sistemas de pastagens, por exemplo, não só diversifica a produção, mas também melhora o microclima e aumenta a capacidade de retenção de água no solo. Essa prática, respaldada por pesquisas agronômicas e ambientais, é reconhecida por sua eficiência no sequestro de carbono e na redução das emissões de metano e óxido nitroso.

- Uso de Bioinsumos e Adubação Verde: O plano incentiva a substituição de insumos químicos por bioinsumos e a prática da adubação verde, que consiste na incorporação de plantas de cobertura ao solo para enriquecê-lo naturalmente com nutrientes. Essas práticas estão associadas à redução das emissões de GEE e à melhoria da estrutura e saúde do solo, criando um sistema mais resiliente e adaptado às variações climáticas.

O ABC+ reflete um avanço nas políticas de baixo carbono, ao incorporar o conhecimento científico nas práticas de manejo e ao alinhar a produção agropecuária com as demandas ambientais globais. Essas práticas, fundamentadas em pesquisas sobre sustentabilidade e mudanças climáticas, destacam o papel das pastagens no ciclo de carbono e na sustentabilidade do setor agropecuário.

Alguns dos estudos que dão suporte à práticas sustentáveis na pecuária, vem sendo desenvolvidos por grupos de pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), as quais tem mostrado que o manejo adequado das pastagens naturais do RS podem não só reduzir a emissão de GEE como também mitigá-las. Segundo CARVALHO et al. (2019), os resultados dessas pesquisas indicam que práticas como o ajuste da lotação por meio da oferta de forragem (8 e 8-12% PV/dia) seria capaz de associar a boa produção pecuária a baixa emissão e/ou até mesmo remoção de GEE da atmosfera e fixação no solo. Os autores destacam que os manejos que menos emite GEE é também o que permite maior produtividade animal, o que evidência ser possível conciliar produção animal com conservação ambiental e serviços ecossistêmicos.

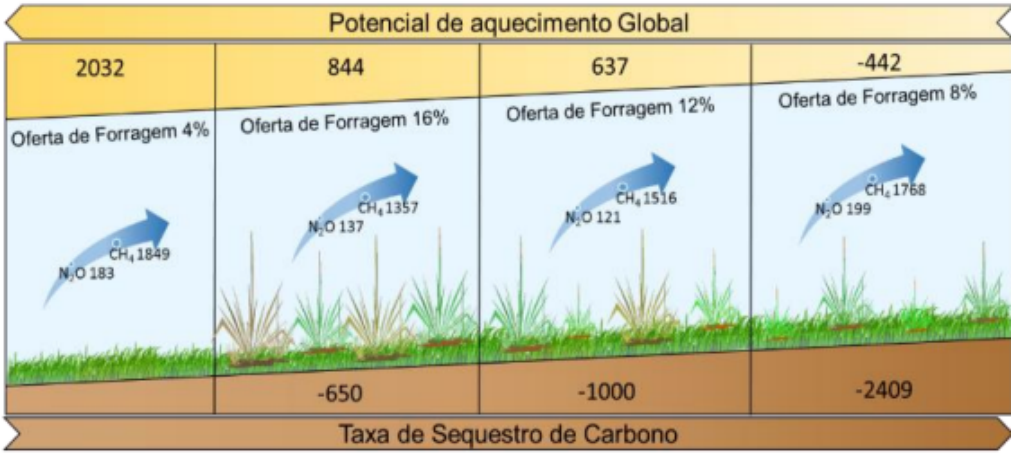


Figura 7 - Potencial de aquecimento global das ofertas de forragem do campo nativo. A taxa de sequestro anual de carbono foi calculada através da diferença no estoque de carbono das ofertas de forragem 8, 12 e 16% em relação a oferta de 4% PV/ha, dividida por trinta anos de pesquisas.

4. CONCLUSÕES

As pastagens, ao serem distribuídas em diferentes biomas, representam um recurso indispensável tanto para a produção de alimentos quanto para a manutenção dos serviços ecossistêmicos essenciais, como a ciclagem de nutrientes e o sequestro de carbono.

Apesar do reconhecimento das pastagens como fontes de emissões de GEE, práticas de manejo sustentável – incluindo o ajuste de carga animal, a rotação de pastagens e o uso de bioinsumos – podem não apenas reduzir essas emissões, mas também transformar as pastagens em importantes sumidouros de carbono.

A análise dos dados regionais, como os provenientes do Censo Agropecuário, demonstra que as pastagens sustentam uma parcela significativa do setor agropecuário do Rio Grande do Sul, reforçando a necessidade de inovações tecnológicas e de políticas públicas que promovam a sustentabilidade e a competitividade dos pequenos produtores.

A incorporação de práticas integradas – como a ILPF e os consórcios multi-espécies – mostra-se fundamental para conciliar o aumento da produtividade com a preservação ambiental, demonstrando que a intensificação sustentável é viável e necessária diante dos desafios climáticos atuais. Ao reunir aspectos ecológicos, econômicos e sociais, este capítulo incentiva o debate e a implementação de estratégias de manejo integrado que podem servir de base para a evolução da pecuária rumo a sistemas mais resilientes, eficientes e ambientalmente responsáveis, as quais veremos ao longo dos próximos capítulos.

5. REFERÊNCIAS

BRASIL. (2021). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária 2020-2030: Plano Operacional / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. – Brasília : Mapa/DEPROS, 133p.

CARVALHO, P. C. F. et al. (2019). NATIVÃO: 30 ANOS DE PESQUISA EM CAMPO. Boletim Técnico. 146p.

CARVALHO, P. C. F. et al. (2015) Integração do componente pastoril em sistemas agrícolas. 18p.

DIAS-FILHO, M. (2014). Diagnóstico das pastagens no Brasil. Embrapa Amazônia Oriental.

FAO – (2023). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Pathways towards lower emissions - A global assessment of the greenhouse gas emissions and mitigation options from livestock agrifood systems . Rome, 2023.

FEIX, R. D. et al. (2022). Painel do agronegócio do Rio Grande do Sul ---- 2022. Porto Alegre: SPGG.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). Censo Agropecuário 2017-Resultados Definitivos. Rio de Janeiro, v. 8, p.1-105, 2019. 109p.

KENNEDY, E. (2005). Effects of grass pasture and concentrate-based feeding systems for spring calving dairy cows in early spring on performances during lactation. Grass and Forage Science, v. 60, n. 4, p. 310–318, 2005.

LEROY, F. et al. (2022) Animal board invited review: Animal source foods in healthy, sustainable, and ethical diets – An argument against drastic limitation of livestock in the food system. Animal, 16, 100457.

PEYRAUD, J.-L. (2011). The role of grasslands in intensive animal production in north-west Europe: Conditions for a more sustainable farming system. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; CHABBI, A. (Eds.). Grassland Productivity and Ecosystem Services. CAB International, 2011, p. 179–187.

SCANLON, B.R. et al. (2007) Global impacts of conversions from natural to agricultural ecosystems on water resources: Quantity versus quality. Water Resources Research, v. 43, n. 3

CAPÍTULO 2

Morfologia e Taxonomia das Plantas Forrageiras

Neste capítulo, o leitor encontra uma abordagem sobre a morfologia e a taxonomia das plantas forrageiras, elemento crucial para o planejamento adequado das pastagens. São apresentadas as principais características das gramíneas e leguminosas, enfatizando suas estruturas (raízes, caules, folhas e inflorescências) e o modo como essas diferenças morfológicas impactam tanto o desempenho animal quanto a sustentabilidade do solo.

O capítulo também explora a classificação das forrageiras em relação aos ciclos fotossintéticos (C3 e C4) e ao ciclo vegetativo (anuais e perenes), permitindo ao estudante compreender como tais aspectos influenciam a seleção de espécies em diferentes condições climáticas e de manejo. Com conteúdo prático e ferramentas de identificação em campo, este capítulo amplia a capacidade de tomada de decisão, contribuindo para a formação de profissionais capazes de manejar sistemas forrageiros de forma eficaz e ecológica.



OBJETIVOS

Morfologia e Taxonomia das Plantas Forrageiras

Compreender a estrutura morfológica das gramíneas e leguminosas forrageiras e suas adaptações para o pastejo.

Identificar as principais características morfológicas das gramíneas e leguminosas, como raízes, caules, folhas e inflorescências.

Diferenciar as gramíneas das leguminosas com base em suas estruturas e características fisiológicas.

Conhecer a classificação taxonômica das principais espécies de gramíneas e leguminosas utilizadas em sistemas de pastagem.

Reconhecer a importância da diversidade forrageira e sua relevância para o manejo sustentável.

Aplicar métodos de identificação prática para o reconhecimento das espécies em campo, usando ferramentas modernas.



1. MORFOLOGIA DAS FORRAGEIRAS

1.1. Estrutura e Característica das Gramíneas Forrageiras

As gramíneas pertencentes à família Poaceae, são uma das mais diversificadas e amplamente distribuídas do mundo, compreendendo aproximadamente 770 gêneros e mais de 12.000 espécies (SORENG et al., 2017). Elas são encontradas em quase todos os tipos de ecossistemas, desde as savanas tropicais até as pradarias temperadas e os campos de montanha, desempenhando um papel fundamental na estrutura e funcionamento desses ambientes.

No contexto agrícola e pecuário as gramíneas são essenciais, pois compõem a base da alimentação de animais ruminantes em sistemas de pastagem, além de serem responsáveis por aproximadamente 70% da biomassa herbácea global. A estrutura das gramíneas reflete adaptações evolutivas que contribuem para sua resiliência, permitindo que elas suportem pastejo e condições de estresse ambiental.

1.1.1. Principais Características Morfológicas das Gramíneas

- Raízes: O sistema radicular das gramíneas é do tipo fasciculado, constituído por raízes finas e ramificadas que ocupam camadas superficiais do solo. Essa adaptação permite uma absorção rápida de nutrientes e água, oferecendo suporte à planta em solos compactos e garantindo sua capacidade de regeneração após o pastejo.

- Caule: O caule das gramíneas é geralmente oco e nodoso, com nós sólidos e entrenós ocos. Em algumas espécies, como o capim-elefante *(Pennisetum purpureum*), o caule apresenta grande espessura e é utilizado para a produção de forragem de corte. Em outras, como o *Cynodon dactylon*, os caules rastejantes facilitam o crescimento vegetativo, uma importante característica para pastagens perenes.

- Folhas: As folhas das gramíneas são lineares, com uma bainha que envolve o caule e uma lâmina afilada que permite a fotossíntese eficiente. Essa estrutura ajuda as gramíneas a tolerarem o corte e o pastejo frequente, uma vez que os pontos de crescimento estão protegidos na base da planta.

- Inflorescência: A inflorescência é composta por espiguetas, onde ocorrem as flores. A estrutura das inflorescências varia entre as espécies e é crucial para a reprodução sexual e dispersão de sementes. Essa diversidade de formas nas inflorescências permite que as gramíneas se adaptem a diferentes modos de dispersão e polinização.



Figura 1 - Perfilho de gramínea - azevém (*Lolium multiflorum*) - desenvolvido por uma inteligência artificial

A importância das gramíneas para o planeta vai além do setor agropecuário; elas desempenham um papel vital na estabilização dos solos e no ciclo global do carbono, ajudando a mitigar os efeitos das mudanças climáticas. A vasta presença de gramíneas em ecossistemas naturais e em áreas agrícolas destaca sua importância ecológica e econômica, sendo fundamentais para a segurança alimentar e a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

1.2. Estrutura e Característica das Leguminosas Forrageiras

As leguminosas forrageiras, pertencentes à família Fabaceae, representam um dos grupos de plantas mais diversos e ecologicamente importantes, com aproximadamente 770 gêneros e mais de 19.500 espécies espalhadas pelo mundo (LEWIS et al., 2005). Este grupo inclui plantas de grande importância agrícola e ecológica, especialmente devido à sua capacidade de fixação biológica de nitrogênio (BNF), que contribui para a fertilidade do solo e reduz a necessidade de adubação nitrogenada. Essa capacidade é mediada pela simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, que formam nódulos nas raízes das leguminosas.

1.2.1. Principais Características Morfológicas das Leguminosas

- Raiz: As leguminosas possuem um sistema radicular pivotante, com uma raiz principal que se aprofunda no solo, permitindo o acesso a nutrientes e água em camadas mais profundas. Esse sistema é vantajoso em períodos de seca e em solos de baixa fertilidade. Além disso, as raízes das leguminosas exibem nódulos, estruturas onde ocorre a fixação biológica de nitrogênio, essencial para a fertilidade do solo.

- Caule: O caule das leguminosas pode ser ereto, rasteiro ou prostrado, dependendo da espécie. Essa diversidade estrutural permite a adaptação a diferentes sistemas de manejo e uso em consórcio com gramíneas, favorecendo a proteção do solo contra a erosão e contribuindo para a cobertura vegetal.

- Folhas: As folhas das leguminosas são, em sua maioria, compostas e trifolioladas, aumentando a área foliar e, consequentemente, a eficiência fotossintética. Essa característica é especialmente importante para a produção de biomassa, que proporciona uma fonte rica em proteínas para a alimentação animal.

- Flores: As leguminosas têm flores papilionáceas, com cinco pétalas organizadas de forma característica, que atraem polinizadores e favorecem a reprodução da planta. A formação das vagens e sementes ocorre após a polinização, sendo esta uma importante via de propagação e dispersão.



Figura 2 - Planta de leguminosa - Trevo Branco (*Trifolium repens*) - criada por uma inteligência artificial

As leguminosas forrageiras mais comuns em pastagens brasileiras incluem espécies como *Stylosanthes* spp., *Medicago sativa* (alfafa) e *Arachis pintoi* (amendoim forrageiro), que se destacam pelo alto valor nutricional. A consorciação de leguminosas com gramíneas promove maior retenção de nutrientes no sistema, devido à combinação de diferentes tipos de sistemas radiculares que ajudam a reciclar (BONAUDO et al. 2014) e a manter o equilíbrio de nutrientes ao longo do perfil do solo (CARDOSO et al., 2001). As leguminosas reduzem a necessidade de fertilizantes nitrogenados, os quais são fontes emissoras de N_2O no ar atmosférico, e mantêm o solo fértil e reduzindo o custo dos insumos (CARVALHO et al., 2021).

1.3. Diferenças Morfológicas entre Gramíneas e Leguminosas

Entender as diferenças entre gramíneas e leguminosas é crucial para o planejamento e o manejo de pastagens diversificadas. Abaixo, as principais diferenças entre esses grupos:

- Raízes: Gramíneas possuem raízes fasciculadas e superficiais, enquanto leguminosas têm raízes pivotantes e profundas com nodulações.
- Caule: O caule das gramíneas é oco e com nós, enquanto as leguminosas têm caules mais herbáceos, com variação entre ereto e rasteiro.
- Folhas: As gramíneas possuem folhas simples e lineares, adaptadas ao pastejo, enquanto as leguminosas possuem folhas compostas, o que aumenta sua área de absorção de luz.
- Reprodução: As gramíneas se propagam tanto por sementes quanto vegetativamente (estolões e rizomas), enquanto as leguminosas geralmente dependem mais da propagação por sementes.



Figura 3 - Folhas e raízes de gramíneas e leguminosas

2. CLASSIFICAÇÃO DAS FORRAGEIRAS

2.1. Ciclo Fotossintético

A classificação das forrageiras de acordo com o ciclo fotossintético fornece informações essenciais sobre a adaptação das plantas a diferentes condições de luz, temperatura e umidade:

- Plantas C3: Essas plantas realizam a fotossíntese pelo ciclo de Calvin e são mais eficientes em temperaturas moderadas e sob baixa intensidade luminosa. Incluem forrageiras como o azevém (*Lolium multiflorum*) e o trevo-branco (*Trifolium repens*), ambas adequadas para climas temperados e com maior produção durante o outono e inverno (TAIZ & ZEIGER, 2013). Plantas C3 são fundamentais para regiões com invernos moderados, pois mantêm boa produtividade quando as condições de crescimento para plantas C4 são limitadas.

- Plantas C4: As forrageiras C4, como a braquiária (*Urochloa* spp.) e o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), utilizam o ciclo de Hatch-Slack, que lhes confere alta eficiência de uso de luz e água. Essas plantas são ideais para climas tropicais, onde há alta radiação solar e temperatura elevada. A eficiência das plantas C4 permite uma alta taxa de produção de biomassa em climas quentes, sendo ideais para sistemas intensivos de pastejo (SAGER & ZHU, 2011).

A classificação das forrageiras em C3 e C4 é fundamental para o planejamento forrageiro, permitindo escolher espécies que maximizem a produtividade ao longo do ano e adaptam-se melhor às condições climáticas locais.

2.2. Ciclo Vegetativo

O ciclo vegetativo das forrageiras indica a duração de seu ciclo de vida, que impacta diretamente o manejo e o planejamento forrageiro:

- Plantas Anuais: Forrageiras anuais completam seu ciclo de vida em uma estação ou ano, como a aveia (*Avena sativa*) e o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*). Essas plantas exigem replantio a cada ciclo, mas oferecem uma alta produtividade e são ideais para períodos específicos de alimentação animal. Forrageiras anuais são frequentemente usadas para complementar as pastagens perenes, proporcionando um aumento temporário na disponibilidade de forragem (VAN SOEST, 1994).

- Plantas Perenes: Plantas perenes, como o tifton (*Cynodon* spp.) e a alfafa (*Medicago sativa*), sobrevivem por vários anos, com crescimento contínuo ou sazonal. Sua durabilidade reduz a necessidade de replantio e garante uma cobertura constante do solo, sendo ideais para sistemas de produção a longo prazo. No contexto sustentável, as forrageiras perenes ajudam a reduzir a erosão do solo e estabilizam o ciclo de nutrientes.

A escolha entre forrageiras anuais e perenes depende dos objetivos do sistema de pastagem e da disponibilidade de recursos para replantio e manejo.

2.3. Ferramentas para Reconhecimento em Campo

A identificação das espécies forrageiras em campo é uma habilidade importante, principalmente em regiões com alta diversidade, como o Rio Grande do Sul. As ferramentas que facilitam esse processo incluem:

- Guias Ilustrados: Livros com imagens e descrições morfológicas de plantas forrageiras comuns.

- Aplicativos Digitais: Ferramentas que usam inteligência artificial para identificação rápida a partir de fotos, como o PlantNet e o Flora Incognita.

- Laboratórios de Identificação: Em casos específicos, as amostras podem ser enviadas a laboratórios para uma identificação taxonômica detalhada, usando características microscópicas.

4. CONCLUSÕES

O estudo da morfologia e taxonomia das plantas forrageiras é fundamental para a construção de sistemas de pastagem eficientes e sustentáveis. Ao compreender as estruturas das gramíneas e leguminosas podemos identificar e selecionar espécies adequadas para diferentes condições de solo e clima, contribuindo para uma pecuária mais sustentável e produtiva.

A diversidade forrageira promove não apenas uma maior oferta de nutrientes aos animais, mas também a manutenção da qualidade do solo, essencial para a sustentabilidade a longo prazo. Além disso, a correta identificação das espécies e o uso de ferramentas tecnológicas auxiliam na tomada de decisões, otimizando o manejo e contribuindo para a resiliência dos sistemas forrageiros frente aos desafios ambientais.

5. REFERÊNCIAS

BONAUDO, T. et al. (2014). Agroecological principles for the redesign of integrated crop-livestock systems. European Journal of Agronomy, v. 57, p. 43–51

CARDOSO, I. M. et al. (2001). Continual learning for agroforestry system design: University, NGO and farmer partnership in Minas Gerais, Brazil. Agroforestry Systems, v. 53, p. 105–111.

CARVALHO, J. L. N.; BUSTAMANTE, M. M. C.; DOS SANTOS, M. (2021). Integrated crop-livestock-forest systems for sustainable intensification in Brazil: A review of effects on soil carbon, greenhouse gas emissions, and crop productivity. Agricultural Systems, v. 190, 103093.

LEWIS, G. et al. (2011). Legumes of the World. Royal Botanic Gardens, Kew, 2005.
SAGER, R. F.; ZHUU, X. G. Exploiting the engine of C4 photosynthesis. Journal of Experimental Botany, v. 62, n. 9, p. 2989–3000.

SORENG, R. J. et al. (2017). A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae) II: An update and a comparison of two 2015 classifications. Journal of Systematics and Evolution, v. 55, n. 4, p. 259–290.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. (2013). Fisiologia Vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 918 p.

VAN SOEST, P. J. (1994) Nutritional Ecology of the Ruminant. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press.

CAPÍTULO 3

Pastagens Naturais do Sul do Brasil

Neste Capítulo o leitor é introduzido ao rico ecossistema das pastagens nativas que compõem o sul do Brasil, especialmente o Pampa Gaúcho, explorando sua formação histórica e importância para a pecuária nacional. O conteúdo aborda a diversidade de espécies forrageiras nativas, tanto gramíneas quanto leguminosas, e destaca as adaptações que possibilitam sua resistência e produtividade, mesmo diante dos desafios impostos pelo manejo e pelas mudanças ambientais. São discutidos aspectos ecológicos, como a conservação do solo, a regulação hídrica e o sequestro de carbono, evidenciando os serviços ambientais prestados por esses ecossistemas.

Além disso, o capítulo apresenta práticas de manejo sustentável que visam otimizar a produção animal sem comprometer o equilíbrio ecológico. Com o apoio de dados experimentais, tabelas e estudos de caso, o material demonstra como ajustes na carga animal, correções de fertilidade e controle de espécies invasoras podem incrementar a produção animal, ao mesmo tempo em que preservam a biodiversidade e garantem a continuidade dos serviços ecossistêmicos fundamentais para a região.



OBJETIVOS

Pastagens Naturais do Sul do Brasil

- Compreender as características ecológicas e a importância do Bioma Pampa no contexto das pastagens nativas.
- Identificar as principais espécies forrageiras nativas e suas adaptações aos sistemas de pastagem.
- Reconhecer a relevância econômica das pastagens nativas para a pecuária extensiva e sustentável no Rio Grande do Sul.
- Explorar práticas de manejo sustentável que promovam a conservação das pastagens nativas e sua produtividade.
- Discutir os impactos ambientais da degradação das pastagens e propor estratégias eficazes de recuperação.



1. CAMPOS DO SUL DO BRASIL

As pastagens nativas do Rio Grande do Sul, localizadas predominantemente no Bioma Pampa, são um dos ecossistemas mais ricos e diversificados do Brasil (BOLDRINI 1997; MMA 2009). Esse bioma abrange cerca de 63% do território gaúcho, estendendo-se também por parte do Uruguai e da Argentina, formando um dos grandes sistemas de pradarias temperadas do mundo (OVERBECK et al. 2007). Historicamente, as pastagens nativas foram a base da pecuária extensiva, representando um componente essencial para o desenvolvimento socioeconômico da região (PILLAR et al. 2009; FERREIRA et al. 2015).

A interação entre a pecuária e os Campos Sulinos remonta ao período colonial, quando as primeiras cabeças de gado foram introduzidas pelos colonizadores europeus. A resiliência e adaptabilidade das pastagens nativas permitiram a expansão da atividade pecuária, moldando a economia e a cultura da região. No entanto, a degradação desse ecossistema devido a práticas inadequadas de manejo, introdução de espécies invasoras e conversão para agricultura intensiva têm causado significativas perdas de biodiversidade e funcionalidade (CAMPOS SULINOS, 2009).

Ainda não há uma classificação cientificamente aceita para a denominação dos campos do sul do Brasil, dessa forma chamamos simplesmente de Campos ou Campos do sul do Brasil. Oficialmente, os Campos Sulinos são divididos entre os pertencentes ao Bioma Mata Atlântica, denominados campos de altitude e os do Bioma Pampa, denominados Pampa Gaúcho. Também podemos denominar os tipos de campo do Rio Grande do Sul em termos populares como “campo limpo” (sem componente lenhoso), “campo sujo” (com arbustos), “campo fino” (predomínio de espécies prostradas e estoloníferas). Comumente associamos o tipo de campo ao local em que ele está situado, ou ao tipo de vegetação, por exemplo: Campos de altitude (pertencente ao território do Bioma Mata Atlântica), Campos de cima da Serra (região da serra gaúcha e catarinense); campos de florestas de araucária (em Santa Catarina); campos do Pampa gaúcho (sul do RS); campos da serra do sudeste (Dom Pedrito, Jaguarão e regiões próximas); campos de barba de bode do Planalto (Passo Fundo e região) e etc.



Figura 1 - Vaca de corte em campo nativo do bioma Pampa

O Rio Grande do Sul com 64.210 milhões de ha é o estado que tem a maior área de campo preservada no Brasil. O estado do Paraná foi praticamente devastado em prol da agricultura, restando 1.377 milhões de ha e Santa Catarina, cujos campos estão restritos à porção sudeste do Estado, perfazem 1.779 milhões de ha, os quais vêm sofrendo com o aumento da área da silvicultura (CAMPOS SULINOS, 2009).

1.1. Pampa Gaúcho

O bioma Pampa corresponde aos Campos Sulinos ou Pampa, que representa as regiões pastoris de planícies de boa parte do Rio Grande do Sul (63% do território); as províncias argentinas de Buenos Aires, La Pampa, Santa Fé, Entrerríos e Corrientes e a República Oriental do Uruguai. A denominação “Pampa” é originária dos povos pré-colombianos e significa “região plana” – origem Quíchua (Figura 2). A região do Pampa é composta por campos, matas ciliares (de galeria), capões de mato e matas de encostas. Abrange uma área de 176.496 km2, 2,07% da parcela do território brasileiro. Em 2004, o território Pampa passou para a classificação do IBGE como um Bioma, juntando-se ao Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal.

Quando nos reportamos ao Bioma Pampa e a pecuária, também é importante destacar a grande diversidade florística (mais de 3000 espécies) e de espécies de animais de pequeno porte, especialmente veados, emas, capivaras, antas, pequenos roedores, além de aves migratórias que necessitam da vegetação natural dos campos para completarem seu ciclo reprodutivo.



Figura 2 - Extensão do bioma Pampa - Brasil, Uruguai e Argentina - Adaptado de MapBiomas.

O Bioma Pampa apresenta uma flora rica, composta por mais de 3000 espécies, muitas das quais são endêmicas e adaptadas às condições climáticas e edáficas locais (OVERBECK et al. 2007). O clima subtropical, com verões quentes e invernos frios, favorece a coexistência de espécies de metabolismo fotossintético C3 e C4 (TAIZ & ZEIGER 2013). A principal vocação é a pecuária extensiva, principalmente a bovinocultura de corte e ovinos, embora o potencial para outras atividades sustentáveis, como o ecoturismo e a apicultura, vêm sendo progressivamente explorado (COSTA et al. 2020). Em termos de serviços ecossistêmicos, a manutenção de áreas com vegetação nativa contribui para regulação hídrica, sequestro de carbono e conservação da biodiversidade (IPCC 2019; FAO 2023).



Figura 3 - Pecuária e Bioma Pampa - Foto de Fernando Dias - Departamento de Diagnóstico e produção Agropecuária do RS

2. ESPÉCIES FORRAGEIRAS NATIVAS

As pastagens nativas do Rio Grande do Sul apresentam uma biodiversidade de espécies adaptadas às condições climáticas e edáficas da região, desempenhando papel crucial para a sustentabilidade da pecuária extensiva. A seguir são apresentadas algumas espécies de gramíneas e leguminosas que compõem a vegetação nativa do RS e contribuem na alimentação dos rebanhos gaúchos. As imagens e apresentação das espécies são obras de NABINGER e DALLAGNOL, (2019).

Aristida jubata (Arech.) Herter (Barba-de-bode):

- Espécie perene adaptada a solos secos e ácidos.
- Colmos eretos e sem pelos; lâminas foliares bem estreitas e pontiagudas, recurvadas e ásperas na parte superior.
- Forma touceiras compactas, muito enfolhadas e que se curvam até o chão, podendo atingir até 50 cm de altura.
- Inflorescências em panículas grandes, eretas e que se curvam na maturidade, vermelho-violáceas na floração e palhosas depois.
- Espiguetas estreitas com longas aristas retorcidas, que podem atingir até 15 cm. Floresce de setembro a dezembro.

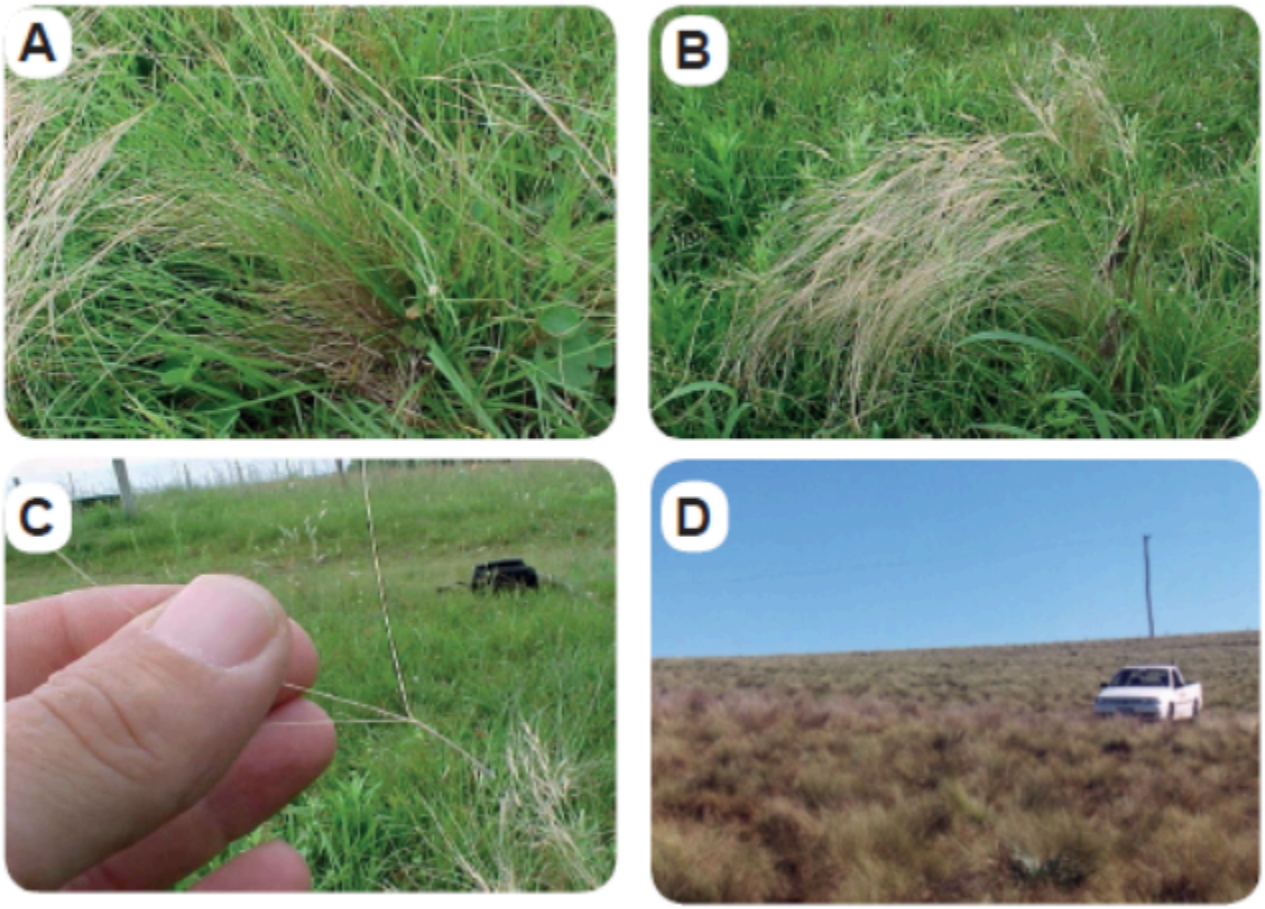


Figura 4 - A) Aspecto geral da barba-de-bode-comum (Aristida jubata) florescida; B) Detalhe das inflorescências; C) Detalhe do fruto, com as aristas retorcidas; D) Campo com dominância de A. jubata na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Adaptado de NABINGER e DALLAGNOL, (2019)

Paspalum notatum (grama-missioneira ou grama-forquilha):

- Apresenta crescimento rasteiro e forma densos tapetes vegetativos, protegendo o solo contra a erosão.
- É altamente tolerante ao pastejo intenso, sendo utilizada amplamente na região Sul para a alimentação de bovinos.
- Sua resiliência à seca e baixa exigência nutricional tornam-na ideal para sistemas de baixo custo.

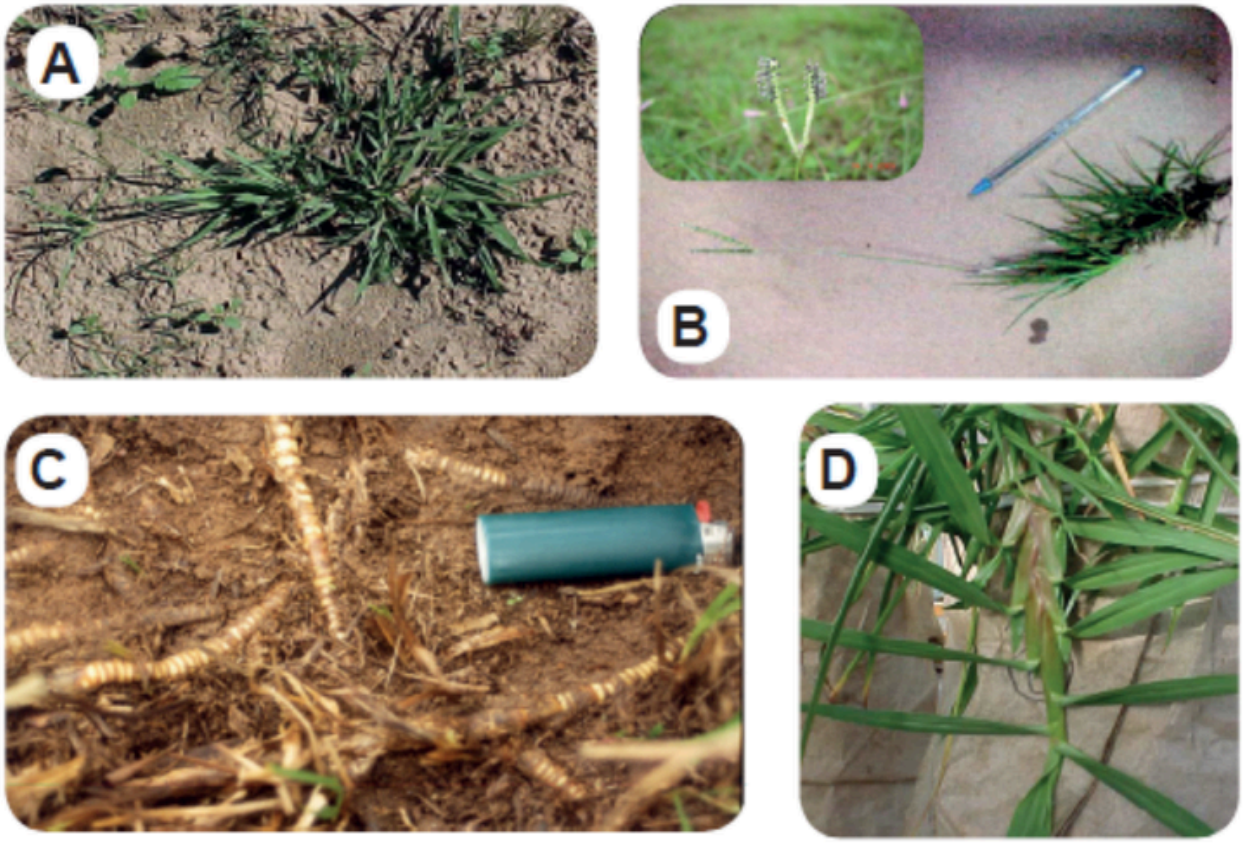


Figura 5 - A) Vista de uma planta de grama-forquilha em desenvolvimento inicial; B) Rizoma isolado, com detalhe da inflorescência no alto à esquerda; C) Detalhe da “rede” de rizomas formada no nível da superfície do solo; D) Rizoma em desenvolvimento sob alta dose de N (ver a quantidade de perfilhos já emergindo das bainhas). Adaptado de NABINGER e DALLAGNOL, (2019)

Andropogon lateralis (capim-caninha):

- Adapta-se a áreas úmidas e apresenta produção significativa de biomassa.
- Embora tenha menor palatabilidade, é uma importante reserva forrageira em períodos críticos.
- Gramínea perene, cespitosa, com colmos de até 120 cm, atingindo sua altura máxima no outono, quando floresce mais intensamente.
- Floresce de novembro a março.
- É uma das gramíneas mais comuns no Sul do País.

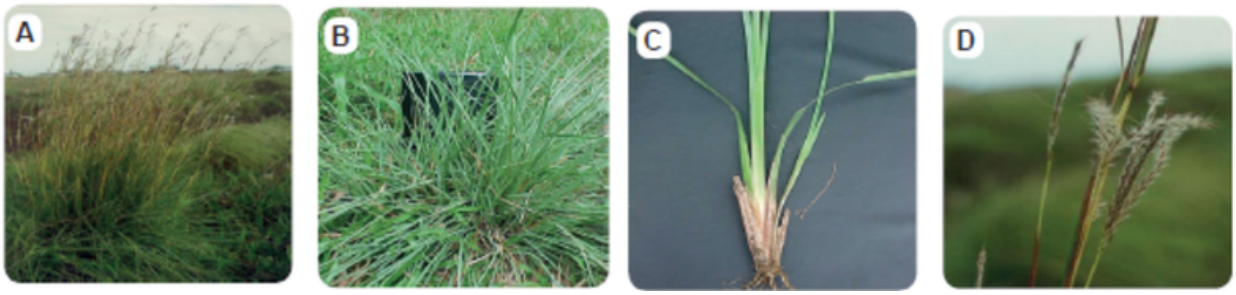


Figura 6 – A) Planta de Capim Caninha em pleno florescimento; B) Planta em estádio vegetativo; C) Base de um perfilho; D) Inflorescência. Adaptado de NABINGER e DALLAGNOL, (2019)

Desmodium incanum (Pega-pega comum):

- É uma leguminosa rasteira com alta capacidade de fixação de nitrogênio, melhorando a fertilidade do solo.
- Seu uso em consórcio com gramíneas eleva a qualidade nutricional da forragem.



Figura 7 - A) Representação da planta de *Desmodium incanum*. B) Detalhe das inflorescências. Adaptado de NABINGER e DALLAGNOL, (2019)

Adesmia latifolia (babosa do banhado):

- Leguminosa ereta com flores vistosas, de grande valor nutricional.
- Sua presença melhora a biodiversidade e a capacidade de suporte das pastagens.



Figura 8 - A) Plantas de Adesmia latifolia; B) Detalhe da inflorescência C) Estolão.

3. POTENCIALIDADE DAS PASTAGENS NATURAIS

As pastagens nativas desempenham um papel estratégico na economia do Rio Grande do Sul, especialmente para a pecuária extensiva, predominante no estado. Cerca de 60% da área utilizada pela pecuária gaúcha é composta por pastagens naturais, o que demonstra sua importância como base alimentar para bovinos, ovinos e equinos (CAMPOS SULINOS, 2009).

3.1. Impacto na Cadeia Produtiva Gaúcha

- A carne produzida em sistemas baseados em pastagens nativas é reconhecida por sua qualidade e sabor, sendo um diferencial competitivo para exportação.

- Esses sistemas também contribuem para a preservação cultural e ambiental dos Campos Sulinos, agregando valor aos produtos da região.

Apesar das vantagens, as pastagens nativas apresentam menor produtividade por hectare em comparação com pastagens cultivadas. Contudo, práticas de manejo adequado podem mitigar essas limitações, aumentando a oferta de forragem e melhorando a qualidade nutricional.

3.2. Práticas Sustentáveis de Manejo para Pastagens Naturais

A produtividade animal que as pastagens naturais são capazes de prover é relativa ao nível tecnológico e das práticas de manejo que elas são submetidas. É plenamente possível obter produção média acima de 1000 kg de PV/ha ao ano, mantendo os campos nativos preservados. Muito além dos 60 kg de PV/ha ano que observamos na média das propriedades que trabalham exclusivamente com pastagens naturais no Rio Grande do Sul (CARVALHO et al. 2019). No entanto, esse desafio exige uma evolução tecnológica do sistema produtivo que avança de uma pecuária extrativista, a qual não utiliza nenhuma prática de manejo (a que produz 70 kg de PV/ha ano), até um nível tecnológico que permite competir com qualquer outra atividade agrícola.

Podemos agrupar as práticas de manejo em pastagens naturais da seguinte forma:

- Ajuste de lotação e rotacionamento: Adequar a carga animal à oferta de forragem, promovendo melhor rebrota e evitando a degradação do solo (MARASCHIN 2001; AGUINAGA 2004).

