UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

WILSON APARECIDO MARCHESIN

**DINÂMICA DE DEPOSIÇÃO DE FEZES EM
PASTAGEM DE *Brachiaria brizantha*
SUBMETIDA À INTENSIDADES DE PASTEJO**

Pirassununga
2005

WILSON APARECIDO MARCHESIN

**DINÂMICA DE DEPOSIÇÃO DE FEZES EM
PASTAGEM DE *Brachiaria brizantha*
SUBMETIDA À INTENSIDADES DE PASTEJO**

Dissertação apresentada à
Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo, como
parte dos requisitos para a
obtenção do Título de Mestre em
Zootecnia.

**Área de Concentração: Qualidade
e Produtividade Animal**

Orientador: Prof. Dr. Valdo
Rodrigues Herling

**Pirassununga
2005**

FICHA CATALOGRÁFICA

preparada pela

Biblioteca da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

M316d	<p>Marchesin, Wilson Aparecido</p> <p>Dinâmica de deposição de fezes em pastagens de <i>Brachiaria brizantha</i> submetida à intensidades de pastejo / Wilson Aparecido Marchesin – Pirassununga, 2005.</p> <p>63 f.</p> <p>Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo.</p> <p>Departamento de Zootecnia.</p> <p>Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Valdo Rodrigues Herling.</p> <p>Unitermos: 1. Acúmulo de forragem 2. Capim-braquiário</p> <p>3. Fertilidade do solo 4. Lotação rotacionada 5. Oferta de forragem</p> <p>I. Título.</p>
-------	---

DEDICO E OFEREÇO

**AOS MEUS PAIS E MEU AMOR RENATA, PELO
AMOR, PELA DEDICAÇÃO, PELO INCENTIVO,
INCONDICIONAL EM TODOS OS MOMENTOS.**

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora de Aparecida, pela saúde e a oportunidade de estudar em uma das melhores Universidades do Brasil.

Ao Prof. Dr. Valdo Rodrigues Herling, pela contribuição para minha formação e pela orientação na condução deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Pedro Henrique de Cerqueira Luz, pela inestimável colaboração para implantação e condução deste trabalho.

A minha cadela de estimação PANTY, por me ensinar a entender cada vez mais os animais.

Ao GRUPO GEFEP – Grupo de Estudos em Forragicultura e Pastagem

Aos amigos de Pós-Graduação envolvidos no trabalho, Felipe Barros Macedo, Ana Carolina Alves, Kathery Brennecke pelo auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

Ao pesquisador Gustavo José Braga, APTA, Brotas/SP pela amizade, companheirismo, dedicação e profissionalismo.

Aos estagiários, que sem a colaboração seria impossível a execução deste trabalho.

Aos funcionários do laboratório de Solos Marcos, Anderson, Fábio, Ramon Thiago, Geisa, secretárias Érica, Sandra e Rafaela pelo apoio sempre que necessário.

Nos nomes de Fernando, Ismael, Paulinho, José Godoy, a todos os funcionários da Prefeitura do Campus Administrativo de Pirassununga pela colaboração.

À REPÚBLICA PANTANEIRA e seus moradores e sempre amigos, Moti, Mocreia, Preto, Traveco, Fejão, Parmito, Fernadinho, Catota e às cadelas Juma, Hanna e Chivas.

Amigos do alojamento Simprão e Baiano.

Ao professor César Gonçalves de Lima pelo suporte estatístico prestado.

À todas as empresas que colaboraram Fort Dodge, Alltech do Brasil, Mitsui e SN Centro.

À CAPES pela concessão da bolsa, à FAPESP pelo auxílio financeiro à pesquisa.

À todas as pessoas que por ventura tenha esquecido o nome, mas de maneira direta ou indireta tenham contribuído para o desenvolvimento do trabalho.

“A cada dia que vivo, mais me convenço de que o desperdício da vida está no amor que não damos, nas forças que não usamos, na prudência egoísta que nada arrisca, e que, esquivando-se do sofrimento, perdemos também a felicidade”

Emilio Moura

RESUMO

MARCHESIN, W. A. **DINÂMICA DE DEPOSIÇÃO DE FEZES EM PASTAGEM DE *Brachiaria brizantha* SUBMETIDA À INTENSIDADES DE PASTEJO**, 2005, 63 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

A presente linha de pesquisa objetivou caracterizar a distribuição dos bolos fecais de bovinos depositados em uma pastagem de capim-braquiário [(*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu)], sob lotação rotacionada e intensidades de pastejo e verificar as alterações na fertilidade do solo e no acúmulo de foragem. O experimento foi conduzido na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/USP em pastagem com 25,2 ha, dividida em 80 piquetes de 3150 m². O ciclo de pastejo foi de 35 dias, sendo a ocupação de 7 dias e o período de descanso de 28 dias durante o verão. Os piquetes avaliados eram aqueles utilizados com ofertas de forragem de 5 e 10 % (5 kg de massa de forragem para cada 100 kg de peso animal dia⁻¹). Assim, foram dois tratamentos com quatro blocos (repetições). Em cada piquete avaliado houve a demarcação de três círculos de 12,5 metros de raio. Cada círculo recebeu uma letra (A, B, C) para identificação. Após o período de ocupação de 7 dias houve a contagem dos bolos fecais e o registro do respectivo círculo de ocorrência. Houve a amostragem de fezes para análise da composição em matéria seca, matéria orgânica, matéria mineral, macro e micronutrientes, além da coleta dos dados de peso e da área ocupada pelo bolo fecal. Houve a marcação de áreas em cada piquete, ao lado do bolo fecal, para avaliação de acúmulo de forragem, da fertilidade solo quanto aos nutrientes que retornam ao solo nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25 cm abaixo do bolo fecal. As porcentagens de bolos fecais presentes nas áreas de descanso foram

de 33,5 e 18,9% para 5 e 10% OF e de 4,2 e 13,8% para as áreas de rejeição. As áreas cobertas pelos bolos fecais por dia para cada unidade animal nos tratamentos de 5 e 10% OF foram 0,248 e 0,214 m² respectivamente, e que uma unidade animal defeca em média 5,63 e 4,84 vezes ao dia para as OF de 5 e 10%. Os valores de densidade de bolos fecais presentes na pastagem foram de 0,100 e 0,065 bolos fecais por m², nos tratamentos 5 e 10% de OF. Sendo que os valores da porção da pastagem coberta sem e com a sobreposição da pastagem indicando que ao final de um ano a pastagem pode ser coberta de 5,7 a 10,6%. O acúmulo de forragem na pastagem, para os pontos com a presença do bolo fecal, foi da ordem de 685,62 kg de MS/ha e de 242,87kg de MS/ha sem a presença do bolo fecal, portanto, cerca de 2,8 vezes superiores. O número de bolos fecais presentes nas áreas de avaliação é determinado pela taxa de lotação. A sua deposição na área de descanso e de rejeição foi de maneira inversa. Nas ofertas de forragem estudadas durante os anos de 2003-2004, o modelo de distribuição espacial dos bolos fecais foi o agregado e sua contribuição para a fertilidade é concentrada em pequenas áreas. O bolo fecal na oferta de forragem de 5% apresenta maior contato com o solo, portanto teve participação significativa no aumento de pH em superfície, o que contribuiu com a disponibilidade de macro e micronutrientes e com a indisponibilidade de Al. Os macronutrientes primários fósforo e potássio apresentaram-se mais disponíveis no tempo e nas camadas superficiais do solo devido às alterações de pH pela presença do bolo fecal. A área de influência do bolo fecal (fertilidade) teve papel importante para melhorar o acúmulo de forragem na pastagem. No entanto, essa área é concentrada e pontual.

Palavras-chave: acúmulo de forragem, capim-braquiarião, fertilidade do solo, lotação rotacionada, oferta de forragem.

ABSTRACT

MARCHESIN, W. A. **DYNAMICS OF FECES DEPOSITION IN *Brachiaria brizantha* PASTURE UNDER GRAZING INTENSITIES**, 2005, 63 f. M.Sc. Dissertation - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

The objective of research was characterize the distribution of bovines dung pats deposited in a palisadegrass pasture [(*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu)], under rotational stocking and grazing intensities and the influence of dung pats in fertility of soil and the herbage accumulation. The experiment was carried out at Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/USP in a pasture with 25,2 ha, divided in 80 plots with 3150 m². In the grazing cycle of 35 days, 7 days of grazing and 28 days of rest, during the summer. The evaluated plots was the used two levels of herbage allowance 5 and 10% (5 kg of dry matter per 100 kg live weight per day). Them, two treatments with four blocks (repetitions). Each evaluated plots, the ground was located three circles of 12.5 meters of ray. Each circle received a letter (A, B, C) for identification. After 7 days of occupation, dung pats was counting and register in the respective circulate of occurrence. Samples of feces was collected to analysis to determine the dry matter, organic matter, mineral matter, macro and microminerals and data of weight and the area covered by dung pats. Each plots, areas was located the side of the dung pats, to evaluation of the herbage accumulation, and the fertility of soil and nutrients that return in the depths of 0-5; 5-10; 10-15;15-20; 20-25 cm under of the dung pats. The dung pats percentage in resting areas was 33.5 and 18.9% to 5 end 10% HA and the

4.2 and 13.8% to reject areas. Covered areas by animal unit dung pats by day was 0.248 and 0.214 m² to treatments of 5 and 10% HA respectively, a animal unit deposit feces 5.63 and 4.84 times by day to the HA of 5 and 10%. The values of density in the pasture was 0.100 and 0.065 dung pats by m², in the treatments of 5 e 10% of HA. And the portion of pasture covered in one year can be 5.7 to 10.6%. The herbage accumulation in the pasture, in area with the dung pats was 685.62 de DM/ha and the 242.87 kg DM/ha without the dung pats. The number of dung pats presents in areas of evaluation is determinates by stocking rate. Its deposition in resting areas and the reject areas are different. In the herbage allowance studded during the years 2003-2004, the spatial model distribution of dung pats was aggregate, and contribution to the soil fertility is concentrated in small areas. The dung pats in herbage allowance of 5% had more contact with the soil, had participation in the increase of pH in surface, change the available of micro and macronutrients. The primary macronutrients phosphorus and potassium more available in the time and the layer of the soil due the alteration of the pH. The influence area to the dung pats (fertility) had important contribution to the herbage accumulation in the pasture, but this area is concentrated and small.

Keywords: herbage accumulation, herbage allowance, palisadegrass, rotational stocking, soil fertility.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Extrato do balanço hídrico climatológico de Pirassununga, SP no ano de 2003.	25
Figura 2. Extrato do balanço hídrico climatológico de Pirassununga, SP no ano de 2004.	26
Figura 3. Extrato do balanço hídrico climatológico de Pirassununga, SP Média histórica de 30 anos.	27
Figura 4. Croqui da área experimental.	28
Figura 5. Croqui do piquete.	32
Figura 6. Representação do modelo de distribuição espacial aleatório, agregado e uniforme de excretas de bovinos em condições de pastagens, (adaptado de KREBS,1999).	34
Figura 7. Trena utilizada para determinar a circunferência dos bolos fecais.	36
Figura 8. Balde com o fundo retirado para moldar o bolo fecal.	36
Figura 9. Bolo fecal moldado e alocado na área de avaliação.	37
Figura 10. Gaiola utilizada para proteger a área de avaliação.	38
Figura 11. Relação entre o pH (em H ₂ O) e disponibilidade de elementos no solo (adaptado de MALAVOLTA, 1980).	47
Figura 12. Relação entre os dias de avaliação e valores de pH e disponibilidade de elementos no solo, Alumínio (Al), Saturação de Alumínio (m), Acidez Potencial (H+Al), Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Saturação de Bases (V), Matéria Orgânica (MO), Soma de Bases (SB), para o tratamento de 5% de Oferta de Forragem.	51

Figura 13. Relação entre os dias de avaliação e valores de pH e disponibilidade de elementos no solo, Alumínio (Al), Saturação de Alumínio (m), Acidez Potencial (H+Al), Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Saturação de Bases (V), Matéria Orgânica (MO), Soma de Bases (SB), para o tratamento de 10% de Oferta de Forragem. 51

Figura 14. Relação entre os dias de avaliação e valores de pH e disponibilidade de elementos no solo, Fósforo Resina (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), para o tratamento de 5% de Oferta de Forragem. 53

Figura 15. Relação entre os dias de avaliação e valores de pH e disponibilidade de elementos no solo, Fósforo Resina (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), para o tratamento de 10% de Oferta de Forragem. 53

Figura 16. Relação entre os dias de avaliação e valores de pH e disponibilidade de elementos no solo, Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn) para o tratamento de 5% de Oferta de Forragem. 54

Figura 17. Relação entre os dias de avaliação e valores de pH e disponibilidade de elementos no solo, Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn), para o tratamento de 10% de Oferta de Forragem. 55

Figura 18. Interação entre os dias de avaliação e as profundidades de amostragem para os valores de pH e disponibilidade de elementos no solo, Potássio (K), Magnésio (Mg), Capacidade de Troca de Cátions (CTC) e Soma de Bases (SB) para o tratamento de 5% de Oferta de Forragem. 56

Figura 19. Interação entre os dias de avaliação e as profundidades de amostragem para os valores de Acidez Potencial (H+Al), Alumínio (Al), Saturação de Bases (V%), Saturação por Alumínio (m%), Potássio (K), para o tratamento de 10% de Oferta de Forragem. 57

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Precipitação pluviométrica e temperatura média mensal de Pirassununga, SP. 25
- Tabela 2 - Número de animais, quilogramas de peso animal (kg PA), peso animal médio (PAM), taxa de lotação (UA/ha) e produção de massa seca por hectare (kg MS ha⁻¹), dos piquetes (Unidades experimentais – UE) para as coletas de dados experimentais em 2003. 29
- Tabela 3 - Número de animais, quilogramas de peso animal (kg PA), peso animal médio (PAM), taxa de lotação (UA/ha) e produção de massa seca por hectare (kg MS ha⁻¹), dos piquetes (Unidades experimentais – UE) para as coletas de dados experimentais em 2004. 30
- Tabela 4 - Diferentes composições químicas das fezes. 40
- Tabela 5 - Teores médios de macro e micronutrientes das fezes frescas de bovinos. 40
- Tabela 6 - Valores máximos, mínimos e médios de área e peso dos bolos fecais. 41
- Tabela 7 – Número médio de Bolo Fecais nos círculos de avaliação nos anos de 2003 e 2004, nos tratamentos de 5 e 10% de Oferta de Forragem e nos ciclos de pastejo. 42
- Tabela 8 – Número médio de bolos fecais para o ano de 2004, considerando as ofertas de forragem e os ciclos de pastejo. 42
- Tabela 9 – Porcentagem de Bolos Fecais nas Áreas de descanso e rejeição nos anos de 2003 e 2004, nos tratamentos de oferta de Forragem e os ciclos de pastejo. 43

Tabela 10 - Médias de área coberta por unidade animal por dia nos tratamentos de oferta de forragem, ciclos de pastejo e anos de avaliação. 44

Tabela 11 - Valores médios de Densidade (D) dos bolos fecais na pastagem e a Porção (P) da área da pastagem coberta pelos bolos fecais, sem sobreposição (SS) e com sobreposição (CS). 45

Tabela 12 - Valores do Índice de Morista Padronizado (I_P) e do Índice de Dispersão (ID). 46

Tabela 13 – Valores de pH, Matéria Orgânica (MO), Acidez Potencial (H+Al), Alumínio (Al), Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Soma de Bases (SB), Saturação de Bases (V), Saturação de Alumínio (m), Fósforo Resina (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn) para os 0, 40^o e 80^o dias de avaliação e nas profundidades de amostragem de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-25 cm, para o tratamento de 5% de Oferta de Forragem. 48

Tabela 14 - Valores de pH, Matéria Orgânica (MO), Acidez Potencial (H+Al), Alumínio (Al), Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Soma de Bases (SB), Saturação de Bases (V), Saturação de Alumínio (m), Fósforo Resina (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn) para os 0, 40^o e 80^o dias de avaliação e nas profundidades de amostragem de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-25 cm, para o tratamento de 10% de Oferta de Forragem. 49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 DESENVOLVIMENTO	17
2.1 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	24
2.2.1 Local	24
2.2.2 Gramínea	27
2.2.3 Delineamento experimental e manejo dos animais	27
2.2.4 Coleta dos dados experimentais	31
2.2.4.1 Dinâmica de deposição de fezes	31
2.2.4.2 Reciclagem de nutrientes	35
2.2.4.3 Acúmulo de Forragem	37
2.2.5 Análise estatística	38
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
2.3.1 Composição, peso e área dos bolos fecais	40
2.3.2 Distribuição das fezes nos círculos de avaliação e quantidade de bolos fecais nas áreas de descanso e rejeição	41
2.3.3 Área coberta por unidade animal por dia, densidade de bolos fecais na pastagem, porcentagem da pastagem coberta com e sem a sobreposição dos bolos fecais	44
2.3.4 Padrão de distribuição espacial	46
2.3.5 Interferência do bolo fecal na fertilidade do solo	47
2.3.6 Acúmulo de forragem	58
3 CONCLUSÕES	59
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população, em muitos países em desenvolvimento, tem resultado em aumento da necessidade de alimento, porém com redução na utilização de terras produtivas. Daí a necessidade do desenvolvimento de técnicas para melhorar a produtividade nas colheitas e aumentar a eficiência na produção agrícola, principalmente àquelas relacionadas com a melhoria da fertilidade do solo. A agricultura moderna exige o uso correto de corretivos, fertilizantes, de técnicas como irrigação, variedades mais produtivas, manejo do solo, taxa de lotação, entre outros.

A partir da década de 1970 houve crescimento significativo da área ocupada por pastagens no Brasil. De 1970 até 2002, a área de pastagem cresceu cerca de 17%, passando de 154 para 180 milhões de hectares (ZIMMER et al., 2002), em decorrência da expansão associada ao desbravamento do cerrado e da Amazônia (FARIA et al., 1996). A tendência na última década foi de redução na taxa de expansão de pastos cultivados em ecossistemas que foram intensamente explorados (MACEDO, 1995). A expansão do cultivo de cana-de-açúcar e da laranja no estado de São Paulo foi realizada principalmente em áreas de pastagem, que exploradas em sistemas extrativistas e pouco profissionais, não conseguiram competir com culturas tecnificadas e de elevada produtividade (FARIA et al., 1996).

O aumento na área de pastagens cultivadas a partir da década de 1970 deveu-se em parte ao cultivo de espécie de gramíneas do gênero *Brachiaria* e que na década de 1990 já representavam cerca de 85% da área cultivada com pastagens no cerrado Brasileiro (MACEDO, 1995). Essas áreas, no entanto, têm apresentado sérios problemas de queda de produção e persistência da espécie forrageira após alguns poucos anos de utilização, devido ao mau estabelecimento,

compactação e baixa fertilidade do solo, além do manejo inadequado do pastejo (ZIMMER et al., 1994).

Há a necessidade de se conhecer as interações entre os fatores de produção, usando-os de maneira racional, desde que possam conciliar o resultado econômico positivo com a preservação dos recursos do meio ambiente com o aumento da produtividade.

Neste contexto a ciclagem de nutrientes e sua disponibilidade têm importância crucial na agricultura e o interesse mundial na dinâmica dos nutrientes tem-se intensificado nos últimos anos. Diante disso para a exploração animal em pastagens, torna-se necessário entender a dinâmica dos nutrientes no sistema solo x planta x animal. Os animais são o elo que completam o ciclo de nutrientes, neste sistema, e principais responsáveis pelo retorno de nutrientes minerais e de material orgânico ao solo, e posteriormente às plantas.

Deste modo, na presente linha de pesquisa objetivou-se caracterizar a distribuição dos bolos fecais de bovinos em uma pastagem de capim-braquiário [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu], quando manejada em lotação rotacionada e sob intensidades de pastejo, e a influência do bolo fecal na fertilidade do solo, e no acúmulo de forragem.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

O pastejo de bovinos é caracterizado pela seletividade, podendo ser em maior ou menor grau na dependência da taxa de lotação. Isso ocorre durante determinado período, geralmente quando os animais percorrem a pastagem de forma homogênea e intensa para a preensão do alimento. Por outro lado, o ato de excreção diferencia-se tanto temporalmente como espacialmente durante o pastejo (BRAZ et al. 2003).

A procura pela melhor uniformidade na distribuição das excreções na área da pastagem, constitui preocupação constante dos pesquisadores. Segundo Cantarutti et al. (2001), o padrão de distribuição das excreções depende de fatores como a taxa de lotação, o método de pastejo, o tipo de animal (espécie, sexo, idade, etc), além daqueles relacionados ao comportamento do animal em relação às características ambientais como a temperatura ou declividade do terreno e às características da pastagem como o posicionamento das aguadas, bebedouros e sombras, além da forma da pastagem - relação comprimento/largura. Essas complexidades de fatores restringem a elaboração de modelos que possam ser validados para uma ampla gama de situações (BRAZ et al., 2003).

Corsi (1989) sugere que o pastejo uniforme, com a concentração de animais em grandes lotes, contribui para uniformizar a distribuição das excreções dos animais em pastejo.

Segundo Braz et al. (2003), a distribuição das fezes na pastagem se dá de modo heterogêneo, apresentando duas regiões distintas que recebem volumes semelhantes de fezes. Uma associada ao ato de pastejo, em que as fezes são distribuídas na maior parte da área da pastagem com menor densidade de

defecações em relação à outra região, considerada área de descanso e ruminação, que ocupa pequena área da pastagem.

Vários trabalhos descrevem a distribuição das fezes dos animais em pastejo utilizando modelos matemáticos. Petersen et al. (1956) testaram vários modelos para descrever a distribuição das fezes nas pastagens e concluíram que o modelo da Distribuição Binomial Negativa foi o que proporcionou melhor ajuste aos dados observados. Posteriormente, este modelo foi utilizado com sucesso por Donald e Leslie (1969), Richards e Wolton (1976) e Morton e Baird (1990).

Outra forma de avaliação do grau de agregação dos bolos fecais é a utilização de índices de dispersão. Krebbs (1999) propôs algo além do tradicional índice de dispersão baseado na estimativa do parâmetro K, do modelo da Distribuição Binomial Negativa, utilizado por muitos autores. A utilização do Índice de Morista Padronizado tem-se mostrado mais adequado para caracterizar os modelos agregados de distribuição, uma vez que supre algumas deficiências, que são características de outros índices. No entanto, a utilização prática de modelos, para a estimação da proporção do pasto que será influenciada pelas excreções, em um determinado período de tempo, é ainda restrita (CANTARUTTI et al., 2001).

Buschbacher (1987), trabalhando em piquetes de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) utilizados em lotação rotacionada, com 3 a 4 dias de pastejo e 26 a 28 de descanso, por gado zebuino, verificou que mais da metade das fezes estava distribuída no terço das pastagens onde os animais se concentravam para descanso. Braz (2001) constatou que 34% das fezes eram depositadas por novilhas em pastejo contínuo por 10 semanas, em uma pastagem de *Brachiaria decumbens*, Concentravam-se em uma faixa de 5 m ao longo da cerca que limitava o piquete,

enquanto os 64% restantes distribuíam-se de forma aleatória na área central de um hectare.

Peterson e Gerrish (1996) observaram que em razão da grande concentração de fezes nas áreas de sombra e bebedouros há aumento nos teores de P e K no solo. Estes mesmos autores afirmam que área de influência pode se estender por 12 a 15 m em pastagens de quatro anos; no entanto, aos 20 anos esta área estende-se de 30 a 45 m. Esses aspectos conduzem a uma heterogeneidade de distribuição das excreções a grande distância (CANTARUTTI et al., 2001).