- Adubação equilibrada: Estudos mostram que corrigir deficiências de fósforo e potássio e fazer pequenas aplicações de nitrogênio podem elevar a produção de matéria seca em até 80%, sem necessidade de novos desmatamentos (NABINGER et al. 2009; PEREIRA et al. 2022).

- Sobressemeadura de espécies forrageiras: A introdução de gramíneas e leguminosas de inverno (por exemplo, azevém e trevo-vermelho) em áreas nativas melhora tanto a disponibilidade de pasto quanto o valor nutricional (FERREIRA 2009; GOMES et al. 2020).

- Controle de invasoras e manejo de fogo: O uso de roçadas, roçadeiras mecânicas ou, em casos específicos, queimadas controladas requer planejamento criterioso para não afetar as espécies nativas de importância forrageira (GONÇALVES 2014).

Apesar dos benefícios das práticas de manejo integradas, há desafios: a adoção de tecnologias requer capacitação técnica, disponibilidade de insumos e, em alguns casos, maior esforço de planejamento. Pequenos produtores por vezes enfrentam dificuldades para investir em correção de solo e infraestrutura para rodízio de piquetes, necessitando de políticas públicas que facilitem acesso a crédito e assistência (EMBRAPA 2021).

Uma proposta de intensificação das pastagens naturais tem sido estudada há décadas por diferentes grupos de pesquisa da UFGRS, a qual propõem 6 (seis) níveis de intensificação das pastagens (Figura 9). Segundo esses estudos a transição progressiva entre esses níveis poderiam gerar impactos significativos na produtividade dos sistemas pecuários de forma sustentável.

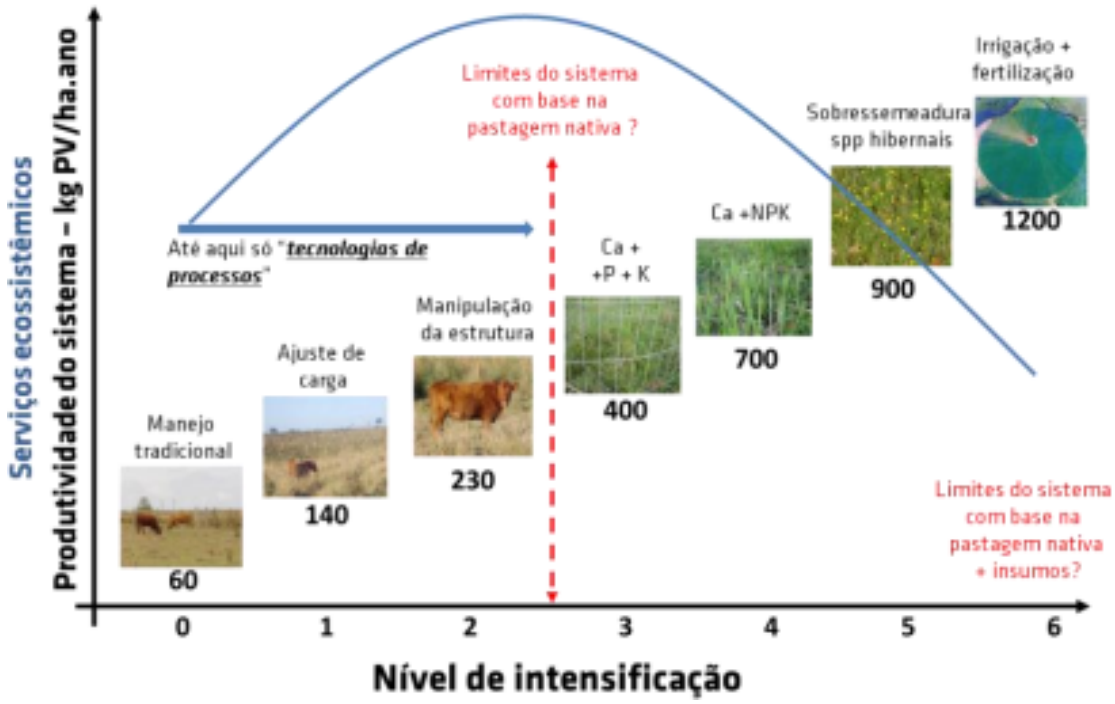


Figura 9 - Resenha de resultados experimentais com aumento da intensificação do sistema de recria terminação de gado de corte via tecnologias de processos e processos mais insumos, sobre a produtividade anual de peso vivo por área e representação esquemática do seu efeito sobre os serviços ecossistêmicos - Adaptado de CARVALHO et al., (2019)

Transição dos níveis de intensificação:

- 0 ao 2: Observem, que passando do nível 0 para o nível 2, é possível triplicar a produção animal por área (200 a 250 kg de PV ha/ano) somente com o ajuste da lotação, sem nenhuma tecnologia de insumo ou produto, apenas tecnologias de processos – manejo.

- 2 ao 3: Passando ao nível 3 (350 a 400 kg de PV/ha), implica em adição de corretivos e fertilizantes. A partir deste nível as variáveis econômicas passar a figurar nos custos de produção e o produtor rural necessita maior capacidade de ingerência do seu sistema produtivo.

- 3 ao 4: O nível 4, exige adubação nitrogenada; porém permite obter ganhos por área 10 vezes mais (600 a 700 kg de PV/ha) do que a média anual das propriedades extrativistas.

- 5 e 6: Já o nível 5, após romper as limitações de fertilidade do solo, seria possível introduzir espécies cultivadas de inverno na pastagem natural. Enquanto o nível 6, significa a entrada de irrigação no sistema, no intuito de reduzir os danos causados pelas estiagens, que tem sido cada vez mais comuns em função das mudanças climáticas.

3.3. Respostas do Ajuste de Lotação na Pastagem Natural

O primeiro nível de intensificação, envolve primariamente o ajuste da carga animal (lotação) em virtude da disponibilidade de pasto. Essa premissa significa controlar o nível de oferta de forragem - quantidade de pasto que cada animal encontrará para pastejo diariamente a sua disposição – que é expressa em massa de forragem seca e relacionada ao peso vivo do animal (kg de MS/kg de PV). Tendo em vista que a capacidade de consumo do animal é função do seu tamanho. Para que o controle da carga animal seja melhor atendida, a subdivisão de potreiros poderá facilitar o “ajuste fino” desse nível.

Entre 60 a 90% da variação do desempenho animal está associada ao consumo e de 10 a 40%, a digestibilidade dos alimentos (MERTENS 1994), evidenciando que oferecer estruturas do pasto capazes de aumentar a ingestão de MS, representa uma medida de alto impacto nos sistemas produtivos a base de pasto. A estrutura do pasto, por sua vez, representa a forma como ele é oferecido ao animal (altura e relação folha/colmo).

Se considerarmos um novilho de 300 kg, e consumo médio de 2,5% do PV ele terá potencial de consumo de 7,5 kg de MS ao dia, um pasto com 30% de MS, significa dizer que ele poderia colher 25 kg de pasto verde ao dia. Se esse bovino tiver acesso a um pasto baixo, ainda que ele tenha uma grande área a sua disposição e consiga colher uma forragem de qualidade, demandaria maior deslocamento a procura de alimento e maior número de movimentos de bocados, exigindo toda sua jornada de pastejo para atender sua necessidade e ainda assim não ser suficiente, mesmo que tenha disponibilidade (oferta) de pasto adequada ao seu peso.

Por outro lado, se o pasto oferecido demonstra uma altura mais alta e melhor relação de folhas/colmo (melhor estrutura) fará com que o animal não necessite deslocar tanto a procura de comida e cada bocado terá uma profundidade e peso mais elevado, facilitando o pastoreio. Então, mesmo que a oferta seja atendida é necessário oferecer uma estrutura de pasto compatível com a máxima eficiência de bocado.

O máximo consumo de pasto pelo bovino ocorre quando lhe é oferecida uma pastagem com adequada estrutura e oferta de forragem de 4 a 5 vezes o potencial de consumo, ou seja, 10 a 13% do seu PV em forragem, com base na matéria seca. Na Figura 10, é apresentado o resultado de uma pesquisa que compilou dados de 15 anos de manejo do pastoreio em pastagem natural da região da Depressão Central, com as ofertas fixas de 4, 8, 12 e 16%. Notem que mesmo diminuindo a carga animal e consequentemente aumentando a oferta de forragem, até um certo nível, não há redução do ganho de peso por área (G/ha), pelo contrário, ele aumenta, assim como o ganho de peso individual (GMD). A partir de 13,5% de oferta de forragem o desempenho individual e por área diminui, isso em virtude da queda da qualidade do pasto devido ao avanço do ciclo vegetativo da pastagem.

Ainda na Figura 10, podemos ver que o ganho de peso por área foi de 60 a 80 kg de PV na oferta de 4% para ao redor de 140 kg de PV na oferta de 11,5 a 13,5%. A produção mais do que dobra com o ajuste da oferta, sem inclusão de tecnologia de insumo, somente com o conhecimento aplicado.

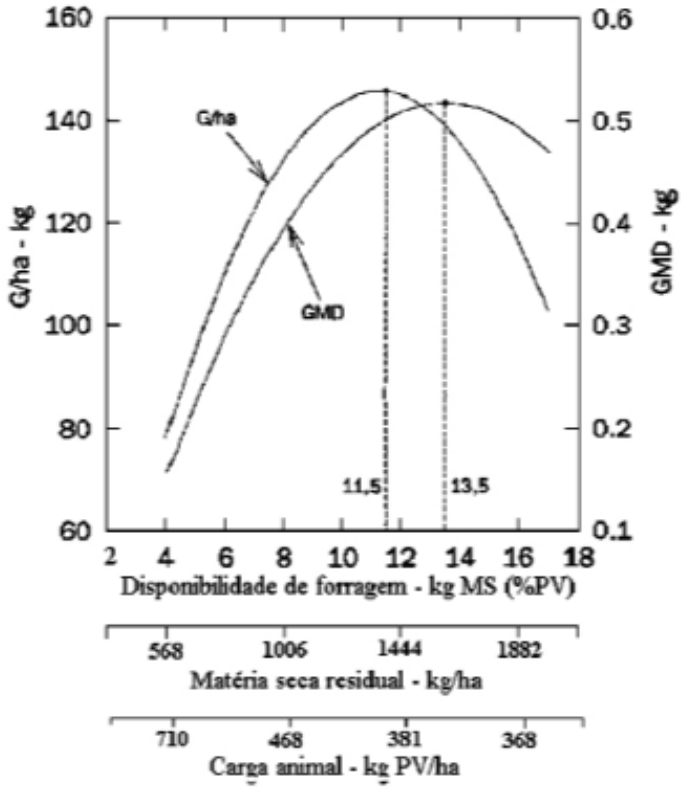


Figura 10 - Efeito do nível de oferta de forragem sobre o desempenho de novilhos em campo nativo na Depressão Central do RS. Adaptado de Maraschin et al. (1997)

A estrutura do pasto influencia a capacidade de consumo dos animais pastadores, assim como discutido anteriormente, dessa forma é importante controlá-la a fim de evitar o comprometimento do consumo e queda de desempenho animal. Uma vez que as pastagens naturais possuem uma diversidade florística muito grande, a medida que reduzimos a lotação e consequentemente aumentamos a oferta, criamos um perfil de campo com dois estratos bem definidos, um inferior com espécies de porte baixo e hábito de crescimento estoloníferas e/ou rizomatosas, tais como *Paspalum notatum* (grama-forquilha), *Axonopus affinis* (grama-tapete), *Stenotaphrum secundatum* (grama-de-jardim), *Coelorachis selloana* (capim-rabo-de- lagarto), etc. e um estrato superior formado por espécies entouceiradas (cespitosas), como *Andropogon lateralis* (capim-caninha), *Schizachyrium microstachyum* (capim-cola-de-zorro), *Aristida* spp. (capim-barba-de-bode), etc. Estas espécies de hábito entouceirado “engrossam o campo” (Figura 11) e muitas delas depois que florescem (primavera) são rejeitadas pelos bovinos, criando um ambiente com alta proporção de colmo sem ser consumidas, enquanto as espécies de menor porte ficam submetidas a maior procura pelos animais (NABINGER et al. 2009).



Figura 11 - Diferentes estruturas do campo nativo na Depressão Central do RS, quando submetidos a diferentes ofertas de forragem (OF) - Adaptado de NABINGER et al. 2009 – Cap 13. CAMPOS SULINOS

Para que o problema da estrutura da estrutura dos campos com alta oferta seja contornada, é necessário aumentar a carga animal na primavera, afim de reduzir a oferta de forragem 8% - enquanto que no restante do ano trabalhar com ofertas de 12% (Tabela 1), assim evitaria que as espécies de hábito entouceirado florescessem e elonguem o colmo.

Tabela 1 - Efeito de diferentes ofertas (kg MS/100kg PV) fixas ao longo do ano ou de diferentes combinações entre a oferta na primavera e a oferta no resto do ano (o primeiro número refere-se à oferta na primavera e o segundo à oferta no restante do ano) sobre o ganho por ha (kg PV/ha)

Oferta pretendida	Estação do ano				Produção anual
	Primavera	Verão	Outono	Inverno	
4%	71,9	36,3	20,1	-10,7	111,7
8%	110,3	49,7	23,5	-2,6	180,8
12%	111,7	51,1	30,5	-4,2	189,1
16%	89,9	30,7	31,9	-3,3	148,8
8-12%	160,3	52,6	37,8	12,2	263,0
12-8%	104,4	61,0	36,9	-0,6	201,7
16-12%	72,0	44,9	11,0	-6,2	121,7

Adaptado de Aguinaga (2004)

Na prática, esse manejo é realizado concentrando mais animais numa área e liberando outras para diferimento, seguido de reabertura dessas outras áreas no restante do ano. No inverno é necessário reduzir a carga animal em 20%, a qual pode ser suprida com com diferimentos de pequenas áreas no final do verão e outono para utilização no período desfavorável, bem como suplementação proteica nesse período.

3.4. Correção da fertilidade

A adubação dos campos depende dos custos dos insumos e da eficiência dos processos citados até aqui (ajuste da lotação). Somente é viável avançar ao nível de adubação dos campos quando o ajuste da carga animal e oferta ao longo do ano já foram atingidos. Felizmente, os campos nativos respondem positivamente a adubação, em especial a nitrogenada, devido a maior predominância de gramíneas. No entanto, alguns campos poderão apresentar uma rápida resposta a adubação ou mesmo demorar anos até essa responder se evidenciar, principalmente referente a aplicação do fósforo e a modificação da composição botânica do campo.

Em estudos científicos já se observou respostas com produção de até 14 t de MS/ha de pastagem natural com predomínio de grama forquilha (P. *notatum*) – adubação de 500 kg de ureia (COSTA 1997 citado por NABINGER et al. 2009). Outros estudos mostram respostas positivas até adubação de 200 kg de N/ha, em pastagens com pH corrigido + adubação de 500 kg de NPK 5-20-20 (Tabela 3). Em análise bioeconômica da pesquisa apresentada na Tabela 2, evidenciou que o investimento em adubação foi viável economicamente, independentemente da dose de N, sendo o tratamento somente com correção do pH + adubação de fósforo e potássio o que apresentou melhor economicidade (NABINGER et al. 2009).

Tabela 2 - Carga animal e ganho de peso vivo por área no primeiro ano e terceiro ano em função de níveis de adubação nitrogenada na pastagem nativa adubada

Kg de N/ha/ano	Carga animal (kg de PV/ha)		GMD (kg de PV/dia)	
	1º ano	3º ano	1º ano	3º ano
0	967	572	443	364
100	885	752	643	411
200	1154	854	716	697

Adaptado de Nabinger et al. 2009 – Cap 13. Campos Sulinos

3.5. Sobressemeadura de Espécies Hibernais

Como vimos anteriormente, a introdução de espécies hibernais no campo nativo é um dos níveis mais elevados de intensificação desse recurso natural e pode conferir altos retornos produtivos aos sistemas pecuários. Todavia essa é uma prática que exige dos produtores atenção a alguns fatores que podem ser limitantes ao sucesso da prática, tais como: compactação e fertilidade do solo; baixa capacidade de retenção de água no solo; contato da semente da espécie implantada com o solo e a competição imediata com espécies naturais. Esses são os fatores que devem ser considerados na ocasião da sobressemeadura de espécies hibernais.

A época de sobressemeadura deve ocorrer em meados do outono, com prévio rebaixamento da vegetação natural para permitir o contato da semente com o solo, quando a semeadura for a lanço, ou para evitar o sombreamento e competição por luz quando semeada em linha.

A utilização de rolos ou gradagem leve pode ser recomendada quando o plantio for a lanço, como estratégia de promover o contato da semente com o solo. Em se tratando de sementes de leguminosas, é importante a inoculação com bactérias do gênero *rhizobium* e o revestimento ou peletização. Na sobressemeadura, em geral, as sementes ficam expostas a mudanças na temperatura e umidade que afetarão a germinação e penetração da radícula e, principalmente, a sobrevivência do *rizóbio*.

A introdução de espécies hibernais não só aumentam a produção de forragem do campo no inverno como também incrementam os ganhos individuais e permitem atender protocolos mais intensivos de produção dos sistemas pecuários. Na pesquisa de FERREIRA (2009) foi observado ser possível manter carga animal média ao ano superior a 450 kg de PV/ha (Figura 12).

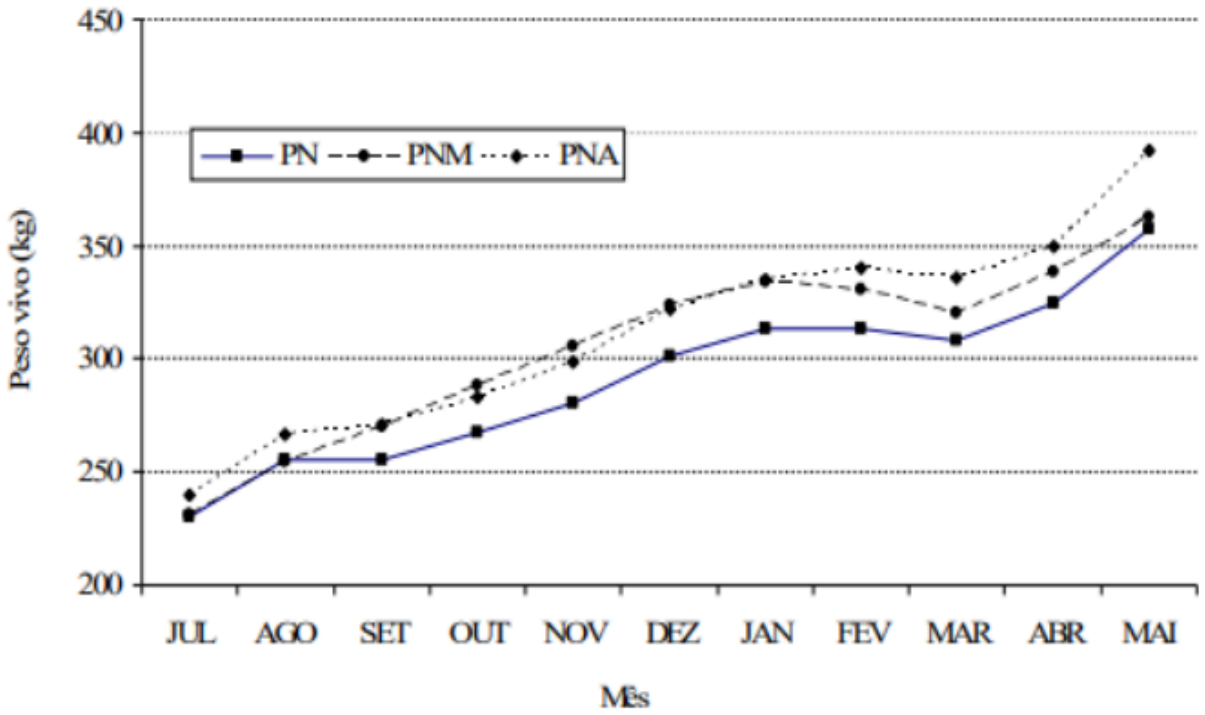


Figura 12 – Evolução do peso vivo de bezerro recriadas em pastagem natural (PN), adubada (PNA) e melhorada (PNM) com adubação + sobressemeadura de espécies hibernais – O peso vivo dos bezerros no início da recria era de 230 kg (PN), 239 kg (PNA) e 231 kg (PNM) e aos 18 meses de idade estavam com 357 kg (PN), 392 kg (PNA) e 363 kg (PNM) - Adaptado de FERREIRA (2009)

3.6. Controle de Espécies Invasoras

Algumas espécies que compõem as pastagens naturais são consideradas indesejadas por não fazerem parte da dieta dos ruminantes e concorrem por nutrientes com espécies desejáveis, podendo (algumas delas) até causar efeitos tóxicos. Dessa forma, o controle dessas espécies são práticas rotineiras e recomendadas a fim de melhorar o ambiente pastoril natural.

Das espécies nativas consideradas indesejáveis nas pastagens naturais do Rio Grande do Sul, as de maior expressão são a carqueja (*Baccharis trimera*), a chirca (*Eupatorium buniifolium*), o alecrim-do-campo (*Vernonia nudiflora*), o mio-mio (*Baccharis coridifolia*), a Maria-mole (*Senecio brasiliensis*), o caraguatá (*Eryngium horridum*) e o caraguatá-do-banhado (*Eryngium pandanifolium*) (Figura 13). Algumas outras espécies são indesejáveis pelos produtores, como por exemplo o capim caninha (*Andropogon lateralis*) e até mesmo a macega estaladeira (*Erianthus angustifolius*), no entanto elas são consumidas e podem apresentar alta participação na dieta dos animais.

A principal recomendação para o controle dessas espécies são as roçadas no período de primavera como forma de evitar o florescimento e elongação de colmo. Quando as espécies entouceiradas não são controladas, elas avançam o seu ciclo vegetativo e podem causar efeito de sombreamento sobre as demais espécies alterando drasticamente a composição botânica do campo (NABINGER et al. 2009). Além da utilização de roçadas, o uso de herbicidas sistêmicos e queimadas regulares são alternativas viáveis para o controle dessas espécies indesejadas. Porém, essas últimas são medidas extremas e que devem ser avaliadas com bastante parcimônia e cuidado.

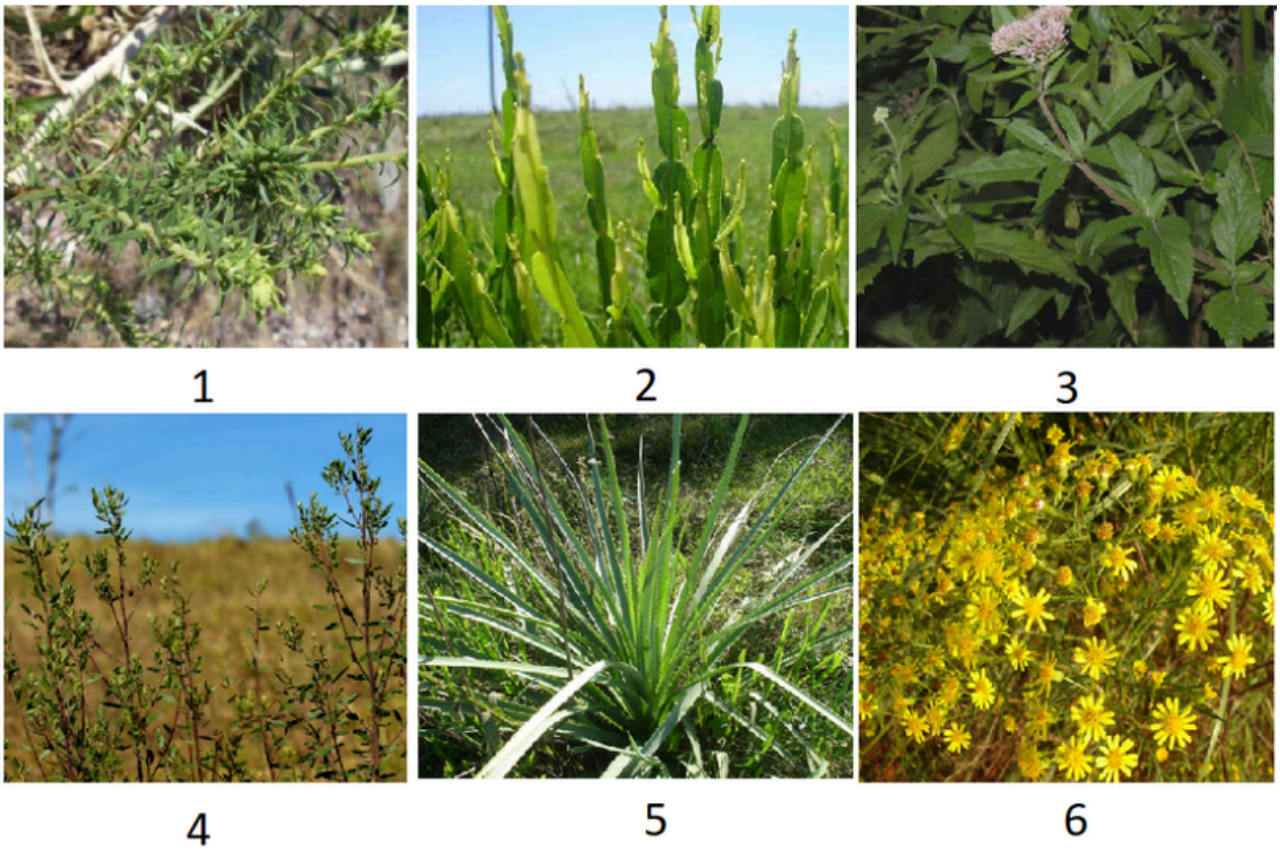


Figura 13 – Plantas indesejadas – (1) mio-mio (*Baccharis coridifolia*), (2) carqueja (*Baccharis trimera*), (3) chirca (*Eupatorium buniifolium*), (4) alecrim-do-campo (*Vernonia nudiflora*), (5) caraguatá-do-banhado (*Eryngium pandanifolium*), (6) Maria-mole (*Senecio brasiliensis*)

4. CONCLUSÕES

As pastagens nativas do Rio Grande do Sul são um recurso essencial para a sustentabilidade da pecuária e a conservação do Bioma Pampa. Embora enfrentam desafios relacionados à degradação e à invasão por espécies exóticas, práticas de manejo sustentável podem aumentar sua produtividade e preservar sua biodiversidade. A integração de técnicas como rotação de pastagens, controle de lotação animal e reintrodução de espécies nativas se mostrou eficaz em estudos de caso regionais.

Além disso, a valorização econômica das pastagens nativas, associada ao fortalecimento de políticas públicas, pode incentivar a adoção de práticas sustentáveis por parte dos produtores. Este capítulo destacou que o equilíbrio entre produção pecuária e conservação ambiental é viável, desde que os manejos sejam adaptados às especificidades locais.

5. REFERÊNCIAS

AGUINAGA, A. J. Q. Efeito do nível de oferta de forragem sobre o desempenho de novilhos em campo nativo na Depressão Central do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UFRGS, Porto Alegre, RS, 2004.

BALBINO, L. C. et al. Panorama da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) no Brasil e sua contribuição para a agricultura de baixo carbono. Embrapa Documentos, v. 48, p. 1–35, 2022.

BOGGIONE, A. K. et al. Estratégias de intensificação sustentável em campos nativos: lições aprendidas no Pampa brasileiro. Revista de Ciências Agrárias, v. 64, n. 3, p. 277–289, 2021.

BOLDRINI, I. I. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. Boletim do Instituto de Biociências, UFRGS, n. 56, p. 1–39, 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária 2020-2030: Plano Operacional / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. Brasília: Mapa/DEPROS, 2021.

CARVALHO, P. C. F. et al. NATIVÃO: 30 anos de pesquisa em campo. Boletim Técnico, 2017. 146 p.

COSTA, C. S. B. et al. Alternativas de uso sustentável do Bioma Pampa: ecoturismo e pecuária em campos nativos. Brazilian Journal of Nature Conservation, v. 16, n. 2, p. 129–141, 2020.

COSTA, J. A. A. Caracterização ecológica de ecotipos de Paspalum notatum Flügge var. notatum naturais do Rio Grande do Sul e ajuste de um modelo de estimação do rendimento potencial. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997. 98 p.

CSR/IBAMA. Centro de Sensoriamento Remoto do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Monitoramento da Cobertura Vegetal do Bioma Pampa: Relatório Técnico. Brasília: IBAMA, 2010.

EMBRAPA. Boletim de pesquisa e desenvolvimento: manejo sustentável de pastagens nativas. Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS, 2021. 92p.

FAO. Pathways towards lower emissions – A global assessment of the greenhouse gas emissions and mitigation options from livestock agri-food systems. Rome, 2023.

FERREIRA, E. T. Recria e terminação de novilhos de corte em pastagem natural submetida a diferentes manejos. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UFRGS, Porto Alegre, RS, 2009.

GOMES, M. B. et al. Estabelecimento e produtividade de forrageiras de inverno consorciadas com leguminosas em sistema de integração lavoura-pecuária no RS. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 49, e20190223, 2020.

GONÇALVES, C. E. P. Alelopatia da carqueja (Baccharis trimera Less) e ação de fungos em capim-annoni (Eragrostis plana Ness). Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UFSM, Santa Maria, RS, 2014.

IPCC. Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. Geneva, Switzerland, 2019.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília, 2009.

MARASCHIN, G. E. Ecophysiology and grazing ecology of temperate grasslands of South America. In: International Grassland Congress, São Pedro, SP, p. 27–38, 2001.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G. C. (Ed.). Forage Quality, Evaluation, and Utilization. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

NABINGER, C. et al. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: CARVALHO, P. C. F. et al. (Eds.). Campos Sulinos: Conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009. p. 175–198.

OVERBECK, G. E. et al. Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, v. 9, n. 2, p. 101–116, 2007.

PEREIRA, G. M. F. et al. Efeitos da correção do solo sobre a composição botânica e o desempenho animal em campo nativo. Revista de Zootecnia Integrada, v. 10, n. 1, p. 1–12, 2022.

PILLAR, V. D. et al. Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009. 403 p.

SANTOS, D. T. et al. Estratégias de manejo para intensificação sustentável de campos nativos no Bioma Pampa. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, v. 29, n. 3, p. 153–167, 2021.

SANTOS, H. P. et al. Produtividade e qualidade nutricional da aveia-preta em sistemas de integração lavoura-pecuária. Revista Brasileira de Agropecuária, v. 12, n. 3, p. 255–268, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

CAPÍTULO 4

Pastagens Cultivadas de Estação Quente

Este capítulo é dedicado às pastagens cultivadas durante os períodos de clima quente, onde a escolha e o manejo das espécies forrageiras tropicais são cruciais para a obtenção de alta produtividade. Aqui, o leitor encontrará uma análise detalhada das gramíneas perenes e anuais, como as *Brachiarias*, *Panicum maximum*, *Cynodon*, *Pennisetum e Sorgum*, que se destacam pelo metabolismo C4 e sua capacidade de produzir biomassa em ambientes quentes. São apresentadas técnicas de implantação, métodos de plantio (direto, em linha e consorciado) e práticas de adubação que garantem uma oferta contínua de forragem de alta qualidade.

Com recursos visuais, estudos práticos e dados experimentais, o material orienta o leitor na identificação de estratégias que reduzem a necessidade de suplementação alimentar e elevam o desempenho dos rebanhos, proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões no manejo de pastagens cultivadas em ambientes tropicais.



OBJETIVOS

Pastagens Cultivadas de Estação Quente

- Compreender a importância das espécies forrageiras cultivadas.
- Caracterizar as gramíneas tropicais perenes e anuais.
- Discutir o manejo e a implementação das pastagens cultivadas.
- Relacionar a escolha das espécies forrageiras aos objetivos produtivos.



1. GRAMÍNEAS CULTIVADAS PERENES DE CLIMA TROPICAL

As gramíneas tropicais representam uma boa alternativa para intensificação do sistemas pecuários tropicais e subtropicais, especialmente pela alta produção de biomassa de forragem. Felizmente, há uma amplitude de gêneros e espécies forrageiras que são adaptadas as inúmeras condições edafoclimáticas do Brasil, possibilitando gerar diferentes cenários pecuários, sobretudo nas regiões subtropicais. No entanto, é necessário conhecer os principais gêneros de forrageiras tropicais e suas características produtivas com vistas em traçar estratégias de manejo capazes de melhor explorar as potencialidades dessas espécies (COSTA et al. 2009).

1.1. *Brachiarias*

As *Brachiarias* são as forrageiras perenes mais cultivadas no Brasil, o que está relacionado à sua excepcional adaptabilidade a uma ampla variedade de condições de solo, clima e manejo. Atualmente, sete espécies destacam-se como as mais conhecidas e utilizadas: *brizantha; decumbens; dictyoneura; humidicola; mutica* e *ruziziensis*. Dessas, a B. *decumbens* e a B. *brizantha* são as mais cultivadas no país, devido à sua versatilidade e produtividade. Todas essas espécies possuem ciclo vegetativo perene e são implantadas por sementes (MARIANI et al. 2012).

De modo amplo, elas apresentam grande diversidade de características agronômicas, fazendo com que a escolha da espécie ou cultivar seja feita com base nas características da região em que serão implantadas e dos objetivos do sistema de produção (pastejo direto, corte ou consórcio). Além disso, elas demandam protocolos de manejo apropriados a fim de evitar a degradação da pastagem e maximizar sua produtividade (MARTHA JÚNIOR et al. 2007).

Características Agronômicas

As *Brachiarias* vegetam principalmente durante os meses mais quentes do ano (primavera/verão) e apresentam crescimento reduzido durante o outono/inverno, especialmente em regiões subtropicais, devido ao clima. Também apresentam flexibilidade quanto ao método de plantio, que pode ser realizado pelo sistema convencional ou direto, preferencialmente no período de novembro a fevereiro. A taxa de semeadura é variável entre as espécies e demanda 2,5 kg/ha a 10 kg/ha de sementes puras viáveis (SPV) com valor cultural de 100%, em profundidade entre 2 e 5 cm. Quando plantadas a lanço, a densidade de semeadura deve ser incrementada em 20 a 30% para garantir uma boa cobertura. Após o estabelecimento, algumas cultivares, como B. *brizantha* cv. Marandu, podem atingir até 2,0 metros de altura.

1.1.1. *Brachiaria decumbens*

- Adaptação: Solos ácidos e de baixa fertilidade, respondendo positivamente à adubação, mas com baixa tolerância a solos mal drenados.
- Características Morfológicas: Plantas perenes de crescimento decumbente, com alta capacidade de cobertura de solo.
- Cultivares: Basilisk - Amplamente conhecida por sua adaptabilidade a solos pobres, mas suscetível à cigarrinha das pastagens. Essa cultivar pode causar fotossensibilização hepatógena em ruminantes devido à presença de compostos tóxicos em folhas maduras (Figura 1).
- Manejo: Altura de manejo recomendada entre 15 a 30 cm. A produção média situa-se entre 8 a 15 toneladas de matéria seca (MS) por hectare ao ano.



Figura 1 – Bovino com fotossensibilização hepatógena - imagem retirada da internet

1.1.2. *Brachiaria brizantha*

- Adaptação: Exige solos de maior fertilidade em comparação com B. *decumbens*, mas é mais resistente à cigarrinha das pastagens.
- Características Morfológicas: Apresenta porte ereto, com cultivares que atingem até 2,0 metros de altura.
- Cultivares*:* Marandu; Xaraés; Piatã.
- Manejo: Altura ideal de entrada no pastejo é de 25 cm, com saída em 15 cm no sistema rotacionado. A produtividade média é de 8 a 15 toneladas de MS/ha durante o período das águas (primavera/verão).

1.1.3. *Brachiaria ruziziensis*

- Adaptação: Solos férteis e bem drenados, com bom desempenho em sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP).
- Características Morfológicas: Porte médio, crescimento vigoroso e maior facilidade de estabelecimento por sementes em comparação com outras Brachiarias.
- Manejo: Indicada para alturas de manejo semelhantes às de B. *brizantha*, com entrada em 20 a 30 cm e saída em 15 cm.

1.1.4. *Brachiaria humidicola*

- Adaptação: Preferida para solos de baixa drenagem e sujeitos a alagamentos periódicos. Também destaca-se pela resistência à cigarrinha e capacidade de se adaptar a solos com altos teores de alumínio (Al^{3+}).
- Características Morfológicas: Menor porte, com boa tolerância à compactação do solo. Indicada para áreas de pastagens extensivas.
- Cultivares: BRS Tupi.
- Manejo: Ideal para áreas de menor manejo intensivo, com produção média de 7 a 12 toneladas de MS/ha.

1.1.5 Brachiaria mutica (Capim Angola)

- Adaptação: Amplamente utilizada em áreas de várzeas e regiões sujeitas a inundações, como em zonas ribeirinhas.
- Características Morfológicas: Porte elevado e excelente capacidade de cobertura de solo. Frequentemente utilizada para controle de erosão e recuperação de áreas degradadas.
- Manejo: Requer altura de pastejo mais elevada, com entrada em 25 cm e saída em 15 cm.



Figura 2 - Pastagem de *Brachiaria e sua inflorescência*

1.2. Panicum maximum

O *Panicum maximum* é um dos gêneros mais importantes de gramíneas forrageiras tropicais, amplamente reconhecido por sua elevada produtividade e valor nutritivo. Suas cultivares apresentam excelente adaptabilidade às condições tropicais e subtropicais do Brasil, sendo ideais para sistemas de produção intensiva (CORRÊA & SANTOS, 2003).

Características Agronômicas

As cultivares de *Panicum maximum,* assim como as *Brachiarias*, vegetam principalmente durante os meses mais quentes do ano (primavera/verão) e apresentam crescimento reduzido durante o outono/inverno, especialmente em regiões subtropicais. Já em regiões tropicais, o crescimento no outono/inverno é comprometido pela limitação hídrica. A implantação pode ser realizada por meio de sementes ou mudas, com densidade de semeadura variando de 1,8 a 3,0 kg de sementes puras viáveis (SPV) por hectare e profundidade de plantio de 1 a 2 cm. A produtividade média de forragem situa-se ao redor de 15 toneladas de matéria seca por hectare ao ano (t MS/ha/ano). Morfologicamente, as plantas apresentam porte que varia de 0,5 a 4,5 m de altura, com folhas largas que podem atingir até 100 cm de comprimento e 3,5 cm de largura.

As cultivares de *Panicum maximum* representam opções versáteis e de alto desempenho para diferentes condições edafoclimáticas. A escolha da cultivar deve ser baseada nas características do solo, no clima da região e no sistema de manejo pretendido. A implementação de práticas adequadas, como adubação, rotação de pastagem e controle de lotação, é essencial para garantir a longevidade das pastagens e a maximização da produtividade.



Figura 3 - Pastagem de *Panicum maximum* e sua inflorescência

1.2.1. *Panicum maximum* cv. Tanzânia

- Características: Apresenta porte médio-alto, folhas largas e boa relação folha/colmo, o que garante excelente qualidade nutricional.
- Adaptação: Exige solos de média a alta fertilidade e é sensível ao superpastejo, o que requer manejo rotacionado.
- Altura de Manejo: Recomenda-se a entrada no pastejo com 60-70 cm de altura e saída com 30-35 cm.
- Produtividade: Produz em média 12 a 15 t MS/ha/ano, com boa resposta à adubação nitrogenada.

1.2.2. *Panicum maximum* cv. Massai

- Características: De porte mais baixo (0,8 a 1,2 m), folhas finas e densidade de touceiras elevada. Apresenta alta resistência ao pastejo contínuo.
- Adaptação: É indicada para solos arenosos e de baixa fertilidade, sendo resistente à seca e pragas como cigarrinha-das-pastagens.
- Altura de Manejo: Entrada com 40-50 cm e saída com 20-25 cm.
- Produtividade: Embora tenha menor produção de biomassa (8 a 10 t MS/ha/ano), destaca-se pela persistência em condições adversas.

1.2.3. *Panicum maximum* cv. BRS Zuri

- Características: Cultivar de porte alto, folhas largas e elevada relação folha/colmo, resultando em excelente qualidade forrageira.
- Adaptação: Exige solos de média a alta fertilidade e responde bem à adubação. Apresenta boa tolerância ao pastejo rotacionado.
- Altura de Manejo: Entrada com 70-80 cm e saída com 30-35 cm.
- Produtividade: Atinge até 20 t MS/ha/ano em condições ideais de manejo e adubação.

1.2.4. *Panicum maximum* cv. BRS Tamani

- Características: Cultivar de porte médio (1,0 a 1,3 m), com folhas mais finas que o Mombaça e o Zuri. Apresenta excelente valor nutritivo, ideal para sistemas de produção intensiva.
- Adaptação: Boa tolerância ao pastejo contínuo e adaptabilidade a solos de média fertilidade.
- Altura de Manejo: Entrada com 50-60 cm e saída com 25-30 cm.
- Produtividade: Média de 15 a 18 t MS/ha/ano, com excelente digestibilidade.