Wilkinson e Lowrey (1973) estimaram que cerca de 35% da área de pastejo (11% com fezes e 23,7% com urina) seriam coberta pelas excreções ao final de um ano.

As excreções podem atingir diretamente o solo ou permanecer parcial ou totalmente sobre a parte aérea da planta, quando são liberadas pelo animal. Quando as excreções são depositadas parcial ou totalmente sobre a planta, podem ocorrer prejuízos para a reciclagem de nutrientes, bem como rejeição da forragem pelo animal (MONTEIRO; WERNER, 1997). Haynes e Williams (1993) e Williams e Haynes (1995) mencionam que a área de influência e a reciclagem de nutrientes, em sistemas de produção de leite na Nova Zelândia, poderiam ser beneficiadas pelos efeitos da micção e do bolo fecal, correspondendo a duas vezes à área de micção e de uma a seis vezes para o bolo fecal. Por outro lado, a área de rejeição pelos animais, devido às fezes, pode chegar a doze vezes.

Haynes e Williams (1993) relatam que um bovino adulto defeca em média de 8 a 12 vezes e urina de 11 a 16 vezes por dia e produz de 1,5 a 2,7 Kg de fezes e de 1,6 a 2,2 L de urina por evento e que a área ocupada por uma placa está entre 500 a 900 cm² (equivalente a um círculo de 24 a 34 cm de diâmetro) e a de micção

encontra-se entre 1600 e 4900 cm² (equivalente a um círculo de 45 a 80 cm de diâmetro). Mathews et al. (1996) mencionam que a área que recebe as fezes e a urina equivale a 2 a 4 m² por bovino adulto por dia, mas pelo menos duas vezes a essa área é afetada por mudanças na seletividade do animal, redistribuição de fezes pelos invertebrados da fauna do solo e pela movimentação lateral dos nutrientes solúveis no solo. Por outro lado, Barrow (1967) destacou que bovinos em condições de pastagens naturais defecam menos que a metade das vezes que bovinos em condições intensivas de manejo.

O enterrio da massa fecal, entretanto, também tem algumas implicações agrônômicas benéficas no desenvolvimento das plantas e na sanidade das pastagens. Sabe-se, por exemplo, que a área de pastagem ao redor do bolo fecal é rejeitada pelos bovinos em pastejo por um longo tempo. Isso pode ser importante em uma pastagem, onde a excreta pode vir a cobrir até um terço da área pastejada, quando a área é usada em rotação (AFZAL; ADAMS, 1992). Seu enterrio imediato realizado por besouros coprófagos, segundo Bianchini et al. (1992), evitaria a formação dessas áreas de rejeição ao pastejo, também controlando helmintos gastrintestinais e a mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans* L.). Além disso, a massa fecal é, basicamente, matéria orgânica, da qual a contribuição para o crescimento das plantas é indiscutível,

As fezes são constituídas de água, resíduos não digeridos da forragem, produtos do metabolismo animal e uma variada população microbiana, bem como produtos do seu metabolismo. Comumente o material fibroso representa 47 a 68% das fezes. Segundo Monteiro e Werner (1997), para que haja liberação dos nutrientes as fezes devem sofrer degradação que pode ocorrer por: a) Processo Físico: pela ação das gotas de chuva e dos cascos dos animais; b) Processo

Biológico: pelos organismos vivos do solo como microorganismos, insetos e minhocas.

De modo geral, 60 a 90 % dos nutrientes ingeridos pelos animais são excretados na forma de fezes e urina (BARROW, 1987). Segundo Monteiro e Werner (1997), a maior parte dos nutrientes minerais, incluindo o nitrogênio, que é ingerida pelos animais, retorna ao sistema pelas excreções.

As excreções contêm componentes indigeríveis da dieta (10 a 40% da massa das fezes), produtos e resíduos do metabolismo digestivo (50 a 80%), resíduos e produtos de origem endógena (10 a 15%) e, ainda, bactérias (Van SOEST, 1994).

A presença das excretas no pasto, freqüentemente, provoca aumento da produção de massa seca nas plantas próximas devido ao aproveitamento de parte dos nutrientes contido nas excretas. Contudo, o aproveitamento dos nutrientes pode não ocorrer de maneira eficiente, pois durante o pastejo, de 90 a 95% do N removido com o consumo da forragem, retorna com as excreções, de maneira concentrada em pequenas áreas da pastagem (PETERSEN et al. (1956), BORROW (1987), MORTON e BAIRD (1990), THOMAS e ASAKAWA, (1993)).

A quantidade e freqüência das excreções são bastante variáveis e dependem da quantidade da dieta, da categoria animal e da atividade de produção, que determinam, os teores e as quantidades dos nutrientes reciclados. Conseqüentemente, a quantidade dos nutrientes reciclados é igualmente variável.

Para um sistema de produção de leite na Nova Zelândia Haynes e Williams (1993) citam deposições de 102, 34 e 38 kg/ha/ano de N, P e K, respectivamente, contudo indicam que entre 38,9 e 92 % do N, P e K excretados foram transferidos para uma área fora do alcance da planta forrageira, incluindo caminhos, áreas de descanso e proximidades de bebedouros e cochos. Entretanto, em um sistema

menos produtivo sob pastejo de brachiaria, na Venezuela, Buschbacher (1987) constatou o retorno anual de apenas 6 a 12; 1,1 a 2,2 e 1,2 a 2,5 kg/ha de N, P e K, respectivamente, oriundos das fezes.

A proporção dos nutrientes que retornam ao solo pelas fezes de bovinos durante o pastejo pode variar entre os diversos sistemas de produção. Estimativas destas proporções podem ser feitas pelo conhecimento da quantidade e composição do alimento consumido e de informações sobre a exigência do animal (BARROW, 1987)

Embora a quantidade da dieta, a categoria animal e o tipo de exploração afetem a quantidade de nutrientes excretada urina e fezes, o fósforo, cálcio e magnésio são excretados principalmente via fezes, o nitrogênio pode ser excretado em proporções significativas tanto nas fezes como na urina, entretanto o potássio é excretado em maior quantidade na urina (HAYNES; WILLIAMS, 1993). Os mesmos autores citam que 20 a 25% do N fecal encontram-se em formas solúveis em água, no entanto, Williams e Haynes (1995) verificaram que sob pastagem de alta qualidade, 57% do N fecal foi excretado em forma solúvel.

O fósforo é excretado principalmente nas fezes, e a quantidade e forma excretada dependem do teor de P e da digestibilidade da forragem (CANTARITTI et al., 2001). Bromfield e Jones (1970) relatam que sob maiores teores de P e maior digestibilidade, até 80% do P orgânico da forragem pode ser mineralizado durante a passagem pelo animal e conseqüentemente, menor proporção de P orgânico é excretado.

Ferreira et al. (2000) constataram que o ao longo de 442 dias apenas 24 e 38% do N proveniente da urina foi recuperado pela *Brachiaria decumbens* em Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho-Ecuro, respectivamente. Essa variação indica

que o tipo de dieta afeta diretamente a eficiência da recuperação pela pastagem do N excretados nas fezes.

Barrow (1987) cita que apenas 10 a 30% do potássio excretado são encontrados nas fezes e tanto nas fezes como na urina ele se encontra na forma iônica, sendo, portanto, solúvel em água e altamente móvel no solo. Enquanto isso, 70 a 90% do cálcio e magnésio são excretados nas fezes, mas apenas 32 e 52% do cálcio e magnésio respectivamente são solúveis em água (HAYNES; WILLIANS, 1993).

Com base nessas considerações, pode-se mencionar que são inúmeras as fontes de variação que dificultam a reciclagem de nutrientes nas áreas de pastagem, sendo uma delas a distribuição espacial de fezes. Assim, estudos nessa área são relevantes, a fim de descobrir qual a real contribuição dos nutrientes encontrados nas fezes, como fonte de nutrientes disponíveis para as plantas, diminuindo assim a necessidade de fertilizantes.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Local

O experimento foi realizado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/USP, em área pertencente à Prefeitura do Campus Administrativo de Pirassununga, USP (21° 59' S, 47° 26' W, 634 m de altitude). O clima é subtropical do tipo Cwa (com inverno seco e verão quente e chuvoso) segundo a classificação climática de Köppen (OLIVEIRA; PRADO, 1984). A precipitação pluviométrica mensal e a temperatura média diária ocorrida durante o período experimental encontram-se na **Tabela 1 e nas Figuras 1, 2 e 3**. O estudo foi realizado numa pastagem formada em 1997 com *Brachiaria brizantha* [(Hochst ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu].

O solo da área é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (Embrapa, 1999) com pH (CaCl₂) 5,3 e concentração de P em resina de 8,7 mg.dm⁻³. As concentrações de K, Ca e Mg determinadas foram de 1,3; 23,0 e 10,0 mmol_c.dm⁻³, com saturação por bases de 59%. A correção do solo foi realizada em novembro de 2001 utilizando-se o calcário magnesiano (PRNT = 90%), aplicado em superfície, para elevar o índice de saturação por bases para 70%. Em 2002, antes do início do experimento, foi realizada a uniformização dos piquetes à altura média de 20 cm do solo, utilizando-se de uma roçadeira.

Para as avaliações do ano de 2004, a área experimental foi uniformizada de acordo com respectivos tratamentos experimentais, com a presença dos animais. Durante o período experimental foram realizadas as adubações com nitrogênio (50 kg N ha⁻¹ ciclo de pastejo⁻¹) e potássio (25 kg K₂OI ha⁻¹ ciclo de pastejo⁻¹) respectivamente. Como fonte de fósforo, em outubro de 2002, foi utilizado o

superfosfato simples, após uniformização da pastagem pela roçada e em dezembro de 2003 após pastejo inicial, em doses de 90 kg de P_2O_5 ha⁻¹.

Tabela 1 - Precipitação pluviométrica e temperatura média mensal de Pirassununga, SP.

Mês	Precipitação pluviométrica			Temperatura média diária		
	2003	2004	Média †	2003	2004	Média ‡
	mm			°C		
Janeiro	269	187	251	24,4	22,6	24,2
Fevereiro	165	419	217	26,1	22,2	24,3
Março	156	74	155	24,2	21,4	23,8
Abril	56	86	46	22,5	20,7	21,8
Maio	51	110	41	18,0	17,7	19,5
Junho	15	16	37	18,9	16,8	18,3
Julho	13	-	19	17,7	-	18,1
Agosto	13	-	25	18,1	-	20,0
Setembro	15	-	52	21,9	-	21,6
Outubro	47	-	126	23,6	-	22,6
Novembro	25	-	157	22,2	-	23,1
Dezembro	196	-	217	23,7	-	23,6

† Média histórica: 30 anos, Pirassununga, SP.

‡ Média histórica: 30 anos, Pirassununga, SP.

Figura 1. Extrato do balanço hídrico climatológico de Pirassununga, SP no ano de 2003.

Figura 2. Extrato do balanço hídrico climatológico de Pirassununga, SP no ano de 2004.

Figura 3. Extrato do balanço hídrico climatológico de Pirassununga, SP Média histórica de 30 anos.

2.2.2 Gramínea

A espécie de gramínea utilizada pertence ao gênero *Brachiaria*, o Capim-Marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. RICH.) STAPF. cv. Marandu], caracterizado pela sua tolerância à cigarrinha das pastagens, bom valor nutritivo, alta, robusta e com colmos iniciais prostrados, mas com perfilhos predominantemente eretos, podendo chegar a altura de 50 cm. As inflorescências atingem até 40 cm de comprimento, geralmente com 4 a 6 ráculos, eqüidistantes ao longo do eixo e medindo de 7 a 10 cm de comprimento (NUNES et al., 1984). O capim-marandu é considerado de média exigência com relação à fertilidade do solo, produz até 20 t de forragem ha⁻¹ano⁻¹ e apresenta teores médios de proteína e digestibilidade de 10% e 60%, respectivamente (NUNES et al., 1984; WERNER et al., 1996; VALLE et al., 2000). Pastagens desta cultivar possuem elevado potencial para a produção de carne bovina, proporcionando ganhos de 480 a 700 kg peso vivo ha⁻¹ ano⁻¹ em média (VALLE et al., 2000).

2.2.3 Delineamento experimental e manejo dos animais

Os tratamentos foram quatro níveis de oferta de forragem (OF): 5, 10, 15 e 20 kg de massa seca de forragem determinada no pré-pastejo para cada 100kg de peso animal dia⁻¹ (%), com ciclo de pastejo de 35 dias, sendo sete de ocupação e 28 de descanso. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados com 4 repetições. A área de 25,2 ha foi dividida em 16 unidades experimentais de 1,575 ha, subdivididas em 5 piquetes de 3150 m² (35 x 95 m), a fim de permitir o ciclo de pastejo (**Figura 4**).

A coleta dos dados experimentais foi realizada após a saída dos animais em um dos cinco piquetes de cada unidade experimental, denominado piquete três. O período experimental foi de 21 de janeiro a 1 de abril de 2003, e de 20 de janeiro a

04 de abril de 2004. Os animais utilizados foram bovinos da raça Nelore (*Bos taurus indicus* L.) com peso médio inicial de 250 kg e cerca de 15 meses de idade, suplementados exclusivamente com sal mineral da linha branca. Dados como número de animais ou unidade animal por hectare, peso animal médio (PAM) e produções de massa seca por hectare (kg MS ha⁻¹) são apresentados nas **Tabelas 2 e 3**.

Figura 4. Croqui da área experimental.

Em cada unidade experimental, animais testers (traçadores), em número de quatro em 2003 e três em 2004, foram mantidos para as avaliações de desempenho, e animais reguladores foram adicionados ou retirados no decorrer das avaliações para ajustar a lotação de acordo com a OF estipulada. A pesagem dos animais foi realizada a cada ciclo de pastejo, sob jejum de água, forragem e sal por 16 horas.

Tabela 2 - Número de animais, quilogramas de peso animal (kg PA), peso médio animal (PAM), taxa de lotação (UA/ha) e produção de massa seca por hectare (kg MS ha⁻¹), dos piquetes (Unidades experimentais – UE) para as coletas de dados experimentais em 2003.

Ciclo de Pastejo 1 (21/01/03)						
U E	Oferta de forragem (%)	Nº An.	Kg PA	PAM (kg)	UA/ha	Kg MS/ha
1	5	15	4585	305	10,19	1604
6	5	16	4848	303	10,77	1696
9	5	17	5979	351	13,29	2092
15	5	17	5818	342	12,93	2036
3	10	13	3849	296	8,55	2694
7	10	11	3508	318	7,80	2455
10	10	12	3797	316	8,44	2657
16	10	8	2937	367	6,53	2055
Média	5	16	5307	325	11,79	1857
	10	11	3522	324	7,83	2465
Ciclo de Pastejo 2 (25/02/03)						
1	5	13	3005	231	6,68	1051
6	5	14	4137	295	9,19	1447
9	5	19	5794	304	12,88	2027
15	5	16	5092	318	11,32	1782
3	10	12	3553	296	7,90	2487
7	10	13	3985	306	8,86	2789
10	10	16	3505	219	7,79	2453
16	10	8	2485	310	5,52	1739
Média	5	15	4507	287	10,02	1577
	10	12	3382	283	7,52	2367
Ciclo de Pastejo 3 (01/04/03)						
1	5	10	2862	286	6,36	1001
6	5	13	4109	316	9,13	1438
9	5	12	3580	298	7,96	1253
15	5	13	4311	331	9,58	1508
3	10	10	3892	389	8,65	2724
7	10	9	2968	329	6,60	2077
10	10	8	2327	290	5,17	1628
16	10	13	4655	358	10,34	3258
Média	5	12	3715	308	8,26	1300
	10	10	3460	341	7,69	2422
Média 2003						
U E	Oferta de forragem (%)	Nº An.	Kg PA	PAM (kg)	Lotação UA	Kg MS/ha
Média	5	14	4510	307	10,02	1578
	10	11	3455	316	7,68	2418

Tabela 3 - Número de animais, quilogramas de peso animal (kg PA), peso médio animal (PAM), taxa de lotação (UA/ha) e produção de massa seca por hectare (kg MS ha⁻¹), dos piquetes (Unidades experimentais – UE) para as coletas de dados experimentais em 2004.

Ciclo de Pastejo 1 (20/01/04)						
U E	Oferta de forragem (%)	Nº An.	Kg PA	PAM (kg)	UA/ha	Kg MS/ha
1	5	14	5052	360	11,23	1768
6	5	11	3672	333	8,16	1285
9	5	13	4807	369	10,68	1682
15	5	12	5063	421	11,25	1772
3	10	10	2990	299	6,64	2093
7	10	8	2488	311	5,53	1741
10	10	9	3065	340	6,81	2145
16	10	9	2948	327	6,55	2063
Média	5	12	4648	371	10,3	1626
	10	9	2872	319	6,4	2010
Ciclo de Pastejo 2 (30/03/04)						
1	5	11	4197	381	9,33	1468
3	5	10	3747	374	8,33	1311
6	5	11	3941	358	8,76	1379
7	5	13	4824	371	10,72	1688
9	10	9	3060	340	6,80	2142
10	10	8	2844	355	6,32	1990
15	10	8	2999	374	6,66	2099
16	10	8	3168	396	7,04	2217
Média	5	11	4177	371	9,3	1462
	10	8	3017	366	6,7	2112
Ciclo de Pastejo 3 (04/05/04)						
1	5	10	3526	352	7,84	1234
3	5	10	3631	363	8,07	1270
6	5	10	3605	360	8,01	1261
7	5	10	3820	382	8,49	1337
9	10	8	2687	335	5,97	1880
10	10	7	2695	385	5,99	1886
15	10	7	2443	349	5,43	1710
16	10	6	2686	447	5,97	1880
Média	5	10	3645	364	8,1	1275
	10	7	2627	379	5,8	1839
Média 2004						
U E	Oferta de forragem (%)	Nº An.	Kg PA	PAM (kg)	Lotação UA	Kg MS/ha
Média	5	11	4157	369	9,24	1454
	10	8	2839	355	6,30	1987

Em 2003 a estimativa de massa de forragem (MF) no pré-pastejo e no pós-pastejo foi realizada de maneira direta pelo corte da forragem ao nível do solo em três pontos de área igual a 1m^2 ($1,0 \times 1,0 \text{ m}$) e representativos da condição média do piquete. Em 2004, a avaliação foi realizada de maneira indireta com prato ascendente de 35,5 cm de diâmetro e 480,2 g de peso (Ashgrove, Palmerston North, Nova Zelândia), em cerca de 50 pontos por piquete. A calibração para a leitura do prato e MF foi realizada ao longo de todo o período experimental, tanto no pré como pós-pastejo. Para cada calibração, foram escolhidos cinco pontos de 1m^2 de área ($1,0 \times 1,0 \text{ m}$) com MF constante. Após a realização de quatro leituras em cada ponto, a forragem foi cortada ao nível do solo para a pesagem e determinação dos teores de matéria seca em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas.

As curvas de regressão linear foram geradas e os coeficientes de determinação obtidos foram superiores a 0,78 (BRAGA et al., 2004), e quando possível foram agrupadas por análise de covariância para limitar o número de equações utilizadas. Entre o primeiro e o segundo ano do experimento, durante o inverno e a primavera de 2003, a pastagem continuou sendo manejada sob os mesmos tratamentos, com período de descanso de 56 dias e sete dias de ocupação. Durante este período não foi realizada adubação da área experimental.

2.2.4 Coleta dos dados experimentais

2.2.4.1 Dinâmica de deposição de fezes

Os piquetes avaliados foram aqueles as OF de 5 e 10 % (5 kg de massa seca de forragem por 100 kg de peso animal dia^{-1}). Assim, foram dois tratamentos com quatro blocos (repetições). Foram demarcados, no interior de cada piquete, três círculos de 12,5 metros de raio, a área ocupada por círculo correspondeu a 490,87

m², que foi subdividido em quatro quadrantes (I, II, III, IV). Para cada círculo foi designada uma letra (A, B, C) para identificação. O círculo denominado A, aquele localizado mais próximo da porteira do piquete; o círculo C na outra extremidade e o círculo B na posição central do piquete (**Figura 5**).

Figura 5. Croqui do piquete.

Após o período de ocupação de sete dias foram feitos as contagens dos bolos fecais e seus registros de acordo com os círculos de ocorrência, sendo sua marcação feita com cal hidratada de modo que cada placa fosse registrada uma única vez.

A partir dos dados colhidos foram calculadas porcentagens de bolos fecais nas áreas de descanso e nas áreas de rejeição, além de número de defecações, área coberta para cada animal e para cada unidade animal (UA).

A partir dos registros das distribuições dos bolos fecais em cada um dos piquetes avaliados, nas OF de 5 e 10% e em seus respectivos círculos e quadrantes, foram calculadas estimativas de parâmetros estatísticos como: σ^2 , médias, $\sum X_i$, $\sum X_i^2$, com base nos registros em cada um dos ciclos de pastejo isolados e acumulados nos dois anos de avaliações. Foram, então, calculados os Índices de Dispersão (**ID**) eq. (1), as medidas da densidade dos bolos fecais na pastagem (**D**) eq. (2) e porção da área da pastagem coberta pelos bolos fecais (**P**), com a sobreposição eq. (3) e sem a sua sobreposição eq. (4), além do cálculo do Expoente **K** da Distribuição Binomial Negativa eq. (5) e do Índice de Morista Padronizado (**I_p**) eq. (6) proposto por Smith-Gill (1975) e adaptado por Krebs (1999), para caracterizar mais apropriadamente o modelo de distribuição.

$$ID = \frac{S^2}{\bar{X}}$$

$$\begin{aligned} ID &= \text{Índice de Dispersão} \\ S^2 &= \text{Variância amostral} \\ X &= \text{Média de bolos fecais observados} \end{aligned} \quad (1)$$

$$D = \frac{N\alpha}{A}$$

$$\begin{aligned} D &= \text{Densidade dos bolos fecais na pastagem} \\ N &= \text{Número total de bolos fecais na pastagem} \\ A &= \text{Área total da pastagem} \\ \alpha &= \text{Área individual coberta pelo bolo fecal} \end{aligned} \quad (2)$$

$$P = 100.D$$

$$\begin{aligned} P &= \text{Porção da área da pastagem coberta pelos bolos fecais sem sobreposição} \\ D &= \text{Densidade dos bolos fecais na pastagem} \end{aligned} \quad (3)$$

$$P = 100 - e^{-D}$$

$$\begin{aligned} P &= \text{Porção da área da pastagem coberta pelos bolos fecais com sobreposição} \\ D &= \text{Densidade dos bolos fecais na pastagem} \\ e &= \text{Área individual coberta pelo bolo fecal} \end{aligned} \quad (4)$$

$$K = \frac{\left(\bar{X} \right)^2}{\left(S^2 - \bar{X} \right)}$$

K = Expoente da Distribuição Binomial Negativa
X = Média do número de bolos fecais depositadas
***S*²** = Variância Amostral

(5)

$$I_p = 0,5 + 0,5 \left[\frac{(I_d - M_c)}{(n - M_c)} \right]$$

I_p = Índice de Morista Padronizado
I_d = Índice de Dispersão de Morista
M_c = Índice de Agregação
n = Número de quadrantes

(6)

Na **Figura 6** estão representados os modelos de distribuição espacial aleatório, agregado e o uniforme, utilizado na caracterização da distribuição dos bolos de fezes, seguindo a adaptação de Krebs (1999).

Figura 6. Representação do modelo de distribuição espacial aleatório, agregado e uniforme de excretas de bovinos em condições de pastagens, (adaptado de KREBS, 1999).