1.2.5. *Panicum maximum* cv. BRS Quênia

- Características: Porte intermediário (1,2 a 1,5 m), com excelente perfilhamento basal e resistência ao pastejo contínuo.
- Adaptação: Alta adaptabilidade a solos de média fertilidade e boa resposta à adubação.
- Altura de Manejo: Entrada com 60-70 cm e saída com 30-35 cm.
- Produtividade: Produz entre 16 e 18 t MS/ha/ano.

1.2.6. *Panicum maximum* cv. MG12 Paredão

- Características: Apresenta porte alto (1,5 a 2,0 m), alta densidade foliar e resistência ao acamamento.
- Adaptação: Indicada para sistemas de pastejo rotacionado, com excelente resposta a solos de alta fertilidade.
- Altura de Manejo: Entrada com 70-80 cm e saída com 40-50 cm.
- Produtividade: Média de 18 a 20 t MS/ha/ano.

1.2.7. *Panicum maximum* cv. MG18

- Características: Cultivar de porte médio, folhas finas e alta relação folha/colmo, ideal para sistemas intensivos.
- Adaptação: Boa tolerância ao pastejo e alta adaptabilidade a solos corrigidos.
- Altura de Manejo: Entrada com 50-60 cm e saída com 25-30 cm.
- Produtividade: Produz de 14 a 17 t MS/ha/ano.

1.3. *Cynodons*

O gênero *Cynodon* é reconhecido por sua alta produtividade, valor nutricional e adaptabilidade a diferentes condições ambientais (KANK et al. 2011). As cultivares desse gênero são particularmente valorizadas em sistemas intensivos de produção animal devido ao seu elevado potencial forrageiro e excelente digestibilidade, além de boa cobertura de solo, o que reduz a erosão e melhora a sustentabilidade dos sistemas de pastagem. O seu uso em bacias leiteiras no sul do Brasil tem sido amplo, em função da facilidade de manejo e boa resposta produtiva.

1.3.1. Bermudas (*Cynodon dactylon*)

Caracterizadas pela presença de estolões e rizomas, essas cultivares são conhecidas como "gramas bermudas" e são amplamente utilizadas em regiões de clima tropical e subtropical.

Cultivares de destaque:

- Tifton 85: Considerada uma das mais produtivas, com alta digestibilidade e excelente valor nutritivo. Apresenta elevado teor de fibras digestíveis (FDN entre 50-55%) e produção de matéria seca de 10 a 15 t/ha/ano em condições favoráveis. Sua implantação, apesar de ser por mudas, é compensada pela longevidade da pastagem.

- Coastcross: Reconhecida por sua resistência a pragas e doenças e bom desempenho em solos de média fertilidade. É uma cultivar de crescimento rápido, com boa tolerância ao pastejo contínuo.

- Jiggs: Variedade de rápido estabelecimento e adaptabilidade a solos de baixa fertilidade. Apresenta boa produtividade mesmo em condições de menor manejo.



Figura 4 - Pastagem de Tifton 85 - Foto de Ivan Luiz Brondani

1.3.2. Estrelas (*Cynodon nlemfuensis*)

Essas cultivares, popularmente chamadas de "capins estrelas", possuem apenas estolões, o que facilita a propagação vegetativa e a recuperação após o pastejo.

Cultivares de destaque:

- Florico: Cultivar adaptada a solos de baixa fertilidade e clima seco. Apresenta moderada tolerância ao encharcamento, sendo utilizada em áreas de pastagem contínua.

- Florona: Altamente palatável e resistente ao pastejo contínuo. Sua principal aplicação é em sistemas de corte ou rotacionado.

- Capim-Estrela Africana: Amplamente utilizado em regiões tropicais, é conhecido pela resistência ao pastejo intensivo e pela boa produtividade de forragem.

1.3.3. Produtividade e Aplicações

As cultivares de *Cynodon* são ideais para sistemas intensivos de pastejo rotacionado e produção de feno de alta qualidade. A produtividade média varia entre 8 a 13 t MS/ha/ano, podendo atingir valores superiores com manejo adequado e condições favoráveis de fertilidade e irrigação.

Sistemas produtivos mais intensivos, como a recria de bezerros com suplementação, quando trabalhados em pastagens de *Cynodon* (Tifton 85) bem manejadas, podem demonstrar ganhos produtivos que permitem a esses sistemas serem altamente competitivos. Nos resultados apresentados na Tabela 1 (PIZZUTI 2014), com pesquisa desenvolvida na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, foi possível manter lotação média de 2.891,4 kg de PV ao longo de janeiro até junho, com baixo nível de suplementação (atendimento da PB); quando o nível de suplementação foi de 1,5% do PV, a capacidade de suporte das pastagens foi para 4.936,4 kg de PV.

Os valores supramencionados permitem alto potencial de ganho produtivo e econômico, os quais foram vistos no GPA (ganho de peso vivo por área). Além da alta capacidade produtiva, essas pastagens possibilitam cobrir o vazio forrageiro (abril a junho), momento o qual as pastagens hibernais não estão estabelecidas e as de verão estão em final de ciclo.

Tabela 1 – Desempenho de bezerros de corte Braford durante a recria em pastagem de Tifton 85 com diferentes níveis de suplementação – de 15 de janeiro a 02 de junho – 140 dias de utilização

Nível de suplementação (% do PV)	Taxa de acúmulo	GMD (kg animal/dia)	Lotação (kg de PV/ha)	GPA
0,29	65,68	0,540	2891,4	1276,9
0,5	78,63	0,594	3063,9	1423,1
1,0	68,16	0,856	4021,8	2437,6
1,5	70,24	0,899	4936,4	3029,2

GMD = ganho médio diário de peso; GPA = ganho de peso vivo por hectare
Adaptado: PIZUTTI (2014)

1.4. Capins Elefantes (*Cenchrus purpureus*)

O capim elefante (*Pennisetum purpureum*) se destaca pela sua elevada produtividade, qualidade nutricional e adaptabilidade em sistemas de pastejo intensivo. Sua estrutura é composta por colmos grossos e folhas largas, permite a formação de uma densa cobertura de solo, contribuindo tanto para a produção de forragem quanto para o controle da erosão. Além disso, a eficiência fotossintética associada ao metabolismo C4 garante um rápido acúmulo de biomassa mesmo em condições de altas temperaturas, características essenciais para regiões tropicais e subtropicais.

Entre as principais cultivares utilizadas na pecuária brasileira, o BRS Kurumi (Figura 5) e o BRS Capiaçu (Figura 6) têm sido implantadas nas principais bacias leiteiras do sul do Brasil, em especial no oeste catarinense e na Mesorregião Noroeste do Rio Grande do Sul. O BRS Kurumi é uma cultivar de capim elefante-anão e portanto mais recomendada para sistemas de pastoreio, enquanto o Capiaçu é mais indicado para sistemas de corte, visando a oferta picada aos animais ou na forma de silagem (Quadro 1).

A escolha entre uma e outra dependerá dos objetivos produtivos, condições do solo, disponibilidade de insumos e estratégias de manejo adotadas pela propriedade. Algumas recomendações práticas para o manejo do capim elefante incluem:

- Altura de Pastejo: Manter a altura de pastejo entre 40 e 60 cm pode favorecer a manutenção da qualidade nutricional e estimular a rebrota, contribuindo para a sustentabilidade do sistema. Essa meta de altura é mais fácil de ser mantida com o Kurumi, uma vez que é uma planta de menor porte.

- Adubação e Correção do Solo: A análise do solo e a aplicação de corretivos (como calcário) e fertilizantes, principalmente nitrogenados, são fundamentais para otimizar a produção, especialmente na cultivar BRS Capiaçu, devido a sua alta exigência nutricional.

- Controle de Pastejo: O manejo rotacionado é recomendado para evitar o superpastejo e promover uma distribuição uniforme da forragem, garantindo que ambas as cultivares se mantenham produtivas ao longo do ciclo forrageiro.

Em síntese, o capim elefante e suas cultivares BRS Kurumi e Capiaçu representam opções estratégicas para incrementar a oferta de forragem de alta qualidade em sistemas de produção de verão. Enquanto a BRS Capiaçu se destaca pela sua alta produtividade e resposta intensa à adubação, a BRS Kurumi oferece robustez e persistência, adaptando-se bem a condições de manejo menos intensivo. A integração dessas características com práticas de manejo adequadas pode contribuir significativamente para a sustentabilidade e eficiência dos sistemas pecuários.



Figura 5 - Pastagem de BRS Kurumi - Adaptado de Portal DBO



Figura 6 - Pastagem de BRS Capiaçu - Adaptado de EMATER RO

Quadro 1 - Principais características e diferenças entre o Kurumi e o Capiaçu

Característica	BRS Kurumi	BRS Capiaçu
Propagação	Vegetativa	Vegetativa
Uso recomendado	Pastoreio	Corte
Hábito de crescimento	Touceiras semi-abertas; planta de porte baixo	Touceiras eretas; planta de porte alto (alto crescimento)
Altura média (durante a estação de crescimento)	~70 cm	~4,20 m
Diâmetro do colmo	~ 1,2 cm	~ 1,6 cm
Relação folha:colmo	11,8	0,75
Densidade de perfilhos	Alta: ~36 perfilhos/m²	Moderada: ~30 perfilhos/m²
Dimensões das folhas	Largura: ~3,4 cm; Comprimento: ~69 cm	Largura: ~ 5,17 cm; Comprimento: ~106 cm
Produção total de matéria seca (MS)	~ 20,2 t/ha/ano	~ 49,75 t/ha/ano
Principais vantagens	Crescimento vegetativo vigoroso, intenso perfilhamento e forragem de alta qualidade nutricional para pastejo direto	Alta produtividade de matéria seca, resistência ao tombamento, adaptada para colheita mecanizada e custo de produção menor para silagem

Adaptado de Pereira et al., (2017)

2. GRAMÍNEAS ANUAIS TROPICAIS

As gramíneas tropicais de ciclo anual destacam-se pelo rápido estabelecimento e elevada produção de biomassa em um curto período de tempo (30 a 45 dias), características que as tornam estratégicas em sistemas agropecuários. Essas espécies são particularmente úteis para suprir vazios forrageiros, antecipar o período de pastejo em relação às forrageiras perenes, melhorar a qualidade nutricional da dieta animal e aumentar a taxa de lotação das propriedades rurais. Apesar de sua produtividade, as gramíneas anuais tropicais possuem desvantagens, como o ciclo curto (90 a 150 dias) e a necessidade de manejo mais intensivo para maximizar o potencial produtivo e evitar perdas. As principais espécies incluem o milheto e o sorgo forrageiro, amplamente utilizadas em regiões tropicais e subtropicais.

2.1. Milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke)

O milheto é uma gramínea anual tropical amplamente cultivada no Brasil devido ao seu rápido estabelecimento, alta produtividade e versatilidade. Reconhecido como "pasto-italiano", o milheto possui crescimento inicial vigoroso e ciclo vegetativo de 90 a 120 dias, com condições favoráveis para pastejo já aos 30 a 50 dias após a semeadura.

Características Agronômicas

- Morfologia: Hábito de crescimento ereto, com porte alto, folhas largas e panícula contraída.
- Produção: Pode atingir produtividade de até 20 t de matéria seca por hectare (MS/ha), exigindo um manejo rigoroso.

Implantação e Manejo

- É semeado preferencialmente no período chuvoso (a partir de outubro).
- O espaçamento entre linhas varia de 40 a 50 cm, com densidade de 10 a 15 kg/ha de sementes.
- O manejo ideal para pastejo é iniciado quando as plantas atingem 50 cm de altura, com saída aos 30 cm, para preservar a rebrota.
- Uso Múltiplo: Além do pastejo, é utilizado para produção de silagem, cobertura do solo em sistemas de plantio direto e, em algumas regiões da África e Ásia, para produção de grãos destinados à alimentação humana.

Vantagens

- Alta produção de biomassa em um curto período.
- Excelente qualidade nutricional, com bom teor de proteína bruta (PB) e digestibilidade.
- Tolerância à seca e solos de baixa fertilidade.

Desvantagens

- Sensibilidade a temperaturas muito baixas ou geadas.
- Menor tolerância ao pastejo intenso em relação a gramíneas perenes.



Figura 5 - Pastagem de Milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) - Foto de Ivan Luiz Brondani



Figura 6 - Panícula da pastagem de Milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke)

2.2. Sorgo Forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

O sorgo forrageiro é uma gramínea anual amplamente utilizada tanto para pastejo quanto para produção de forragem conservada (silagem e feno). Suas variedades híbridas, incluindo o *Sorghum sudanense* (capim-sudão), possuem características que atendem a diferentes demandas de manejo, destacando-se pela rusticidade e adaptabilidade a condições adversas, como seca prolongada.

Características Agronômicas

- Morfologia: Hábito de crescimento ereto, porte elevado (até 4 m em algumas variedades), folhas largas e panícula típica.

Produção

- Produtividade de biomassa de até 25 t MS/ha na safra principal.
- Produção na safrinha varia de 4 a 8 t MS/ha, dependendo das condições climáticas.

I*mplantação e Manejo*

- A semeadura ocorre no início do período chuvoso, com densidade de 8 a 12 kg/ha.
- O pastejo deve começar quando as plantas atingem 50 cm de altura, com saída aos 30 cm, para evitar intoxicação por ácido cianídrico.

Fatores Antinutricionais

O sorgo possui compostos cianogênicos, como a durrina, que podem ser convertidos em ácido cianídrico em condições específicas, como:

- Plantas muito jovens ou em rebrote.
- Déficit hídrico prolongado ou excesso de adubação nitrogenada. Por isso, é essencial evitar o pastejo em alturas inferiores a 30 cm.

Vantagens

1. Alta rusticidade e adaptabilidade a solos pobres e condições de baixa umidade.
2. Variedades híbridas com menor teor de compostos cianogênicos.
3. Uso versátil: pastejo, silagem e produção de grãos.

Desvantagens

1. Necessidade de manejo criterioso para evitar intoxicação.
2. Menor qualidade nutricional inicial em comparação ao milheto.



Figura 7 – Pastagem de *Sorghum sudanense* (capim-sudão) - Foto de Ivan Luiz Brondani)



Figura 8 – Panícula Sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

2.3. Capim-Sudão (*Sorghum sudanense*)

- Características: Porte médio (1,5 a 2 m), alta capacidade de perfilhamento e resistência à seca.
- Manejo: Ideal para pastejo rotacionado, com entrada aos 50 cm e saída aos 30 cm.
- Produção: 10 a 15 t MS/ha na safra principal.
- Uso: Destina-se principalmente ao pastejo, com excelente rebrota após cortes.

Tabela 2 – Características produtivas de diferentes espécies de gramíneas de estação quente sob o desempenho de bovinos de corte

Espécie	Milheto	Sorgo	Capim-elefante	Capim-papuã
Carga animal (kg de PV/ha)	1.541	1.389	1.682	1.634
GMD (kg de PV)	1,188a	1,121a	0,928b	1,056ab
GPA (kg/ ha de PV)	639,9	570,3	774,4	668,5
Período de utilização, dias	98	98	143	98

GMD = ganho médio diário de peso; GPA = ganho de peso vivo por hectare Letras minúsculas diferem na mesma linha a 5% de significância. Adaptado de RESTLE et al (2002)

As gramíneas anuais tropicais, como o milheto e o sorgo forrageiro, desempenham um papel estratégico em sistemas de produção animal, suprindo lacunas forrageiras e aumentando a produtividade em curtos períodos. No entanto, o manejo criterioso dessas espécies é essencial para evitar problemas produtivas causadas por manejo inadequado do pastoreio ou distúrbios metabólicos nos animais causados por efeitos tóxicos em casos específicos.

3. CONCLUSÕES

As gramíneas forrageiras tropicais desempenham um papel essencial na pecuária brasileira, fornecendo suporte alimentar de alta qualidade para ruminantes em diferentes sistemas de produção. A escolha das espécies e cultivares deve considerar fatores como fertilidade do solo, adaptação ao clima, sistema de pastejo e objetivos produtivos.

O manejo adequado das pastagens, incluindo altura de entrada e saída dos animais, adubação equilibrada e estratégias de rotação, é determinante para garantir a persistência e o desempenho das forrageiras. Entre as espécies destacadas, as *Brachiarias* são amplamente utilizadas devido à sua rusticidade, enquanto as *Panicum maximum* apresentam alto potencial produtivo, porém exigem maior controle de manejo. Já as cultivares do gênero *Cynodon* se destacam em sistemas intensivos, como pastejo rotacionado e produção de feno.

Além das forrageiras perenes, a utilização estratégica de gramíneas anuais, como o milheto e o sorgo, possibilita o suprimento de forragem em períodos críticos, minimizando impactos do vazio forrageiro. Contudo, essas espécies requerem planejamento adequado para otimizar sua eficiência produtiva.

Por fim, o sucesso na utilização das forrageiras tropicais depende da implementação de boas práticas agronômicas, do monitoramento constante do pasto e do conhecimento sobre as necessidades nutricionais dos animais, permitindo maior eficiência e sustentabilidade na produção pecuária.

4. REFERÊNCIAS

CÔRREA, L,M.; SANTOS, P. M. Manejo e utilização de plantas forrageiras dos gêneros Panicum, Brachiaria e Cynodon. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2003. 36p.; (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos 34).

COSTA, N. L.; GIANLUPPI, V.; BENDAHAN, A. B.; BRAGA, R. M.; MATTOS, P. S. R. Fisiologia e Manejo de Gramíneas Forrageiras Tropicais. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009.

DIAS-FILHO, M. B. Manejo Profissional da Pastagem: Fundamento para uma Pecuária de Sucesso. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2017.

JANK, L.; BARRIOS, S. C. L.; VALLE, C. B.; SIMEÃO, R. M.; ALVES, G. F. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: o exemplo da Embrapa Gado de Corte. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, p. 183-191, 2011.

MARIANI, F.; FONTANELI, R. S.; VARGAS, L.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. Estabelecimento de gramíneas forrageiras tropicais perenes simultaneamente com as culturas de milho e soja no Norte do RS. Ciência Rural, v. 42, n. 11, p. 1960-1965, 2012.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. (Eds.). Cerrado: Uso Eficiente de Corretivos e Fertilizantes em Pastagens. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007.

PEREIRA, A. V.; DA SILVA LÉDO, F. J.; MACHADO, J. C. BRS Kurumi and BRS Capiaçu – New elephant grass cultivars for grazing and cut-and-carry system. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v. 17, p. 59–62, 2017.

PIZZUTI, L.A.D. Suplementação de Bezerros Desmamados em Pastagem de Tifton 85. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - UFSM. 2014, 137p.

RESTLE, J. Produção Animal em Pastagem com Gramíneas de Estação Quente. Revista Brasileira de Zootecnia, 31, 2002.

CAPÍTULO 5

Pastagens Cultivadas de Estação Fria

No quinto capítulo, o foco se volta para as pastagens que se desenvolvem sob condições de clima frio, essenciais para manter a produção de forragem durante o inverno e períodos de “vazio forrageiro”. O conteúdo aborda as espécies hibernais e outras forrageiras temperadas, destacando as adaptações fisiológicas que lhes permitem prosperar em baixas temperaturas e em condições de menor disponibilidade hídrica.

Este capítulo também explora a integração entre gramíneas e leguminosas na estação fria, enfatizando os benefícios da fixação biológica de nitrogênio e o equilíbrio nutricional proporcionado pelos consórcios forrageiros. Com exemplos práticos, figuras ilustrativas e dados de estudos de caso, o material oferece diretrizes para que produtores e técnicos possam implementar sistemas de pastagem que assegurem a continuidade da oferta forrageira ao longo do ano, contribuindo para a estabilidade produtiva e a sustentabilidade dos sistemas agropecuários.



OBJETIVOS

Pastagens Cultivadas de Estação Fria

- Compreender a importância das forrageiras hibernais no contexto do sul do Brasil, abordando suas contribuições para a alimentação de ruminantes durante o período de menor oferta de pasto.

- Reconhecer as principais espécies de gramíneas de clima temperado (aveia, azevém, trigo de duplo propósito, etc.) e suas características agronômicas.

- Explorar o potencial das leguminosas forrageiras (trevos, alfafa, cornichão) na melhoria da qualidade nutricional do pasto e na fixação de nitrogênio.

- Discutir o manejo e a implementação das pastagens hibernais, incluindo altura de pastejo, consórcios e estratégias para evitar sobrepastejo e degradação do solo.

- Relacionar a escolha das espécies forrageiras aos objetivos produtivos de cada propriedade, considerando aspectos climáticos, tipo de solo e disponibilidade de insumos.



1. GRAMÍNEAS DE CLIMA FRIO

As gramíneas de clima hibernal são fundamentais para suprir a demanda de forragem durante o outono e inverno no sul do Brasil, período no qual as pastagens tropicais reduzem drasticamente a produção (COSTA et al. 2018). Especialmente no Rio Grande do Sul, o uso de espécies como aveia-preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) confere estabilidade alimentar nos meses frios, além de elevada qualidade nutricional quando bem manejadas (EMBRAPA, 2018; FONTANELI et al. 2012).

As principais espécies cultivadas são a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), que pode ser considerado como a mais importante forrageira para o contexto agropecuário do sul do Brasil, visto sua complementaridade de ciclo vegetativo com as pastagens naturais, alto valor nutritivo, facilidade de estabelecimento e excelente capacidade de ressemeadura natural (CARVALHO et al. 2009) e o trigo de duplo propósito (*Triticum aestivum* L.), que nas últimas décadas ganhou maior notoriedade no Sul do Brasil devido aos sistemas SIPA (Sistema Integrado de Produção Agropecuária). No entanto, outras espécies de gramíneas anuais como o centeio (*Secale cereale* L.), triticale (X *Triticosecale Wittmack*), capim-lanudo (*Holcus lanatus* L.) ou perenes como festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.), faláris (*Falaris aquatica* L.) e capim-dos-pomares (*Dactylis glomerata* L.), são espécies disponíveis para cultivo e que apresentam resultados interessantes, mas pouco utilizadas em virtude do lento processo de lançamento das cultivares e baixa adoção por parte dos produtores rurais (NABINGER et al. 2011).

Espécies Mais Utilizadas

- Aveia-preta (*Avena strigosa*): Resistente e de fácil manejo, amplamente empregada em consórcios forrageiros.
- Azevém (*Lolium multiflorum*): Forrageira de ciclo longo, alta produtividade e excelente valor nutricional.
- Trigo de Duplo Propósito (*Triticum aestivum*): Cultivado para produção de grãos e forragem.
- Centeio (*Secale cereale*) e Triticale (× *Triticosecale*): Espécies que complementam os sistemas forrageiros com ciclos específicos de produção.
- Festuca (*Festuca arundinacea*) e Capim-dos-Pomares (*Dactylis glomerata*): Gramíneas perenes que apresentam potencial para uso em sistemas de longa duração, mas com menor adoção comercial.

1.1. Aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.)

São três as principais espécies de aveia cultivadas nos sistemas agropecuários, a preta (*Avena strigosa* Schreb.), a branca (*Avena sativa* L.) e a amarela (*Avena byzantina* C. Koch.). As aveias brancas e amarelas são de duplo propósito, pois são capazes de boa produção de forragem, além de razoável produção de grãos. Porém, essas espécies são mais susceptíveis à ferrugem da folha e sua utilização na formação de pastagens somente é recomendável para regiões menos afetadas por esta doença (SANTOS et al. 2020).

A aveia-preta destaca-se por sua rusticidade, sendo amplamente utilizada em sistemas SIPA e em rotação com culturas de verão (EMBRAPA 2020; SANTOS et al. 2020). Sua recomendação de semeadura entre abril e maio visa aproveitar as chuvas de outono, garantindo o estabelecimento rápido. Além do potencial de produção de forragem, há estudos que relatam maior supressão de invasoras e redução na aplicação de herbicidas quando a aveia é consorciada com espécies como ervilhaca ou trevo-vermelho (MACHADO et al. 2019).

Características Agronômicas:

- Hábito de crescimento cespitoso ereto, com colmos cilíndricos e folhas longas.
- Ciclo vegetativo intermediário (90 a 120 dias dias).
- Produção de até 10 t MS/ha em condições de manejo adequado.

Manejo:

- Altura ideal de pastejo: 20 a 25 cm.
- Implantação: Entre abril e maio, com consórcios recomendados com azevém e centeio para escalonar a produção.

Vantagens:

- Boa resistência ao pisoteio.
- Possibilidade de integração com sistemas agrícolas, contribuindo para o controle de erosão e melhoria da estrutura do solo.



Figura 1 – Perfilho e inflorescência da Aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) - Foto (perfilho) de Ivan Luiz Brondani

1.2. Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.)

O azevém anual constitui uma das mais importantes gramíneas hibernais na Região Sul, seja em monocultivo ou em consórcio. Em condições de adubação nitrogenada adequada, pode atingir 10 a 15 t de matéria seca por hectare (BORTOLINI et al. 2017; CARVALHO et al. 2009). Devido à elevada digestibilidade e palatabilidade, contribui para ganhos significativos de peso em bovinos de corte e para incremento na produção de leite em sistemas baseados em pastejo (ROSO et al. 2000).

Características Agronômicas:

- Ciclo vegetativo de até 180 dias.
- Produção de 10 a 15 t MS/ha, dependendo do manejo (ROSO et al. 2000).
- Disponível em cultivares diplóides (2n) e tetraplóides (4n), sendo estas últimas superiores em valor nutricional e produtividade.

Manejo:

- Altura ideal de pastejo: 20 a 25 cm.
- Época de plantio: Entre março e abril, com estabelecimento em 40 a 60 dias.
- Ressemeadura natural eficaz, especialmente em áreas de pastagem contínua.

Vantagens:

- Alta palatabilidade e digestibilidade.
- Complementaridade com pastagens tropicais no ciclo produtivo.



Figura 2 – Perfilho e inflorescência do azevém (*Lolium multiflorum* Lam). Foto (perfilho) de Ivan Luiz Brondani

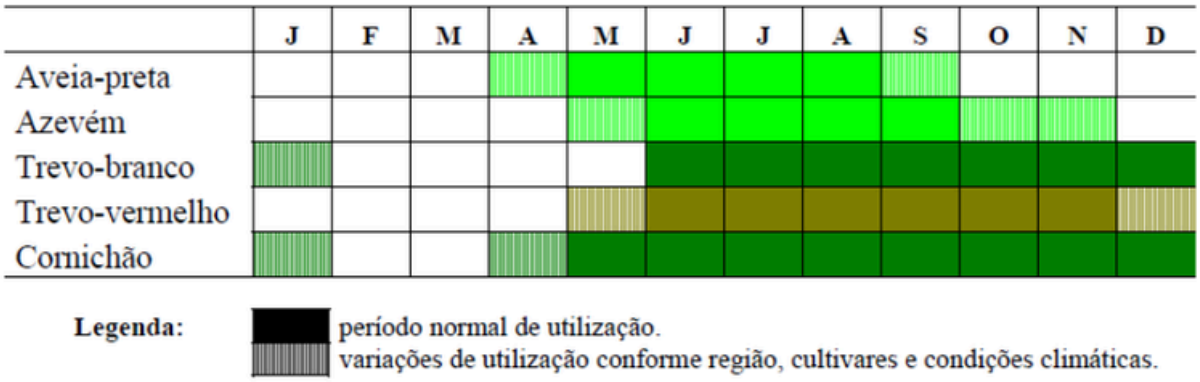
A diversidade de cultivares de azevém disponível no mercado reflete sua capacidade de adaptação a diferentes regiões do sul do Brasil (Tabela 1). Há variedades mais precoces, ideais para ciclos mais curtos e sistemas de integração com soja, por exemplo, e outras de ciclo mais longo, mais adequadas ao pastejo estendido e à produção de sementes em propriedades essencialmente pecuárias (CARVALHO et al., 2009).

A plasticidade agronômica do azevém (Quadro 1) assegura um papel fundamental no suprimento forrageiro, tanto para atender as flutuações de crescimento das pastagens nativasno período de invernos, quanto para manter a produtividade animal elevada em regiões onde o frio se estende por um período significativo. O consórcio do azevém com a aveia promove ganhos satisfatórios à pecuária do sul do Brasil, em especial aos sistemas de recria e terminação de bovino de corte. Ganhos de peso (GMD) que variam de 0,900 a 1,000 kg/animal/dia e ganho de peso por área (GPA) de até 1.400 kg/ha, são normalmente observados. Além disso, o azevém responde muito bem a adubação nitrogenada (LUPATINI et al 2013).

Tabela 1 - Desempenho animal em diversos trabalhos conduzidos no RS com espécies temperadas no sul do Brasil

Estratégia de forrageamento	N (kg/ha)	GMD (kg animal/dia)	GPA (kg/ha de PV)	Lotação (kg de PV/ha)	Fonte
Aveia + Azevém + Tv. Vesiculoso	--	0,70	994	515	Quadros e Maraschin (1987)
Azevém + Tv Vesiculoso	--	0,88	1185	562	
Aveia + Tv. Branco + Cornichão	--	1,02	912	568	
Aveia + Azevém	0	0,94	671	335	Restle et al. (1993)
Aveia + Azevém	150	0,97	1212	641	
Aveia + Azevém	300	1,04	1468	865	
Aveia + Azevém + Ervilhaca	0	1,21	798	273	Canto et al. (1997)
Aveia	100	1,41	827	274	
Aveia + Ervilhaca	0	1,27	656	212	Restle et al. (1998)
Aveia+ Azevém	200	0,85	1110	598	
Aveia + Azevém + Tv. Vesiculoso	150	1,10	1490	720	Lesama e Moojen (1999)
Aveia + Azevém	300	0,84	1652	650	
Azevém + Aveia	200	0,68	1102	726	Roso et al. (2000)
Azevém + Triticale	200	0,80	1153	803	
Azevém + Centeio	200	0,77	1074	754	
Azevém + Triticale	0	0,74	738	438	Soares et al. (2002)
Azevém + Triticale	150	0,72	1086	651	
Azevém + Triticale	300	0,76	1078	652	
Azevém + Triticale	400	0,78	988	601	

Quadro 1 - Períodos (meses) de utilização sob pastejo das principais forrageiras de clima temperado em uso no sul do Brasil



Adaptado: CARVALHO et al. 2009. Campos Sulinos: Conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. Cap.16.

Adaptado de CARVALHO et al. (2009)

1.3. Trigo de Duplo Propósito (*Triticum aestivum* L.)

O trigo de duplo propósito (*Triticum aestivum*) é uma opção versátil, especialmente em sistemas integrados. Seu manejo possibilita tanto a produção de forragem quanto de grãos, maximizando a eficiência do uso da terra (ZANON et al. 2021). Recomenda-se interromper o pastejo ao início do afilhamento pleno ou no alongamento do colmo para não comprometer a posterior formação de grãos (BREDEMEIER et al. 2013). Em estudos recentes, a adoção desse sistema tem apresentado boa resposta econômica e maior estabilidade de renda para os produtores, pois diversifica a fonte de receita (BRAZ et al. 2020).

Características Agronômicas:

Produção média de 8 a 12 t MS/ha de forragem antes da colheita de grãos.
Alta qualidade nutricional no estágio vegetativo.

Manejo:

- Pastejo deve ser interrompido ao início do estágio de elongação para permitir a produção de grãos.
- Consórcios com leguminosas como ervilhaca melhoram a qualidade da dieta animal e a fertilidade do solo.

1.4. Centeio (*Secale cereale* L.) e Triticale (*Triticosecale Wittmack*)

Essas gramíneas são frequentemente utilizadas em consórcios devido ao seu ciclo precoce e adaptabilidade a condições climáticas adversas.

Centeio:

- Produção concentrada no início do inverno, complementando espécies como azevém e aveia. Resistente ao frio intenso e a solos de baixa fertilidade.

Triticale:

- Híbrido de trigo e centeio, combina a qualidade do trigo com a rusticidade do centeio. Ciclo intermediário, permitindo sua utilização em sistemas diversificados.

1.5. Festuca (*Festuca arundinacea*)

Essas gramíneas perenes são menos comuns, mas apresentam potencial para uso em sistemas pecuários de longa duração.

Características:

- Alta persistência e resistência ao pisoteio.
- Produção perene com picos durante a primavera e outono.

Manejo:

- Indicadas para solos corrigidos e sistemas com manejo intensivo.

As gramíneas de clima temperado desempenham um papel fundamental na pecuária da região Sul do Brasil, oferecendo soluções para a escassez de forragem durante o inverno. A escolha da espécie ou consórcio ideal depende do sistema de manejo, das condições climáticas e da fertilidade do solo. A integração dessas gramíneas em sistemas de produção diversificados contribui para a sustentabilidade e eficiência da produção animal.

2. LEGUMINOSAS

As leguminosas forrageiras, como o trevo-branco (*Trifolium repens*) e trevo-vermelho (*Trifolium pratense*), têm ganhado destaque como aliadas para melhorar a qualidade nutricional do pasto, além de fixar nitrogênio e reduzir o uso de adubos nitrogenados (HUNGRIA et al. 2016; MONTALVO et al. 2021). Em consórcios com azevém ou aveia, as leguminosas podem fornecer teores de proteína superiores a 18% na matéria seca, incrementando o desempenho animal durante o período de inverno (LESAMA & MOOJEN 1999; MORAES et al. 2019).

2.1. Alfafa (*Medicago sativa*)

- Adaptação: Climas temperados, com solos bem drenados e alta fertilidade.
- Manejo: Indicada para sistemas de corte e pastejo rotacionado. É sensível a alagamentos e à compactação do solo.
- Produtividade: 8 a 12 t MS/ha/ano, com teor proteico superior a 20%.
- Benefícios: Alta digestibilidade, suporte nutricional excepcional e contribuição significativa para a estrutura do solo.



Figura 3 – Pastagem com Alfafa (*Medicago sativa*)

2.2. Amendoim Forrageiro (*Arachis pintoi*)

- Adaptação: Regiões tropicais com solos ácidos.
- Manejo: Pastejo moderado em sistemas de corte ou pastagens consorciadas.
- Produtividade: 4 a 6 t MS/ha/ano.
- Benefícios: Excelente cobertura de solo, controle de erosão e persistência em condições adversas.



Figura 4 – Pastagem com Amendoim Forrageiro (*Arachis pintoi*)

2.3. Trevo-branco (*Trifolium repens*)

- Adaptação: Climas subtropicais e temperados, solos úmidos e bem drenados.
- Manejo: Preferência para consórcios com gramíneas, como azevém.
- Produtividade: 3 a 5 t MS/ha/ano.
- Benefícios: Alta palatabilidade, tolerância ao pastejo e longa persistência em pastagens bem manejadas.



Figura 5 – Pastagem com Trevo-branco (*Trifolium repens*)

2.4. Trevo-vermelho (*Trifolium pratense*)

Adaptação: Climas temperados, solos com pH entre 6 e 7 e boa fertilidade.
Manejo: Pastejo rotacionado ou corte, com altura ideal entre 20-30 cm.
Produtividade: 4 a 8 t MS/ha/ano.
Benefícios: Rápido estabelecimento, alto valor nutricional e eficácia em consórcios**.**

2.5. Cornichão (*Lotus corniculatus*)

- Adaptação: Solos ácidos, com baixa fertilidade e boa drenagem.
- Manejo: Consórcio com gramíneas perenes, ideal para pastejo rotacionado.
- Produtividade: 4 a 6 t MS/ha/ano.
- Benefícios: Alta digestibilidade, tolerância a solos mal drenados e contribuição para a melhoria do solo.



Figura 6 – Pastagem com Trevo-vermelho (*Trifolium pratense*)



Figura 7 – Pastagem com Cornichão (*Lotus corniculatus*)

3. CONSÓRCIOS DE LEGUMINOSAS E GRAMÍNEAS

As leguminosas forrageiras são essenciais para a sustentabilidade de sistemas pastoris. Sua capacidade de fixar nitrogênio, melhorar o solo e fornecer forragem de alta qualidade as torna indispensáveis em consórcios com gramíneas. Com manejo adequado, essas espécies garantem maior produtividade e contribuem para sistemas mais sustentáveis. O uso integrado de gramíneas e leguminosas de inverno, como aveia-preta + trevo-vermelho ou azevém + trevo-branco, promove um aproveitamento mais equilibrado dos nutrientes, além de prolongar a oferta de pasto até meados da primavera (COSTA et al. 2018).

3.1. Manejo e implantação de leguminosas

- Semeadura: Recomenda-se realizar a semeadura no período de maior disponibilidade hídrica. Densidades variam entre 5 e 8 kg/ha, dependendo da espécie.
- Inoculação: Uso de *rizóbios* específicos para maximizar a fixação de nitrogênio.

Vantagens:

- Melhoram a qualidade do solo e aumentam a biodiversidade.
- Reduzem custos com fertilizantes químicos.
- Fornecem forragem rica em proteína e altamente digestível.

Desafios:

- Exigem manejo criterioso para evitar pastejo excessivo.
- Competem com gramíneas em solos pobres se o manejo não for adequado.

3.2. Exemplos de consórcios entre gramíneas e leguminosas

Azevém + Trevo-branco: Combina alta produtividade com excelente qualidade nutricional durante o período de inverno.

- Aveia-preta + Trevo-vermelho: Melhora o balanço proteico da dieta animal e complementa o ciclo produtivo das pastagens.

- Braquiária + Cornichão: Alternativa para sistemas tropicais, oferecendo maior resiliência em solos ácidos e compactados.



Figura 8 – Pastagem de inverno com o consórcio entre azevém BRS Ponteiro e Trevo Branco BRS URS Entrevero sob pastejo de bovinos de corte - Adaptado de SILVEIRA et al (2019)



Figura 9 – Pastagem de inverno com o consórcio entre aveia e ervilhaca sob pastejo de vacas leiteiras - Adaptada de DALLAGNOL et al (2021)

Outra grande vantagem do uso de leguminosas consorciadas com gramíneas está na oferta de comida aos animais em momentos de transição das forrageiras hibernais para as tropicais (primavera). O final do ciclo das forrageiras anuais de inverno ocorre entre outubro a novembro em boa parte das regiões do Rio Grande do Sul. Na região noroeste do RS, esse final de ciclo ocorre em outubro, tendo em visa a maior temperatura. Nesse período, enquanto as forrageiras de estação quente estão se estabelecendo as leguminosas poderão dar o suporte forrageiro para os animais. No entanto, é necessário que o produtor ajuste a lotação afim de evitar que a pastagem fique composta com maior proporção de leguminosas e desencadeia distúrbios metabólicos nos animais como o timpanismo.

Em algumas regiões do RS o ciclo das leguminosas hibernais poderá se estender até dezembro, garantindo pastagens de excelente qualidade nutricional combinada com alta produção de biomassa de forragem fruto da maior bioeficiência das forrageiras de verão.



Figura 10 – Pastagem mista de verão composta por trevo branco BRS URS Entrevero + capim-sudão BRS Estribo após 30 dias do plantio do capim--sudão - Adaptado de SILVEIRA et al (2019)

4. CONCLUSÕES

As forrageiras hibernais desempenham um papel fundamental na pecuária do sul do Brasil, pois garantem oferta de alimento de alta qualidade nos meses em que as espécies tropicais reduzem drasticamente a produção de biomassa. A aveia-preta e o azevém, por exemplo, oferecem excelente valor nutricional e podem ser manejados de forma a prolongar o período de pastejo até a primavera. Já o trigo de duplo propósito apresenta uma dupla vantagem, fornecendo tanto forragem quanto produção de grãos, diversificando a renda do produtor.

A inclusão de leguminosas nos sistemas hibernais enriquece o teor proteico do pasto e reduz a necessidade de adubos nitrogenados, fortalecendo a sustentabilidade ambiental e econômica do sistema. Contudo, exige planejamento, pois o manejo inadequado pode levar ao sombreamento das leguminosas ou ao desgaste excessivo das gramíneas.

Por fim, é essencial que o produtor avalie suas condições específicas de solo, clima e disponibilidade de insumos para selecionar as forrageiras mais adequadas. O correto uso de técnicas como semeadura em época recomendada, ajuste de carga animal e adubação equilibrada resulta em maior produtividade, menor custo de suplementação e conservação dos recursos naturais. Dessa forma, o uso racional das forrageiras hibernais torna-se uma estratégia sólida para assegurar a longevidade das pastagens e a competitividade da pecuária na região.

5. REFERÊNCIAS

BORTOLINI, C. G. et al. Produtividade e composição bromatológica do azevém manejado em diferentes sistemas de cultivo. Revista Ciência Animal Brasileira, v. 18, e39516, 2017.

BRAZ, A. M. et al. Rentabilidade e riscos associados ao trigo de duplo propósito em sistemas integrados. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 55, e01983, 2020.

BREDEMEIER, C. et al. Manejo do trigo de duplo propósito em sistema de plantio direto. Informações Agronômicas, v. 144, p. 1–6, 2013.