Através do cálculo do Índice de Dispersão de Morista (***I_d***) eq. (7) (MORISTA, 1972 citado por KREBS, 1999), do Índice de Uniformidade (***M_u***) eq. (8) e o Índice de Agregação (***M_c***) eq. (9), e posterior avaliação dos seus valores, foi obtida a fórmula

especifica de cálculo do Índice de Morista Padronizado (I_p) eq. (6), que varia de -1,0 a +1,0, com limite de confiança de 95%, a +0,5 e -0,5. O modelo aleatório é caracterizado por I_p igual a zero, o modelo agregado acima de zero e o modelo uniforme abaixo de zero (KREBS, 1999).

$$I_d = \frac{n(\sum X_i^2 - \sum X_i)}{(\sum X_i)^2 - \sum X_i}$$

I_d = Índice de Dispersão de Morista (7)

n = Número de quadrantes

$\sum X_i^2$ = Soma de quadrados do número de bolos fecais em cada quadrante

$\sum X_i$ = Soma do número de bolos fecais em cada quadrante

$$M_u = \frac{X_{0,795}^2 - n + \sum X_i}{\sum X_i - 1}$$

M_u = Índice de uniformidade (8)

$X_{0,795}^2$ = Valor de Qui-quadrado tabelado com (n-1) graus de liberdade que tem 97,5% da área para a direita

n = Número de quadrantes

$\sum X_i$ = Soma do número de bolos fecais em cada quadrante

$$M_c = \frac{X_{0,025}^2 - n + \sum X_i}{\sum X_i - 1}$$

M_c = Índice de agregação (9)

$X_{0,025}^2$ = Valor de Qui-quadrado tabelado com (n-1) graus de liberdade que tem 2,5% da área para a direita

n = Número de quadrantes

$\sum X_i$ = Soma do número de bolos fecais em cada quadrante

2.2.4.2 Reciclagem de nutrientes

As fezes foram coletadas para análise da composição química (matéria seca, matéria orgânica e macro e micronutrientes) A matéria seca foi determinada por diferença de peso após secagem em estufa a 105°C e a matéria mineral e orgânica determinados em mufla a 550°C, conforme método descrito por Silva (1990). Essa coleta foi realizada logo após a defecação do animal. Também foram

avaliados o peso e a área ocupada pelo bolo fecal. Para determinação da área do bolo fecal foi utilizada uma trena, medindo-se a circunferência externa do bolo, a partir da qual era calculada a área ocupada pelo bolo fecal (**Figura 7**). Os valores médios de área e peso dos bolos fecais obtidos foram utilizados para a deposição do bolo fecal (**Figura 9**), mediante a utilização de balde com fundo retirado (**Figura 8**), nas avaliações de acúmulo de forragem e da fertilidade do solo.

Figura 7. Trena utilizada para determinar a circunferência dos bolos fecais.

Figura 8. Balde com o fundo retirado para moldar o bolo fecal.

Figura 9. Bolo fecal moldado e alocado na área de avaliação.

As análises de solo para avaliar alterações nos teores de nutrientes foram realizadas sempre abaixo do bolo fecal e nas profundidades de 0-5; 5-10; 10-15; 15-20 e 20-25 cm, com o auxílio de sonda para amostragem a retirada de solo dos locais demarcados. Os períodos de amostragem do solo foram: antes da deposição do bolo fecal (0 dia), nos 40º e 80º dias dessa fase. No solo foram avaliados: pH (solução CaCl_2), Matéria Orgânica (MO), Fósforo Resina (P), Enxofre (S), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Acidez Potencial (H+Al), Alumínio (Al), (Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Saturação de Bases (V), Saturação de Alumínio (m) – calculados) e os principais micronutrientes (Boro – água quente (B), Cobre DTPA (Cu), Ferro DTPA (Fe), Manganês DTPA (Mn) e Zinco DTPA (Zn)).

2.2.4.3 Acúmulo de Forragem

Foram marcadas cinco áreas de $0,49 \text{ m}^2$ ($0,70 \times 0,70\text{m}$) por piquete, sendo quatro com influência do bolo fecal e uma considerada testemunha, para avaliação de acúmulo de forragem. As alturas da forragem dentro de cada uma

das gaiolas (**Figura 10**) foram homogeneizadas com as alturas de resíduo de pré-pastejo do ciclo, e após 28 dias foram cortadas respeitando a mesma altura de resíduo de pré-pastejo, tendo-se assim a quantidade de massa de forragem acumulada pela influência dos bolos fecais.

Figura 10. Gaiola utilizada para proteger a área de avaliação.

2.2.5 Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o procedimento MIXED do programa estatístico SAS (SAS, 1999). Para comparação das médias procedeu-se ao teste de médias (Tukey) entre os anos, ciclos e tratamentos avaliados. Para as avaliações de quantidade de bolos fecais presentes nos círculos de avaliação, porcentagem de bolos fecais nas áreas de descanso e de rejeição, área coberta por unidade animal por dia, densidade de bolos fecais na pastagem, porção da pastagem coberta pelos bolos fecais sem e com a sua sobreposição, as análises foram realizadas separadamente para cada ano, visto que as épocas de avaliações não foram coincidentes. Para facilidade de compreensão, os níveis do fator ano foram designados como 2003 e 2004, enquanto os níveis o fator ciclo de

pastejo foram designados com 1, 2 e 3 e o fator tratamento (% de Oferta de Forragem) foram designados 5 e 10%. Já para as avaliações de fertilidade do solo foi utilizado procedimento GLM do programa estatístico SAS (SAS, 1999), Para comparação das médias procedeu-se ao teste de médias (Tukey) entre os dias de avaliação, e ao teste de contraste (Tukey- Kramer) e de regressão para o estudo da variação da fertilidade do solo, em função dos dias de avaliação e profundidades. As análises foram realizadas separadamente para cada tratamento (% Oferta de Forragem) 5 e 10%. Para facilidade de compreensão os níveis do fator época de avaliação foram designados como 0, 40^o e 80^o dias após a alocação do bolo fecal na área de avaliação, enquanto os níveis o fator profundidade de amostragem foram designados com 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-25 cm abaixo do bolo fecal, sendo que para os elementos Enxofre, Boro, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco apenas as profundidades de 0-5 e 5-10 cm abaixo do bolo fecal.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.3.1 Composição, peso e área dos bolos fecais

As fezes são constituídas de água, resíduos de forragem não digerida, produtos do metabolismo animal e por grande e variada população de microorganismos. A composição e a concentração em nutrientes também é influenciada pelo tipo e quantidade da dieta ingerida, pela categoria animal e pelo tipo de exploração, diferenças essas observadas na **Tabela 4**.

Tabela 4 - Diferentes composições químicas das fezes.

Referência	Composição química %					
	N	P	K	Ca	Mg	MO
Huton et al.,1967	2,8	0,7	0,8	-	-	-
Buschabacher, 1987	1,8	0,3	0,4	-	-	-
Haynes & Williams,1993	2,6	0,7	1,0	2,0	0,66	80
Braz, 2001	0,9 – 1,3	0,51	0,31	-	-	-

Durante a fase experimental as fezes coletadas foram analisadas para macro e micronutrientes, e sua composição encontra-se na **Tabela 5**. Observa-se que os valores constatados durante o experimento estão muito próximos aos dados apresentados pelos autores citados na **Tabela 4**.

Tabela 5 – Teores médios de macro e micronutrientes das fezes frescas de bovinos.

Amostra	MS	MO	MM	Na	Mg	K	Ca	P	N	Cu	Mn	Zn	Fe
Fezes	%			mg/Kg			%			ppm			
	89,7	80,0	20,0	1799,0	0,5	1,2	1,5	0,3	1,6	9,7	86,3	12,5	723,0

O peso do bolo fecal, e área coberta por ele também sofrem influência da categoria animal, da quantidade e tipo de dieta, de condicionadores de pastejo e de

fatores ambientais. Goodall (1951) cita que a variação na defecação de um bovino vai de 0,45 a 6,79 kg. During e Weeda (1973), trabalhando com novilhas leiteiras, verificaram que a média da área coberta pelos bolos fecais foi de 0,05 m² e Haynes e Williams (1993) citam que o peso de uma defecação está entre 1,5 e 2,7 kg e a área coberta entre 0,05 e 0,09 m². Tanto os dados de peso como os de área dos bolos fecais, verificados nessa pesquisa, estão dentro da amplitude de variação encontrada por outras pesquisas, justificando desta forma o método utilizado para alocação dos bolos fecais na área experimental. Os valores de área coberta e peso dos bolos fecais obtidos na presente pesquisa são apresentados na **Tabela 6**.

Tabela 6 - Valores máximos, mínimos e médios de peso, circunferência, raio e área dos bolos fecais.

Bolo fecal	Peso (kg)	Circunferência (cm)	Raio (cm)	Área cm²	Área m²
Máximo	2,71	120,00	19,10	1145,90	0,115
Mínimo	1,80	53,00	8,44	150,60	0,015
Média	2,25	73,44	11,69	440,40	0,044

2.3.2 Distribuição das fezes nos círculos de avaliação e quantidade de bolos fecais nas áreas de descanso e rejeição

O número médio de bolos fecais nos três círculos de avaliação (A, B e C), durante os anos de 2003 e 2004, está apresentado na **Tabela 7**. Os tratamentos de 5 e 10% OF apresentaram-se diferentes estatisticamente nos dois anos, sendo o número médio maior para a OF 5%, resultado esse esperado, uma vez que a taxa de lotação era maior, conforme os dados apresentados nas **Tabelas 2 e 3**. Para os ciclos de pastejo, no ano de 2003, verifica-se alternância na deposição de bolos fecais, devido ao comportamento animal. No ciclo de pastejo 2 os animais

defecaram mais fora da área de avaliação e nos corredores que dão acesso aos bebedouros e saleiros.

Para ao ano de 2004 houve interação entre o tratamento e o ciclo de pastejo **Tabela 8**, sendo também observada a alternância na deposição de bolos fecais para o tratamento de 5% de OF, entretanto no 10% de OF houve decréscimo no segundo e terceiro ciclos de pastejo, devido os animais terem defecado mais fora dos círculos de avaliação.

Tabela 7 – Número médio de bolos fecais nos círculos de avaliação para os anos de 2003 e 2004, e nas ofertas de forragem e ciclos de pastejo.

Ano de avaliação	Tratamento (% OF)		P	Ciclo de pastejo			P
	5%	10%		1	2	3	
2003	154,14 A	110,94 B	<0,05	142,21 AB	103,4 B	151,96 A	<0,1
2004	94,08 A	52,27 B	<0,001	-	-	-	-

Médias seguidas de letras maiúsculas e distintas na mesma linha para os anos de avaliação, nos tratamentos e ciclos de pastejo diferiram estatisticamente; NS – não significativos; P – Probabilidade.

Tabela 8 – Número médio de bolos fecais para o ano de 2004, considerando as ofertas de forragem e os ciclos de pastejo.

Tratamento (% OF)	Ciclo de pastejo			P
	1	2	3	
5%	106,50 A	69,41 B	106,33 A	<0,0001
10%	58,50 A	49,00 B	49,00 B	

Médias seguidas de letras maiúsculas e distintas na mesma linha para os tratamentos nos ciclos de pastejo diferiram estatisticamente; P – Probabilidade.

Segundo Braz et al. (2003), a distribuição das fezes na pastagem se dá de forma heterogênea, apresentando duas regiões distintas que recebem volumes semelhantes de fezes. Uma associada ao ato de pastejo, em que as fezes são distribuídas na maior parte da área da pastagem com menor densidade de defecações em relação à outra região, considerada área de descanso e ruminação, que ocupa pequena área da pastagem. Os resultados obtidos durante o experimento

apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos para a porcentagem de bolos fecais presentes nas áreas de descanso, sendo de 33,5 e 18,9% para 5 e 10% de OF respectivamente, dados próximos aos de Hirata et al. (1987) que constataram entre 11,4 e 29,5% e de Braz et al. (2003) com 43% dos bolos fecais ocorrendo em áreas de descanso e de ruminação. Para os anos de avaliação e ciclos de pastejo não houve diferença estatística. Para as porcentagens de bolos fecais nas áreas de rejeição, os tratamentos de 5 e 10% de OF apresentaram diferenças estatísticas, devido principalmente ao hábito de pastejo. Para o tratamento de 5% OF, os animais percorriam a pastagem de forma homogênea e intensa para a apreensão do alimento, ocasionando áreas de rejeição com número menor de bolos fecais e mais distribuídos nos piquetes. No tratamento de 10% OF, o contrário foi observado, ou seja, áreas de rejeição maiores e isoladas com concentração maior de bolos fecais. Na **Tabela 9** são apresentados os dados de porcentagem de bolos fecais nas áreas de descanso e de rejeição.

Tabela 9 – Porcentagem de bolos fecais nas áreas de descanso e de rejeição para os anos de 2003 e 2004, considerando os tratamentos de oferta de forragem e os ciclos de pastejo.

Variável analisada	Ano		P	Tratamento (OF%)		P	Ciclo de pastejo			P
	2003	2004		5%	10%		1	2	3	
Área de Descanso	24,2	28,3	NS	33,5 A	18,9 B	<0,05	21,8	28,1	28,7	NS
Área de rejeição	8,7	9,2	NS	4,2 B	13,8 A	<0,001	7,8	9,1	10,1	NS

Médias seguidas de letras maiúsculas e distintas na mesma linha para as variáveis analisadas, anos de avaliação, nos tratamentos e ciclos de pastejo diferiram estatisticamente; NS – Não significativos; P – Probabilidade.

2.3.3 Área coberta por unidade animal por dia, densidade de bolos fecais na pastagem, porcentagem da pastagem coberta com e sem a sobreposição dos bolos fecais.

Marsh e Campling (1970), compilando dados de diversos autores, estimaram que a área coberta pelas fezes de um bovino em um dia pode variar entre 0,45 e 1,1 m², os valores encontrados durante o período experimental e apresentados na **Tabela 10** estão abaixo aos encontrados na literatura, pois as áreas de avaliação nesta pesquisa compreendiam cerca de 46,7% da área total do piquete.

As áreas cobertas pelos bolos fecais por dia para cada unidade animal (bovino *Bos taurus indicus* com 450 kg) nos tratamentos de 5 e 10% OF por dia apresentaram diferenças estatísticas (P=0,0908). Ao considerar-se a área média coberta por um bolo fecal, encontrada durante o período experimental (**Tabela 6**), uma UA defeca em média 5,63 e 4,84 vezes ao dia nas OF de 5 e 10% respectivamente. Nos anos de avaliação e ciclos de pastejo foram observadas diferenças estatísticas (P<0,001).

Tabela 10 - Médias de área coberta por unidade animal por dia nos tratamentos de oferta de forragem, ciclos de pastejo e anos de avaliação.

Área coberta (m ² /UA/dia)	Ano		Tratamento (OF%)		Ciclo de pastejo		
	2003	2004	5	10	1	2	3
	0,286 A	0,177 B	0,248 A	0,214 B	0,231 AB	0,179 B	0,284 A

Médias seguidas de letras maiúsculas e distintas a mesma linha diferiram estatisticamente, para os anos de avaliação, tratamento de oferta de forragem e ciclos de pastejo.

Na **Tabela 11** estão apresentados os dados médios de Densidade (D), número de bolos fecais por metro quadrado de pastagem, e a porção da pastagem coberta pelos bolos fecais sem a sobreposição dos bolos fecais (PSS) e com a sobreposição (PCS). Os valores de D para os anos de avaliação, tratamentos 5 e

10% OF e para os ciclos de pastejo apresentaram diferenças estatísticas. Como o valor de D é dependente do número de bolos fecais presentes nas áreas de avaliação, seus valores assumem o mesmo comportamento da quantidade de bolos fecais presentes nos círculos de avaliação. A função de Distribuição de Poisson considera que uma mesma área da pastagem pode ser coberta mais de uma vez pelo bolo fecal. Os valores da porção da pastagem coberta sem e com a sobreposição da pastagem para os anos de avaliação, tratamentos e os ciclos de pastejo apresentaram diferenças estatísticas significativas, indicando que ao final de um ano a pastagem pode ser coberta de 5,7 a 10,6%. Wilkinson e Lowrey (1973) estimaram que cerca de 35% da área de pastejo (11% com fezes e 23,7% com urina) seriam coberta pelas excreções ao final de um ano.

Tabela 11 - Valores médios de Densidade (D) dos bolos fecais na pastagem e a Porção (P) da área da pastagem coberta pelos bolos fecais, sem sobreposição (SS) e com sobreposição (CS).

	Densidade (nº/m ²)	PSS (%)	PCS (%)
Ano			
2003	0,106 A	10,6 A	10,0 A
2004	0,059 B	5,9 B	5,7 B
P		<0,0001	
OF (%)			
5	0,100 A	10,0 A	9,45 A
10	0,065 B	6,6 B	6,3 B
P		<0,001	
CP			
1	0,090 A	9,0 A	8,5 A
2	0,065 A	6,5 A	6,3 A
3	0,092 A	9,2 A	8,77 A
P		<0,05	

Médias seguidas de letras maiúsculas e distintas na mesma coluna para as variáveis analisadas, nos tratamentos, ciclos de pastejo e ano diferiram estatisticamente; P – Probabilidade.

2.3.4 Padrão de distribuição espacial

Para avaliação do grau de agregação dos bolos fecais foram utilizados os Índices de Dispersão (ID) (KREBS, 1999) e o Índice de Morista Padronizado (I_p) proposto por Smith-Gill (1975) e adaptado por Krebs (1999), que se mostraram mais apropriados para a caracterização de modelos de distribuição. Os valores obtidos (**Tabela 12**) remetem, que a distribuição dos bolos fecais durante o período experimental foi agregada, pois o I_p variou de 0,64 a 0,65 para os tratamentos de OF nos anos de avaliação de 2003 e 2004. Segundo Krebs (1999), o Índice de Morista Padronizado varia de -1,0 a +1,0, com limite de confiança de 95%, e que o modelo aleatório caracteriza-se por I_p igual a zero; o modelo agregado acima de zero e o modelo uniforme abaixo de zero. Braz et al. (2003) relatam que o Índice de Morista Padronizado variou de 0,50 a 0,51, tanto para os registros considerando as semanas de avaliação isoladas, como para as semanas acumuladas. Páscoa (2005), trabalhando com capim-Tifton 85 (*Cynodon spp*, CV. Tifton 85), sob lotação rotacionada, detectou que a distribuição de fezes foi agregada em todos os ciclos de pastejo e para cada um dos dias dentro de cada ciclo de pastejo.

Tabela 12 - Valores do Índice de Morista Padronizado (I_p) e do Índice de Dispersão (ID).

Tratamento (% OF)	Ano	Índice de	
		Morista Padronizado (I_p)	Índice de Dispersão (ID)
5%	2003	0,64	4,02
	2004	0,64	4,13
10%	2003	0,65	4,28
	2004	0,64	4,01

Os valores de ID, que variaram de 4,01 a 4,28, também indicam que a distribuição dos bolos fecais foi agregada. Segundo Krebs (1999) se S^2/X for igual a

1 há caracterização de distribuição aleatória, se for menor que 1 por uma distribuição uniforme e se maior que 1 por uma distribuição agregada ($S^2 = \text{variância}$, $X = \text{média}$).

2.3.5 Interferência do bolo fecal na fertilidade do solo

Nas **Tabelas 13 e 14** estão representados Valores de pH (solução CaCl_2), Matéria Orgânica (MO), Acidez Potencial ($\text{H}+\text{Al}$), Alumínio (Al), Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Soma de Bases (SB), Saturação de Bases (V), Saturação de Alumínio (m), Fósforo Resina (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn) para os 0, 40^o e 80^o dias de avaliação e nas profundidades de amostragem de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-25 cm, para os tratamentos de 5 e 10% de Oferta de Forragem respectivamente.

Como descrito por Malavolta (1980), nas condições de solo, o efeito do pH é indireto; a variação da acidez ou da alcalinidade está associada com variações para mais ou para menos na disponibilidade de elementos, nutrientes ou não, como pode ser observado na **Figura 11**.

Figura 11. Relação entre o pH (em H_2O) e disponibilidade de elementos no solo (adaptado de MALAVOLTA, 1980)

Tabela 13 – Valores de pH, Matéria Orgânica (MO), Acidez Potencial (H+Al), Alumínio (Al), Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Soma de Bases (SB), Saturação de Bases (V), Saturação de Alumínio (m), Fósforo Resina (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn) para os 0, 40^o e 80^o dias de avaliação e nas profundidades de amostragem de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-25 cm, para o tratamento de 5% de Oferta de Forragem.

Variável analisada	Tratamento de 5% de Oferta de forragem									
	Dia de avaliação			P	Profundidade de amostragem (cm)					P
	0	40 ^o	80 ^o		0 - 5	05 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	
pH (CaCl ₂)	5,22 B	5,58 A	5,66 A	<0,01	5,73 A	5,62 A	5,30 B	5,38 B	5,40 B	<0,0001
MO (g/dm ³)	26,10	28,10	28,95	NS	39,50 A	27,58 B	25,33 C	24,08 D	22,08 E	<0,0001
H+Al (mmol _c /dm ³)	41,95 A	32,95 B	32,10 B	<0,01	30,92 B	35,25 A	38,17 A	36,67 A	37,33 A	<0,0001
Al (mmol _c /dm ³)	1,90	0,00	0,00	NS	0,00	0,00	2,25	0,25	0,67	NS
CTC (mmol _c /dm ³)	83,90	96,25	88,10	NS	112,33 A	83,33 B	88,67 B	88,50 B	75,25 C	<0,0001
SB (mmol _c /dm ³)	41,95 B	63,30 A	56,00 A	<0,01	81,42 A	47,08 B	50,50 B	51,83 B	37,92 C	<0,0001
V (%)	47,60 A	63,00 B	61,65 B	<0,01	71,58 A	56,33 B	55,25 B	55,25 B	48,67 C	<0,0001
m (%)	4,15	0,00	0,00	NS	0,00	0,00	1,16	1,33	4,41	NS
P (mg/dm ³)	7,20 B	16,85 A	17,10 A	<0,01	36,58 A	11,33 B	6,92 C	7,50 C	6,25 C	<0,0001
K (mmol _c /dm ³)	2,03 B	5,42 A	6,07 A	<0,01	8,05 A	4,39 B	3,46 B	3,13 B	3,50 B	<0,0001
Ca (mmol _c /dm ³)	27,60	37,65	31,70	NS	47,58 A	28,17 B	31,25 B	32,42 B	22,17 C	<0,0001
Mg (mmol _c /dm ³)	12,10 B	20,20 A	18,25 A	<0,05	25,67 A	14,58 B	15,75 B	16,33 BC	11,92 C	<0,0001
S (mg/dm ³)	6,25	8,87	9,12	NS	8,67	7,50	-	-	-	NS
B (mg/dm ³)	0,20	0,29	0,31	NS	0,35	0,18	-	-	-	NS
Cu (mg/dm ³)	1,66	1,85	1,98	NS	1,98 A	1,69 B	-	-	-	<0,001
Fe (mg/dm ³)	22,25	27,75	28,37	NS	34,58 A	17,67 B	-	-	-	<0,001
Mn (mg/dm ³)	10,03 B	16,34 A	12, 85 A	<0,05	16,29 A	9,85 B	-	-	-	<0,001
Zn (mg/dm ³)	2,48	1,56	2,30	NS	3,34 A	0,89 B	-	-	-	<0,001

Médias seguidas de letras maiúsculas e distintas na mesma linha para as variáveis analisadas, nos dias de avaliação e nas profundidades de amostragem diferiram estatisticamente; NS - Não significativo; P - Probabilidade.

Tabela 14 - Valores de pH, Matéria Orgânica (MO), Acidez Potencial (H+Al), Alumínio (Al), Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Soma de Bases (SB), Saturação de Bases (V), Saturação de Alumínio (m), Fósforo Resina (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn) para os 0, 40^o e 80^o dias de avaliação e nas profundidades de amostragem de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-25 cm, para o tratamento de 10% de Oferta de Forragem.