CARVALHO, P. C. F.; SANTOS, D. T.; NABINGER, C. Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade. Brasília: MMA, 2009.

COSTA, J. M. et al. Produtividade e composição de forragens hibernais consorciadas com leguminosas. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 47, n. 1, p. 1–10, 2018.

DALL'AGNOL, E. et al. Consorciações de forrageiras anuais de inverno. plantiodireto.com.br - Edição 180. 2021.

EMBRAPA. Cultivo de cereais de inverno: aveia, trigo, centeio, triticale. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2018.

EMBRAPA. Pastagens de aveia-preta e azevém em sistemas de integração. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, v. 158, p. 1–22, 2020.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. Forrageiras de clima temperado no Brasil: manejo e aspectos econômicos. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 256 p.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAÚJO, R. S. Fixação Biológica de Nitrogênio em Leguminosas Forrageiras: Impactos na Sustentabilidade Agropecuária. Ciência Rural, v. 46, n. 3, p. 257–266, 2016.

LESAMA, R. N.; MOOJEN, E. L. Aveia + azevém + trevo-vesiculoso sob pastejo no sul do Brasil. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 2, n. 2, p. 73–80, 1999.

LUPATINI, G. C. et al. Produção de bovinos de corte em pastagem de aveia preta e azevém submetida à adubação nitrogenada. Ciência Animal Brasileira, v.14, n.2, p.164-171, 2013.

MACHADO, E. A. et al. Avanços no consórcio de cereais de inverno com leguminosas e seus impactos na supressão de plantas daninhas. Revista de Fitotecnia Brasileira, v. 42, n. 4, p. 301–309, 2019.

MONTALVO, D. et al. Assessment of winter legumes for improved nitrogen economy in animal production systems. Grass and Forage Science, v. 76, n. 4, p. 577–585, 2021.

MORAES, A. et al. Produção de massa seca e qualidade do pasto em consórcios de trevo-vermelho com gramíneas hibernais. Ciência Agrotécnica, v. 43, e20192208, 2019.

NABINGER, C.; SANTOS, D. T.; CARVALHO, P. C. F. Produção Animal com Base no Campo Nativo: Aplicações de Resultados de Pesquisa. Porto Alegre: UFRGS, 2011.

ROSO, D. et al. Azevém + aveia em diferentes níveis de nitrogênio: desempenho de bovinos em pastejo. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 2, p. 439–447, 2000.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; LOPES, S. J. Produtividade e Qualidade Nutricional da Aveia-preta em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. Revista Brasileira de Agropecuária, v. 12, n. 3, p. 255–268, 2020.

SILVEIRA, M, C, T.; MONTERADO, D. P.; SANT'ANNA, D. M. Pasto Sobre Pasto Estratégias de manejo para uso de mesclas forrageiras de inverno e verão visando melhor distribuição de forragem. Circular Técnica 52. EMBRAPA. 51p.

ZANON, A. J.; FERREIRA, C. G.; MUNIZ, M. F. Manejo e Produtividade do Trigo de Duplo Propósito no Sul do Brasil. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, v. 27, p. 1–12, 2021.

CAPÍTULO 6

Implantação de Pastagens e Planejamento Forrageiro

No Capítulo 6 veremos que o planejamento forrageiro é essencial para a sustentabilidade e eficiência da pecuária. A disponibilidade de pastagem ao longo do ano depende de estratégias adequadas de escolha das espécies, métodos de plantio e manejo correto do solo. A integração entre forrageiras anuais e perenes também contribui para minimizar os impactos de estiagens e garantir a estabilidade alimentar dos rebanhos.

A falta de planejamento pode resultar em desperdício de recursos, baixa produtividade animal e maior dependência de suplementos alimentares, aumentando os custos da produção pecuária. Este capítulo detalha as principais estratégias para implantação e planejamento das pastagens, fornecendo diretrizes para diferentes sistemas produtivos, como a pecuária leiteira.



OBJETIVOS

Implantação de Pastagens e Planejamento Forrageiro

- Compreender a importância do planejamento forrageiro.
- Conhecer as estratégias de preparo do solo para implantação de pastagens.
- Diferenciar os principais métodos de plantio de forrageiras.
- Dominar os conceitos de planejamento forrageiro anual.
- Explorar a integração entre forrageiras temporárias e perenes.
- Desenvolver um modelo de planejamento forrageiro aplicado a propriedades leiteiras.



1. PREPARAÇÃO DO SOLO E PLANTIO

1.1. Análise e correção do solo

A análise do solo é um procedimento primário na implantação de qualquer pastagem. A amostragem deve ser realizada com metodologia adequada, coletando amostras de diferentes pontos da área a uma profundidade de 0-20 cm para análise química e física, quando o método de plantio for direto, ou a profundidades maiores 20 a 30 cm quando o método de plantio for o convencional. A partir a análise do solo, são determinadas as correções necessárias, tais como:

- *Correção da acidez*: A aplicação de calcário neutraliza a acidez do solo, favorecendo a absorção de nutrientes pelas forrageiras.

- *Adubação inicial e de manutenção*: A adubação com fósforo (P), potássio (K) e nitrogênio (N) é fundamental para o crescimento vigoroso das plantas.

- *Correção de micronutrientes*: Deficiências de micronutrientes como zinco (Zn) e boro (B) podem comprometer a produtividade e a saúde da pastagem.

1.1.1. Calagem

Essa é a primeira etapa da correção do solo e consiste em aplicar algum corretivo de acidez, no intuito de elevar o pH do solo, aumentar os teores de cálcio e magnésio e reduzir os elementos tóxicos para as plantas (Al3+). O pH do solo ideal para forragens é o levemente ácido, entre 5,5 e 6,5. O corretivo mais comum utilizado é o calcário. Outro parâmetro importante nessa etapa é a saturação por base, que é a quantidade de cargas negativas que há na superfície dos colóides do solo e que estão preenchidas com as bases trocáveis, cálcio, magnésio, potássio e sódio. Quanto maior o pH do solo maior é a saturação por base.

As forrageiras apresentam ampla variabilidade quanto a adaptação em solos devido a saturação por base (Quadro 1). As de maior produtividade e qualidade nutritiva, como os *Panicuns* e *Cynodons* demonstram alta exigência em solos com saturação por base elevada (50 a 60%), enquanto que as *Brachiárias* em solos com saturação por base entre 30 a 35% já conseguem se desenvolver. Por esse motivo, consideramos as *Braquiárias* com alta capacidade adaptativa a diferentes tipos de solo, principalmente aos de baixa fertilidade.

Quadro 1 – Grau de adaptação de diferentes espécies forrageiras à saturação por base do solo

Espécie	Grau de adaptação a baixa fertilidade	V (%) saturação por bases
Brachiaria decumbens	ALTO	30 a 35%
Brachiaria humidícola		
Brachiaria ruziziensis	MÉDIO	
Brachiaria brizantha cv. marandu	BAIXO	40 a 50%
Panicum maximum cv. vencedor		
Panicum maximum cv. colonião	MUITO BAIXO	
Panicum maximum cv. tanzânia		
Panicum maximum cv. tobiatã		
Panicum maximum cv. mombaça		50 a 60%
Penisetum purpureum (Capim elefante)		
Cynodons (Coastcross, Tifton 85)		

Adaptado de VILELA et al. (1998)

Existem dois métodos de recomendação de calagem do solo, que é o “Índice SMP” (utilizado no Rio Grande do Sul e Santa Catarina) e o de “Saturação por bases” (utilizado no restante do Brasil). Em pastagens procuramos elevar o pH do solo quando ele estiver abaixo de 5,5 e elevamos até 6,0; que é a recomendação para todas as forrageiras, exceto a alfafa que exige pH de 6,5. Para chegar na quantidade a ser aplicada nos baseamos na tabela em indicadores apresentados na Tabela 1.

O principal produto utilizado para a calagem do solo é o calcário, que é obtido a partir da moagem da rocha calcária que é constituída basicamente de carbonato de cálcio (CaCO3) e o carbonato de magnésio (MgCO3). A potência de neutralizar a acidez do solo do calcário pode ser medida e é informada através da sigla PRNT (Poder Relativo Neutralizante Total). Um calcário que possui PRNT de 100%, significa dizer que todo o calcário aplicado terá o efeito neutralizante desejado. Esse é um parâmetro importante de avaliação da qualidade do calcário e o utilizamos para fazer o ajuste da quantidade de calcário necessária para atender as recomendações de calagem.

Tabela 1 – Quantidades de calcário (t ha-1) obtidas pelo método SMP para elevar o pH dos solos, segundo a recomendadas pela Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos do RS e SC (ROLAS) para elevar o pH dos solos a três valores de pH.

pH SMP	pH EM ÁGUA A ATINGIR			
	5,2	5,5	6,0	6,5
	---------- ha^{-1} ----------			
4,4	9,4	15,0	21,0	29,0
4,5	8,5	12,5	17,3	24,0
4,6	7,7	10,9	15,1	20,0
4,7	6,9	9,6	13,3	17,5
4,8	6,2	8,5	11,9	15,7
4,9	5,5	7,7	10,7	14,2
5,0	4,9	6,6	9,9	13,3
5,1	4,3	6,0	9,1	12,3
5,2	3,8	5,3	8,3	11,3
5,3	3,3	4,8	7,5	10,4
5,4	2,8	4,2	6,8	9,5
5,5	2,4	3,7	6,1	8,6
5,6	2,0	3,2	5,4	7,8
5,7	1,7	2,8	4,8	7,0
5,8	1,4	2,3	4,2	6,3
5,9	1,2	2,0	3,7	5,6
6,0	1,0	1,6	3,2	4,9
6,1	0,9	1,3	2,7	4,3
6,2	0,8	1,0	2,2	3,7
6,3	0,7	0,8	1,8	3,1
6,4	0,4	0,6	1,4	2,6
6,5	0,2	0,4	1,1	2,1
6,6	0,0	0,2	0,8	1,6
6,7	0,0	0,0	0,5	1,2
6,8	0,0	0,0	0,3	0,8
6,9	0,0	0,0	0,2	0,5
7,0	0,0	0,0	0,0	0,2

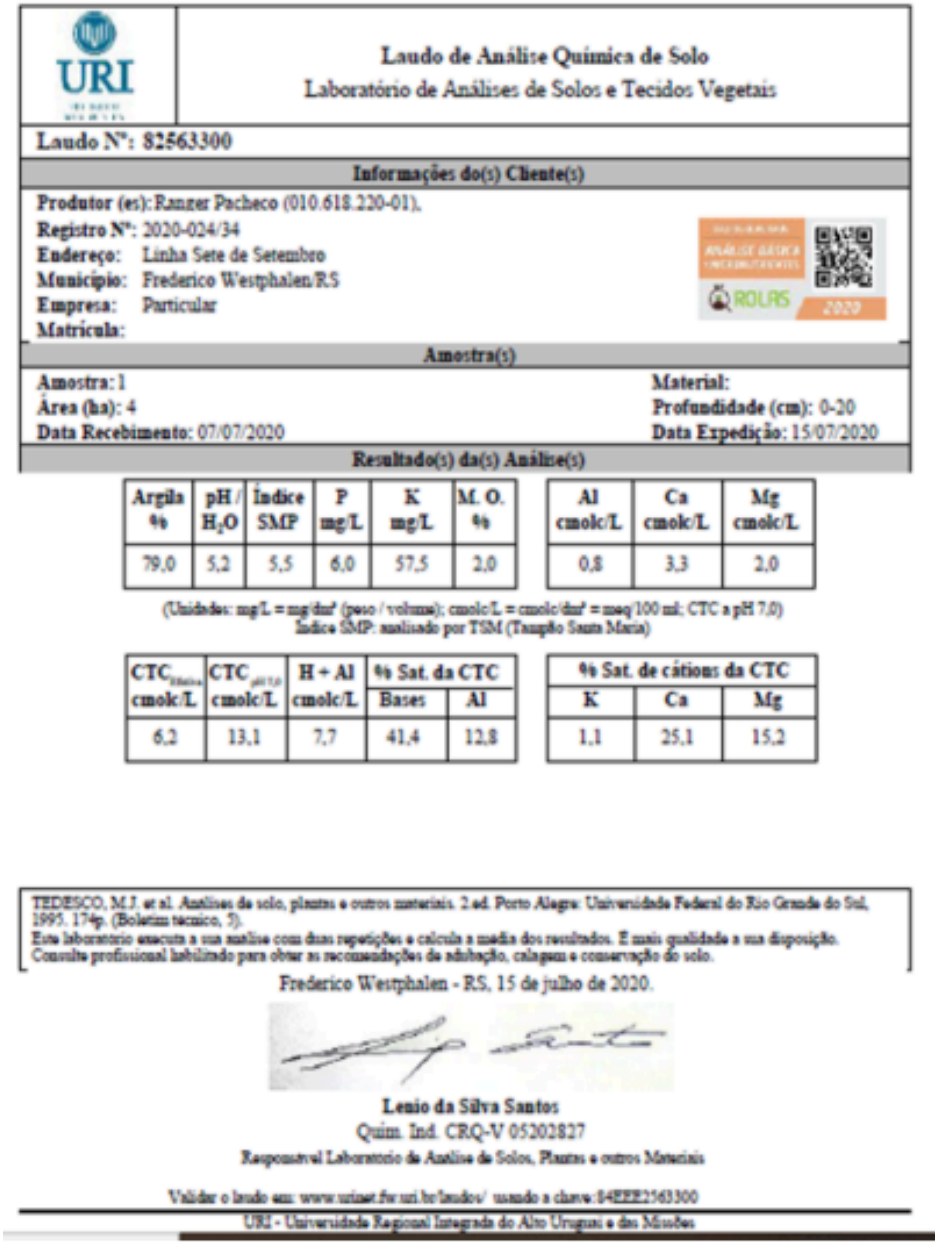
Seguindo a recomendação do laudo técnico da Figura 1, observamos que o pH do solo está em 5,2 e o índice SMP de 5,5. Considerando a necessidade para elevação do pH até 6,0 (recomendação para espécie forrageiras) e cruzando as colunas e linhas da figura acima, chegamos no valor de 6.1 T/ha de calcário com PRNT de 100%.

Calcário utilizado = PRNT de 75%

Necessidade de Calcário (NC) = Quantidade de calcário recomendado (QCR) x (100/PRNT do calcário)

- NC = 6.1 x (100/75)
- **NC = 8.13 Toneladas/ha**

Quando a quantidade de calcário é superior a 2 T/ha dividimos a aplicação em duas vezes, em intervalo de 2 a 3 anos. No exemplo anterior, a aplicação será dividida em 4 anos (2.03 T/ha/ ano).



URI

Laudo de Análise Química de Solo
Laboratório de Análises de Solos e Tecidos Vegetais

Laudo Nº: 82563300

Informações do(s) Cliente(s)

Produtor (es): Ranzer Pacheco (010.618.220-01),
Registro Nº: 2020-024/34
Endereço: Linha Sete de Setembro
Município: Frederico Westphalen/RS
Empresa: Particular
Matrícula:

Amostra(s)

Amostra: 1 — **Material:**
Área (ha): 4 — **Profundidade (cm):** 0-20
Data Recebimento: 07/07/2020 — **Data Expedição:** 15/07/2020

Resultado(s) da(s) Análise(s)

Argila %	pH / H_2O	Índice SMP	P mg/L	K mg/L	M. O. %	Al cmolc/L	Ca cmolc/L	Mg cmolc/L
79,0	5,2	5,5	6,0	57,5	2,0	0,8	3,3	2,0

(Unidades: mg/L = mg/dm³ (peso / volume); cmolc/L = cmolc/dm³ = meq/100 ml; CTC a pH 7,0)
Índice SMP: analisado por TSM (Tampão Santa Maria)

$CTC_{Efetiva}$ cmolc/L	$CTC_{pH\,7,0}$ cmolc/L	H + Al cmolc/L	% Sat. da CTC		% Sat. de cátions da CTC		
			Bases	Al	K	Ca	Mg
6,2	13,1	7,7	41,4	12,8	1,1	25,1	15,2

TEDESCO, M.J. et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2 ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim técnico, 5).
Este laboratório executa a sua análise com duas repetições e calcula a média dos resultados. É mais qualidade a sua disposição.
Consulte profissional habilitado para obter as recomendações de adubação, calagem e conservação do solo.

Frederico Westphalen - RS, 15 de julho de 2020.

Lenio da Silva Santos
Quím. Ind. CRQ-V 05202827
Responsável Laboratório de Análise de Solos, Plantas e outros Materiais

Validar o laudo em: www.urinet.fw.uri.br/laudo/ usando a chave: 84EEE2563300
URI - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Figura 2 – Laudo técnico de amostra de solo

Figura 1 - Exemplo de um laudo de análise de solos

1.1.2. Adubação

Os principais nutrientes que as forrageiras necessitam e, na maioria das vezes, os solos não apresentam fertilidade natural suficiente para atender, é por nitrogênio (N), fósforo (F), potássio (K), enxofre (S), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Como o cálcio e o magnésio já serão adicionados na calagem, a necessidade maior de adubação são do N,P,K e S.

Nitrogênio (N)

O N é o mais importante nutriente incluído na adubação de pastagens e está diretamente relacionado ao aumento da capacidade de suporte de lotação. A quantidade de adubação nitrogenada pode variar de 50 a 400 kg de N/ha. O principal indicador do laudo de análise de solos que levamos em conta para aplicação de N é o teor de matéria orgânica do solo.

Fosforo (P)

A recomendação de fósforo está relacionada a disponibilidade desse nutriente em função do teor de argila presente no solo. Portanto, precisamos dessas duas informações para calcular a quantidade de P a ser aplicado no solo. Pelo laudo do solo (Figura 1), o teor de argila é de 79% e de P de 6,0 mg/L. Esses teores nos levam a Classe 1 de solo (> 60% de argila) e interpretação de classe “Médio” (4,1 a 6,0 mg/dm³) (Tabela 2).

Tabela 2 - Interpretação do teor de fósforo no solo extraído pelo método Mehlich-1, conforme o teor de argila e para solos alagados

Interpretação	Classe de solo conforme o teor de argila(1)				Solos alagados
	1	2	3	4	
	---------- mg/dm³ ----------				
Muito baixo	≤ 2,0	≤ 3,0	≤ 4,0	≤ 7,0	-
Baixo	2,1 - 4,0	3,1 - 6,0	4,1 - 8,0	7,1 - 14,0	≤ 3,0
Médio	4,1 - 6,0	6,1 - 9,0	8,1 - 12,0	14,1 - 21,0	3,1 - 6,0
Alto	6,1 - 12,0	9,1 - 18,0	12,1 - 24,0	21,1 - 42,0	6,1 - 12,0
Muito alto	> 12,0	> 18,0	> 24,0	> 42,0	> 12,0

(1) Teores de argila: classe 1 = > 60%; classe 2 = 60 a 41%;classe3=40a21%;classe4 = 20%.

Adaptado de Manual de Adubação e Calagem Para os Estados do RS e SC, 2004

Potássio (K)

Para recomendação de K necessitamos verificar os teores de K no laudo do solo e a CTC (Capacidade de troca de cátions). Na Figura 1 (Laudo de solos), temos os seguintes valores, K = 57,5 mg/L e CTC (em pH 7,0) = 13,1 cmolc/L, que dará a Classe de disponibilidade “Médio” (Tabela 3).

Tabela 3 - Interpretação do teor de potássio conforme as classes de CTC do solo a pH 7,0

Interpretação	$CTC_{pH\ 7,0}$ ($cmol_c/dm^3$)		
	> 15,0	5,1 - 15,0	≤ 5,0
	- - - - - - - - - - - - - - - - - mg de K/dm^3 - - - - - - - - - - - - - - - - -		
Muito baixo	≤ 30	≤ 20	≤ 15
Baixo	31 - 60	21 - 40	16 - 30
Médio	61 - 90	41 - 60	31 - 45
Alto	91 - 180	61 - 120	46 - 90
Muito alto	> 180	> 120	> 90

Adaptado de Manual de Adubação e Calagem Para os Estados do RS e SC, 2004

Adubação de N, P e K

Para adubação de P e K, semelhante ao que ocorre com a adubação nitrogenada, elas variam em função da espécie que será cultivada. Gramíneas de estação quente, são mais exigentes que espécies hibernais. Na Tabela 4, é apresentada a recomendação de adubação de P e K em função da interpretação do teor de P ou K no solo para gramíneas de estação quente. Podemos observar que os valores necessários de adubação são de 80 e 60 kg/ha de P e de igual valor para o K, no primeiro e segundo ano de cultivo, respectivamente.

Tabela 4 – Necessidade de adubação de P e K de acordo com a interpretação do Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (2004) - Recomendação para gramíneas de verão

Interpretação do teor de P ou de K no solo	Fósforo por cultivo ou ano		Potássio por cultivo ou ano	
	1º	2º	1º	2º
	kg de P_2O_5/ha		kg de K_2O/ha	
Muito baixo	120	100	120	100
Baixo	100	80	100	80
Médio	80	60	80	60
Alto	60	60	60	60
Muito alto	0	≤ 60	0	≤ 60

Adaptado de Manual de Adubação e Calagem Para os Estados do RS e SC, 2004

São inúmeras os tipos de adubos disponíveis no mercado, eles podem ser “mineral simples” com apenas 1 composto mineral, como a ureia por exemplo; “mineral complexo”, que é composto por dois ou mais compostos químicos, como o superfosfato simples; ou o mineral misto, que é resultante da mistura de dois ou mais minerais complexos, sendo o NPK é o principal deles. Existe varias formulas do NPK, que pode inclusive ser encomendado de acordo com a exigência do produtor rural.

Tabela 5 – Quantidade em kg de P2O5/ha e de K2O/ha para gramíneas forrageiras de estação quente

Interpretação do teor de P ou de K no solo	Fósforo por cultivo ou ano		Potássio por cultivo ou ano	
	1º	2º	1º	2º
	kg de P_2O_5/ha		kg de K_2O/ha	
Muito baixo	120	100	120	100
Baixo	100	80	100	80
Médio	80	60	80	60
Alto	60	60	60	60
Muito alto	0	≤ 60	0	≤ 60

Adaptado de Manual de Adubação e Calagem Para os Estados do RS e SC, 2004

Consideramos um adubo NPK na fórmula 5-20-20, que significa dizer que ele possui em 100 kg, 5 kg de Nitrogênio, 20 kg de Fosforo e 20 kg de Potássio. Para atender a necessidade do laudo da Figura 1, que sugere 80 kg de P + 80 kg de K no primeiro cultivo, faríamos a seguinte conta:

Necessidade de P (NP) = Quantidade de P recomendado (QPR) x (100/P do produto)

- NP = 80 x (100/20)
- **NP = 400 kg de NPK/ha**

Como esses 400 kg de NPK contém a mesma quantidade de P e K (20 kg em 100 kg), essa quantidade seria suficiente para atender à exigência tanto de P quanto de K.

Também existe outras fontes de P como o superfosfato simples (18% de P2O4), monoamônio fosfato (52% de P2O4), superfosfato triplo (41% de P2O4), diamônio fosfato (52% de P2O4). As principais fontes de potássio são, cloreto de potássio (58% de K2O) e sulfato de potássio (48% de K2O).

Seguindo o laudo da Figura 1 que apresenta teor de matéria orgânica de 2,0%, seria necessário aplicação de valor igual ou maior de 200 kg de N para espécies de verão (Tabela 6). Se fosse utilizar a ureia agrícola como fonte de N, teríamos a seguinte quantidade a ser aplicada:

Quantidade de N na ureia agrícola = 45%
Necessidade de ureia (NU) = Quantidade de N recomendado (QNR) x (100/N do produto)

- NU = 200 x (100/45)
- **NU = 444 kg de ureia/ha**

A ureia é aplicada a lanço quando as plantas estiverem com 3 a 4 perfilhos, na quantidade de 20kg de N/ha e as demais aplicação ao longo do ciclo vegetativo da pastagem. De preferência, escolher dias úmidos, um pouco antes ou logo após uma chuva. A água é necessária para diluir a ureia e liberar o N para o solo. As principais fontes N podem ser a ureia (45% de N), sulfato de amônio (21% de N), Nitrato de amônio (32% de N), Monoamônio fosfato (9% de N), Diamônio fosfato (18% de N).

Tabela 6 – Necessidade de adubação nitrogenada de acordo com o teor de matéria orgânica no solo – Adaptado do Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (2004) - Recomendação para gramíneas de verão

Teor de matéria orgânica no solo	Nitrogênio
%	kg de N/ha
≤ 2,5	≥ 200
2,6 - 5,0	100 - 200
> 5,0	≤ 100

Adaptado de Manual de Adubação e Calagem Para os Estados do RS e SC, 2004

Para a expectativa de rendimento maior que 8 t/ha (anuais) e 12 t/ha (perenes, a partir do 2º ano), recomenda-se acrescentar 30 kg de N/ha, por tonelada adicional de massa seca a ser produzida.

2. PLANTIO DE PASTAGEM

2.1. Métodos de preparo do solo

A escolha do método de plantio impacta diretamente a produtividade da pastagem e a eficiência do uso dos recursos.

Plantio Convencional: A implantação de pastagens por meio do método convencional segue um conjunto de práticas tradicionais que, embora possam demandar maior mobilização de equipamentos e insumos, oferecem um controle detalhado das condições do solo, proporcionando um ambiente propício para o estabelecimento das forrageiras.

O preparo físico do solo é executado em etapas para assegurar a descompactação e a uniformidade da massa:

- Aragem: Realizada com implementos mecânicos, a aragem quebra a estrutura do solo, facilitando a aeração e a penetração de água.

- Gradagem ou Subsolagem: Essas operações promovem a uniformização do solo, eliminando torrões e preparando um leito homogêneo para a semeadura.

- Nivelamento: Fundamental para evitar acúmulo de água e garantir uma distribuição uniforme dos insumos, o nivelamento melhora o contato entre semente e solo.

Plantio Direto: O plantio direto reduz a movimentação do solo, minimizando erosão e melhorando a retenção de umidade. Esse método também favorece a matéria orgânica no solo, promovendo maior biodiversidade microbiana e aumentando a fertilidade a longo prazo.

- *Plantio em Linha*: No plantio em linha, as sementes são depositadas de forma ordenada, garantindo distribuição homogênea das plantas. Esse método melhora o espaçamento entre as plantas, reduzindo a competição por luz, água e nutrientes.

Vantagens de cada método:

- Convencional - Permite um controle mais preciso da correção do solo e da uniformidade do leito de semeadura. Também facilita a incorporação dos insumos, promovendo um bom estabelecimento das sementes.

- Direto - Reduz as perdas de solo por lixiviação. Também mantem a estrutura física e microbiológica do solo a medida que não expõem o solo. Vai ao encontro das práticas de maior sustentabilidade ambiental.

Desvantagens de cada método:

- Convencional - Geralmente envolve maior uso de insumos e maquinários, elevando os custos iniciais. Também pode causar maior perturbação física do solo, aumentando o risco de erosão se não manejado com técnicas adequadas.

- Direto - Em pastagens mal manejadas, que demonstram alta compactação o plantio direto poderá não ser a melhor alternativa devido a dificuldade das raízes da planta romper as camadas mais compactas do solo. Essa mesma lógica vale para a incorporação de calcário, adubos químicos e até mesmo água.



Figura 2 – Método de plantio em linha e a lanço com auxílio de equipamentos - Laboratório de Bovinocultura de Corte da UFSM - Fotos: Ivan Luiz Brondani

2.2. Semeadura

A quantidade de semente a ser utilizada na implantação das pastagens está relacionada a basicamente 2 fatores:

- a recomendação da cultura, e essa recomendação pode variar em virtude da forma de implantação (linha ou lanço) e das condições de meio (consórcio com outras espécies);
- a qualidade da semente.

A qualidade da semente pode ser representada pelo “Valor Cultural” da semente, o qual engloba o percentual de germinação e o percentual de pureza da semente e é expresso em valores percentuais.

Exemplo da fórmula:

Valor Cultural (VC) = (% germinação x % pureza)/100

A informação do VC de uma semente ou a quantidade de sementes puras viáveis (SPV) deverá vir na embalagem da semente, ou deverá ser solicitada ao fornecedor. Por isso, é fundamental adquirir sementes fiscalizadas e certificadas de empresas idôneas no mercado. Na ausência dessas informações, é necessário realizar testes de germinação e pureza para chegar no VC.

Determinar o Valor Cultural de uma semente:

Hipoteticamente um produtor rural deseja implantar uma pastagem de *Panicum* cv. mombaça, numa área de 50 hectares. Seguindo a recomendação de densidade de semeadura/ha ele chega no valor de 12kg de SPV/ha. Ao ir às compras, se depara com 2 (dois) fornecedores, “A” e “B”. O fornecedor “A” apresenta uma semente com um custo de R$ 20,00 por kg, com 90% de germinação e 90% de pureza.

O fornecedor “B” apresenta uma semente com custo de R$ 18,00 por kg, com 80% de germinação e 85% de pureza.

A pergunta que esse produtor se faz é:

qual a semente é a mais viável de ser adquirida?

Para responder essa pergunta precisamos relacionar o preço de balcão da semente com a sua qualidade.

Fornecedor A:

- VC = (% germinação x % pureza)/100
- VC = (90 x 90)/100
- VC = 81%

Custo real por kg de semente (CR):

- CR = Custo da semente x (100/VC)
- CR = 20 x (100/81)
- **CR = R$ 24,89 por kg de SPV**

Fornecedor B:

- VC = (% germinação x % pureza)/100
- VC = (80 x 85)/100
- VC = 68%

Custo real por kg de semente (CR):

- CR = Custo da semente x (100/VC)
- CR = 18 x (100/68)
- **CR = R$ 26,47 por kg de SPV**

No exemplo acima, o fornecedor “A” demonstra menor custo real da sua semente, mesmo oferecendo ela a um valor de R$ 2,00/kg superior a do fornecedor “B”. Essa maior viabilidade de compra da semente do fornecedor “A” deve-se a melhor qualidade da semente.

O passo seguinte, é calcular a densidade de semeadura por hectare. Considerando a implantação de uma espécie forrageira com recomendação de 12 kg de SPV/ha, em área de 50 hectares, com semente adquirida do fornecedor “A” (exemplo anterior). Teríamos os seguintes cálculos:

Densidade de semeadura (DS) = Quantidade de semente recomendada x (100/VC)

- DS = 12 x (100/81)
- **DS = 14,81 kg de sementes/ha**

Quantidade total de sementes = 14,81 kg x 50 hectares
Quantidade total de sementes = 740,5 kg de sementes

Quantidade total de sementes + 10% = 814,55 kg de sementes

O ideal é sempre adquirir de 5 a 10% a mais de sementes, pois é comum desperdício de sementes em manobra do maquinário de plantio (ajuste de densidade de semeadura, manobra de cabeceira ou sobreposição de linhas).

- Custo total com sementes = 814,55 kg de semente x R$ 20,00
- **Custo total com sementes = R$ 16.291,00**

Toda sobra de semente pode ser armazenada e utilizada no ano seguinte, desde que ela seja armazenada em local seco, livre de umidade e roedores, em cima de trados e se possível coberta com lona. A semente armazenada não pode ficar exposta ao sol. No ano seguinte, é recomendado que ela seja submetida a um novo teste de germinação.

2.3. Plantio (forma vegetativa)

Algumas espécies não produzem sementes viáveis para germinação, sendo propagadas somente por via vegetativa (mudas), um exemplo são as forrageiras do gênero *cynodon*. O custo para implantação dessas pastagens é elevado e por isso sua implantação é gradativa.

A forma de plantio é semelhante às descritas anteriormente, podendo seguir o modelo de preparo do solo para plantio direto ou convencional, plantada em linha ou a lanço. Se a opção for de plantio direto, a melhor escolha de plantio é em linha, distribuída em sulcos, num espaçamento de 0,5 m entre mudas e 0,5m entre linhas (3 ou 4 muda/m²), a profundidade de 10 cm. Em média são necessárias 3 T de mudas/ha. Se a muda utilizada for produzida em viveiros na forma de tubete, a densidade pode ser um pouco menor (1 muda/m²).

Se a opção for pelo plantio a lanço, será necessário o preparo do solo, seguindo as operações de gradagens descritas anteriormente. Nesse caso, as mudas deverão ser distribuídas uniformemente na área e a quantidade de mudas necessárias será maior, de 4 a 5 T/ha, seguido de uma gradagem leve para enterrá-las. Na escolha das mudas, sempre priorizar por mudas de estágio vegetativo mais jovem. Se for possível, implantar as mudas no mesmo dia em que elas são retiradas do solo ou do viveiro o qual foram confeccionadas. Se não for possível a implantação no mesmo dia, elas deverão ficar a sombra e molhadas com frequência no intuito de hidratá-las.



Figura 3 – Mudas de Tifton 85 em bandejas e prontas para plantio e implantação em linha de forma manual - Foto (plantio) de Ivan Luiz Brondani - Laboratório de Bovinocultura de Corte da UFSM

2.4. Sobressemeadura

A sobressemeadura é uma prática muito utilizada para melhoramento de pastagens naturais, sistemas de rotação de culturas e integração de lavoura e pecuária (ILP). Ela consiste em semear uma espécie forrageira sobre outra cultura ainda em uso, ou logo após a sua utilização. Fazendo esse procedimento, o período de desocupação das áreas de pastagem diminui e sua utilização é maximizada.

Para isso, o “ponto chave” da implantação é o momento que ela será realizada. Em se tratando de sobressemeadura de espécies hibernais em pastagens naturais, ela pode ocorrer a partir do final de março. Para isso, é necessário que a pastagem natural seja rebaixada, procedimento que pode ser realizado com aumento da lotação ou roçada, seguido de plantio direto em linha. Em sistemas ILP, com soja e pastagem hibernal, o momento da sobressemeadura deve ocorrer quando a soja começar a “amarelar a folha”, que coincide entre a fase R6 para R7 do ciclo da soja, essa sobressemeadura deve ser a lanço, com 20% a mais de sementes do que o recomendado para a cultura. Outros sistemas com uso de espécies perenes como *Braquiárias* e *Panicuns* também são utilizados em regiões tropicais do Brasil em integração com milho e soja.



Figura 4 – Sobressemeadura de azevém na cultura da soja em sistemas ILP – Adaptado de SIA Praticar



Figura 5 – Sobressemeadura de aveia e azevém em campo nativo – Fonte: Estação Experimental de Lages - EPAGRI

3. PLANEJAMENTO FORRAGEIRO ANUAL

O planejamento forrageiro é um processo estratégico que busca equilibrar a oferta e a demanda de forragem ao longo do ano, minimizando deficiências alimentares no rebanho. Para isso, é necessário considerar:

3.1. Fatores que Influenciam o Planejamento

- Distribuição das chuvas ao longo do ano.
- Potencial produtivo de cada espécie forrageira.
- Necessidade de suplementação animal em períodos críticos.

3.2. Etapas do Planejamento

- Mapeamento da área disponível para pastagem.
- Escolha das espécies de acordo com a demanda animal.
- Definição de um cronograma de plantio e renovação das áreas de pastagem.
- Monitoramento contínuo para ajustes necessários.

3.3. Desafios do Planejamento Forrageiro

Planejar a alimentação dos animais é necessária a fim de conciliar a produção de alimento oriundo das pastagens com a curva de exigência nutricional dos animais, esse é um dos pontos básicos do manejo nutricional à base de pasto a fim de evitar a falta de comida, sobretudo em regiões subtropicais e temperadas, em que há sazonalidade na produção de biomassa vegetal, como no Rio Grande do Sul, onde o período de outono normalmente apresenta o “vazio forrageiro”. Nesse período, as pastagens tropicais estão em final de ciclo e as hibernais estão em estabelecimento, resultando em queda nutricional aos rebanhos, seja pela redução da oferta de pasto ou qualidade nutritiva das pastagens.

Além de prever o planejamento considerando as oscilações na oferta de forragem ao longo do ano, também é necessário otimizar os ciclos vegetativos de forma a oferecer pastagens de qualidade durante todo o ano. Uma forma de fazer isso é escalonando os plantios nas áreas anuais e evitando concentrar o trabalho de implantação de pastagem numa mesma época, com isso além de diluir os períodos de estabelecimento das pastagens, também possibilita ter pastos novos (inicio de ciclo) com mais abundância.

O uso de pastagens perenes é determinante para o sucesso de um planejamento forrageiro, pois elas cobrem um grande período de utilização e permite a manutenção dos animais nelas durante os períodos de estabelecimento das áreas anuais. Além disso, reduz a necessidade de manejos recorrentes do solo com implantação de pastagens, promovendo um sistema produtivo mais sustentável.

Na Figura 6 é apresentado um modelo de planejamento forrageiro. Note que as células em vermelho indicam que o piquete está vedado naquele momento, o que impacta em termos que concentrar os animais nas áreas disponíveis para uso (verde). As áreas vedadas para uso se devem a necessidade de intervalos de tempo para as pastagens serem implantadas e estabelecerem.



Figura 6 - Exemplo de um planejamento forrageiro anual

O estabelecimento de uma pastagens, que representa o intervalo entre a implantação e a entrada dos animais, é variável em função de características bióticas e abióticas, sendo que em média em pastagens anuais de verão são comuns intervalos de 30 a 45 dias, enquanto que para pastagens anuais de inverno de 60 a 90 dias. Nas pastagens perenes de verão esse período poderá chegar até 120 dias, a depender da espécie e método de plantio.

3.4. Estratégias para o Período do "Vazio Forrageiro"

O vazio forrageiro ocorre quando há uma queda na produção de forragem devido a condições climáticas adversas, como o inverno no Sul do Brasil ou estiagens prolongadas em regiões tropicais. Para minimizar seus impactos, algumas estratégias podem ser adotadas:

Pastagens perenes

- As pastagens perenes tropicais apresentam um ciclo vegetativo mais longo que as anuais tropicais, possibilitando estender o pastoreio dos animais para o período de outono, permitindo que as espécies hibernais se estabeleçam de forma adequada antes da entrada dos animais.

Pastagens hibernais e sobressemeadura

- *A introdução de espécies de inverno, como azevém, aveia e trevos, ajuda a manter a oferta de forragem.*
- *A sobressemeadura de leguminosas em pastagens de verão melhora a oferta proteica e a fixação de nitrogênio no solo.*

Reserva estratégica de forragem

- A vedação de piquetes nos períodos de maior crescimento da forragem permite a formação de uma reserva para uso no inverno. Essa vedação chamamos de diferimento de pastagem e representa uma prática muito comum em regiões que utilizam a pastagem natural como a base alimentar do rebanho.

Uso de forragens conservadas

- A produção de silagem, feno e pré-secado possibilita manter o suprimento de alimento em períodos críticos.
- O feno pode ser feito a partir do Capim-elefante, Tifton ou outras forrageiras adaptadas à região.

Suplementação estratégica

- Suplementação estratégica com fontes energéticas, como polpa cítrica ou farelo de milho, reduz impactos do déficit forrageiro. Outra alternativa é a suplementação proteica para os casos em que há oferta de pasto mas em baixa qualidade, como é o que ocorre em manejos com pastagens diferidas ou em campo nativo.

Irrigação de Pastagens

- Em regiões com estiagens frequentes, a irrigação localizada pode ser uma alternativa viável para reduzir a sazonalidade da produção.
- O planejamento antecipado dessas estratégias garante que os animais não sofram perda de desempenho e que a propriedade tenha uma produção estável ao longo do ano.

3.5. Monitoramento da Qualidade das Pastagens

A qualidade da pastagem influencia diretamente o desempenho dos animais. Para garantir uma boa nutrição e manter a sustentabilidade do sistema, é essencial monitorar regularmente aspectos como composição nutricional, taxa de crescimento e estado do solo.

Avaliação da Produção de Biomassa

- Utilização de amostragens manuais: corte e pesagem da forragem em áreas representativas da pastagem.
- Métodos indiretos, como o uso de réguas de altura do pasto, que relacionam a altura com a massa de forragem disponível.
- Sensores remotos e drones que permitem mapear a biomassa de grandes áreas.

Análise Nutricional da Forragem

- Testes laboratoriais podem ser feitos para determinar proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), energia digestível e minerais.
- Métodos rápidos, como o uso de espectrofotometria NIRS (Near Infrared Spectroscopy), podem facilitar a análise na propriedade.

Acompanhamento da Composição Botânica

- Avaliação da proporção de gramíneas, leguminosas e invasoras na pastagem.
- Monitoramento da presença de plantas indesejáveis e seu impacto na produção.

Condição do Solo

- Análises periódicas de fertilidade, pH e compactação ajudam a planejar a adubação e o manejo adequado.
- Uso de bioindicadores, como a presença de leguminosas fixadoras de nitrogênio, pode ser uma estratégia de baixo custo.

A adoção dessas práticas permite ajustes contínuos no manejo, maximizando o desempenho animal e a longevidade das pastagens.