Variável analisada	Tratamento de 10% de Oferta de forragem									
	Dia de avaliação			P	Profundidade de amostragem (cm)					P
	0	40 ^o	80 ^o		0 - 5	05 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	
pH (CaCl ₂)	5,00	5,27	5,19	NS	5,35 A	5,17 AB	5,10 B	5,07 B	5,06 B	<0,1
MO (g/dm ³)	26,10	28,10	28,95	NS	37,50 A	27,58 B	23,67 C	22,42 CD	20,92 D	<0,0001
H+Al (mmol _c /dm ³)	45,55	41,35	41,2	NS	39,42 A	45,33 B	44,25 AB	42,50 AB	42,00 AB	<0,05
Al (mmol _c /dm ³)	3,20 A	0,95 B	1,20 B	<0,05	0,50 A	1,42 AB	2,25 B	2,50 B	2,25 B	<0,01
CTC (mmol _c /dm ³)	76,70	93,55	81,00	NS	95,00 A	85,83 AB	83,25 B	79,08 B	75,58 B	<0,001
SB (mmol _c /dm ³)	31,15	52,20	39,80	NS	55,58 A	40,50 B	39,0 B	36,58 B	3,58 B	<0,001
V (%)	39,7	53,35	48,35	NS	56,92 A	45,83 B	45,42 B	44,50 B	43,00 B	<0,0001
m (%)	10,05 A	2,90 B	3,65 B	<0,05	1,42 C	4,33 BC	6,74 AB	7,58 AB	8,33 A	<0,001
P (mg/dm ³)	5,95 B	16,85 A	12,15 A	<0,11	27,50 A	11,83 B	6,92 BC	5,58 C	6,42 C	<001
K (mmol _c /dm ³)	1,14 B	4,48 A	2,73 AB	<0,1	5,86 A	2,73 B	2,09 BC	1,74 C	1,48 C	<0,0001
Ca (mmol _c /dm ³)	22,05	33,15	27,25	NS	32,75	28,33	27,17	25,83	23,33	NS
Mg (mmol _c /dm ³)	8,00	14,65	9,85	NS	16,92 A	9,50 B	9,83 B	9,08 B	8,83 B	<0,001
S (mg/dm ³)	5,88	11,00	7,50	NS	8,66	7,58	-	-	-	NS
B (mg/dm ³)	0,15 A	0,34 B	0,31 B	<0,01	0,32 A	0,21 B	-	-	-	<0,01
Cu (mg/dm ³)	1,65 B	1,78 B	2,01 A	<0,01	1,83	1,79	-	-	-	NS
Fe (mg/dm ³)	28,00	39,37	75,75	NS	69,67 A	25,74 B	-	-	-	<0,01
Mn (mg/dm ³)	9,27	11,87	12,6	NS	14,83 A	7,67 B	-	-	-	<0,0001
Zn (mg/dm ³)	1,76	1,76	2,86	NS	3,42 A	0,84 B	-	-	-	<0,0001

Médias seguidas de letras maiúsculas e distintas na mesma linha para as variáveis analisadas, nos dias de avaliação e nas profundidades de amostragem diferiram estatisticamente; NS - Não significativo; P - Probabilidade.

Para os resultados de pH, no tratamento de 5% de OF, houve aumento nos dias de avaliação, não apresentando diferenças estatísticas entre o 40º e 80º, já para o tratamento de 10% de OF as diferenças não foram significativas. Com relação à profundidade de amostragem, para ambos os tratamentos houve redução nos valores conforme o aumento da profundidade, resultados que se assemelham aos encontrados por Schalch et al. (2005), quando estudaram a contribuição na fertilidade do solo pelo enterrio de bolos fecais por besouros coprófagos. Os valores de MO, independente do tratamento de OF, apresentaram-se semelhantes ($P > 0,05$) nos dias de avaliação, porém para as profundidades de amostragem ambos apresentaram diferenças estatísticas. McDowell et al. (1983) relatam que quando as concentrações de MO aumentam, os teores de H+Al, Al e m% diminuem, enquanto os valores de pH aumentam, como pode ser observado nas **Figuras 12 e 13**. Constata-se que o efeito do pH foi importante na diminuição de H+Al, Al e m% e principalmente nos teores de Al e m%, para o tratamento de 5% de OF. Segundo Malavolta (1967), o alumínio trocável apresenta relação inversa com o pH do solo, sendo que em pH abaixo de 5,5 os teores de Al e m% zeram. É importante relatar que o pH determinado nas condições deste experimento foi feito em CaCl_2 cujo resultado é cerca de 0,5 a 0,6 unidade menor que o pH em H_2O .

Embora não tenha havido diferença estatística para a CTC nas OF 5 e 10% e para os teores de SB na OF 10% observa-se aumento aos 40º dia e diminuição aos 80º dia (**Tabelas 13 e 14 e Figuras 12 e 13**). O aumento tanto da CTC como para a SB aos 40º dia de avaliação está relacionado com os valores de Ca e Mg presentes no solo. Nas profundidades de amostragem CTC apresentou-se maior na camada 0-5cm (5% OF – $P=0,0001$) e 0-5cm e 5-10cm (10% OF – $P=0,001$), enquanto a SB apresentou-se maior na camada 0-5cm (5% OF – $P=0,0001$ e 10% OF – $P=0,001$).

Figura 12. Relação entre os dias de avaliação e valores de pH e disponibilidade de elementos no solo, Alumínio (Al), Saturação de Alumínio (m), Acidez Potencial (H+Al), Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Saturação de Bases (V), Matéria Orgânica (MO), Soma de Bases (SB), para o tratamento de 5% de Oferta de Forragem.

Figura 13. Relação entre os dias de avaliação e valores de pH e disponibilidade de elementos no solo, Alumínio (Al), Saturação de Alumínio (m), Acidez Potencial (H+Al), Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Saturação de Bases (V), Matéria Orgânica (MO), Soma de Bases (SB), para o tratamento de 10% de Oferta de Forragem.

Os teores de P e K na OF 5% diferiram estatisticamente nos dias de amostragem. Para 0 dia os teores foram menores que aqueles encontrados nos 40° e 80° dias, que se mostraram semelhantes entre si. Braz et al. (2001) relatam que o N e o P encontram-se, principalmente, fazendo parte de complexos orgânicos, e que a liberação de ambos para a planta depende de um processo de mineralização (passagem da forma orgânica para a mineral) e, conseqüentemente, da atividade biológica ou mecanismos físicos no bolo fecal. Portanto, os resultados obtidos resultam da mineralização do fósforo no solo, onde o agente físico pode estar relacionado à ação de besouros ou pisoteio dos animais. As alterações nos teores de P nos dias de avaliação podem ser visualizadas na **Figura 14**.

Os teores de P, no tratamento de 10%, foram maiores nos 40° e 80° dias, sendo semelhantes e diferentes ($P=0,11$) dos teores encontrados ao 0 dia de avaliação. Os teores de K aumentaram de 0 a 40° dia de avaliação e decresceram ao 80° dia (**Tabela 14 e Figura 15**). Esse comportamento pode estar relacionado ao processo de lixiviação ou de sua absorção pela planta. Weeda (1967) verificou que a liberação de potássio das placas de fezes é rápida, ocorrendo o pico dos teores do nutriente no solo um mês após a aplicação das placas. Davies (1962), citado por Haynes & Willians (1993), reportou que praticamente todo potássio das fezes de bovinos é solúvel em água, o que favorece sua lixiviação e liberação das placas.

Com relação às profundidades de amostragem tanto para os tratamentos de 5 e 10% de OF, os valores de P e K apresentaram-se decrescentes e diferentes estatisticamente (**Tabelas 13 e 14**).

Figura 14. Relação entre os dias de avaliação e valores de pH e disponibilidade de elementos no solo, Fósforo Resina (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), para o tratamento de 5% de Oferta de Forragem.

Figura 15. Relação entre os dias de avaliação e valores de pH e disponibilidade de elementos no solo, Fósforo Resina (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), para o tratamento de 10% de Oferta de Forragem.

Para os teores de Ca não houve diferenças estatísticas em relação aos dias de avaliação para os tratamentos de 5 e 10% de OF (**Figuras 14 e 15**). Os teores de Mg foram diferentes estatisticamente para os dias de avaliação e profundidades de amostragem no tratamento de 5% de OF, enquanto para 10% OF houve diferença apenas para as profundidades de amostragem.

O valores de S, Fe e Zn não apresentaram diferenças significativas nos dias de avaliação para os tratamentos de 5 e 10%, enquanto B e Cu (5% OF) e Mn para (10% OF) foram semelhantes nos dia de avaliação. Nas profundidades de amostragem apenas Cu, Fe, Mn e Zn (5% OF) e B, Fe, Mn e Zn (10% OF) foram diferentes estatisticamente. Os valores de S não apresentaram o mesmo comportamento. A variação nos valores de B, Cu e Mn durante os dias de avaliação nos tratamentos de 5 e 10% de OF, podem ser vistos nas **Figuras 16 e 17** respectivamente.

Figura 16. Relação entre os dias de avaliação e valores de pH e disponibilidade de elementos no solo, Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn) para o tratamento de 5% de Oferta de Forragem.

Figura 17. Relação entre os dias de avaliação e valores de pH e disponibilidade de elementos no solo, Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn), para o tratamento de 10% de Oferta de Forragem.

Para algumas variáveis como K, Mg, CTC e SB no tratamento de 5% de OF e H+Al, Al, V%, m%, K no tratamento de 10% de OF ocorreram interação entre os dias de avaliação e as profundidades de amostragem de solo, representadas nas **Figuras 18 e 19** respectivamente.

Para os valores de Mg, CTC e SB a resposta foi linear ($P < 0,01$) e para K quadrática ($P < 0,01$) no tratamento de 5% de OF. O comportamento tanto da CTC como para a SB, nos dias de avaliação, estão relacionados com os valores de Ca, K e Mg presentes no solo, pois se observa que ao 40º dia de avaliação há aumento dos teores no solo, com decréscimo para o 80º dia, decorrente de lixiviação ou absorção pelas plantas para K e Mg.

Figura 18. Interação entre os dias de avaliação e as profundidades de amostragem para os valores de pH e disponibilidade de elementos no solo, Potássio (K), Magnésio (Mg), Capacidade de Troca de Cátions (CTC) e Soma de Bases (SB) para o tratamento de 5% de Oferta de Forragem.

Para os teores de Al, m% e V% a resposta foi linear ($P < 0,01$) e para K e H+Al quadrática ($P < 0,01$) no tratamento de 10% de OF.

Os valores de K (10% OF) apresentaram o mesmo comportamento que o tratamento de 5% OF. Braz et al. (2001) desenvolveram um estudo sobre a reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos em áreas de braquiaria, onde avaliaram a degradação de placas de fezes ao longo de 112 dias e observaram que os teores de K, passaram de 0,25% para menos de 0,05% nas placas de fezes após 112 dias de avaliação. Segundo os autores, a liberação dos nutrientes por lavagem ou lixiviação depende de sua presença na forma inorgânicas nas placas. Tem-se considerado que a maior parte do K presente nas fezes encontra-se em forma mineral.

Como descrito anteriormente, os teores de H+Al, Al e m% sofrem influência da variação do pH. Na **Tabela 14** observa-se que os valores de pH aumentam do dia 0 para o 40º, caindo para o 80º, assim os teores de H+Al, Al e m% apresentam o comportamento inverso.

Figura 19. Interação entre os dias de avaliação e as profundidades de amostragem para os valores de Acidez Potencial (H+Al), Alumínio (Al), Saturação de Bases (V%), Saturação por Alumínio (m%), Potássio (K), para o tratamento de 10% de Oferta de Forragem.