4. CONCLUSÕES

O planejamento forrageiro é um elemento-chave para garantir a eficiência, sustentabilidade e rentabilidade da produção pecuária. A correta escolha das espécies forrageiras, aliada a um manejo adequado do solo, adubação equilibrada e monitoramento da qualidade da pastagem, permite maximizar a produtividade ao longo do ano.

A adoção de estratégias para reduzir o vazio forrageiro, como a sobressemeadura e o uso de forragens conservadas, minimiza os impactos sazonais e garante uma alimentação contínua para o rebanho. Além disso, o uso de tecnologias para monitoramento das pastagens pode auxiliar os produtores a tomar decisões mais precisas sobre o manejo. Por fim, a integração entre diferentes métodos de plantio, sistemas de pastejo e planejamento nutricional resulta em sistemas mais sustentáveis, melhorando a eficiência produtiva e a conservação dos recursos naturais.

5. REFERÊNCIAS

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10ª ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2004. 400 p.

VILELA, L. et al. (2002). Calagem e adubação para pastagens no Cerrado. Embrapa Gado de Leite – Comunicado Técnico, 37.

CAPÍTULO 7

Metodologias de Avaliação de Pastagens

A avaliação precisa das pastagens é fundamental para a sustentabilidade e a eficiência dos sistemas de pastejo. Este capítulo apresenta as metodologias essenciais para quantificar a produção de forragem e ajustar a lotação animal, evitando tanto o superpastejo quanto o subpastejo. Nele, são exploradas técnicas tradicionais – como a dupla amostragem, que permite determinar a massa de forragem por meio da combinação de estimativas visuais e cortes de pasto – e métodos modernos que utilizam o sensoriamento remoto, como o índice NDVI, para captar informações detalhadas sobre o dossel e a composição das pastagens.



OBJETIVOS

Metodologias de Avaliação de Pastagens

- Desenvolver a capacidade de mensurar a produção de biomassa das pastagens e a taxa de acúmulo de forragem, utilizando métodos indiretos de avaliação.

- Estabelecer procedimentos para a medição da altura do dossel do pasto, empregando instrumentos como *sward stick*.
- Integrar tecnologias de sensoriamento remoto – como o uso do NDVI – para monitorar a cobertura vegetal e estimar a produção forrageira em larga escala.

- Explorar técnicas para avaliação das emissões de GEE associadas às pastagens, contribuindo para a compreensão dos impactos ambientais do manejo.

- Desenvolver métodos qualitativos (ex.: simulação de pastejo) que permitam avaliar a qualidade da forragem efetivamente consumida pelos animais.



1. ESTIMATIVAS NAS PASTAGENS

A validação do manejo de pastagens exige a aplicação de métodos que visem extrair indicadores técnicos que relacionem aspectos ligados a produção de biomassa vegetal com a produção animal. Para isso, temos inúmeros métodos que avaliam desde a composição botânica de uma pastagem até a emissão de GEE que ela gera em função do manejo empregado. Com o avanço tecnológico, principalmente na área de tecnologia da informação, as estimativas tem ganhado maior acurácia e escala de comparação, o que poderá resultar em protocolos de manejo ainda mais assertivos num futuro próximo.

1.1. Massa de forragem

A massa de forragem é a quantidade de pasto instantânea que temos em um determinado local. Chamamos de massa de forragem instantânea porque se refere a quantidade de pasto de um determinado momento, com o passar dos dias o pasto sofre alterações quantitativas e qualitativas que alteram a massa de forragem. Para a sua determinação utilizamos a técnica chamada Dupla Amostragem, a qual foi descrita pela primeira vez por Wilm et al. (1944).

Para a determinação da massa de forragem, o primeiro passo é determinar o teor de MS do pasto, a qual poderá ser obtida a partir da pré-secagem de uma amostra de pasto obtida no momento da aplicação da técnica de Dupla Amostragem (Figura 1). A pré-secagem da amostra do pasto, pode ser realizada em estufas de circulação de ar, *air fryer* ou mesmo aparelhos de microondas. Também é necessário alguns equipamentos simples: como um quadrado, que podem ser de ferro ou plástico, com um tamanho conhecido – normalmente utilizamos quadrados de 50cm x 50cm; um equipamento para corte do pasto, que poderá ser tesoura de esquilar, foice ou aparelhos cortantes; um saco plástico; uma balança portátil e uma prancheta com uma ficha para registrar as estimativas visuais e dos cortes do pasto.

O método de determinação da massa de forragem consiste em alternar as estimativas de massa de forragem seguidas de cortes do pasto. Para cada 1 (um) hectare de pasto, fazemos ao redor de 25 (vinte e cinco) estimativas visuais de massa de forragem; a cada 5 (cinco) estimativas visuais fazemos um corte do pasto para aferição da estimativa visual. A unidade de medida considerada nas estimativas é dada em kg de MS por hectare (kg de MS/ha).

A partir das amostras cortadas para aferição das estimativas visuais da Dupla Amostragem, também é possível obter outras informações importantes para avaliação das pastagens, como a composição botânica da área, a partir da separação de espécies, colmo, folha, material senescente e inflorescência, antes de serem colocadas para secar. Essas informações possibilitam que o técnico ajuste a lotação de acordo com a oferta de folhas das pastagens, além do melhor monitoramento da relação folha:colmo que o manejo está promovendo na pastagem.



Figura 1 – Técnica de dupla amostragem - Imagem de Laboratório de Bovinocultura de Corte UFSM.

Etapas do método

- Determinação do teor de matéria seca (MS) – Amostras de forragem são pré-secadas em estufa, micro-ondas ou air fryer.

- Uso de molduras para coleta de amostras – Normalmente, quadrados de 50 cm × 50 cm são utilizados para delimitação das áreas de corte.

- Registro dos dados – A massa seca das amostras cortadas é correlacionada com as estimativas visuais para gerar um modelo de predição da biomassa da área.

Ajuste do método: Para reduzir erros, recomenda-se que pelo menos dois avaliadores experientes realizem as estimativas e que os dados sejam analisados estatisticamente por meio da Correlação de *Pearson*.

Em função da técnica de Dupla Amostragem envolver estimativas de massa de forragem, é importante que sempre seja feita por no mínimo 2 (dois) avaliadores treinados e com experiência, uma vez que as estimativas visuais deverão ser correlacionadas positivamente com as estimativas obtidas nos cortes. Essa análise pode ser feita por correlação de Pearson, aceitando as médias obtidas pelo avaliador que obteve maior correlação. Caso nenhum dos avaliadores da dupla obtenha mínimo de 0,7 na correlação entre as estimativas visuais e o corte, a análise precisa ser repetida no campo. A determinação da massa de forragem por hectare a partir das amostras obtidas nos cortes, pode ser obtida pelas equações demonstradas na Figura 2.

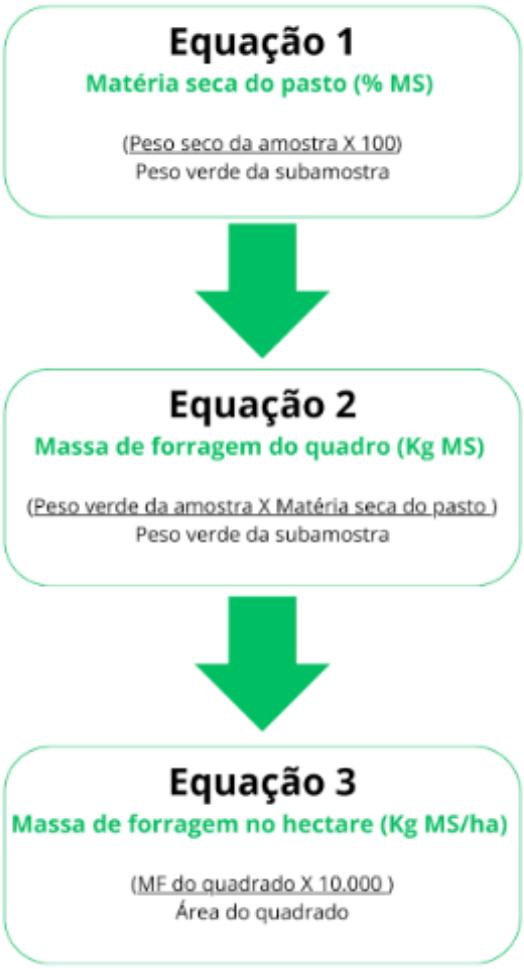


Figura 2 - Equações para determinar a massa de forragem por hectare a partir da técnica de Dupla Amostragem

1.2. Taxa de acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem é uma das principais variáveis que afetam a produção das pastagens e a capacidade de lotação. Ela sofre efeitos de fatores bióticos, como água, temperatura e luminosidade e abióticos, como a fertilidade do solo e o manejo do pastejo. Podemos determiná-la de duas formas e que variam em função do método de pastoreio.

Em sistemas de pastoreio rotacionado, a taxa de acúmulo pode ser medida pela diferença de forragem entre a saída dos animais da pastagem (MF pós-pastejo do ciclo 0) e na entrada dos animais na pastagem no ciclo subsequente de pastoreio (MF pré-pastejo do ciclo 1), também dada por:

$$AF = MF \text{ pré-pastejo ciclo n0} - MF \text{ pós-pastejo ciclo n2}$$

Nos sistemas de pastoreio com lotação contínua, em que não há períodos de descanso do pasto e de rebrota das plantas, podemos utilizar dispositivos que permitam medir o acúmulo de forragem em áreas protegidas do pastejo, como “gaiolas de exclusão”. Nesses casos podemos usar ciclos de amostragem, que podem ser de 21 a 28 dias. Para isso, identificamos no dia "zero" do ciclo de amostragem, três pontos onde a MF da pastagem é representativa da área de pastagem e exclui-se esses locais com gaiolas. No dia "21" mede-se a MF média do pasto das áreas excluídas. A equação para determinar a MF diária pode ser dada da seguinte forma:

AF = MF gaiolas dia 21 - MF pasto dia zero

Esse procedimento poderá ser novamente repetido até o final do ciclo da pastagem, sempre rotacionando as gaiolas para áreas em que a MF represente a pastagem.



Figura 4 – Gaiola de exclusão ao pastejo para determinar a taxa de acúmulo de forragem (kg de MS/ha dia)

1.3. Altura do dossel do pasto

A altura do pasto é outra métrica que podemos utilizar para fazer o ajuste de lotação e vem sendo fortemente recomendada devido a facilidade de sua aplicação a nível de campo e adoção por parte dos produtores rurais. Felizmente, tem havido um volume considerável de estudos avaliando alturas ideais de manejo dos pastos e isso torna essa métrica uma poderosa ferramenta de manejo. Para chegar na altura média da pastagem, precisamos tirar de 30 a 50 medições de altura por hectare de pasto. Essas medições são realizadas de forma aleatória no potreiro.

- Sward Stick (régua de pastagem) – Medição direta da altura em múltiplos pontos do campo.

- Disco medidor (Rising Plate Meter) – Método mais preciso, que combina altura e densidade do dossel.

Aplicação prática:

- Alturas recomendadas para diferentes espécies forrageiras permitem definir a altura de entrada e saída dos animais no piquete.

- A relação entre altura e massa de forragem pode ser ajustada por modelos matemáticos, tornando a avaliação mais precisa.



Figura 4 – *Sward Stick* (régua de pastagem) - que permite medir a altura de dossel da pastagem



Figura 5 – Disco medidor (Rising Plate Meter) - que permite medir a altura de dossel da pastagem e leva em conta a densidade de pasto - Adaptado de PEDREIRA (2002).

1.4. Sensoriamento remoto

Com o avanço tecnológico em sistemas de reconhecimento de imagens, com uso de IAs, é possível reconhecer padrões nas pastagens capazes de serem relacionados com a altura, composição botânica, relação folha:colmo e até mesmo de fertilidade dos solos. Esses sistemas de reconhecimento estão sendo empregados em softwares com associação a imagens de satélites; câmeras fixas ou portáteis, drones e aeronaves.

As imagens são reconhecidas a partir da utilização em conjunto de sensores e equipamentos para obtenção, processamento e análise de energia eletromagnética refletida ou emitida pelo dossel das pastagens, sendo o índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI) o mais utilizado, onde relaciona a reflectância da vegetação aos comprimentos de ondas vermelho e próximo do infravermelho (PINGUELLO et. al., 2020).

Na Figura 6, podemos ver a demonstração de uma imagem de satélite com avaliação da cobertura vegetal por meio de NDVI da área do Instituto Federal Farroupilha Campus Frederico Westphalen. Pela imagem é possível retratar a densidade de vegetação na área destacada.

Em termos gerais:

- Regiões em verde (NDVI mais alto): indicam maior cobertura vegetal ou plantas em melhor estado, com folhagem mais densa e saudável.

- Manchas avermelhadas ou amareladas (NDVI menor): sugerem menor cobertura vegetal ou estresse, podendo ser solo exposto, vegetação rala ou algum problema de desenvolvimento da cultura.

Em outras palavras, as partes verdes tendem a representar vegetação mais vigorosa e com maior biomassa, enquanto as áreas em tons mais próximos do vermelho podem requerer atenção — seja por possível deficiência nutricional, pragas/doenças, falta de umidade ou outro fator que reduza a “saúde” da vegetação.

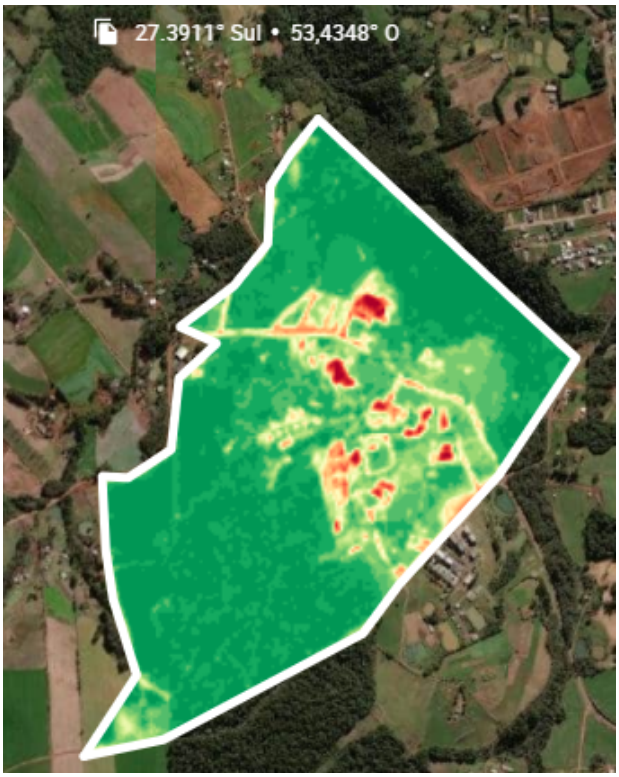


Figura 6 – Descrição da imagem NDVI do Instituto Federal Farroupilha – Campus Frederico Westphalen (gerada pelo Crop-Monitoring).

1.5. Emissão de GEE

Conforme já discutido em outros capítulos, as pastagens podem ser parte da solução das emissões de GEE, uma vez que quando bem manejadas podem sequestrar carbono da atmosfera. Felizmente, temos observado aumento de protocolos de pesquisas pelo Brasil que visam compreender como esse processo é feito e quais tecnologias podem potencializá-lo. Entre as técnicas mais utilizadas para medir as emissões de GEE os sensores em animais a câmeras acopladas ao solo, tem representado tecnologias em uso nos principais centros de pesquisa e até propriedades rurais pelo país. Na Figura 7, observamos uma estação de que avalia as emissões de GEE promovida por pastagens cultivadas no centro do Brasil; na Figura 8, equipamento que avalia a emissão de GEE no Bioma Pampa; na Figura 9, equipamento acoplado em bovinos para medição da emissão de CH4; na Figura 10, equipamentos para desenvolvimento de protocolos que medem a emissão de N2O após a decomposição do esterco no solo.



Figura 7 – Estação para medição das emissões de GEE de sistemas pecuários com pastagens em São Paulo - pesquisa desenvolvida em parceria pela Embrapa Meio Ambiente e USP, apoiada pela Shell Brasil e FAPESP.



Figura 8 – Equipamento que mede a emissão de GEE no Bioma Pampa. A pesquisa é desenvolvida pelo Laboratório de Micrometeorologia da Universidade usa a metodologia da covariância dos vórtices – e*ddy covariance* – que mede a concentração dos GEE na atmosfera.

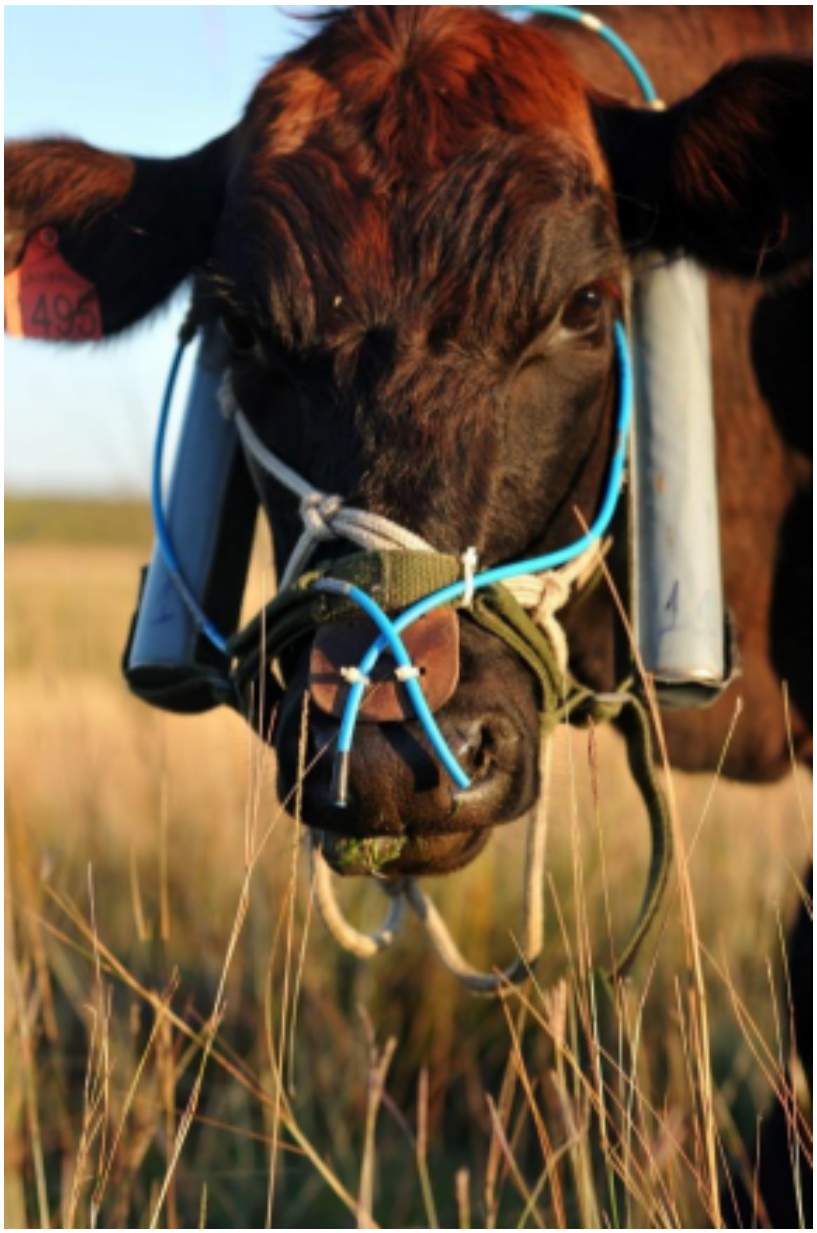


Figura 9 – Equipamento que mede a emissão de CH4 em novilhos em pastagens naturais do Bioma Pampa. Tubos de colheitas de gás que por meio de metodologia de gás traçador e hexafluoreto de enxofre (SF6) coletam os gases que os animais emitem pela erutação. Pesquisas dessa natureza vem sendo desenvolvidas pela UFRGS e Embrapa Bagé. Adaptada de CARVALHO et al. (2019)



Figura 10 – Equipamentos para desenvolvimento de protocolos que medem a emissão de N2O após a decomposição do esterco no solo. Pesquisas dessa natureza vem sendo desenvolvidas por diversas instituições de pesquisa do Brasil. CARVALHO et al. (2019)

1.5. Análises qualitativas das pastagens

Avaliar o que os animais estão efetivamente consumindo das pastagens não é uma tarefa simples e requer alguns métodos para amostrar a pastagem. Um desses métodos é o de simulação de pastejo, o qual representa um método que permite realizar estimativas qualitativas das pastagens em sistemas de pastoreio com lotação contínua. Esse é um método muito comum em experimentos, ele visa obter uma amostras do tipo "hand-plucked" (simulando o pastejo dos animais) em um piquete prestes a ser pastejado, cortando-se a forragem na altura pós-pastejo pretendida. Em sistemas de lotação contínua, o "horizonte pastejado" não é facilmente identificável, principalmente em pastagens heterogêneas (nativas ou tropicais) o que requer a observação do hábito de pastejo para que a simulação seja representativa.



Figura 11 – Avaliação de simulação de pastejo para determinação da qualidade da forragem consumida pelos animais - Foto de Anderson Michel Bolzan

2. CONCLUSÕES

A avaliação precisa da produção de pastagens e o ajuste da lotação animal são fundamentais para garantir a sustentabilidade dos sistemas de produção a pasto. Métodos tradicionais, como a Dupla Amostragem, e tecnologias emergentes, como o sensoriamento remoto, oferecem ferramentas eficientes para medir a disponibilidade forrageira e ajustar o manejo.

A determinação da massa de forragem permite uma estimativa mais confiável da quantidade de pasto disponível para os animais, evitando superpastejo, que pode levar à degradação do solo e redução da produtividade, e subpastejo, que resulta no desperdício de forragem e baixa eficiência alimentar. A altura do dossel também se destaca como um indicador prático para o manejo, sendo amplamente utilizado devido à sua simplicidade e replicabilidade. Além disso, a adoção de tecnologias como gaiolas de exclusão ao pastejo e o uso de NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) podem proporcionar um monitoramento mais detalhado e dinâmico da produção forrageira.

O avanço tecnológico no setor agropecuário tem permitido a integração de imagens de satélite, drones e inteligência artificial para otimizar a gestão de pastagens. Essas ferramentas modernas possibilitam maior precisão no monitoramento, facilitando a tomada de decisão sobre o manejo da lotação e a adubação da pastagem. Dessa forma, a aplicação dessas metodologias contribui para um manejo mais eficiente, econômico e sustentável das pastagens, promovendo maior produtividade e conservação dos recursos naturais.

3. REFERÊNCIAS

CARGNELUTTI, C. S. Uso do sensoriamento remoto no manejo do pasto em diferentes intensidades de pastejo em um Sistema Integrado de Produção Agropecuária. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, RS, 2024. 75 f.

PEDREIRA, C. G. S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. Anais – Recife: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002.

PINGUELLO, A. J. C.; TAMEIRÃO, E. R.; GONZAGA, L. W. F.; MONGELLI, M. S.; FARIA, P. H. A. de; FERRANTE, M.; FERNÁNDEZ, F. E. Uso de índice de vegetação da diferença normalizada na estimativa de produção de forragem. Pubvet, v. 14, n. 3, p. 1–7, 2020.

SERRANO, J. M.; SHAHIDIAN, S.; MARQUES DA SILVA, J. R. Monitoring pasture variability: optical OptRx® crop sensor versus Grassmaster II capacitance probe. Environmental Monitoring and Assessment, v. 188, n. 2, p. 117, 2016.

WILM, H. G.; COSTELLO, D. F.; KLIPPLE, G. E. Estimating forage yield by the double sampling method. Journal of Animal Science Agronomy, v. 36, p. 194–203, 1944.

CAPÍTULO 8

Manejo de Pastagens e Métodos de Pastoreio



O manejo do pastejo tem sido debatido ao longo de décadas, com diferentes métodos sendo propostos para otimizar a produção animal e a conservação das pastagens. No entanto, a maior parte dessas discussões se concentra na distribuição dos animais no tempo e no espaço, muitas vezes ignorando aspectos fundamentais do comportamento ingestivo dos herbívoros e da dinâmica de crescimento das forrageiras.
Na natureza, o pastejo ocorre de maneira dinâmica e autorregulada, onde diferentes espécies de herbívoros selecionam forrageiras e ajustam seu deslocamento conforme a oferta de alimento.

Atualmente os métodos tradicionais de pastoreio, como pastejo contínuo e rotacionado, são amplamente utilizados na pecuária. Este capítulo busca reavaliar os conceitos tradicionais de manejo do pastejo, como o ajuste de lotação a partir da massa de forragem e taxa de acúmulo, bem como os métodos de pastoreio.

OBJETIVOS

Manejo de Pastagens e Métodos de Pastoreio

- Compreender os fundamentos do manejo de pastagens e a importância da distribuição dos animais no tempo e no espaço.
- Identificar os principais métodos de pastoreio, suas vantagens e limitações.
- Analisar o ajuste da lotação variável com base na massa de forragem disponível e na taxa de acúmulo.
- Avaliar os critérios para definição do resíduo de pasto e sua influência na recuperação da forragem e no desempenho animal.
- Explorar a abordagem Rotatínuo como uma alternativa inovadora para o manejo de pastagens.
- Relacionar a altura de referência das pastagens com o desempenho produtivo da forrageira e dos animais.



1. AJUSTE DE LOTAÇÃO VARIÁVEL

Existem vários métodos para ajuste da lotação, os mais citados levam em conta o ajuste pela disponibilidade e oferta de forragem ou pela altura do pasto. Para o ajuste da lotação em função da disponibilidade e oferta de forragem é necessário saber:

- qual será o método de pastoreio (contínuo ou rotacionado);
- qual é a massa de forragem da área;
- qual é o acúmulo de biomassa de pasto diário;
- qual será o número de dias que os animais vão ser manejados no piquete;
- qual será o resíduo de pasto.



Figura 1 - Sequência de equações para determinação de carga animal em sistemas de lotação variável com método de pastoreio rotacionado

Exemplo 1 – ajuste da lotação em função da disponibilidade de pasto em método de pastoreio rotacionado:

- Área da pastagem = 20 hectares;
- Massa de forragem inicial (MFI) = 2.800 kg de MS/ha;
- Taxa de acúmulo (TA) = 80 kg de MS/ha/dia;
- Período de ocupação (PO) = 2 dias;
- Massa de forragem pretendida na saída dos animais (MFF) = 2.000 kg de MS;
- Desaparecimento (Des) = o quanto que um animal faz desaparecer de pasto diariamente. Para isso consideramos: 2,5 kg de MS/100 kg de PV de consumo + 1,5 kg de MS/100 kg de PV de pisoteio = total de 4,0 kg/100 kg de PV.



Figura 2 - Sequência de cálculos para determinação de carga animal em sistemas de lotação variável com método de pastoreio rotacionado

Seguindo o exemplo anterior, seria possível carga animal de 39.960 kg de PV na área de 20 hectares. Se a categoria animal fosse novilhos de 350 kg de PV cada, seria necessário ao redor de 114 novilhos para atender a carga animal estimada para atender as metas de pastoreio. Vale destacar que essas são estimativas muito sensíveis a percepção do técnico na ocasião da determinação da massa de forragem, variações de ±200 kg de MS entre a estimativa e o corte é muito comum, podendo ser até superior a isso em pastagens com maior diversidade de espécies.

Portanto, o monitoramento constante das condições do pasto é fundamental para obtenção do sucesso desse procedimento. Se o exemplo anterior fosse pastoreio contínuo, não haveria a necessidade das equações 1, 2 e 3, partindo diretamente para a equação 4. Na equação 6, a carga animal por hectare seria multiplicada pela área total, ou seja 20 hectares.

Podemos observar que o aspecto matemático do ajuste de lotação é bastante simples a medida que seguimos as equações demonstradas até aqui, no entanto o fator decisivo no manejo de pastagem é o levantamento das informações de campo, como a massa de forragem e a taxa de acúmulo e a definição das metas de manejo.

2. METAS PARA MANEJO DE PASTAGENS

Qualquer tecnologia ou decisão que envolva o ajuste de lotação ou métodos de pastoreio deve ser orientada pelas metas de manejo das pastagens. As metas de manejo, por sua vez, poderão representar alturas de entrada e saída dos animais das pastagens ou massas de forragem na entrada ou na saída dos animais das pastagens. Essas decisões são tomadas pelo técnico/manejador e são determinantes para a escolha do método que será empregado no sistema produtivo.

2.1. Conceito de Altura de Referência

A altura de referência da pastagem é o valor de altura do dossel forrageiro utilizado para determinar a entrada e saída dos animais no piquete. Esse parâmetro varia entre espécies forrageiras e deve ser ajustado com base em fatores como crescimento das plantas, interceptação luminosa, perfilhamento e composição morfológica da pastagem.
A altura da pastagem influencia três aspectos fundamentais:

- Interceptação luminosa e crescimento forrageiro
- Composição morfológica da forragem
- Taxas de crescimento e senescência

Interceptação Luminosa e Crescimento Forrageiro

A interceptação luminosa é um indicador chave para determinar a altura ideal de pastejo. Quando o dossel forrageiro atinge 95% de interceptação luminosa (IL), a taxa de crescimento da forrageira é máxima. Após esse ponto, a senescência foliar aumenta e o incremento de biomassa líquida diminui (Figura 3). Nos resultados demonstrados na Figura 2, com 95% de IL, a rebrotação foi mais rápida e o crescimento foliar foi superior comparado ao manejo com 100% de IL. Alturas de entrada muito elevadas (acima de 90 cm) resultaram em maior acúmulo de hastes e material morto, reduzindo a qualidade da forragem disponível.

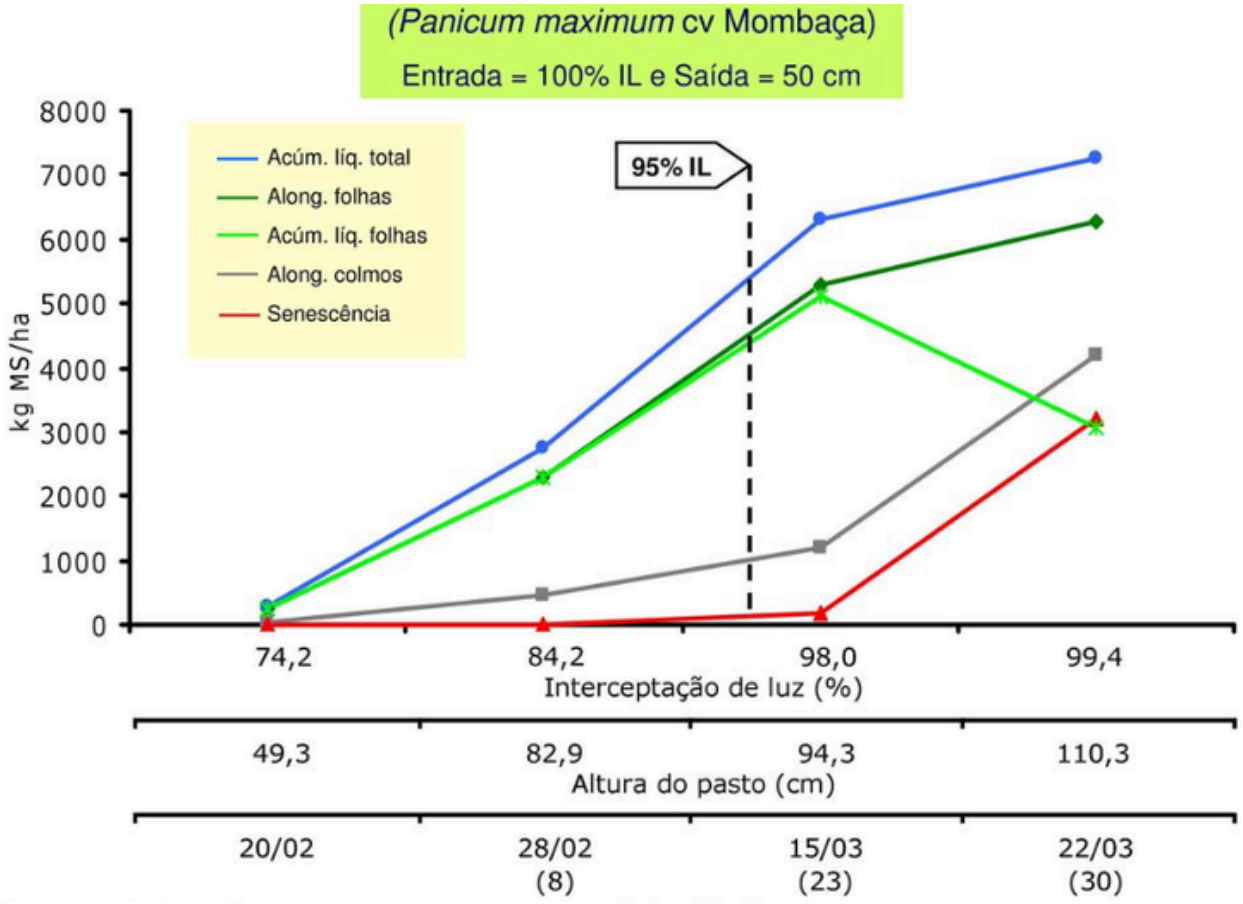


Figura 3 - Variação no crescimento e acúmulo de forragem de Panicum maximum cv Mombaça em função da interceptação luminosa e altura de dossel - Adaptado de Carnevalli (2003)



Figura 4 - Diferença de perfilho de Panicum maximum cv. Mombaça com 95% de IL e 100% de IL - Adaptado de Adaptado de Carnevalli (2003)

2.2. Conceito para altura de rebaixamento da pastagem ou resíduo pós-pastejo

O momento de retirar os animais do pasto é uma decisão sensível ao resíduo de pasto que queremos deixar pós-pastejo e ao desempenho dos animais. O resíduo pós-pastejo irá refletir na capacidade do pasto em rebrotar e retornar a sua condição ótima para entrada dos animais novamente no piquete e por consequência no período de descanso desse pasto. Portanto, essa é uma das decisões mais importantes dentro de um manejo do pastoreio rotacionado.

Nas recomendações tradicionais de alguns métodos de pastoreio rotacionado, podemos observar orientações que deduzem o rebaixamento máximo do pasto, seguido do tempo necessário para sua recuperação. Porém, a planta necessita de área foliar para não ter seu crescimento comprometido e o pastoreio que promove a remoção total das folhas irá comprometer esse parâmetro e reduzir a produção total de forragem, que ocorrerá pela queda na taxa fotossintética, forçando a planta a destinar reservas para rebrote na tentativa de restabelecer a área foliar. Esse impacto também afetará o crescimento radicular, de forma que a medida que a intensidade de desfolha aumenta o seu desenvolvimento tende a diminuir (Figura 5).

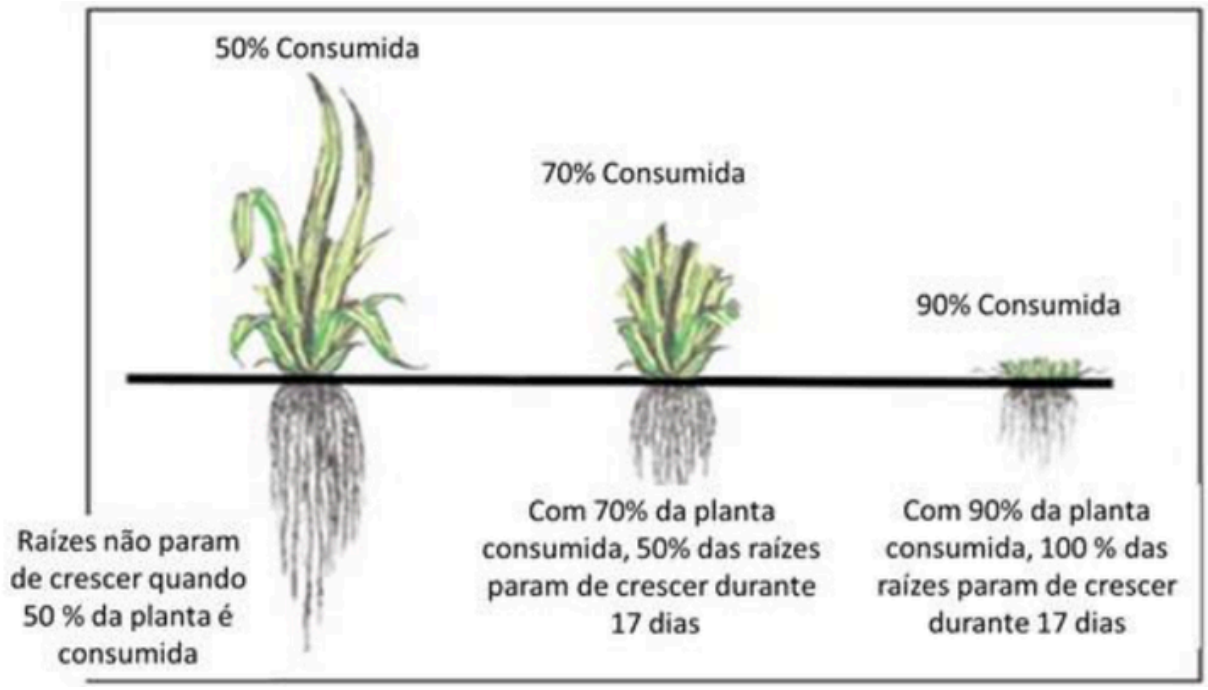


Figura 5 - Impacto da desfolha sobre o crescimento radicular de gramíneas - Adaptado de Crider (1955)

Além da redução na produção de forragem, a remoção total das folhas compromete o desempenho dos animais. Isso pode ser observado a partir da queda da taxa de ingestão de MS para cada bocado (Figura 6), que reduz significativamente a partir da remoção de 40 a 50% da altura de referência do pasto (altura de entrada). Isso significa dizer, que a existência de um valor de referência para a entrada dos animais no pasto - altura que permite interceptar 95% de IL - a ocasião da saída dos animais também há um valor de referência, que é o momento em que a pastagem tem seu rebaixamento ao redor de 50% da altura de referência.

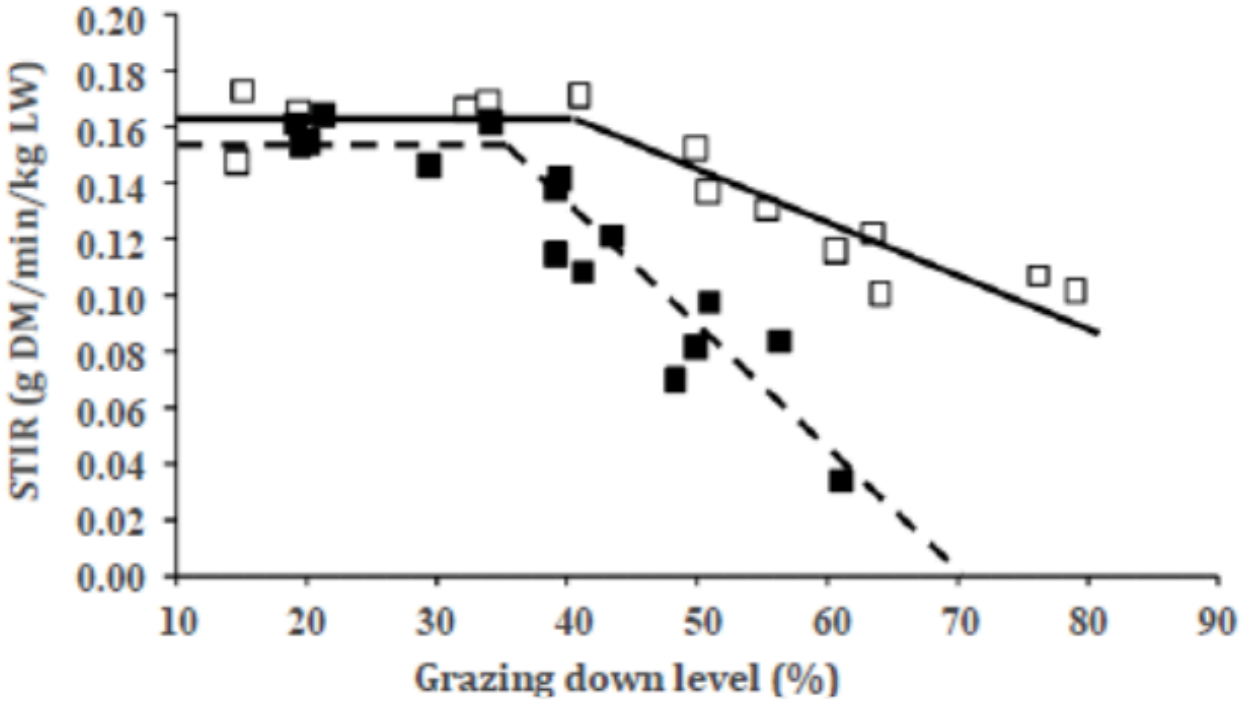


Figura 6 - Taxa de ingestão de curto prazo durante o pastejo (redução% da altura inicial do pasto) em Sorghum bicolor (□; Fonseca et al. 2012) e Cynodon sp. (■; Mezzalira 2012). Altura inicial do pasto e modelos: Sorghum bicolor - 50 cm; y = 0,16 + 0,001 (40 - x), se x> 40 ey = 0,16, se x <40; R2 = 0,81; P <0,0001; EPM = 0,014; Cynodon sp. - 19 cm; y = 0,16, se x <37, ey = 0,16 + 0,006 (37 - x), se x> 37; R2 = 0,73; P <0,0001. Adaptado de Carvalho (2013)

2.3. Implicações do Manejo Baseado na Altura da Pastagem

A definição da altura de referência impacta diretamente na produtividade do sistema. Manejos que utilizam altura de entrada próximo a 95% de IL tendem a favorecer:

- Maior rebrotação e persistência da pastagem;
- Melhor proporção de lâminas foliares na forragem disponível;
- Redução da senescência foliar e acúmulo de material morto;
- Maior eficiência de pastejo e colheita da forragem.

Cuidados no manejo:

- Evitar pastejo em alturas muito baixas, pois pode prejudicar a rebrotação.
- Evitar altura de entrada muito alta (acima de 95% de IL), pois reduz a eficiência alimentar.

3. MÉTODOS DE PASTOREIO

Os métodos de pastoreio têm sido essencialmente definidos pelo controle físico e do tempo dos animais nas pastagens. Atualmente existem dezenas de métodos de pastoreio que podem ser utilizados em diferentes situações e objetivos de produção. Na Figura 7 podemos ver um exemplo de como se agrupam os métodos de pastoreio sob a perspectiva de ocupação da área. A esquematização proposta por di Virgilio et al. (2019) é oriunda de uma meta-análise que alcançou 427 publicações entre 1914 e 2017. O foco do manuscrito é sobre campos naturais, motivo pelo qual não conste proposições como o Pastoreio Racional Voisin (Voisin, 1957).

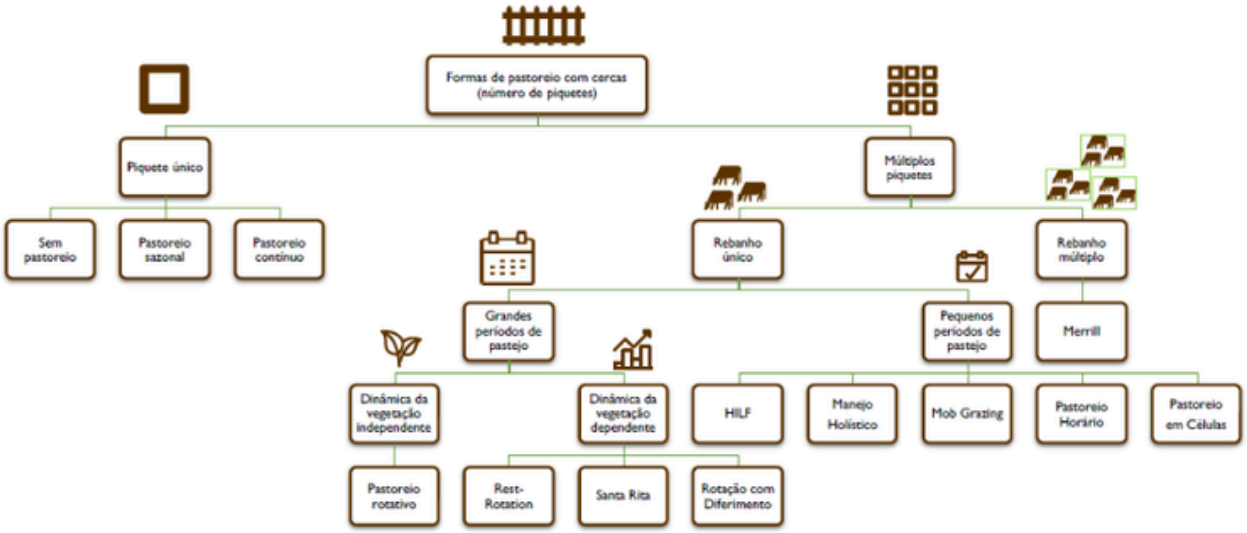


Figura 7 - Métodos de pastoreio segundo a quantidade de piquetes e o período de pastejo (adaptado de di Virgilio et al., 2019).

Além de aspectos relacionados à ocupação do espaço no ponto de vista físico e do tempo de acesso a pastagem, também é possível agrupar os métodos de pastoreio em função dos objetivos dos indicadores de controle dos processos de pastejo, conforme podemos observar na Tabela 1.

Tabela 1 - Interpretação das características e objetivos dos métodos de pastoreio frente a parâmetros indicadores de controle do processo de pastejo

	Seleção de dietas	Eficiência de colheita	Consumo por indivíduo	Consumo por unidade de área
Sem controle	Sim	Não	Sim	Não
Pastoralismo	Sim	Não	Sim	Não
Pastoreio Contínuo	Sim	Não	Sim	Não
Pastoreio Rotativo	Não	Sim	Não	Sim
Pastoreio Sazonal	Sim	Não	Não	Sim
Pastoreio Alternado	Sim	Não	Sim	Não
Pastoreio Horário	Sim	Não	Não	Não
Sistema Merril	Não	Sim	Não	Sim
Rest Rotation	Não	Sim	Não	Sim
Santa Rita	Sim	Não	Sim	Não
Diferimento	Não	Sim	Não	Sim
HILF	Não	Sim	Não	Sim
Mob Grazing	Não	Sim	Não	Sim
Manejo Holístico	Não	Sim	Não	Sim
Pastoreio em faixas	Não	Sim	Não	Sim
Primeiro-último	Sim/Não	Sim	Sim/Não	Sim
Pastoreio Frontal	Não	Sim	Não	Sim
Pastoreio Voisin	Não	Sim	Não	Sim
MiG	Não	Sim	Não	Sim
Pastoreio PUP	Sim	Não	Sim	Não
Interceptação Luminosa	Sim	Não	Sim	Não
Pastoreio Rotatínuo	Sim	Não	Sim	Não

Adaptado de Carvalho et al., (2019)

3.1. Pastoreio contínuo

O pastoreio contínuo consiste em deixar que os animais tenham acesso a todas as áreas da pastagem e a lotação pode ser variável ou fixa. Na lotação variável, haverá entrada e saída de animais em função do crescimento do pasto. Na lotação fixa, não haverá entrada ou saída de animais de uma determinada área ao longo do tempo, mesmo que ocorram oscilações no crescimento do pasto. Nessa última situação, o desempenho dos animais acompanha as oscilações de crescimento do pasto e a produção é mais sazonal. O ideal é sempre que possível trabalhar com lotação variável, a qual poderá utilizar como critério de ajuste tanto a massa de forragem e taxa de acúmulo de MS de pasto, quanto a altura do dossel.

Em sistemas de pastoreio contínuo com lotação variável bem ajustada, permitirá que os animais consumam o melhor do pasto (ponta de folhas), conferindo melhor desempenho. Com esse método é comum observar áreas de exclusão ao pastejo, conforme na Figura 7. Essas situações evidenciam que os animais estão numa condição que lhes permite selecionar o melhor do pasto e excluir áreas que podem ter vestígio de dejetos, ou mesmo os locais em que o pasto se encontra em estágio vegetativo avançado.



Figura 7 – Aspectos de pastagens manejadas em pastoreio contínuo com lotação variável – Fonte: Prof. Paulo Cesar Faccio de Carvalho - UFRGS

3.2. Pastoreio Racional Voisin (PRV)

Desenvolvido na década de 40 por André Voisin, é uma estratégia de manejo sob pastoreio rotativo que segue quatro “leis” (Voisin, 1946). Esse método foi amplamente difundido no mundo, em especial no Brasil nas décadas de 70 e 80, quando ao longo das quase 1000 páginas de seus principais livros: “Produtividade do Pasto” e “Dinâmica das Pastagens”, publicados no Brasil em 1974 e 1979, respectivamente. Uma das bases conceituais mais importantes desse método é o da máxima eficiência de colheita de pasto, o que muitas vezes resulta em baixas massas de forragem pós-pastejo, diminuindo a seletividade dos animais e visando homogeneizar a rebrota, controlar plantas indesejáveis, distribuir homogeneamente os dejetos, entre outros.

As quatro leis de Voisin são apresentadas a seguir:

- 1º Lei: para o pasto atingir sua produtividade máxima, um intervalo deve ter decorrido entre pastejos sucessivos para permitir acúmulo de reservas em suas raízes;
- 2º Lei: O período ocupação deve ser suficientemente curto para que pasto não seja repastejado pelos animais antes que eles deixem o potreiro
- 3º Lei: Os animais com maiores necessidades nutricionais devem colher a maior quantidade de pasto da melhor qualidade possível.
- 4º Lei: O período de ocupação não pode ser superior a três dias.

3.3. Pastoreio rotacionado ou rotativo

O pastoreio rotacionado ou rotativo consiste em dar um período de descanso (sem pastejo) a um ou mais piquetes, ou seja os animais não têm acesso a toda a área pastoril. Esse método deriva dos conceitos propagados pelo sistema Voisin, no qual visa o melhor controle das condições ótimas do pasto, pois no pastoreio contínuo áreas próximas a estradas com muito fluxo de pessoas, mais distantes de aguadas, distante de saleiros e de baixa fertilidade, são preteridas pelos animais; fazendo com que outras áreas do piquete fiquem superpastejadas. Com o pastoreio rotacionado esse problema é minimizado. No entanto, para isso é necessário altas lotações a fim de fazer com que os animais consumam porções das pastagens que em situações ótimas de oferta eles não consumiriam.

3.4. Pastoreio rotatínuo

O pastoreio rotatínuo é uma mescla do pastoreio rotativo com o contínuo, pois os bovinos continuam sendo agrupados em lotes que mudam frequentemente de piquete (como no rotacionado), mas o principal critério para definição do tempo de permanência na área não é o pasto e sim o comportamento dos animais, que podem selecionar o alimento, como no pastejo contínuo. Para a entrada dos animais no pasto, esse método leva em conta uma altura de referência ao redor de 90% de interceptação luminosa (Tabela 2) e a troca de piquete quando o pasto é rebaixado entre 40 a 50% dessa altura de referência.



Figura 8 – Subdivisão de potreiros com pastagens manejadas com pastoreio rotativo - Laboratório de Bovinocultura de Corte - UFSM

Tabela 2 – Altura média ideal para manejo de pastagens do pasto para entrada dos animais

Espécies forrageiras	Altura da pastagem	Referência
Sorghum bicolor	50	Fonseca et al. 2012
Pennisetum glaucum	60	Mezzalira et al. 2013a
Cynodon sp.	19	Mezzalira 2012
Pastagens nativas	11,5	Gonçalves et al. 2009
Panicum maximum cv. Aruana	30	Zanini et al. 2012
Panicum maximum cv. Mombaça	95	Palhano et al. 2006
Avena strigosa	29	Mezzalira 2012
Lolium multiflorum	19	Mezzalira 2012

Adaptado: Carvalho (2013)

Além da maior produção animal oriunda da maior taxa de ingestão de MS, respeitar as alturas de entrada e saída do pasto, permite maior taxa de acúmulo de forragem (Tabela 3). Isso porque a maior área foliar do resíduo pós-pastejo possibilita maior taxa fotossintética da planta e maior produção de biomassa de pasto.

Tabela 3 - Variáveis do pasto de azevém anual submetido a diferentes metas de manejo em pastoreio rotativo com ovinos. RN significa o manejo pautado por metas de entrada e saída para manter a máxima velocidade de ingestão (Rotatínuo). RT representa o manejo clássico, com períodos de descanso orientados para máximo acúmulo de forragem e metas de pós-pastejo orientados para máxima eficiência de colheita.

Variáveis	Rotatínuo	Rotacionado	*P*
Altura pré-pastejo	17,8	27,8	0,001
Altura pós-pastejo	11,0	7,6	0,001
Ciclos de pastejo	11	4	0,001
Intervalos entre pastejos	13	35	0,001
MF pré-pastejo (kg de MS/ha)	1866	2762	0,001
MF pós-pastejo (kg de MS/ha)	1297	1586	0,034
IL pré-pastejo	91	95	0,001
IL pós-pastejo	77	63	0,001
TA (kg MS/ha/dia)	56	32	0,189
PTF (kg de MS/ha)	9023	6819	0,043

Adaptado de Schons (2015)

No rotatínuo, também haverá melhor desempenho dos animais pois eles consomem o melhor da planta que são as “pontas de folhas” deixando o restante para a planta seguir com alta taxa fotossintética. Na Tabela 4, são apresentados resultados de desempenho animal em sistemas de pastoreio rotatínuo.

Tabela 4 - Variáveis do animal e do pasto de azevém anual submetido a diferentes metas de manejo em pastoreio rotativo com ovinos. RN significa o manejo pautado por metas de entrada e saída para manter a máxima velocidade de ingestão (Rotatínuo). RT representa o manejo clássico, com períodos de descanso orientados para máximo acúmulo de forragem e metas de pós-pastejo orientados para máxima eficiência de colheita.

Variáveis	Rotatínuo	Rotacionado	*P*
MFC (kg MS/ha)	6267	4701	0,029
GMD (kg dia)	0,096	0,026	0,001
GPV (kg/ha)	392	174	0,004
Carga (kg PV/ha)	1019	1478	0,001
OPG	480	3039	0,001

MFC = Massa de forragem colhida total; GMD = ganho médio diário; GPV = ganho de peso vivo; OPG = número de ovos por grama de fezes - Adaptado de Schons (2015).

3.5. Diferimento

O método de diferimento de pastagem consiste em restringir o acesso dos animais a um determinado potreiro, permitindo acúmulo de forragem na área, podendo atender vários objetivos do sistema, tais como:

Acúmulo de forragem durante períodos favoráveis ao crescimento das pastagens, o qual ocorre no período de primavera e verão. O diferimento nesta época visa “transferir” forragem do período de maior acúmulo de MS para o período de outono e inverno, quando a oferta de comida é menor. Nessas condições, a pastagem diferida pode ser combinada com suplementação proteica até o estabelecimento das espécies hibernais.

Outra aplicação da técnica é permitir a ressemeadura de espécies desejáveis, como na perenização do azevém ou ainda no melhoramento do campo nativo. Frente a esse objetivo, o diferimento na primavera possibilita a sementação do azevém, aumentando a sua participação nas pastagens no ano seguinte de forma natural. No campo nativo, o diferimento da primavera promove a sementação de espécies hibernais como a bizas, flexilhas, cevadilhas, babosas e etc, além de outras espécies de verão que também florescem na primavera (grama forquilha, capim melador e capim das roças).

Também aplicamos o diferimento das pastagens para manutenção de ofertas de forragem, conforme visto no Capítulo 3. Essa prática permite aumentar a pressão de pastejo na primavera (reduzindo a oferta para 8%) em algumas áreas, enquanto outras ficam diferidas, para que as áreas diferidas da primavera sejam usadas no restante do ano com maior oferta de forragem (12% de oferta).

4. CONCLUSÕES

O manejo eficiente das pastagens é um dos principais desafios da pecuária sustentável, e a escolha do método de pastoreio impacta diretamente a produtividade animal, a longevidade das forrageiras e a conservação dos recursos naturais. O ajuste da lotação variável, seja por altura do pasto ou pela disponibilidade de biomassa, permite equilibrar a oferta de forragem com o consumo animal, prevenindo superpastejo e degradação do solo. Os métodos tradicionais, como pastoreio contínuo e rotacionado, apresentam vantagens e limitações. O pastoreio contínuo pode permitir maior seletividade alimentar, mas exige ajustes rigorosos na carga animal para evitar degradação. Já o pastoreio rotacionado busca maximizar a recuperação da forragem e a eficiência de colheita, mas pode limitar o comportamento natural dos animais.

A altura de referência da pastagem é um fator essencial para o manejo eficiente do pastejo, pois determina os momentos ideais de entrada e saída dos animais no pasto. Estudos demonstram que alturas de entrada de 90 cm e saída de 30 cm em espécies como *Panicum maximum* proporcionam melhor aproveitamento da forragem, maior eficiência de colheita e maior sustentabilidade do sistema. O pastoreio Rotatínuo, proposto como um modelo inovador, combina a flexibilidade do pastoreio contínuo com o controle do pastoreio rotacionado. Baseado na maximização da taxa de ingestão, ele permite que os animais consumam forragem de alta qualidade, otimizando o tempo de pastejo e reduzindo impactos negativos no crescimento da pastagem.

A definição do resíduo pós-pastejo também é determinante para a taxa de rebrotação da pastagem, influenciando diretamente na capacidade fotossintética da planta e na produtividade ao longo do tempo. O manejo baseado na interceptação luminosa (IL) se destaca como um indicador eficiente, permitindo um equilíbrio entre o consumo animal e a regeneração da forragem. Dessa forma, a adoção de métodos de manejo baseados em ciência e na observação do comportamento animal pode resultar em maior eficiência produtiva, conservação da biodiversidade e sustentabilidade dos sistemas de produção a pasto.

5. REFERÊNCIAS

CARNEVALLI, R.A. Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. 2003. 190 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CARVALHO, P.F.C. Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behavior support innovations in grassland management? Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales, v. 1, p. 137−155, 2013.

CARVALHO, P.F.C. et al. Métodos de pastoreio: uma perspectiva alternativa a décadas de debate e pouco avanço conceitual. Anais do V Simpósio de Produção Animal a Pasto (Simpapasto), 21 e 22 de novembro de 2019, Maringá - PR.

CARVALHO, P.F.C. et al. Como a estrutura do pasto influencia o animal em pastejo? Exemplificando as interações planta-animal sob as bases e fundamentos do Pastoreio “Rotatínuo”. Texto preparado para o VIII SIMFOR – Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, 10 a 11 de outubro de 2016, Viçosa – MG.

CRIDER, F.J. Root growth stoppage resulting from defoliation of grass. U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin, n. 1102, p. 1-23, 1955.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Pastagens: fundamentos da exploração racional. Piracicaba: FEALQ, 2007.

DI VIRGILIO, A.; LAMBERTUCCI, S.A.; MORALES, J.M. Sustainable grazing management in rangelands: Over a century searching for a silver bullet. Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 283, p. 1-10, 2019.

HODGSON, J. Grazing management: science into practice. Longman Scientific & Technical, 1990.

SCHONS, R.M.T. Critérios para manejo de pastagens fundamentado no comportamento ingestivo dos animais: um exemplo com pastoreio rotativo conduzido sob metas de manejo contrastantes. 2015. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

WILM, H.G.; COSTELLO, D.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double sampling method. Journal of Animal Science Agronomy, v. 36, p. 194-203, 1944.

CAPÍTULO 9

Forragens Conservadas

A conservação de forragem é um método que consiste em conservar o alimento para posterior oferta aos animais. Entre os principais métodos de conservação destacam-se a ensilagem, a fenação e a pré-secagem.

A sustentabilidade dos arranjos pecuários depende de um bom planejamento alimentar e de uma boa reserva de alimentos aos rebanhos, sobretudo de qualidade e a um custo compatível com o retorno esperado. Portanto, o conhecimento de técnicas de conservação de alimentos tem ganhado escala a nível das fazendas, em virtude da maior profissionalização e resiliência dos processos produtivos.

Neste capítulo, veremos os principais métodos de conservação de alimentos para alimentação animal.



OBJETIVOS

Forragens Conservadas

- Compreender os principais métodos de conservação de forragens e suas aplicações nos sistemas produtivos.
- Avaliar os fatores críticos que influenciam a qualidade da silagem.
- Entender a importância da fenação e do pré-secado como alternativas à ensilagem.
- Analisar a silagem de grão úmido, seu processo de fermentação e vantagens econômicas.
- Conhecer as características dos diferentes tipos de inoculantes para otimizar a fermentação e a estabilidade das forragens conservadas.
- Aplicar técnicas para reduzir perdas e aumentar a eficiência do armazenamento e do uso das forragens conservadas.



1. ENSILAGEM

A ensilagem é o método de conservação de forragem mais utilizado no Brasil, pois envolve o uso de máquinas mais simples, com custo mais baixo, quando comparado à fenação ou pré-secagem. No processo de ensilagem a forragem é fermentada anaerobicamente por bactérias produtoras de ácido lático presentes na forragem. A preservação depende de pH baixo o suficiente para inibir o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* e outros microrganismos anaeróbios, e de condições anaeróbias que inibam o desenvolvimento de microrganismos aeróbios, tais como leveduras e fungos.

1.1. Etapas do Processo de Ensilagem

1.1.1. Manejo das Lavouras

A lavoura que será utilizada para plantio da cultura que será ensilada deve ser pensada para atender as demandas alimentares dos animais por um determinado período. O ideal é projetar a confecção de forragem conservada para pelo menos 1 ano produtivo. Raramente os produtores armazenam alimentos aos animais para períodos superiores a 1 ano, resultando em frustrações e despesas inesperadas em anos que ocorrem quedas na produção das lavouras. Todavia, a lavoura deve ser dimensionada e cultivada de acordo com a capacidade de colheita e confecção da silagem, bem como da necessidade da propriedade rural. Para isso, é necessário prever a produção média (T MS/hectare) da lavoura a necessidade aos animais (T MS/dia), a fim de cultivar a quantidade adequada ao sistema produtivo. Além disso, é fundamental atender as necessidades da cultura para determinada produção estimada. Análise de solos e todo o processo de correção é fundamental quando se pensa em formar uma lavoura para ensilagem.

Dimensionamento das áreas

No planejamento das lavouras é importante que os produtores rurais prospectam as possíveis perdas no processo de ensilagem, as quais podem chegar a 50% a depender da qualidade da confecção da silagem. A nível de cálculo, consideramos 20% de perdas. Para isso, usamos o seguinte cálculo:

$$\text{Produção de silagem} = DA / P$$

Onde:
DA = demandas dos animais
Dias = número de dias de utilização da silagem
P = perdas (1- (% / 100))

A demanda dos animais deve ser prevista para, pelo menos, 1 ano (365 dias). Se considerarmos um rebanho com 50 vacas que consomem 35 kg de silagem diariamente (com base na matéria verde), essa propriedade rural teria uma demanda diária de 1.750 kg de silagem e anual de 638.750 kg de silagem. Se considerarmos 20% de perdas de silagem e os quantitativos de demanda do exemplo supramencionado, aplicando a fórmula acima, teríamos:

- Produção de silagem = 638.750 / 0,8
- **Produção de silagem = 798.437,5 kg de silagem.**

Para determinar o tamanho da área a ser plantada podemos usar a seguinte fórmula:

Tamanho da área (hectares) = Produção de silagem / rendimento das lavouras

O rendimento das lavouras pode ser calculado a partir da produção média dos últimos 5 anos. Se seguirmos o exemplo anterior e considerar um rendimento médio das lavouras de 55.000 kg/ha, precisaríamos de 14,52 hectares de lavoura para atender a demanda da propriedade rural.

Acompanhamento das lavouras

Para monitorar a expectativa de produção de silagem, devemos levantar as informações citadas abaixo.

1. Espaçamento entre linhas,
2. Plantas por metro linear,
3. Peso de plantas,
4. Peso de espigas,
5. Peso de grãos.



Figura 1 - Silagem de milho

A partir das informações obtidas nas lavouras e aplicadas nas equações da Figura 2, podemos estimar a produção de uma lavoura de grãos para silagem.

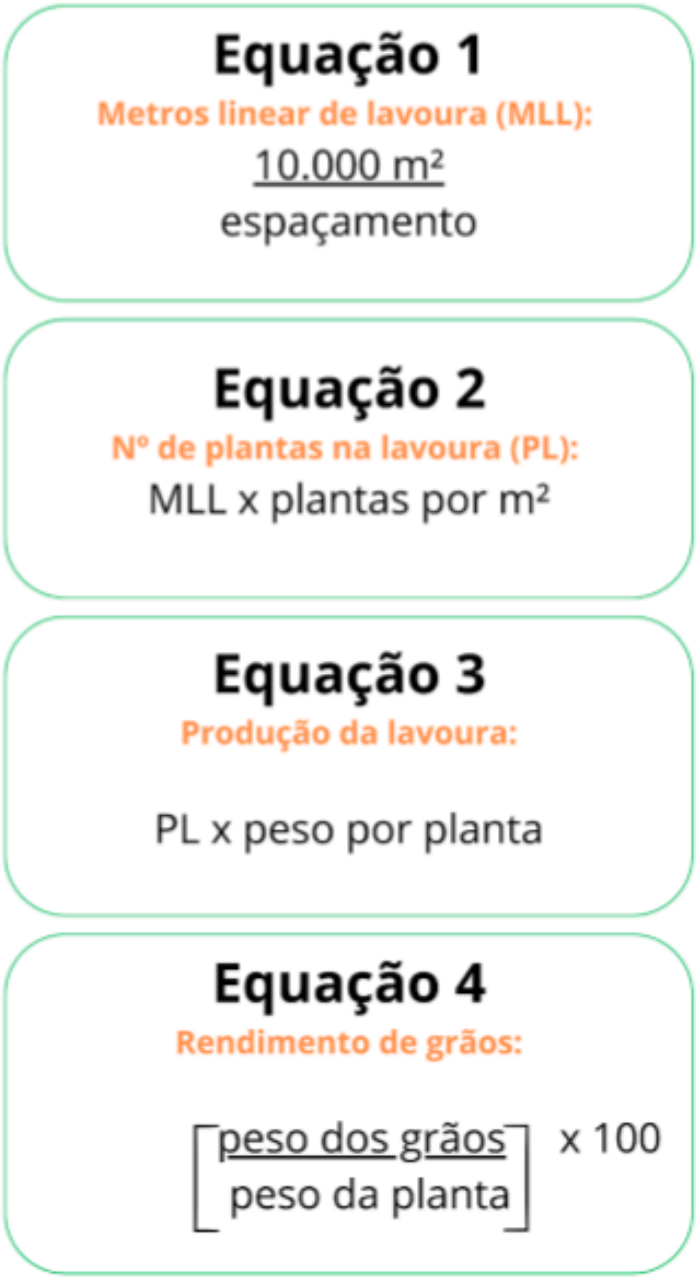


Figura 2 - Equações para determinar a produção de biomassa e o rendimento de grãos para uma silagem

1.1.2. Ponto de Colheita

O indicador mais adequado para a escolha do momento da colheita é o teor de matéria seca da planta, a qual em situação ótima deve estar entre 30 a 35%. Essa é uma faixa de referência para boas silagens, mas poderão haver situações em que valores fora dessa margem poderão ser aceitos, à medida que são utilizados inoculantes ou ensiladeiras com dispositivos que melhoram o processamento da silagem, como as automotrizes.

A colheita de plantas muito jovens (baixo teor de MS) normalmente leva a uma fermentação indesejada (butírica) e à produção de efluentes na silagem. Pode ocorrer também aumento do tempo de pré-secagem, quando for o caso, e perdas no potencial de produção das plantas forrageiras. Por outro lado, se as plantas forem colhidas excessivamente maduras (alto teor de MS), podem apresentar digestibilidade reduzida e as perdas de material no campo tendem a ser acentuadas. Haverá ainda, dificuldades na compactação, o que pode resultar em aquecimento excessivo e ocorrência de mofos na silagem.
Teor de matéria seca de silagens e melhor decisão de intervenção:

- Acima de 30% - Fermentação segura
- Entre 30% e 35% - Milho com máquinas convencionais
- Entre 32% e 37% - Milho com automotrizes
- Entre 45% e 55% - Snaplage
- Entre 60% a 65% - Grão úmido

Uma das formas de elevar o teor de matéria seca de uma forragem é adicionando ingredientes com teores de MS mais elevados. O cálculo para identificar o valor exato pode ser realizado pelo quadrado de *Pearson*.

Além do impacto no tipo de fermentação, o ponto de corte da silagem também afeta a concentração de nutrientes nas plantas de milho (Tabela 1). À medida que avança a maturidade do grão, de uma interface leitosa (dentado inicial) para um grão duro, o teor de MS da planta e a concentração de amido aumentam e o de FND diminui. Portanto, a colheita da lavoura em momentos em que a planta esteja com seus grãos entre ¼ a ⅔ da linha do leite, aumentam as chances de obter silagens de melhor qualidade.

Tabela 1 - Variação na concentração de nutrientes em plantas de milho em função da maturidade do grão

Nutriente	Dentado inicial	¼ da linha do leite	⅔ da linha do leite	Grão duro
MS (%)	30,1	32,4	35,1	42,0
FDN (%)	52,0	44,4	40,5	41,3
Amido (%)	18,2	28,7	37,2	37,4
PB (%)	7,5	7,3	7,1	7,0

Dados não publicados



Figura 3 - Corte de lavoura de milho com ensiladeira de uma linha - Laboratório de Bovinocultura de Corte da UFSM

1.1.3. Processamento do Material Ensilado

O tamanho das partículas da biomassa após passagem na ensiladeira tem impacto na estabilidade do material ensilado e em aspectos nutricionais aos animais quando alimentados. Partículas muito pequenas (<10 mm) resultam em melhor compactação da silagem, melhor digestibilidade aos animais, mas há maior gasto de energia e desgaste das máquinas envolvidas nesse processo. Aos animais, partículas muito pequenas podem comprometer a necessidade de fibra longa na dieta. Bovinos necessitam de quantidades adequadas de fibra longa (> 10 mm) na dieta para promover a motilidade ruminal e evitar problemas metabólicos. Já partículas excessivamente grandes (> 20 mm) promovem dificuldade de compactação, principalmente quando o teor de MS do material ensilado é acima de 35%, além de influenciar no processo de seleção do alimento no cocho quando os animais forem submetidos a essas dietas.

Uma forma simples de medir o tamanho de partículas pode ser pelo conjunto de peneiras separadoras de partículas *Penn Stage* (Figura 4). Esse conjunto é formado por 4 (quatro) peneiras com diferentes tamanhos de malhas (19 mm; 8 mm; 4 mm e o fundo), que buscam medir a relação ideal do tamanho de picado de silagens (Tabela 2).



Figura 4 - Jogo de peneiras separadoras de partículas do tipo *Penn Stage* - Instituto Federal Farroupilha Campus Frederico Westphalen

Tabela 2 - Relação de percentuais ótimos de alimentos volumosos ou dieta total em peneiras *Penn Stage*

Peneira	Orifício da malha (mm)	Tamanho de partícula (mm)	Silagens de milho (%)	Pré-secado (%)	Dieta total (%)
Superior	19	>19	3 - 8	10 - 20	2 - 8
Intermediária	8	8 - 19	45 - 65	45 - 75	30 - 50
Inferior	4	4 - 8	20 - 30	39 - 40	10 - 20
Fundo	-	< 4	< 10	< 10	30 - 40

Adaptado de Heinrichs & Jones (2013)

O processamento dos grãos também é um indicativo de qualidade de silagem e deve ser monitorado. Silagens que apresentam elevada quantidade de grãos inteiros na massa ensilada, terão menor digestibilidade e eficiência de conversão energética em produto animal (carne ou leite). Dessa forma, o cuidado com as ensiladeiras é determinante no processo de ensilagem, pois é na etapa do corte de silagem que os grãos são processados.

As ensiladeiras podem ser classificadas em ensiladeiras de precisão e ensiladeiras convencionais (de facas). As ensiladeiras de precisão são mais avançadas, equipadas com rolos de alimentação que garantem um corte uniforme e um rotor de processamento que reduz as partículas a tamanhos ideais para fermentação e digestibilidade. Já as convencionais operam com menor precisão e são mais comuns em pequenas propriedades rurais, sendo indicadas para produções em menor escala. O ajuste adequado da ensiladeira, incluindo a regulagem do comprimento de corte e a afiação das facas, impacta diretamente na qualidade da silagem e na eficiência do processo fermentativo.

Para melhor processamento de grãos, algumas ensiladeiras contam com sistemas específicos, como os rolos processadores de grãos (Kernel Processor - KP), que esmagam os grãos de milho e sorgo, aumentando a digestibilidade do amido e melhorando o aproveitamento energético pelos animais. Além disso, tecnologias como discos de fricção e martelos trituradores são utilizadas em alguns modelos para intensificar a quebra dos grãos, especialmente em silagens de plantas inteiras. O uso dessas tecnologias evita a passagem de grãos inteiros na digestão dos ruminantes, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência alimentar. A escolha da ensiladeira e do sistema de processamento adequado deve levar em conta a espécie forrageira, o teor de matéria seca e os objetivos nutricionais do sistema de produção.

Ao longo do processo de ensilagem é importante que o técnico monitore o percentual de quebra dos grãos. O ideal, é que mais de 70% dos grãos devam estar completamente quebrados ou triturados para uma digestibilidade adequada. Uma técnica prática é a avaliação visual e manual com uso de copo de 1 litro, na qual coleta uma amostra de silagem nesse recipiente e espalhe a silagem sobre uma superfície plana e se observa a presença de grãos inteiros ou parcialmente processados, o ideal é que contenha no máximo 2 (dois) grãos inteiros, para cada 1 copo (Figura 5).



Figura 5 - Copo de 1 (um) litro para avaliação do processamento dos grãos de silagem de milho

Para um exame mais detalhado, pode-se utilizar o teste *Kernel Processing Score* (KPS), o qual consiste num teste laboratorial utilizado para quantificar a eficiência do processamento dos grãos na silagem, especialmente na silagem de milho. O método consiste em separar os grãos da amostra de silagem por meio de peneiramento úmido e medir a porcentagem de milho que passa por uma peneira de 4,75 mm, considerada o tamanho ideal para boa digestibilidade ruminal. Quanto maior a proporção de grãos que atravessa essa peneira, melhor o processamento e maior o aproveitamento energético da silagem pelos animais. O valor ideal de KPS para silagens bem processadas deve estar acima de 70%, indicando que a maior parte dos grãos foi fragmentada adequadamente.

Se o tamanho das partículas da silagem ou o processamento dos grãos não forem adequados significa que a regulagem da ensiladeira deve ser ajustada, seja reduzindo o comprimento de corte, aumentando a pressão nos rolos processadores de grãos ou garantindo a manutenção adequada das facas e contra-facas. Esse método é rápido e pode ser feito periodicamente para monitorar a qualidade da silagem armazenada.

Além dos testes supramencionados, os quais podem ser realizados nas fazendas, métodos laboratoriais, como a análise de digestibilidade in vitro, podem ser utilizados para avaliar o grau de degradação do amido e a eficiência do processamento dos grãos na dieta dos animais. Esse tipo de teste permite quantificar a proporção de amido disponível para digestão ruminal, fornecendo dados precisos sobre a eficiência alimentar da silagem. Amostras da silagem podem ser enviadas a laboratórios especializados para determinar a porcentagem de amido degradável, fornecendo informações detalhadas para ajustes nutricionais. A combinação dessas técnicas – peneiras, análise visual e testes laboratoriais – permite uma avaliação completa do processamento do picado, auxiliando na tomada de decisões para melhorar a qualidade da silagem e o desempenho dos animais.

1.1.4. Transporte e Compactação

O transporte tem um grande impacto nos custos da silagem, seja no momento de confecção quanto no de fornecimento aos animais, portanto é importante planejar a distribuição das lavouras e do parque de silos. Sempre que possível a distância entre a lavoura e o silo devem ser próximos, evitando longos trechos do transporte, o qual poderá ser com carretas, caminhão, caçambas ou até carretas.

A compactação tem a função de retirar o ar do material ensilado. Silos mal compactados, geram alta presença de oxigênio, permitindo que o processo de respiração da planta e a ação de microorganismos aeróbios continuem por um tempo excessivo, aumentando as perdas, ou mesmo causando a deterioração completa de parte ou mesmo de toda a forragem. Camadas mal compactadas, ou “bolsões” de ar, permitirão o desenvolvimento de fungos, perdas de nutrientes por respiração, sofrerão aquecimento excessivo e imobilização da proteína. Quando o desenvolvimento de fungos for intenso, porções de silagens mal compactadas, serão caracterizadas pela cor esbranquiçada.

Em silos tipo “trincheira”, a compactação é feita por tratores, sendo que o efeito da compactação é efetivo apenas na camada superior, de 30 a 50 cm de espessura, portanto a compactação deve ser feita de forma constante, à medida que a forragem é colocada no silo. É praticamente impossível melhorar a compactação de uma camada que não tenha sido compactada adequadamente, e que já tenha sido coberta por camadas subsequentes. Desta forma, a velocidade de chegada de forragem ao silo deve ser compatível com a capacidade de compactação. A qual deve ser feita com trator pesado de pneus, e nunca com trator de esteira. Silos trincheira devem ser cheios no sistema de rampa, para que haja menor superfície de exposição da forragem ao ar.

Relações a considerar

- O peso do trator deve ser de 40% da biomassa de silagem transportada/hora;
- A extensão de compactação deverá ser de 1 a 1,2x o tempo de colheita.
- A relação de altura:largura deve ser de 1:6 a 8m.
- A largura do silo deve ser no mínimo 1,5x a largura do trator.

Densidade de silagem

- Silagem de milho = 700 a 750 kg de MV/m³
- Silagem de forrageiras = 600 a 650 kg de MV/m³
- Silagem de grão úmido = 900 a 1000 kg de MV/m³
- Silagem de espigas = 800 a 850 kg de MV/m³
- Silo trincheira = 700 a 750 kg de MV/m³
- Silo superfície = 600 a 650 kg de MV/m³
- Silo bolsa = 500 a 550 kg de MV/m³

1.1.5 Vedação e Retirada da Silagem

O processo de fermentação lática depende da anaerobiose do material ensilado, portanto a vedação deve ser bem realizada, pois qualquer entrada de ar poderá comprometer a fermentação e causar perdas significativas. Portanto, a escolha de lona adequada e de qualidade para vedação da silagem é um fator que não deve ser negligenciado. Existem diferentes tipos de lonas disponíveis no mercado, sendo as mais comuns as lonas pretas e brancas, lonas duplas (preta/prata) e lonas de barreira de oxigênio (BO - Barrier Oxygen). As lonas pretas e brancas são amplamente utilizadas e oferecem proteção térmica, pois a cor branca reflete a luz solar, reduzindo o aquecimento da silagem, enquanto a parte preta impede a passagem da luz, minimizando a atividade de fungos e deterioração aeróbia. Já as lonas dupla-face preta/prata funcionam de maneira semelhante, mas com melhor isolamento térmico, reduzindo ainda mais a variação de temperatura no silo. Por outro lado, as lonas BO são mais tecnológicas, com várias camadas e baixa permeabilidade ao oxigênio, garantindo melhor vedação e reduzindo perdas por fermentação indesejada.

A vedação eficiente da silagem começa com a correta disposição da lona sobre o material ensilado, evitando bolsas de ar e garantindo um contato firme com a superfície da silagem. Para isso, recomenda-se usar lonas de boa qualidade, com espessura mínima de 150 a 200 micras, pois lonas muito finas são mais suscetíveis a rasgos e perfurações. O uso de uma camada de lona BO sob a lona convencional tem se tornado uma estratégia eficaz para minimizar a entrada de oxigênio e melhorar a conservação da silagem. Além disso, a vedação deve ser feita logo após o enchimento do silo, pois quanto menor o tempo de exposição ao ar, menor será a deterioração da silagem nas camadas superficiais. Um detalhe importante é garantir sobras de lona nas bordas, permitindo um fechamento hermético e uma ancoragem eficiente.

Ainda na etapa de vedação do silo a fixação adequada da lona pode ser feita com barreiras de contenção, como sacos de areia ou lonas adicionais nas laterais, impedindo que o vento levante o plástico e crie frestas que comprometam a fermentação anaeróbia. A sobreposição de lonas deve ser feita com pelo menos 50 cm de margem, garantindo um fechamento completo. Além disso, é essencial inspecionar periodicamente a lona durante o armazenamento para detectar possíveis furos causados por animais ou intempéries e realizar reparos imediatos. A vedação adequada, aliada ao uso de lonas de alta qualidade, garante maior estabilidade aeróbia da silagem, preservando o valor nutritivo e reduzindo perdas durante o período de estocagem.

Quando a silagem é retirada a exposição ao ar cria um ambiente de aerobiose e as bactérias aeróbias iniciam o processo de deterioração da silagem. Por isso, a forma como a silagem é retirada vai na direção de evitar a exposição das camadas do silo ao ar. Uma das formas de evitar esse processo é retirando camadas de silagem superiores ao que o ar penetra no silo diariamente (mínimo 30 cm), por isso que é necessário pensar o dimensionamento do silo de acordo com a necessidade diária de silagem.