2.3.6 Acúmulo de forragem

A presença das excretas no pasto, freqüentemente, provoca aumento da produção de massa seca nas plantas próximas, devido ao aproveitamento de parte dos nutrientes contido nas excretas. Contudo, o aproveitamento dos nutrientes pode não ocorrer de maneira eficiente, pois durante o pastejo, de 90 a 95% do N removido com o consumo da forragem, retorna com as excreções, de maneira concentrada em pequenas áreas da pastagem conforme relatos de Petersen et al. (1956); Borrow (1987); Morton e Baird (1990); Thomas e Asakawa, (1993).

O acúmulo de forragem na pastagem, para os pontos com a presença do bolo fecal, foi da ordem de 685,62 kg de MS/ha e de 242,87kg de MS/ha sem a presença do bolo fecal ($P = 0,0012$), representando, portanto, cerca de 2,8 vezes superiores. O ato de excreção dos bovinos diferencia-se, tanto temporalmente como espacialmente, durante o pastejo, ou seja, se dá de maneira agregada na área de pastagem, em área de descanso e de manejo. Apesar do bolo ter uma contribuição interessante para o acúmulo de forragem, essas áreas são pontuais.

3 CONCLUSÕES

O número de bolo fecal presente nas áreas de avaliação é determinado pela taxa de lotação. A sua deposição na área de descanso e de rejeição foi de maneira inversa.

Os piquetes submetidos a maior intensidade de pastejo tiveram maior área coberta pelos bolos fecais.

Nas ofertas de forragem estudadas durante os anos de 2003-2004, o modelo de distribuição espacial dos bolos fecais foi o agregado e sua contribuição para a fertilidade é concentrada em pequenas áreas.

O bolo fecal na oferta de forragem de 5% apresenta maior contato com o solo, portanto teve participação significativa no aumento de pH em superfície, o que contribuiu com a disponibilidade de macro e micronutrientes e com a indisponibilidade de Al.

Os macronutrientes primários fósforo e potássio apresentaram-se mais disponíveis no tempo e nas camadas superficiais do solo devido às alterações de pH pela presença do bolo fecal.

A área de influência do bolo fecal (fertilidade) teve papel importante para melhorar o acúmulo de forragem na pastagem. No entanto, essa área é concentrada e pontual.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFZAL, M., ADAMS, W.A. **Heterogeneity of soil mineral nitrogen in pasture grazed by cattle** *Soil Sci.Soc. Amer. J.*, v. 56, p. 1160 – 1166, 1992.

BARROW, N. J., **Return of Nutrients by Animals**. in: Snaydon, R. W. *Ecosystems of the world 17b, Managed Grasslands / Analytical Studies*, 1987.

BARROW, N. J., **Some aspects of the effects of grazing on the nutrition of pasture**. *Journal of Australian Agricultural Science*, v. 33, p. 254 – 262, 1967.

BIANCHINI, I., HONER, M. R, GOMES, A. **Controle integrado da mosca-dos-chifres na região Centro-Oeste**. *Hora Veterinária*, v.11, p. 43 – 46, 1992.

BRAGA, G.J.; MARCHESIN, W.A.; MACEDO, F. B.; PEDREIRA, C.G.S.; HERLING, V.R.; LUZ, P.H.C. **Estimativa indireta de massa de forragem em pasto de capim-braquiário [(*Braquiaria brizantha* Hochst ex. A. Rich.) Stapf. cv. Marandu]**. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, Campo Grande, 2004. *Anais*. Campo Grande: SBZ, CD-Room, 2004.

BRAZ, S.P., **Distribuição de fezes de bovinos e a reciclagem de nutrientes em pastagem de *Brahiaria decumbens***. Viçosa, MG: UFV. 2001 79p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2001.

BRAZ, S. P., NASCIMENTO Jr., D., CANTARUTTI, R., B., REGAZZI, A .,J., MARTINS, C., E., FONSCA, D., M., **Distribuição Espacial de fezes de Bovinos em pastagens de *Brachiaria decumbens* 1- Aspectos Descritivos, 2 – Distribuição de Frequências e Índices de Dispersão**, *Anais*, SBZ, Recife, 2003.

BROMFIELD, S.M.; JONES, O.L. **The effect of sheep on the recycling of phosphorus in hayed-off pastures**. *Aust. J. Agric. Res.*, 21 ; 699-711, 1970.

BUSCHBACHER, R. J., **Cattle Productivity and Nutrient Fluxes on an Amazon Pasture**, *Biotropica*, v.19, 1987.

CANTARUTTI, R. B., NASCIMENTO JÚNIOR, D., COSTA, O. V., **Impacto do Animal Sobre o Solo: Compactação e Reciclagem de Nutrientes**. In: *A Produção Animal na Visão dos Brasileiros*, *Anais*, SBZ, Piracicaba, 2001.

CORSI, M., **Manejo de Pastagens**, Fealq, Piracicaba, 1989.

DONALD, A.D.; LESLIE, R.T. **Population studies on the effective stage of some monostoid parasite of sheep. II. The distribution of fecal deposits on fields grazed by sheep**. *Parasitology*. V.59, p.141-157, 1969.

DURING, G.; WEEDA, W.C. **Some effects of cattle dung on soil properties, pastures production, and nutrient uptake.** New Zealand Journal of Agricultural Research. V.16. p. 423-430. 1973.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional e Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, 1999. 412p.

FARIA, V.P.; PEDREIRA, C.G.S.; SANTOS, F.A.P. **Evolução do uso de pastagens para bovinos.** In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13. Piracicaba, 1996. **Anais.** Piracicaba; FEALQ, 1996. p. 1-14.

FERREIRA, E.; SANTOS, J.C. dos; OLIVEIRA, O.C. de; TARRÉ, R.M.; MACEDO, R.; MIRANDA, C.H.B.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. **Recuperação do nitrogênio da urina de bovinos por pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*.** In Soil functioning under pastures in intertropical areas. International symposium. 2000. Brasília. CR.ROOM... Brasília, Embrapa Cerrado, 2000.

GOODAL, V.C., Proc. **New Zealand Grassland Association**, 13. p.86-94. 1951.

HAYNES, R. J. & WILLIAMS, P. H., **Nutrient Cycling and Soil Fertility in Grazed Pasture Ecosystem**, Advances in Agronomy, v.49, 1993.

HIRATA, M.; SUGIMOTO, Y.; UENO, M. **Distributions of dung pats and ungrazed areas in Baigrass (*Paspalum notatum* Flüge) pasture.** Journal of Japanese Grassland Science. V.33, n.2, p. 128-139, 1987

HUTTON, J.B., JURRY, K.E., DAVIES, E.B., **Studies of the nutritive value of New Zealand dairy pastures V. The intake and utilisation of potassium, sodium, calcium, phosphorus and nitrogen in pastures herbage by lactating dairy cattle.** N.Z. Agric. Res. 10: 367-388, 1967.

KREBS, C.J. **Ecological methodology.** 2.ed. New York: Benjamin/Cummings, 1999. 620p.

MACEDO, M.C.M. **Pastagens no ecossistema Cerrados: pesquisa para o desenvolvimento sustentável.** In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, Brasília, 1995. **Anais.** Brasília: SBZ, 1995. p. 28-62.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola, solos e adubação.** São Paulo. Ultrafertil. 1967. 606p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas.** São Paulo. Agronômica Ceres. São Paulo. p. 253. 1980

MARSH, R.; CAMPLING R. C. **Fouling of pastures by dung**. Herbage Abstracts. V.40, n.2, p.123-130, 1970.

MATHEWS, B. W., SOLLENBERGER, L. E., & TRITSCHLER II, J. P. **Grazing Systems and Spatial Distribution of Nutrients in Pastures – Soil Considerations**. P. 213 – 229, 1996. In Joost, R. E. & Roberts, C. A. (eds.). Nutrient Cycling in Forage Systems. University of Missouri, Columbia, MO.

McDOWELL, L.R., CONRAD, J.H., ELLIS, G.L., LOOSLI, J.K. **Minerals for grazing ruminant in tropical regions**. The U.S. Agency for International Development, Gainesville, Fl. 86p. 1983.

MONTEIRO, F. A., & WERNER, J. C., **Reciclagem de Nutrientes nas Pastagens. in: Fundamentos do Pastejo Rotacionado**. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 2002, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1997.

MORTON, J.D.; BAIRD, D.B. **Spatial distribution of dung patches under sheep grazing**. New Zealand Journal of Agricultural Research. V.33, p. 285-294, 1990.

NUNES, S.G.; BOOK, A.; PENTEADO, M.I.O.; GOMES, D.T. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. Campo Grande; EMBRAPA, CNPGC, 1984. 31p. (Embrapa, CNPGC, Documentos, 21).

OLIVEIRA, J.B.; PRADO, H. **Levantamento pedológico do Estado de São Paulo: quadrícula de São Carlos. II Memorial descritivo**. Campinas; IAC, 1984. 188p. (Boletim Técnico, 98).

PÁSCOA, A. G. **Comportamento de bovinos da raça nelore mantidos em pastagem de Cynodon spp cv. Tifton 85: defecação e rejeição da pastagem contaminada por fezes**. 2005. 50 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

PETERSEN, R.G.; LUCAS, H.L.; WOODHOUSE Jr., W.W. **The distribution of excreta by freely grazing cattle and its effects on pasture fertility: 1. Excretal distribution**. Agronomy Journal. V. 48,n.10, p. 440-443, 1956.

PETERSON, P.R.; GERRISH, J.R. **Grazing system and spatial distribution of nutrients en pastures: Livestock management considerations**. In: SYMPOSIUM NUTRIENTS CYCLING IN FORAGE SYSTEMS. Columbia, Missouri, 1996. **Preceedings...** Columbia. 1996, p. 203-211.

RICHARDS, I.R.; WOLSTON, K.M. **The spatial distribution of excreta under intensive cattle grazing**. Journal of the British Grassland society. V.31, p.89-92, 1976.

SAS INSTITUTE. **System for Microsoft Windows**, Release 8.0, Cary: 1999, ICD ROOM.

SCHALCH Jr., F. J.; MARCHESIN, W. A.; HERLING, V. R.; LUZ, P. H. de C.; VIEIRA, J. C.; LIMA, C. G. **CONTRIBUIÇÃO DE "Digitonthophagus Gazella" (Fabricius.) Na Fertilidade Do Solo Pelo Enterrio De Fezes Bovina Fresca Em Pastagens De Capim-Braquiarião *Brachiaria Brizantha* Stpf. Apf. Cv. Marandu.]**. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, Goiânia, 2005. **Anais**.Goiânia: SBZ 2005.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 2. ed. Viscosa, MG: Universidade Federal de Viscosa, 1990. 156p.

THOMAS, R. J., & ASAKAWA, N. M. **Decomposition of Leaf Litter from Tropical Grass and Legumes**. Soil Biol. Biochem. 25: 1351 – 1361, 1993.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. **Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria***. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., Piracicaba, 2000. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 65-108.

VAN SOEST, P.J. **Nutrition ecology of the ruminant**. 2^a ed. Ithaca. Cornell University Press. p.476. 1994.

WEEDA, W.C. **The effect of cattle dung patches on pasture growth, botanical** v.10, p.150-159, 1967.

WERNER, J.C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N.O.; QUAGGIO, J.A. Forrageiras. In: Raij, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. p.261-273.

WILKINSON, S. R., & LOWREY, R. W., **Cycling of Mineral nutrients in Pasture ecosystems, Chemistry and Biochemistry of Herbage**. Academic Press, London, 1973.

WILLIAMS, P. H. & HAYNES, R. J., **Effect of Sheep, Deer and Cattle Dung on Herbage production and Soil Nutrient Content**. Grass and Forage Sci., 50: 263 – 271. 1995.

ZIMMER, A.H.; MACEDO, M.C.M.; BARCELOS, A.O.; KICHEL, A.N. **Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Brachiaria*** In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., Piracicaba, 1994. **Anais**. Piracicaba; FEALQ, 1994. p. 153-208.

ZIMMER, A., SILVA, M. P., MAURO, R. **Sustentabilidade e impactos ambientais da produção animal em pastagens**. In SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 19. 2002, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 31-58.