1.2. Alterações na Composição Química da Planta

Durante o processo de fermentação a composição química da forragem sofre alterações devido a atividade das enzimas e respiração da planta e dos microrganismos e fermentação, resultando em perdas de nutrientes. A respiração, quer seja desenvolvida pela planta ou microrganismos, remove as partes mais digestíveis da forragem, sendo responsável pela maior parte das perdas durante o armazenamento. Este processo pode ser controlado pela eliminação do oxigênio disponível dentro do silo através da compactação. Dessa forma, a alteração química da planta até a condição de silagem passa basicamente por 3 etapas:

(1) consumo de oxigênio da massa compactada;
(2) multiplicação de bactérias produtoras de ácido lático;
(3) acúmulo de ácido lático e acético.

Dividimos a evolução do processo de fermentação da massa ensilada até a abertura do silo em fases (Figura 6), que podem ser as seguintes:

- Fase aeróbia (1º dia): Após o corte do material até a acomodação no silo, compactação e vedação, há presença acentuada de O2 no material ensilado. Esse O2 é reflexo da respiração do material colhido e promove fermentação aeróbia. Essa fermentação não é desejada, pois ela consome os carboidratos solúveis que existem na planta, reduzindo esse substrato para as bactérias láticas que serão necessárias para a estabilização do material ensilado. Além da alta taxa respiratória das plantas, também há intensa produção de CO2 e aumento de temperatura do material, toda essa fase é danosa a qualidade nutricional da silagem pois ela consome açucares, proteínas e matéria seca (MS) que poderia ser utilizada pelo animal.

- Fase de transição aeróbia para anaeróbia (2º a 4º dia): Após a compactação e vedação do silo o O2 se reduz drasticamente e a fermentação aeróbia cessa e inicia-se a fermentação anaeróbia. O tempo dessa transição dependerá da velocidade com que o silo será confeccionado (corte, transporte, compactação e vedação) e a eficiência do processo. Nos primeiros 3 dias após o fechamento do silo há presença dominante de bactérias fermentadoras de ácido lático e enterobactérias (produtoras de ácido acético) no interior do silo.

- Fase anaeróbia (5º a 10º dia): Após o estabelecimento das condições anaeróbias dentro do silo, a fase de fermentação ativa se inicia, reduzindo a presença de bactérias acéticas e predominando a de bactérias láticas. O tempo de fermentação depende, principalmente, do teor de carboidratos solúveis, da capacidade tampão e do teor de umidade da forragem, ficando normalmente entre 10 e 14 dias. Os microrganismos anaeróbios que se desenvolvem na silagem fermentam hexoses (glicose e frutose) e pentoses (ribose e xilose), produzindo etanol, ácidos graxos voláteis (AGV), ácido lático e CO2.

- Rumo a estabilização (11º a 20º dia): Nessa fase, o pH baixa para valores entre 3,5 a 4,2; dependendo do conteúdo de umidade da cultura, capacidade tampão e conteúdo celular. Uma vez caído significativamente o pH do material ensilado, ou os substratos exauridos, as bactérias láticas tornam-se inativas e sua população diminui lentamente e o processo de fermentação finaliza.

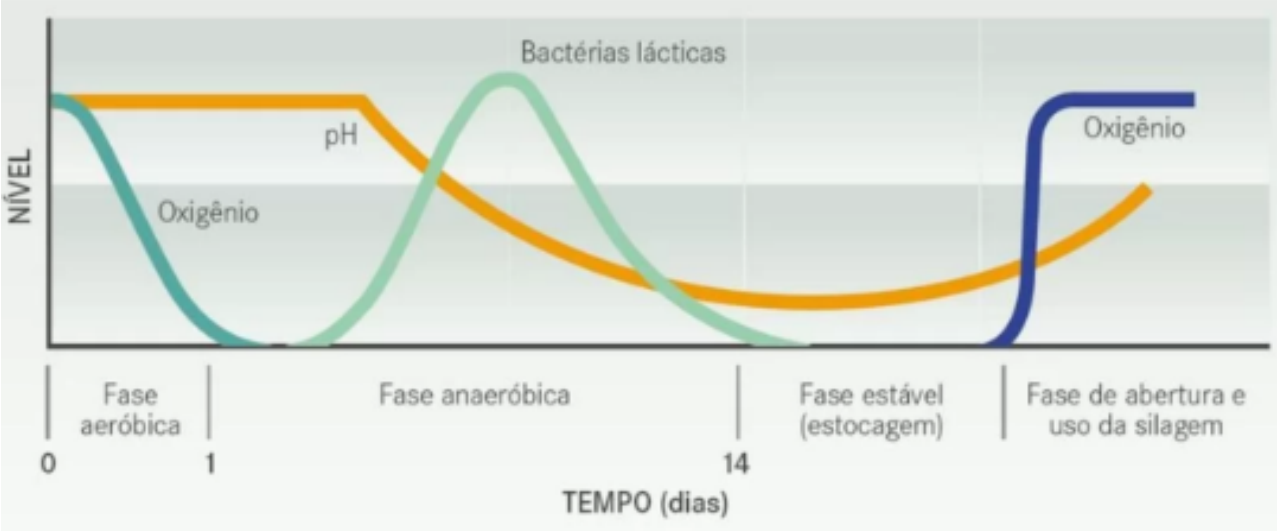


Figura 6 - Variação nas concentrações de O2, bactérias láticas e pH do material ensilado, em função das fases da fermentação de silagem de milho. Fonte: Adaptado de PITT & SHAVER, 1990.

1.2.1. Fatores que Afetam a Fermentação

Para que a ensilagem tenha o menor volume de perdas e o material se conserve pelo maior tempo possível é necessário uma série de procedimentos que vão desde a escolha do material a ser ensilado, do ponto de ser cortado, da forma como será cortado, do transporte, armazenamento, compactação, vedação, administração de inoculantes e abertura do silo.

Teor de matéria seca (MS) da planta

O teor ideal de MS é ao redor de 30 a 35%. Valores inferiores a isso, significa alta quantidade de água na planta, resultando em quantidades significativas de efluentes e fermentação por bactérias do gênero Clostridium, direcionando à maior deterioração da silagem e perdas expressivas de nutrientes. Os efluentes contêm alta concentração de compostos solúveis como N, açúcares, produtos da fermentação e minerais. Como consequência, perdas por efluentes pode resultar em diminuição no valor nutritivo e riscos de contaminação ambiental se a silagem não for bem manejada. A presença de bactérias do gênero Clostridium resulta em ambos, aumento na perda de MS e diminuição na palatabilidade do alimento. Em situações mais severas, silagem com fermentação clostridica acentuada pode causar problemas de saúde aos animais. Em condições com teores de MS acima de 40% poderá haver problemas de compactação do material ensilado e a condição de anaerobiose não será bem estabelecida no material ensilado limitando a ação das bactérias láticas.

Concentração de carboidratos solúveis

Os carboidratos solúveis (glicose, frutose e sacarose) terão papel fundamental no processo de redução do pH do silo, uma vez que são eles os substratos para o desenvolvimento das bactérias láticas. Baixa quantidade de carboidratos solúveis (< 10%) impactam em ação limitada das bactérias láticas e queda insuficiente do pH da silagem, promovendo ambiente propicio para ação de clostridium. O conteúdo de carboidratos solúvel nas forragens varia com a espécie da planta forrageira, entre os cultivares, com o estágio de maturidade, com o clima e até com a hora do dia. De forma geral, considera-se que para que ocorra fermentação láctica adequada à conservação da silagem, a forragem deve conter no mínimo de 10% de carboidratos solúveis na matéria seca (MS).

Poder tampão

O poder tampão, mede a resistência da massa à redução do pH, deve ser baixo (máximo 3%), ou seja, a massa ensilada deve permitir uma rápida queda do pH. Quanto maior o poder tampão maior será a quantidade de ácido necessária para reduzir o pH da silagem, mais longo será o processo fermentativo, maior o consumo de carboidratos solúveis e maiores serão as perdas. Os principais responsáveis pelo poder tampão das forragens são ânions (sais de ácidos orgânicos, fosfatos, sulfatos, nitratos e cloretos), sendo que as proteínas respondem por 10 a 20% do poder tamponante total. O poder tamponante das leguminosas é aproximadamente três vezes maior do que o das gramíneas.

1.3. Tipos e Dimensionamento de Silos

Silo cilíndrico – tipo cisterna

- É muito utilizado em pequenas propriedades rurais. A vantagem desse tipo de silo e a possibilidade de localizá-lo bem próximo ao estábulo. A desvantagem é a dificuldade para compactação. Ele pode ser feito de madeira ou concreto.

Silo de superfície ou tipo torta

- O silo de superfície elimina a necessidade do buraco na propriedade e em muitos casos torna-se mais acessível. É importante que ele seja projetado em locais bem drenados e com leve declive para escoar os efluentes da fermentação. É importante dimensionar o comprimento, largura e altura do silo, para a melhor compactação e retirada da silagem. Outro aspecto relevante é na quantificação da densidade de armazenamento, o qual no silo do tipo superfície é menor do que os do tipo trincheira ou cisterna.

Silo trincheira

A principal vantagem é o melhor armazenamento da silagem e por consequência melhor manutenção do valor nutricional do material ensilado. No entanto, ele mobiliza alto investimento.

Dimensionamento de silos

Estimar a capacidade de armazenamento de um silo é fundamental para que o processo de ensilagem seja bem feito. Para essa etapa devemos levar em conta o tipo de silo, o material ensilado e os possíveis níveis de perdas.

Exemplo 1:

Consideramos um silo com as seguintes dimensões 2m de altura/ 12 m de largura/ 50 m de comprimento. Qual sua capacidade de armazenamento?

- O primeiro passo para resolver essa pergunta é calcular a capacidade cúbica desse silo, que pode ser obtido a partir do cálculo da área do silo (m^3 = altura x largura x comprimento). Tendo as metragens da altura, largura e comprimento é possível chegar na capacidade cúbica. No exemplo supracitado, a área do silo é de 1.200 m^3. Se multiplicarmos a capacidade cúbica do silo por 700 kg de silagem (silo trincheira), que é o volume em quilos de silagem compacta que cabe em 1 m^3, chegaremos na capacidade desse silo, que no caso seria de 840.000 kg de silagem (base na matéria verde - MV).

- Se quisermos ir além nessa equação e determinar a quantidade de MS de alimento, necessitaríamos multiplicar a quantidade de silagem pelo teor de MS.

Exemplo 2:

Suponha que um produtor de leite plantou 10 ha de milho para silagem. Estima-se uma produtividade em torno de 55 Ton/ha. Qual seria o tamanho do silo necessário para armazenar essa silagem?

Nesse exemplo, primeiro devemos calcular a produção total de silagem que é o valor total de rendimento estimado por hectare multiplicado pela área, que seria:

55.000 x 10 hectares = 550.000 kg de silagem.

Tendo o volume total de silagem e sabendo que em cada 1m^3 cabe ao redor de 700 kg de silagem compactada (silo trincheira) podemos determinar a quantidade necessária em m^3 de silo a ser construída.

Para isso, basta dividir a produção total de silagem pelo volume de silagem compactada que cabem em 1m³ (700 kg).

$$\frac{\text{550.000 kg de silagem}}{\text{700 kg}} = 785{,}7\ m^3$$

Tendo o volume necessário de silo a ser construído (785,7 m³) para armazenar os 550.000 kg de silagem, podemos chegar às metragens do silo. Normalmente, trabalhamos com silos em alturas de 1 a 2,5 m, com 6 a 15 m de largura e o comprimento é o que calculamos em função do rendimento da lavoura. Para dimensionar um silo com capacidade de 785,7 m³, utilizaremos uma altura média de 2,0 m e largura de 12 m.

Vamos ao cálculo:

$m^3 = A \times L \times C$
$785{,}7\ m^3 = 2 \times 12 \times C$

$$C = \frac{785{,}7}{24}$$

C = 32,7 m
Esse silo teria 32,7 m de comprimento.

1.4. Principais Plantas Forrageiras para Ensilagem

A silagem de milho é considerada a referência na alimentação animal devido ao seu alto teor energético e digestibilidade, sendo ideal para vacas leiteiras e bovinos de corte em sistemas intensivos. Seu teor de matéria seca (MS) ideal varia entre 30-35%, com níveis de energia elevados (1,5-1,7 Mcal/kg de MS) e 6-9% de proteína bruta (PB). A alta concentração de amido nos grãos contribui para o ganho de peso e produção de leite, sendo altamente digestível. No entanto, os custos de produção são elevados, demandando adubação intensiva e boas condições climáticas para alto rendimento. A produtividade de matéria seca pode atingir 70 toneladas por hectare de biomassa verde, dependendo do manejo.

A silagem de sorgo é uma alternativa mais econômica ao milho, pois apresenta maior resistência à seca e menor exigência de fertilidade do solo. Entretanto, seu valor energético é inferior devido ao menor acúmulo de amido e maior proporção de fibra. Os teores de MS variam de 28-34%, com 1,2-1,5 Mcal/kg de MS de energia e 7-10% de PB. Uma vantagem do sorgo é a possibilidade de rebrota em algumas variedades, reduzindo os custos de renovação da lavoura. Seu rendimento em MS gira entre 10-20 t/ha, sendo uma boa alternativa para regiões com restrição hídrica.

Um cuidado necessário com híbridos de sorgo é o risco de compostos cianogênicos em plantas jovens, exigindo controle adequado no momento da colheita, especialmente se for plantas de rebrote, ou capineira pós pastoreio (Figura 7).

A silagem de capineira, como área de rebrote de sorgo, pode representar estratégias interessantes aos produtores rurais e servir de alimento para categorias menos exigentes, como vacas de descarte e touros.



Figura 7 - Corte de capineira de lavoura de sorgo - Laboratório de Bovinocultura de Corte UFSM

A silagem de trigo, aveia e azevém também são alternativas, geralmente utilizada para suprir a falta de volumoso no inverno, especialmente em regiões onde não há condições para o cultivo de milho ou sorgo. Essas espécies têm alta concentração de fibra (FDN entre 55-65%), reduzindo a ingestão voluntária pelos animais, mas oferecem níveis de proteína superiores aos cereais de verão (12-18%). O teor energético varia entre 1,0-1,3 Mcal/kg de MS, sendo inferior ao milho e ao sorgo, mas útil em dietas que exigem maior teor proteico. A produção de MS é mais baixa, girando em torno de 8-15 t/ha, e a ensilagem exige cuidado devido ao risco de fermentação inadequada pela menor concentração de carboidratos solúveis.

A silagem de forrageiras tropicais, tais como o Kurumi e Cupuaçu, comuns na região do Médio Alto Uruguai, é uma alternativa comum em sistemas tropicais e de baixo custo. Seu maior desafio é a alta umidade no momento da colheita, resultando em um teor de MS entre 20-30%, exigindo pré-secagem ou o uso de aditivos para evitar fermentação indesejada. Apesar da boa produção de MS (20-30 t/ha), a digestibilidade pode ser limitada devido ao alto teor de fibra (FDN entre 60-70%), e o teor de energia é relativamente baixo (0,8-1,2 Mcal/kg de MS). Seu uso é recomendado para suplementação de animais de baixa exigência energética ou como base de sistemas de produção mais extensivos.

A escolha da melhor silagem depende das condições climáticas, da estrutura de produção e dos objetivos nutricionais do sistema (Figura 10). A silagem de milho se destaca pela alta energia e digestibilidade, enquanto o sorgo é uma opção viável para áreas com restrição hídrica. A silagem de trigo, aveia e azevém pode complementar dietas no inverno, fornecendo maior teor proteico, e a silagem de capim é uma alternativa de menor custo para sistemas tropicais, embora requeira mais manejo para manter a qualidade nutricional.

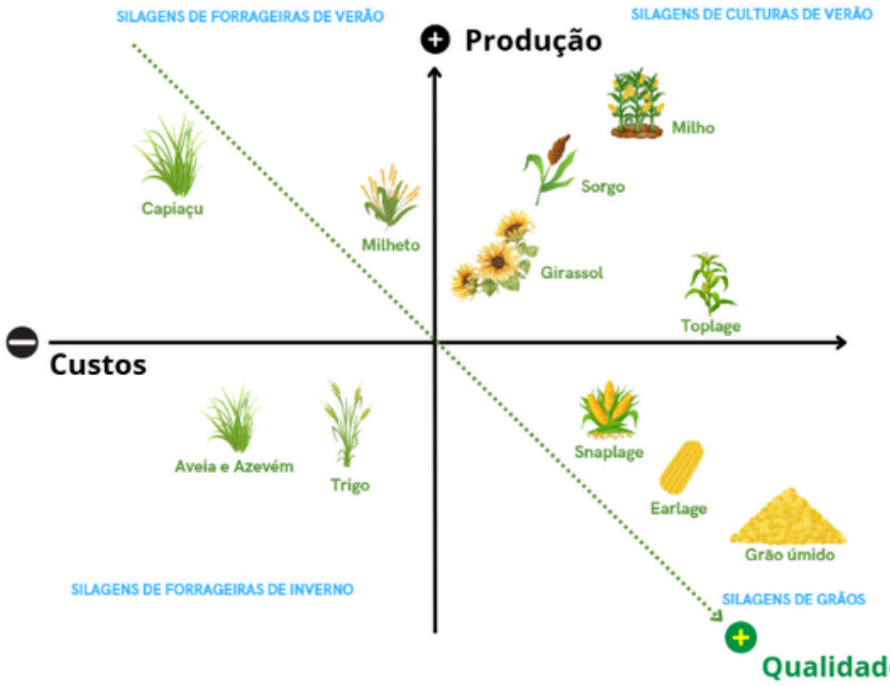


Figura 8 - Tipo de silagem em função da produção, custos e qualidade do produto final.

A escolha da silagem ideal depende do sistema de produção, exigência nutricional dos animais e custo-benefício da forragem. Abaixo, na Tabela 3, podemos visualizar uma comparação com os principais parâmetros nutricionais das diferentes silagens.

Tabela 3 - Parâmetros bromatológicos de diferentes tipos de silagem

Parâmetro	Silagem de Milho	Silagem de Sorgo	Silagem de Trigo/Aveia/ Azevém	Silagem de Capim
Matéria Seca (%)	30 - 35	28 - 34	25 - 30	20 - 30
Fibra Detergente Neutra (FDN, % MS)	40 - 50	45 - 55	55 - 65	60 - 70
Proteína Bruta (PB, % MS)	6 - 9	7 - 10	12 - 18	8 - 12
Energia (Mcal/kg MS)	1,5 - 1,7	1,2 - 1,5	1,0 - 1,3	0,8 - 1,2
Potencial de Produção (t MS/ha)	15 - 25	10 - 20	8 - 15	20 - 30

Dados médios obtidos da literatura

Principais Usos

- Silagem de Milho: Melhor opção para vacas leiteiras de alta produção e bovinos de corte em confinamento.

- Silagem de Sorgo: Alternativa ao milho em regiões de déficit hídrico, com menor custo e menor exigência de solo fértil.

- Silagem de Trigo, Aveia e Azevém: Indicada para períodos de escassez forrageira no inverno, sendo útil para animais em crescimento devido ao maior teor de proteína.

- Silagem de Capim: Alternativa de baixo custo para sistemas tropicais, mas exige aditivos para estabilidade fermentativa.

1.5. Impacto da Qualidade da Silagem na Saúde Animal

A qualidade da silagem influencia diretamente a saúde ruminal e o desempenho produtivo dos ruminantes. Algumas condições podem levar a distúrbios metabólicos ou prejuízos no consumo e digestibilidade da forragem. A seguir, destacam-se os principais problemas e estratégias de mitigação:

Acidose Ruminal e Desequilíbrios Nutricionais

- Silagens muito fermentadas ou mal processadas podem conter excesso de ácidos voláteis, reduzindo o pH do rúmen e provocando acidose subclínica ou clínica.

- Silagens com alta digestibilidade, como a de milho e sorgo, apresentam elevada fração de amido fermentável, exigindo ajuste na dieta para evitar fermentação rápida e queda abrupta do pH ruminal.

- Estratégias de manejo incluem o uso de bicarbonato de sódio, tamponantes ruminais e aumento do teor de fibra longa na dieta para estabilizar a fermentação no rúmen.

Intoxicação por Micotoxinas

- Silagens mal vedadas, contaminadas por fungos e leveduras, podem apresentar micotoxinas como aflatoxinas e fumonisinas, que causam imunossupressão, problemas reprodutivos e queda no desempenho produtivo dos animais. O uso de lonas de barreira de oxigênio (BO), inoculantes antifúngicos e descarte das camadas superficiais deterioradas são medidas essenciais para minimizar esse risco.

Fermentação Clostridiana e Redução da Palatabilidade

- Se a ensilagem ocorrer com baixo teor de matéria seca (< 30%), pode haver fermentação clostridiana, resultando na produção de ácido butírico e aminas biogênicas que reduzem a palatabilidade.

- Para evitar isso, é necessário colher no ponto correto, garantir compactação eficiente e vedação hermética e, em alguns casos, utilizar inoculantes homofermentativos.



Figura 9 - Silagem deteriorada, causada pela umidade na superfície do silo

2. FENAÇÃO

A fenação pode ser realizada aproveitando o excesso de forragem nos períodos favoráveis ao crescimento do pasto (primavera/verão) ou a partir do cultivo específico para essa finalidade. Algumas características do método de fenação asseguram a essa técnica a posição de uma das mais utilizadas pelo mundo para conservação de forragens, tais como:

(a) permite o armazenamento por longos períodos;
(b) tanto gramíneas como leguminosas podem ser utilizadas nesse processo;
(c) os fenos podem ser utilizados tanto em pequenas quanto em grandes propriedades rurais.

No entanto, sua utilização é restrita a animais estabulados, como equinos, animais de alto mérito genético e reprodutores de alto valor econômico, em virtude de ser um alimento com alto custo quando comparado a outras opções de forragens suplementares.

O valor nutritivo dos fenos é sensível a espécie forrageira; ao ponto de corte, o qual envolve a relação de altura, relação folha:colmo e estágio vegetativo da planta; e às perdas ao longo do processo de fenação. Entretanto, se o processo de fenação for bem feito, o feno manterá o valor nutritivo da planta que lhe deu origem, conservado assim o alimento.

2.1. Processo de Fenação

O processo envolve basicamente as etapas de corte, secagem, enleiramento, enfardamento e armazenamento. Processos esses que visam a secagem controlada da planta forrageira.

2.1.1. Corte

Os equipamentos utilizados para a finalidade do corte são as segadeiras, que irão cortar e lançar a forragem ao solo (Figura 10). Existem diferentes tipos de segadeiras (de Barra, Rotativas ou Condicionadoras), com diferentes sistemas de cortes (faca horizontal ou faca vertical), sendo o de faca vertical a mais utilizada pela melhor qualidade do corte. Na ocasião do corte, as forrageiras apresentam alto teor de umidade 70 a 80%, o que normalmente ocorre quando as plantas do gênero *Brachiaria*, *Cynodon* e *Digitária*, atingem ao redor de 10 a 15 cm de altura; para forrageiras do gênero *Avena* e *Panicum*, as alturas de corte devem ser de 20 a 30 cm e para forrageiras leguminosas como a alfafa (*Medicago sativa*), ao redor de 10 cm.



Figura 10 – Corte de forragem para confecção de feno – segadeira com facas horizontais. Adaptado de BOUWMAN em bouwman.com.br

Se o tamanho das partículas da silagem ou o processamento dos grãos não forem adequados significa que a regulagem da ensiladeira deve ser ajustada, seja reduzindo o comprimento de corte, aumentando a pressão nos rolos processadores de grãos ou garantindo a manutenção adequada das facas e contra-facas. Esse método é rápido e pode ser feito periodicamente para monitorar a qualidade da silagem armazenada.

Além dos testes supramencionados, os quais podem ser realizados nas fazendas, métodos laboratoriais, como a análise de digestibilidade in vitro, podem ser utilizados para avaliar o grau de degradação do amido e a eficiência do processamento dos grãos na dieta dos animais. Esse tipo de teste permite quantificar a proporção de amido disponível para digestão ruminal, fornecendo dados precisos sobre a eficiência alimentar da silagem. Amostras da silagem podem ser enviadas a laboratórios especializados para determinar a porcentagem de amido degradável, fornecendo informações detalhadas para ajustes nutricionais. A combinação dessas técnicas – peneiras, análise visual e testes laboratoriais – permite uma avaliação completa do processamento do picado, auxiliando na tomada de decisões para melhorar a qualidade da silagem e o desempenho dos animais.

2.1.2. Secagem e enleiramento

Após o corte, a forragem é espalhada no solo para exposição ao sol e vento, no intuito de induzir a desidratação (secagem). Por isso, esse processo deve ser realizado em dias quentes e que não há previsão de chuvas, de preferência nas horas mais quentes do dia, justamente para que esse processo ocorra da forma mais rápida e efetiva possível. Nesse processo, é comum a revirada do material para exposição ao sol e vento. Quanto maior o número de viradas melhor será a secagem do material. O enleiramento consiste em juntar a forragem depois de desidratada (10 a 20% de umidade) e acomoda-la na forma de leiras. Esse procedimento é realizado com ancinhos, que são divididos em revolvedor e enleirador. Os ancinhos revolvedores movimentam o material de forma desordenada a fim de revirar a forragem cortada para acelerar a secagem, enquanto que os ancinhos enleiradores movimentam a massa num mesmo sentido formando as leiras (Figura 11).



Figura 11 – Enleiramento de forragem cortada, pronta para recolhimento

2.1.3. Enfardamento e armazenamento

O enfardamento consiste em compactar o feno para facilitar e otimizar o transporte e armazenamento. No entanto, não é uma prática obrigatória na fenação. As enfardadeiras podem produzir fardos redondos, cilíndricos, quadrados ou retangulares, sendo o peso e tamanho variáveis em função do tipo de equipamento utilizado (Figura 12).

Os fenos devem ser armazenados em local seco e ventilado, de preferência alto do solo e distante de paredes, permitindo a circulação do ar entre as pilhas de feno. Como se trata de um alimento com baixo teor de umidade, ele não pode ter contato com superfícies úmidas.



Figura 12 – Enfardamento e armazenamento de feno

2.1.3. Perdas na fenação

As principais perdas de nutrientes ocorrem basicamente durante a respiração da forrageira nas primeiras horas após o corte e se estendem enquanto o teor de umidade não chegar a pelo menos 20%. Isso se agrava quando o material cortado pega chuva antes de ser enfardado, ou sofre com uma sequência de dias nublados e temperatura baixa, ocasionando em mais de dois dias até a secagem por completa. Por isso, que algumas regiões com clima mais úmido não costumam conservar forragem na forma de feno justamente pela dificuldade de atingir o ponto de umidade ideal para armazenamento.

Fenos armazenados com teores de umidade acima de 20% podem ter perdas substanciais de nutrientes, além de poder desenvolver reações de *Maillard*. Fenos superaquecidos promovem diminuição significativa na digestibilidade da proteína. Portanto, quanto maior o tempo para secagem do material cortado, maior serão as perdas de nutrientes. Além de perdas químicas, também poderão ocorrer perdas quantitativas de forragem cortada no momento do recolhimento (enfardamento) e do feno já armazenado quando o armazenamento não é realizado adequadamente.

3. PRÉ-SECADOS

O pré-secado pode ser considerado como uma alternativa intermediária entre a silagem e o feno. No Estados Unidos, essa técnica é chamada de haylage, numa tradução literal, “feno-silagem”. A principal vantagem dessa técnica reside em que o risco de perder valor nutricional da forragem cortada por ocasião de pegar alguma chuva no processo de secagem é reduzida, uma vez que o método permite enfardar o material cortado com maior teor de umidade (entre 40 a 60%). Na prática, em seguida a forragem ser cortada o enleirador já pode fazer as leiras para recolhimento e enfardamento.

No processamento do pré-secado, as fases de corte, enleiramento e enfardamento são similares aos que ocorrem na fenação, exceto o revolvimento que não é necessário. O fardo precisa ser no formato redondo ou cilíndrico e na sequência ser envolvido por um plástico filme específico para essa finalidade (Figura 13). Esse procedimento visa manter um ambiente anaeróbio no interior do pré-secado para promover a ação de bactéria láticas e uma fermentação semelhante as observadas na silagem. No entanto, como vimos no material base da aula anterior, na silagem o teor de MS ótimo para fermentação lática é ao redor de 30 a 35%, no pré-secado o teor de MS é superior a isso (entre 40 a 60% de MS), fazendo com que as bactérias láticas não encontrem um ambiente tão favorável ao seu desenvolvimento e por consequência promoção de queda de pH a ponto de conservar o material da ação de outros microrganismos que farão a degradação do material enfardado.

No pré-secado há necessidade de máquinas específicas para o enfardamento e conservação do material. O uso de inoculantes para induzir uma boa fermentação também pode ser necessário. Em virtude do ambiente interno dos fardos de pré-secado não ser o mais adequado para fermentação lática faz com que tenhamos a campo uma variabilidade na qualidade nutricional dos pré-secados muito grande. Não é incomum ocorrer o descarte de fardos de pré-secado em função da baixa palatabilidade ocasionada pelo comprometimento da fermentação.



Figura 13 – Corte de pastagem de aveia e azevém para confecção de pré-secado - Instituto Federal Farroupilha Campus Frederico Westphalen



Figura 14 – Pré-secado já enfardado e plastificado em armazenamento - Laboratório de Bovinocultura de Leite do Instituto Federal Farroupilha Campus Frederico Westphalen

4. SILAGEM DE GRÃO ÚMIDO

A silagem de grão úmido é um método de baixo custo para melhorar o armazenamento e a digestibilidade dos grãos. Algumas vantagens no armazenamento são:

a) ausência de taxas e impostos sobre o produto;
b) diminuição nas perdas econômicas com transporte ou frete; c) ausência de descontos sobre a umidade ou impurezas;
d) menor custo de armazenamento;
e) antecipação do período de colheita entre 20 e 30 dias (quando colhido com teor de umidade entre 25 e 30%);
f) liberação da área mais cedo para outras culturas;
g) melhor eficiência de utilização da área;
h) menores perdas por ataques de roedores e insetos (GOBETI et al. 2013).

Silagem de grãos úmido de milho apresentam valores de até 11% de PB e 85% de NDT contra 8% de PB e 78% de NDT para o milho seco fornecidos às indústrias para produção de rações (NEUMANN, 2001). A principal desvantagem desse processo é a dificuldade ou impossibilidade de transporte e a necessidade de preparo diário da dieta aos animais.

4.1. Processo de ensilagem

A ensilagem do grão, no próprio nome já diz, consiste na ensilagem somente do grão, muito comum no grão de milho. A colheita é feita com colheitadeira tradicional e deve ser realizada quando o grão atingir ao redor de 30 a 40% de umidade. Os grãos ainda podem ser processados antes da ensilagem na forma de moagem ou quebra, com objetivo de melhor compactação. Os silos podem ser do tipo trincheira, bunker ou bag's, seguido de compactação e vedação, similar ao que ocorre com a silagem de planta inteira. Por ocasião de cálculo para capacidade do silo, consideramos que para cada 1m³ é possível o armazenamento de 1.000 a 1.200 kg de grão de milho ensilado. A fermentação lática é a desejada para que ocorra redução de pH do material ensilado a valores que impossibilitam a ação de microrganismos indesejados (3,8 a 4,2). Entre 21 a 28 dias após o fechamento do silo ele está apto para abertura e oferta aos animais.



Figura 15 – Preparo de silagem de grão úmido

5. ADITIVOS PARA SILAGENS

Como vimos até aqui, alguns métodos de conservação de forragem envolvem uma série de processos relacionados a decisões importantes como o momento do corte, ajuste das máquinas para o corte, indução da anaerobiose, vedação e armazenamento. Todas essas etapas exigem sincronia nas ações para que o resultado final, a forragem ou grão conservado, seja alcançado, com o mínimo de perdas e o máximo de conservação dos nutrientes. No entanto, nem sempre o resultado ótimo nos processos é atendido, o que leva a necessidade de utilização de aditivos para modulação dos processos fermentativos.

No entanto, antes de adotar a tecnologia de uso dos aditivos, é necessário ter o conhecimento prévio das variáveis agronômicas do material ensilado e das características do aditivo que se pretende utilizar. Das variáveis agronômicas, no material base sobre silagens, vimos que ter um percentual de carboidratos solúveis superior a 10%; poder tampão inferior a 3% e teor de matéria seca do material ensilado entre 30 a 35% são as principais características de uma boa planta para a ótima fermentação. Quando um desses itens não é atendido, devemos optar pelo aditivo específico para corrigir essa deficiência da planta. Podemos classificar os aditivos em basicamente 5 (cinco) categorias, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Comparação do tipo de inoculante e sua função

Tipo de aditivo	Função
Inoculantes Homofermentativos (*Lactobacillus plantarum, Pediococcus* spp.)	Favorecem a produção de ácido lático, reduzindo o pH rapidamente.
Inoculantes Heterofermentativos (*Lactobacillus buchneri*)	Melhoram a estabilidade aeróbia e reduzem a deterioração da silagem exposta ao ar.
Aditivos Antifúngicos (propionato de calcio, benzoato de sodio)	Inibem o crescimento de fungos e leveduras, reduzindo perdas por aquecimento.
Enzimas Fibrolíticas	Melhoram a digestibilidade da fibra, aumentando o aproveitamento energético da silagem.
Absorventes de Umidade (farelo de trigo, polpa cítrica seca)	Reduzem perdas por efluentes em silagens úmidas.

6. CONCLUSÕES

A conservação de forragens é essencial para garantir o suprimento alimentar dos rebanhos em períodos de escassez e otimizar o aproveitamento das áreas produtivas. O uso de ensilagem, fenação, pré-secado e silagem de grão úmido permite que os produtores mantenham a qualidade nutricional das forragens ao longo do tempo, reduzindo dependências externas e garantindo maior eficiência alimentar.

A ensilagem é o método mais utilizado, sendo um processo anaeróbico que depende de fermentação lática eficiente, compactação adequada e vedação hermética. O controle do teor de matéria seca e do processamento do material ensilado são fatores determinantes para evitar perdas e deterioração do alimento.

A fenação é uma alternativa tradicional e amplamente utilizada, especialmente em sistemas que necessitam de armazenamento prolongado e flexibilidade no fornecimento de alimento. No entanto, seu sucesso depende de condições climáticas favoráveis e de um manejo cuidadoso da secagem e do enfardamento, evitando perdas por umidade e deterioração.

O pré-secado representa uma solução intermediária entre a ensilagem e a fenação, permitindo maior controle sobre o teor de umidade do material, mas exigindo máquinas específicas e vedação eficiente para manter sua qualidade. A silagem de grão úmido tem se consolidado como uma alternativa viável para reduzir custos com armazenagem de grãos secos e melhorar a digestibilidade do amido para os animais. Seu processo requer colheita no ponto correto e armazenamento adequado, garantindo a fermentação eficiente do material.

7. REFERÊNCIAS

EMATER. Relatório Socioeconômico da Cadeia Produtiva do Leite no Rio Grande do Sul. Emater/RS-Ascar; elaboração: Jaime Eduardo Ries – Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2019. 114 p.

EMBRAPA. Silagem de cereais de inverno: qualidade e uso na alimentação animal. Embrapa Trigo, 2013.

GOBETTI, S.T.C.; NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, M.R. Utilização de silagem de grão úmido na dieta de animais ruminantes. Ambiência Guarapuava, v.9, n.1, p. 225-239, jan./abr. 2013.

HEINRICHS, J.; JONES, C.M. The Penn State Particle Separator. DSE 2013– 186, 2013.

NEUMANN, M. Caracterização agronômica quantitativa e qualitativa da planta, qualidade de silagem e análise econômica em sistema de terminação de novilhos confinados com silagem de diferentes híbridos de sorgo (Sorghum bicolor, L. Moench). 2001. 208 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

PEDROSO, A.F. Princípios da produção e manejo de silagens. 17 p.

PIRES, A.V. Bovinocultura de corte. Vol. I, Seção III, p. 89-126, 2010.

PITT, R.E.; SHAVER, R.D. Processes in preservation of hay and silage. In: DAIRY FEEDING SYSTEMS SYMPOSIUM, Harrisburg, Pensilvânia, 1990. Proceedings... Harrisburg: NARES, 1990. p.72-87.

REIS, R.A. et al. Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros. 2013. 714 p.

REIS, R.A.; MOREIRA, A. L. Conservação de forragem como estratégia para otimizar o manejo das pastagens. 27 p.

SHINNERS, K. J.; HOLMES, B. J. 2014. Making sure your kernel processor is doing its job. Focus Forage, v. 15, p. 1-3, 2014.

UDESC. Silagem de azevém (cultivar Barjumbo) com adição de milho moído ou extrusado. Universidade do Estado de Santa Catarina, 2021.

UTFPR. Valor nutricional da silagem de gramíneas hibernais. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminants. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

CAPÍTULO 10

O Negócio Pasto

No atual contexto da pecuária, é fundamental compreender que a atividade não se resume apenas à criação de animais, mas deve ser encarada como um negócio em que cada ativo representa um investimento estratégico. Entre esses ativos, as pastagens se destacam não só por seu papel na alimentação dos rebanhos, mas também por sua importância econômica.

Este capítulo visa demonstrar como as pastagens constituem um investimento essencial para a rentabilidade das fazendas, apresentando os principais indicadores de desempenho e as relações entre eles que impactam diretamente a lucratividade dos sistemas produtivos.



OBJETIVOS

O Negócio Pasto

- Entender a importância de enxergar as pastagens não apenas como recurso para alimentação animal, mas como um investimento estratégico que impacta diretamente a rentabilidade e a sustentabilidade do negócio.

- Avaliar os indicadores essenciais, como lotação, ganho médio diário (GMD), nível de investimento e preço de comercialização, e sua relação com a eficiência produtiva e a lucratividade dos sistemas a pasto.

- Desenvolver estratégias para otimização do manejo.

- Promover a análise integrada dos indicadores técnicos e financeiros para apoiar a gestão eficiente das pastagens, possibilitando ajustes na lotação e no manejo de acordo com a oferta forrageira e as condições de mercado.



1. AS PASTAGENS COMO ATIVO ECONÔMICO

1.1. Conceito de Ativo e Investimento na Pecuária

Assim como qualquer outro ativo econômico – seja um maquinário, uma edificação ou um terreno – as pastagens representam um recurso que exige planejamento e investimento. O produtor que encara sua atividade como um negócio precisa considerar os custos de implantação, manejo e recuperação das pastagens, bem como o retorno gerado por elas na forma de aumento da produtividade animal e redução dos custos com suplementação alimentar.

A necessidade em encarar os investimentos em pastagens como um ativo financeiro da propriedade rural, se deve pela escalada de preços dos insumos agropecuários ocorrida nas últimas décadas que pressionaram as margens das atividades pecuárias e fazem com que a busca pela maior eficiência produtiva e agregação de valor ao produto final (carne ou leite) representem indutores das tomadas de decisão a nível de gestão nas fazendas.

Nos últimos 20 anos vimos o preço da terra no Brasil aumentar de forma vertiginosa, com algumas culturas respondendo em mais de 500 % de aumento (Figura 1). O ano de 2023 foi um dos anos recordes de valorização, fechando com uma média nominal de R$ 55,02 mil por hectare, conforme estudo da S&P Global Commodity Insights. Mesmo que algumas atividades agrícolas tenham visto um boom no preço de venda de suas commodities, que impulsionou a renda dos produtores, esse aumento foi seguido por um ajuste devido à queda desses preços, afetando a capacidade de compra de novas terras.

No estudo da S&P Global Commodity Insights, entre 2020 a 2023, as áreas destinadas ao reflorestamento apresentaram a maior valorização, com um aumento de 118,3 %, seguidas pelas terras agrícolas (91,5 %), pastagens (70,9 %) e vegetação nativa (40,4 %). Além disso, a região Sul, especialmente o Paraná, permanece no topo da valorização, com preços próximos à R$ 60 mil por hectare. Em contrapartida, a Scot Consultoria registrou valores médios significativamente menores, de R$ 30,85 mil para terras agrícolas e R$ 17,39 mil para pastagens, apontando para um cenário de menor liquidez nos negócios.

Esses resultados evidenciam que o uso eficiente e sustentável da terra deve entrar como um indicador econômico dos sistemas pecuários, especialmente os que são a base de pasto, o qual muitas vezes não recebe o mesmo nível de investimento e expectativa de retorno que outras atividades, como a de grãos, recebem.

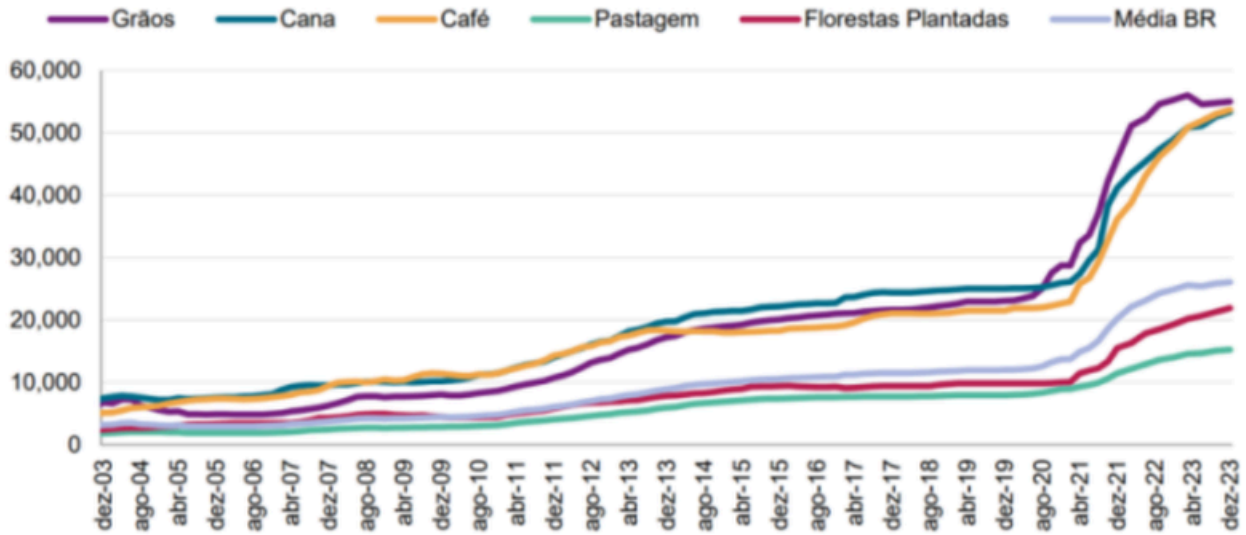


Figura 1 - Evolução do preço médio da terra no Brasil e pela ocupação do solo entre 2003 a 2023 (R$/hectare)

1.2. Valor Econômico das Pastagens

Os custos com alimentação na pecuária estão entre os de maior representatividade nas planilhas de gestão das fazendas, sendo boa parte dessas despesas associada a rações e concentrados. O investimento em pastagens ainda é modesto nas fazendas, até mesmo naquelas em que o pasto é a base da alimentação e é justamente por isso que o retorno esperado em sistemas que trabalham exclusivamente a pasto (com pouco investimento) é baixo e muitas e muitas vezes associado a um sistema extensivo.

Na projeção dos custos de produção para março de 2024, prospectado pela CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), para as propriedades de leite na região de Ijuí-RS, os custos com alimentação representam ao redor de 48,6%, divididos em manutenção de pastagens, silagem, concentrados e sal mineral. Sendo as despesas com pastagens ao redor de 2,06% (Tabela 1). Isso mostra que as pastagens são ativos de baixo desembolso nas fazendas frente a outras despesas e com capacidade de alto impacto na rentabilidade das propriedade rurais à medida que o uso e manejo dessas pastagens são otimizados, uma vez que reduz a dependência por rações e silagens.

As pastagens bem manejadas podem:

- Reduzir os custos com insumos alimentares;
- Contribuir para a sustentabilidade ambiental e melhorar a qualidade do solo;
- Oferecer segurança alimentar ao rebanho, garantindo ganhos de peso e produtividade.

Investir em técnicas de manejo que otimizem a eficiência do uso da pastagem é, portanto, um investimento que se paga ao longo do tempo por meio da melhoria dos índices de produção e rentabilidade.

Tabela 1 - Composição dos custos de produção para uma propriedade rural que produz 465 litros de leite/dia no município de Ijuí/RS no período de março de 2024

DISCRIMINAÇÃO	Atividade Leiteira R$	Leite R$/l	Participação Atividade leit. (%)	Participação Atividade leit. C.Variável (%)
I - DESPESAS DE CUSTEIO DA ATIVIDADE (A)				
Mão-de-obra contratada para manejo do rebanho	112.677,60	0,564	20,01%	34,24%
Serviços especializados	2.400,00	0,012	0,43%	0,73%
Manutenção de pastagens	6.767,06	0,034	1,20%	2,06%
Silagem	4.761,51	0,024	0,85%	1,45%
Concentrados	87.595,20	0,439	15,56%	26,61%
Sal mineral	3.406,54	0,017	0,61%	1,04%
Medicamentos	4.227,21	0,021	0,75%	1,28%
Hormônios	258,30	0,001	0,05%	0,08%
Material de ordenha	1.728,01	0,010	0,31%	0,53%
Transporte do leite	36.490,88	0,215	6,48%	11,09%
Energia e combustível	513,52	0,003	0,09%	0,16%
Inseminação artificial	8.211,60	0,041	1,46%	2,49%
Impostos e taxas	5.845,27	0,029	1,04%	1,78%
Reparos de benfeitorias	11.379,27	0,057	2,02%	3,46%
Reparos de máquinas	9.448,70	0,047	1,68%	2,87%
Despesas administrativas (5% do custeio)	14.785,53	0,074	2,63%	4,49%
Total das Despesas de custeio (A)	***310.496,20***	***1,59***	***55,15%***	**94,34%**
II - DESPESAS FINANCEIRAS (B)				
1 - Juros	18.629,77	0,09	3,31%	5,66%
Total das Despesas Financeiras (B)	***18.629,77***	***0,09***	***3,31%***	**5,66%**
CUSTO VARIÁVEL (A+B =C)	**329.125,97**	**1,68**	**58,46%**	**100,00%**

Adaptado de CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento - Custos de produção (2024)

2. INDICADORES TÉCNICOS

Para uma gestão eficiente, os produtores devem acompanhar e analisar indicadores que fornecem uma visão integrada da performance do sistema forrageiro. Entre os principais, destacam-se:

2.1. Lotação

Definição: Relação entre a quantidade de animais e a área disponível, normalmente expressamos a área em 1 (um) hectare (10.000 m²). Em algumas regiões do Brasil a expressão da área poderá ser em alqueires, o qual varia de acordo com a região:

- Alqueire Paulista: Comumente adotado no estado de São Paulo, equivale a aproximadamente 24.200 m² (ou 2,42 hectares).
- Alqueire Mineiro: Em Minas Gerais, a medida costuma ser de cerca de 48.400 m² quadrados (ou 4,84 hectares).

Importância: Uma lotação adequada garante que os animais tenham acesso suficiente à forragem, evitando tanto o superpastejo quanto o subpastejo. Ajustar a lotação de acordo com a oferta de forragem é crucial para manter o equilíbrio entre produção animal e preservação do pasto.

Podemos avaliar a lotação de 3 (três) maneiras:

- Cabeça/hectare (cab/ha): através da relação entre o número de animais por hectare.
- Carga Animal/hectare (kg de PV/ha): relação do peso vivo por hectare.
- Unidade Animal/hectare (UA/ha): relação de UA (450 kg de PV) por hectare.

Exemplo:

Em 1 hectare há 4 novilhos de 300 kg de PV cada, qual é a lotação desta área?

- 4 cab/ha
- 1.200 kg de PV/ha
- 2,7 UA/ha

A área de 1 hectare é um pouco maior que a de um campo de futebol com as medidas oficiais. De acordo com as regras da FIFA para partidas internacionais, o campo deve ter entre 100 e 110 metros de comprimento e entre 64 e 75 metros de largura. Na prática, a medida mais comum adotada é de 105 metros de comprimento por 68 metros de largura.

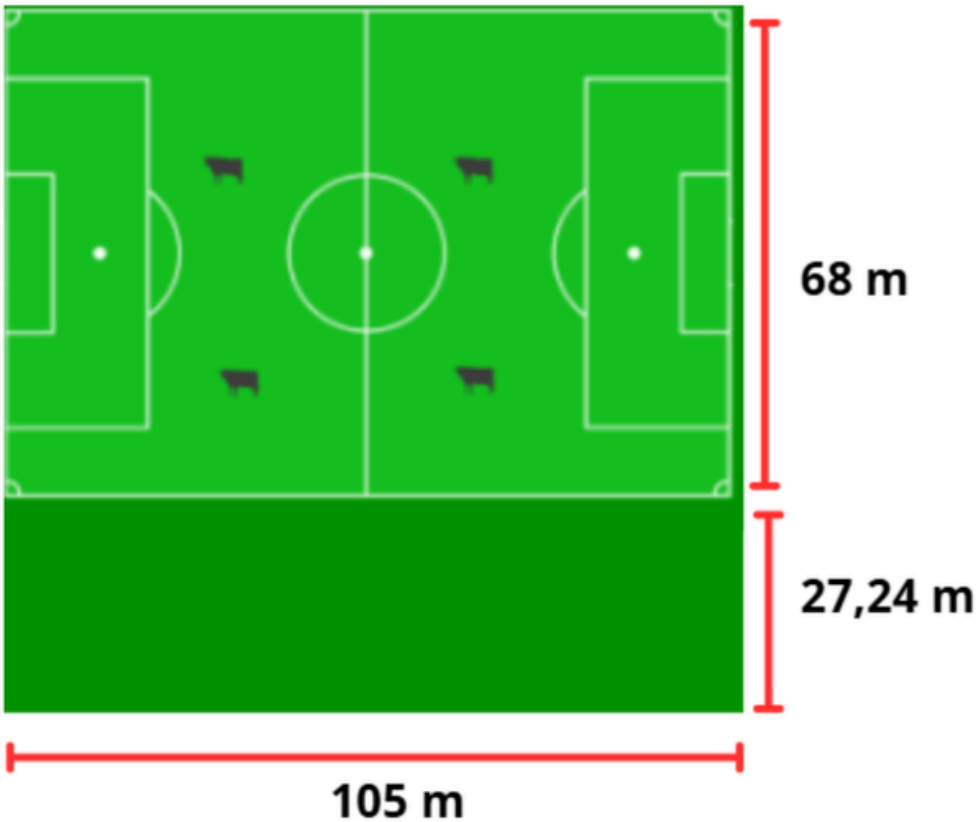


Figura 2 - Relação de 1 hectare com as dimensões oficiais de um campo de futebol

2.2. Ganho Médio Diário (GMD)

Definição: Média de ganho de peso dos animais por dia, medida em kg.

Importância: O GMD é um indicador direto do desempenho animal e da eficiência do sistema de pastejo. Melhores condições de pastagem – com oferta e qualidade adequadas – promovem um GMD superior, o que impacta positivamente a produtividade e a rentabilidade.

Avaliamos o GMD pela relação do peso acumulado dos animais em um determinado período pelo número de dias desse período. Maiores GMD permitem reduzir a permanência dos machos em recria/terminação e a idade das novilhas na primeira monta, aumentando o giro de capital da propriedade (Figura 3).

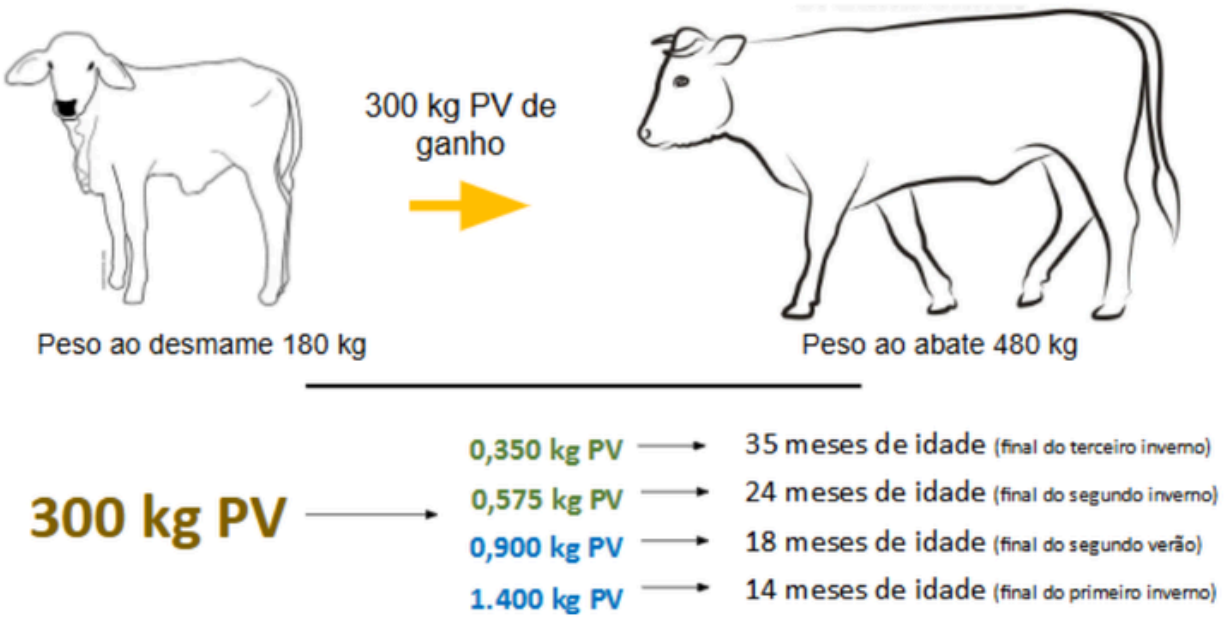


Figura 3 - Metas de GMD para atender sistemas produtivo de 36, 24, 18 e 14 meses para abate de machos bovinos

Nos sistemas produtivos menos intensivos, em que o manejo das pastagens confere GMD ao redor de 0,350 kg/dia, observamos abate dos machos ao redor de 36 meses de idade. Nesses sistemas, há categorias em recria de 0 a 1 ano; 1 a 2 anos e 2 a 3 anos, os produtores precisam manter um alto estoque de animais para um volume de vendas baixo, deprimindo a taxas de desfrute e comprometendo a competitividade econômica da atividade pecuária (Figura 4). Situações com GMD abaixo de 0,500 kg, são observadas em propriedades rurais que fazem uso exclusivo de pastagens naturais com pouca prática de manejo. Embora elas tenham um custo variável reduzido, o retorno sobre o capital mobilizado (animais e terra) é baixo, refletindo em sistemas produtivos com pouca competitividade econômica.



Figura 4 - Visão esquemática e proporcional da estrutura de um rebanho com GMD global de 0,350 kg

Quando se intensifica o manejo das pastagens, fazendo ajustes de lotação, correção e adubação do solo, mineralização e introdução de espécies hibernais, já é possível aumentar o GMD para valores ao redor de 0,500 a 0,900 kg. Esses valores já permitem aos produtores reduzir até a metade do tempo dos animais em recria nas fazendas, com um impacto global na estrutura do rebanho muito significativo. Permitindo eliminar uma categoria do rebanho (animais de 24 a 36 meses de idade), liberando espaço para aumentar o estoque de vacas e por consequência no número de bezerros que nascem ao ano (Figura 5).

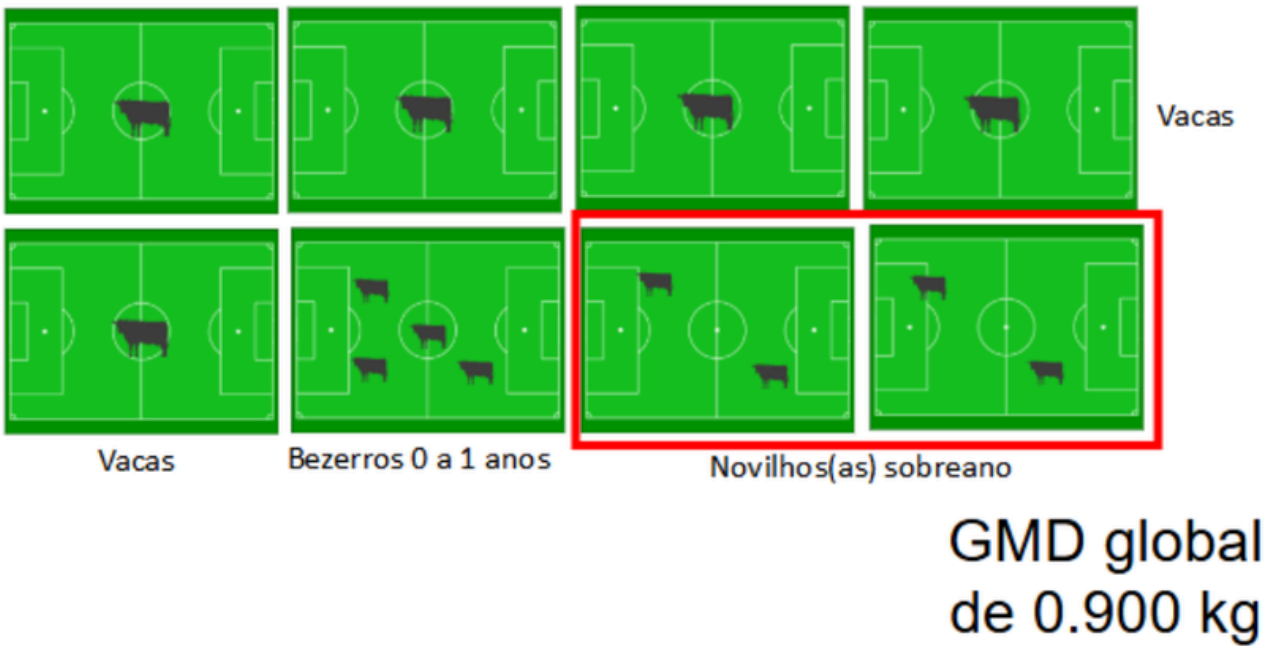


Figura 5 - Visão esquemática e proporcional da estrutura de um rebanho com GMD global de 0,900 kg

Quando as fazendas, além de ajustar a lotação, melhoram a fertilidade do solo e introduzem espécies hibernais; aumentam as áreas de pastagens perenes; introduzem forragens conservada no planejamento forrageiro e fazem suplementação estratégica para categorias mais exigentes (recria e terminação), o GMD global pode chegar a valores superiores a 1,0 kg. Nesse patamar de produção, já é possível o produtor desfrutar de vendas de animais com 12 a 16 meses de idade, tornando o sistema altamente competitivo, devido ao aumento considerável no número de vacas e de bezerros que nascem anualmente (Figura 6). Além disso, permite ao produtor agregar valor na venda dos animais por meio do ingresso em programas de bonificação dos frigoríficos.

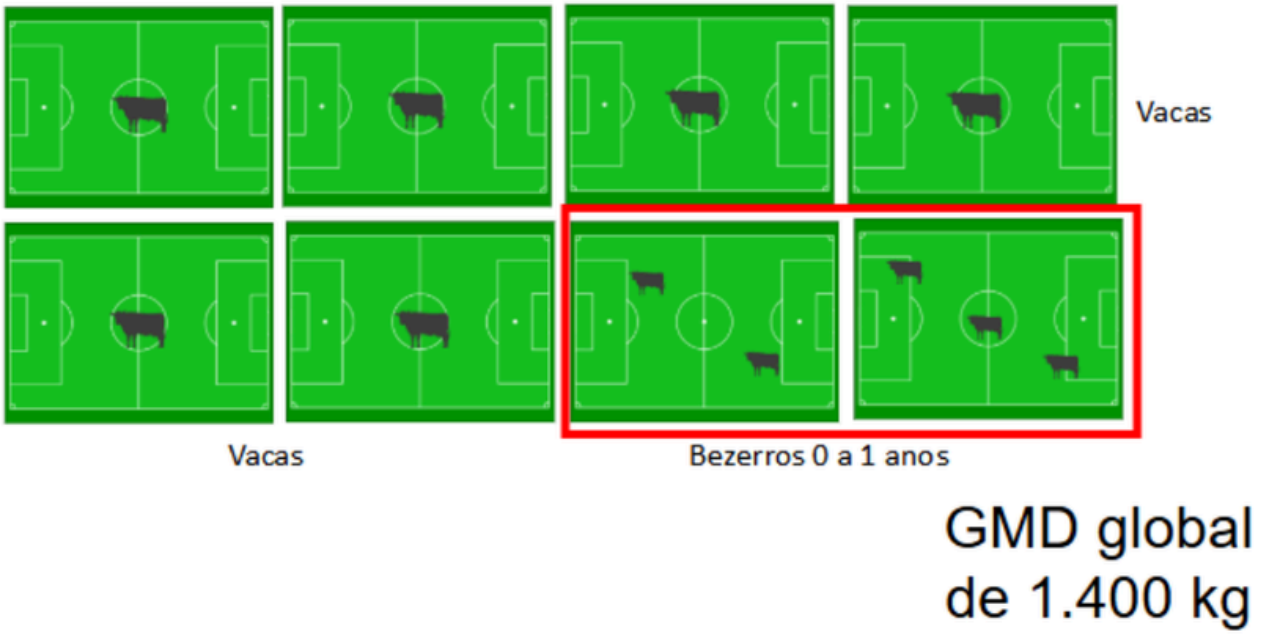


Figura 6 - Visão esquemática e proporcional da estrutura de um rebanho com GMD global de 1,400 kg

2.3. Nível de Investimento

Definição: Conjunto de recursos financeiros aplicados na implantação, manutenção e melhoria das pastagens, incluindo custos com insumos, mão de obra, equipamentos e tecnologias de manejo.

Importância: Investir na qualidade e manejo das pastagens pode elevar a produção forrageira e reduzir custos com suplementação, gerando retorno econômico a médio e longo prazo.

Os investimentos em pastagens incluem a introdução de espécies anuais nas áreas que permitem um manejo mais intensivo e constante do solo; a reforma de pastagens perenes e a reposição de nutrientes na forma de adubação das pastagens perenes. Os maiores custos estão na implantação de pastagens perenes por via vegetativa, tais como alguns *cynodons* (Tifton 85; Jiggs e CoastCross) e capim elefante, como o Kurumi. Na região de Frederico Westphalen, Noroeste do Rio Grande do Sul, em 2024, os custos por hectare para implantação dessas pastagens perenes chegaram a R$ 15.000,00.

Embora os custos de implantação e manutenção de pastagens sejam bastante variáveis, há um impacto significativo do grau de investimento sobre a capacidade de suporte de lotação. Algumas espécies, especialmente as de verão, respondem positivamente a altas doses de adubação nitrogenada. Forrageiras anuais de verão como o milheto podem responder em doses de até 300 kg de N (650 kg de ureia), desde que fatores bióticos e abióticos não limitem o desenvolvimento das plantas, incrementando a lotação e o GMD global da área (Figura 7). Esse incremento produtivo pode viabilizar investimentos que exigem maior desembolso, como a própria adubação nitrogenada.

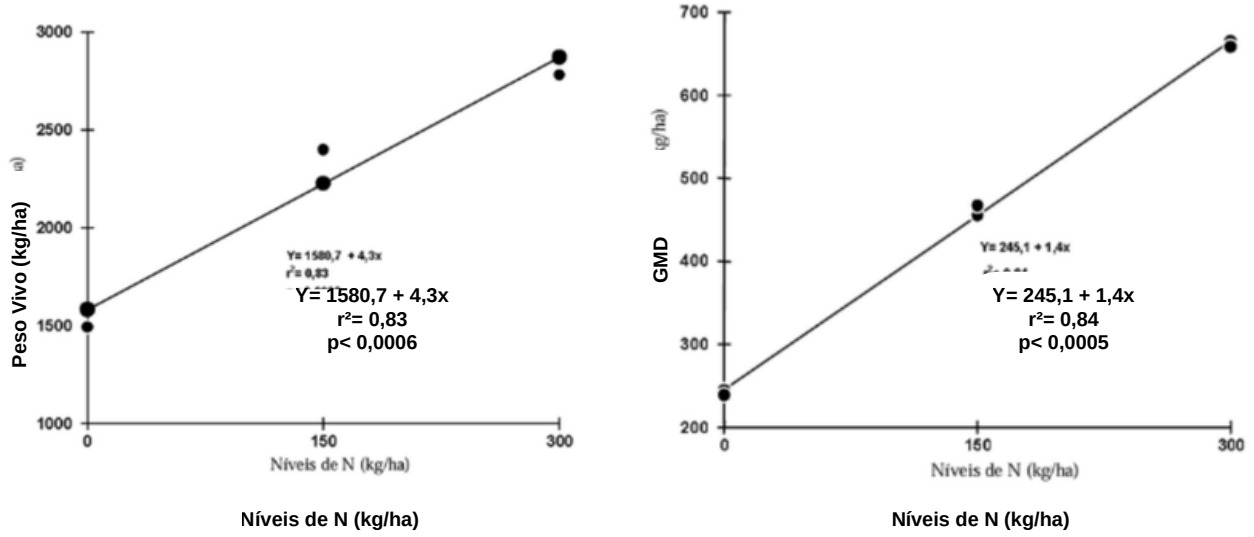


Figura 7 - Carga animal (kg/ha) e GMD de novilhos em pastagem de milheto em função de níveis de nitrogênio aplicado - Adaptado de MOOJEN et al. (1999)

É importante que os técnicos de campo e produtores rurais registrem o histórico de adubação e precipitação em suas área e relacionem isso com a capacidade de suporte (lotação) do período, assim será possível por equações de regressão, modelar a viabilidade de investimento nas pastagens frente aos custos dos insumos e expectativa de lotação que as pastagens poderão suportar.

2.4. Preço de Comercialização

O preço que o produtor comercializa os seus produtos (leite, carne, genética e etc) também representa uma variável de alto impacto no “negócio pasto”. Embora vários estudos bioeconômicos mostram que os custos de produção têm mais impacto na rentabilidade do que o preço que o produtor recebe por produto comercializado, ainda assim é necessário que o produtor busque agregar valor aos seus produtos, como estratégia para buscar mercados que pagam mais.

Receber mais por litro de leite ou kg de carne comercializada permitirá ao produtor aumentar a margem de investimentos na fazenda, em algumas situações o preço que o produtor recebe pelo que comercializa poderá ser decisivo para a incorporação de uma nova tecnologia na propriedade rural, podendo aumentar as margem de lucro, melhorar a gestão ambiental ou a qualidade de vida e segurança no trabalho das pessoas que dependem daquele sistema produtivo.

Na Tabela 2, observamos um arranjo entre o custo de implantação de uma pastagem, o valor recebido por litro de leite comercializado e a quantidade de leite que é necessário ser produzido para cobrir a despesa. Nessa simulação, quanto maior o preço recebido pelo produtor, menor é o desafio de produção que ele precisará se expor para cobrir a despesa com pastagem. Isso explica, em partes, a redução dos investimentos nas fazendas nos ciclos de baixa do preço.

Tabela 2 - Quantidade de leite necessária para pagar o investimento em pastagem em função do preço pago pelo laticínio

	Valor por litro de leite (R$/L)					
Investimento	**2,25**	**2,35**	**2,45**	**2,65**	**2,85**	**3,00**
500	222,22	212,77	204,08	188,68	175,44	166,67
1000	444,44	425,53	408,16	377,36	350,88	333,33
1500	666,67	638,30	612,24	566,04	526,32	500,00
2000	888,89	851,06	816,33	754,72	701,75	666,67
2500	1.111,11	1.063,83	1.020,41	943,40	877,19	833,33
3000	1.333,33	1.276,60	1.224,49	1.132,08	1.052,63	1.000,00
4000	1.777,78	1.702,13	1.632,65	1.509,43	1.403,51	1.333,33

3. RELAÇÃO ENTRE INDICADORES TÉCNICOS

A interação entre lotação, GMD, investimento e eficiência de uso da pastagem é complexa, mas essencial na sustentabilidade dos sistemas produtivos. Sempre que buscamos analisar a eficiência do uso de uma pastagem, relacionamos, pelo menos, a lotação, o GMD, o custo de produção e o preço recebido por produto gerado.

Entre essas variáveis a lotação pode ser considerada como o fator de maior impacto na eficiência produtiva e a que os produtores devem dispensar maior atenção. No estudo de LÓPEZ-GONZÁLEZ et al. (2020), ao trabalhar com sistemas de cria na região sul do Brasil, evidenciaram que a produção animal é determinada mais pela capacidade de suporte do pasto do que pelo desempenho individual dos animais. Em outras palavras, quando os parâmetros produtivos, reprodutivos e de sobrevivência permanecem constantes, o principal impulso para a produtividade está no aumento da lotação animal, que é diretamente proporcional à quantidade de energia metabolizável (ME) produzida pelas pastagens. Assim, quanto maior a quantidade de ME disponível, maior a quantidade de animais que o sistema pode sustentar.

Uma variável que os produtores deveriam medir regularmente é a produção de PV por hectare, esse é um indicador que permite avaliar a eficiência produtiva do sistema. A forma como calculamos a produção por área é a seguinte:

Peso vivo por área (PVA) = lotação x GMD x dias de uso da pastagem

Exemplo

Quantos novilhas seria possível colocar por hectare e quantos kg/ha seria produzido em 30 dias, considerando peso médio das novilhas de 257 kg e GMD de 0,700 kg?

- Lotação = 4 x 450 kg de PV (1 UA)
- Lotação = 1.800 kg de PV
- Lotação = 1.800 kg de PV/257 kg (peso médio das novilhas)
- Lotação = 7 novilhas.
- PVA = lotação x GMD x dias de uso da pastagem
- PVA = 7 x 0,700 x 30
- PVA = 147 kg de PV em 30 dias.

O efeito da lotação também pode ser sentido nos rebanhos de cria, os quais usualmente no Rio Grande do Sul são manejados em pastagens naturais, com protocolos de manejo de baixa lotação a fim de obter maiores taxas de natalidade. No entanto, essa visão precisa ser analisada com parcimônia, pois aumentos nas taxas de reprodução podem não compensar as quedas de lotação.

Na Figura 8, podemos observar que numa simulação de duas lotações (1 UA/ha vs 0,8 UA/ha), a de menor valor teria que atingir ao redor de 90% de prenhez para superar o mesmo número de bezerros que nascem anualmente no sistema de maior lotação com 70% de prenhez, considerando mortalidades similares entre os sistemas. Se a de maior lotação incrementar 10% na prenhez do seu rebanho, passando de 70 para 80 bezerros nascidos anualmente, a de menor lotação teria que atingir 100% de prenhez no seu rebanho para produzir o mesmo número de bezerros. Isso mostra que decisões relacionadas a melhoria de desempenho dos rebanhos deve, também, ser analisada numa perspectiva global e levando em conta o retorno por área. Essa visão dos negócios agrícolas é amplamente difundida em outras atividades, como a de grãos.

Outra forma de aumentar a produção é melhorando a eficiência de conversão de biomassa de pasto em ganho de peso, a qual medimos no GMD ou na produção de leite. Se seguirmos considerando o exemplo anterior da produção de bezerros em rebanhos com diferentes taxas de lotação em 100 hectares, veremos que uma forma dos sistemas com baixa lotação atingir produção semelhante a de alta lotação pode ser com melhoria no GMD do conjunto vaca/bezerro.

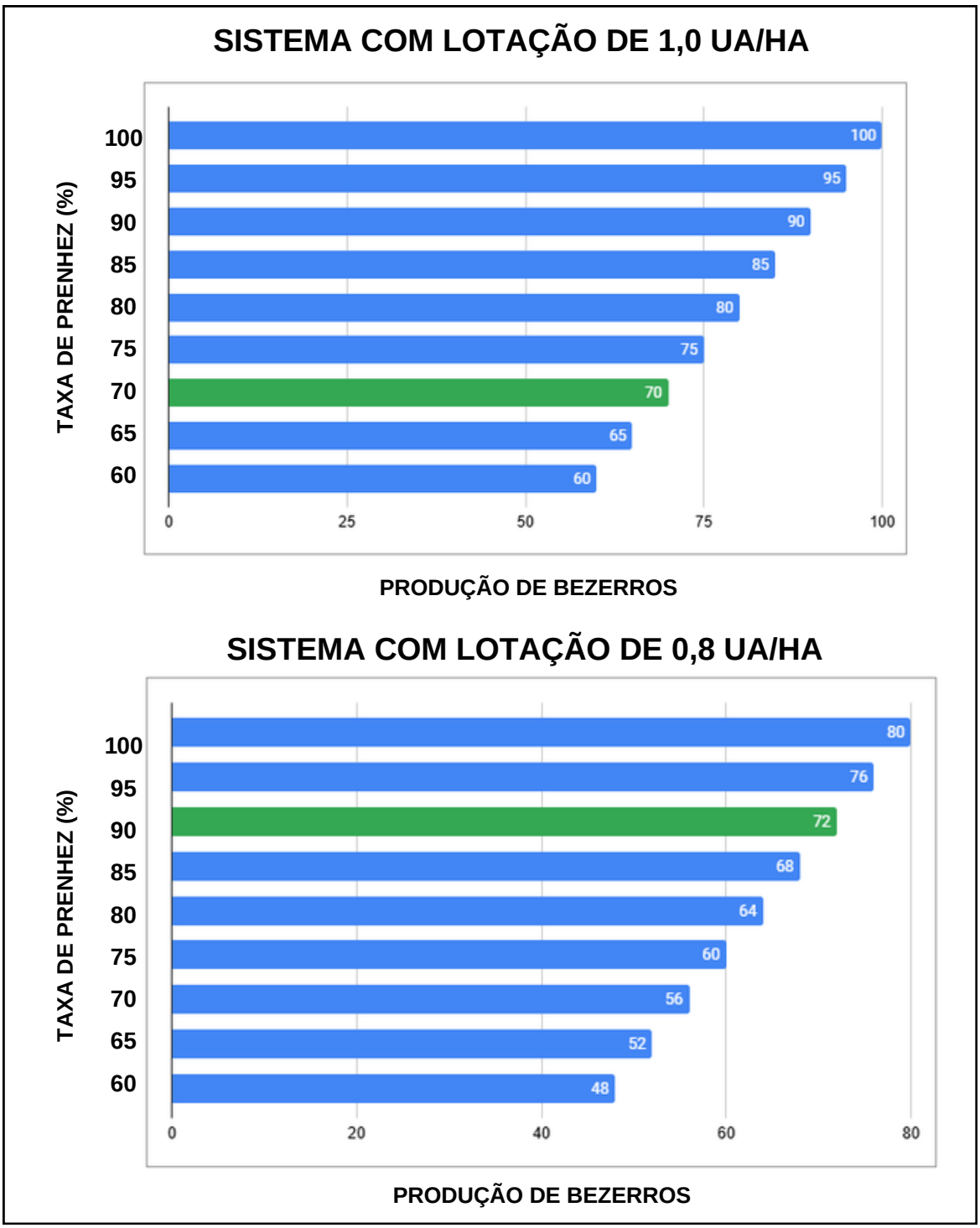


Figura 8 - Simulação de dois sistemas de cria com duas lotações (1 UA/ha e 0,8 UA/ha) sobre a produção de bezerros em 100 hectares

Na simulação da Tabela 4, vimos duas faixas de produção de bezerros (vermelho e azul), para o sistema com lotação 0,8 UA/ha, em função do número de bezerros desmamados para cada 100 hectares e o peso de desmama dos bezerros. A diferença na coloração das faixas está atribuída ao valor de referência de 12.600 kg, que representa o peso de bezerros desmamados para cada 100 hectares, que seria possível obter na lotação de 1 UA/ha com 70% de natalidade e peso de desmame de 180 kg de cada bezerro.

Nesta simulação, vimos que à medida que aumenta o peso de desmama dos bezerros no tratamento 0,8 UA/ha o desafio da fertilidade do rebanho diminui. Por outro lado, para que o sistema com lotação 0,8 UA atinja produção similar ao de 1,0 UA/ha em mesma taxa de natalidade (70%) seria necessário desmamar os bezerros com 225 kg de média, desafio este que exige investimentos em genética e adequado manejo das pastagens.

Tabela 4 - Produção de bezerros (kg de PV em 100 ha) no sistema com lotação 0,8 UA/ha, em função da taxa de prenhez

Prenhez	Nº bezerros	Peso de desmame dos bezerros (kg de PV)				
		180	190	200	225	250
100	80	14400	15200	16000	18000	20000
95	76	13680	14440	15200	17100	19000
90	72	12960	13680	14400	16200	18000
85	68	12240	12920	13600	15300	17000
80	64	11520	12160	12800	14400	16000
75	60	10800	11400	12000	13500	15000
70	56	10080	10640	11200	12600	14000
65	52	9360	9880	10400	11700	13000
60	48	8640	9120	9600	10800	12000

O valor de referência das colorações levou em conta 12.600 kg de PV, que é o valor obtido em sistema com lotação 1,0 UA/ha, em natalidade de 70% e peso de desmame dos bezerros de 180 kg de PV

Como vimos até o momento, a lotação e o GMD global são duas variáveis de alto impacto na produtividade dos sistemas pecuários, o GMD poderia ser substituído pela produção de leite/dia global, em sistemas leiteiros, a fim de manter a variável de desempenho para análise de sistemas. Já para apreciação econômica, é necessário a análise dos custos de produção; do preço de venda dos produtos gerados (carne, leite ou genética) e do período de utilização das pastagens; essas três variáveis, são fundamentais para avaliação bioeconomica dos sistemas pecuários a pasto.

Nas Tabelas 5 e 6, podemos analisar o efeito do período de utilização das pastagens sobre o desafio de produção de leite de uma propriedade leiteira, para cobrir a despesa com a implantação de uma pastagem. Na simulação foi considerada a necessidade de produção de 1.200 litros de leite, comercializados a R$ 2,50/litro, para cobrir uma despesa de R$ 3.000,00 para implantação de 1 hectare de pastagem. A partir dela, verificamos que em sistemas com menor lotação (1 UA/ha) seriam necessários, pelo menos, 120 dias de utilização da pastagem para cobrir os custos com implantação, mesmo com alta produtividade, o que compromete a margem líquida de retorno.

No entanto, a medida que aumenta a lotação o desafio de cobrir a despesa da simulação (R$ 3.000,00/ha) torna-se mais factível de ser alcançado em até 30 dias de uso da pastagem, sobretudo quando há incremento de produtividade por animal (litro de leite/dia). O ponto importante de reflexão sobre a simulação apresentada nesta discussão, é que o aumento no período de utilização da pastagem dilui os custos de produção ao longo do tempo e permite maior retorno sobre o capital investido. Quando o produtor consegue associar o aumento no período de utilização, com maior lotação e produção por animal, os retornos são expressivos e custeiam facilmente a manutenção das pastagens.

Tabela 5 - Simulação da produção de leite necessária para cobrir despesa com implantação de pastagem cultivada, em função da lotação, da produção de leite/dia em 30 dias de utilização da pastagem

	30 dias de utilização da pastagem			
	Lotação (UA/ha)			
Litros/dia	1	2	3	4
10	300	600	900	1200
12	360	720	1080	1440
14	420	840	1260	1680
16	480	960	1440	1920
18	540	1080	1620	2160
20	600	1200	1800	2400
22	660	1320	1980	2640
24	720	1440	2160	2880
26	780	1560	2340	3120
28	840	1680	2520	3360
30	900	1800	2700	3600

A meta de produção considerada foi de 1.200 litros de leite vendidos a R$ 2,50/litro, para custear R$ 3.000,00 por hectare de pastagem cultivada.

Tabela 6 - Simulação da produção de leite necessária para cobrir despesa com implantação de pastagem cultivada, em função da lotação, da produção de leite/dia em 120 dias de utilização da pastagem

	120 dias de utilização da pastagem			
	Lotação (UA/ha)			
Litros/dia	1	2	3	4
10	1200	2400	3600	4800
12	1440	2880	4320	5760
14	1680	3360	5040	6720
16	1920	3840	5760	7680
18	2160	4320	6480	8640
20	2400	4800	7200	9600
22	2640	5280	7920	10560
24	2880	5760	8640	11520
26	3120	6240	9360	12480
28	3360	6720	10080	13440
30	3600	7200	10800	14400

A meta de produção considerada foi de 1.200 litros de leite vendidos a R$ 2,50/litro, para custear R$ 3.000,00 por hectare de pastagem cultivada.

4. CONCLUSÕES

As pastagens são um dos pilares da pecuária sustentável. Ao serem encaradas como um ativo econômico, os produtores passam a investir estrategicamente em seu manejo, buscando a maximização dos indicadores como lotação, ganho médio diário, eficiência de uso e retorno financeiro. A integração desses indicadores permite a construção de um sistema produtivo robusto, capaz de aumentar a lucratividade das fazendas e promover a sustentabilidade econômica e ambiental, que permitirá atravessar momentos desfavoráveis economicamente ao setor. Com a adoção de práticas inovadoras e um planejamento adequado, o manejo das pastagens pode transformar desafios em oportunidades de negócio, consolidando a pecuária como uma atividade de alta competitividade e responsabilidade socioambiental.

5. REFERÊNCIAS

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. (2024). Preços das Terras Agrícolas no Brasil. [S.l.]: CONAB, 2024.

LÓPEZ-GONZÁLEZ, F.A. et al. (2020). Intensification of cow-calf production: How does the system respond biologically to energy inputs in a long-term horizon? Livestock Science, v.237, p.104058.

MOOJEN, E. L. et al. (1999). Produção animal em pastagem de milheto sob diferentes níveis de nitrogênio. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.34, n.11, p.2145-2149.

S&P GLOBAL COMMODITY INSIGHTS. (2024). Preços das Terras Agrícolas no Brasil: Valorização e Tendências. [S.l.]: S&P Global Commodity Insights,



INSTITUTO FEDERAL
Farroupilha