

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FEZES DE BOVINOS EM
SISTEMA SILVIPASTORIL E EM CONVENCIONAL:
ESTUDO DE CASO NO NOROESTE DO PARANÁ.**

GABRIEL CORRÊA KRUSCHEWSKY

FLORIANÓPOLIS - SC

AGOSTO, 2009

GABRIEL CORRÊA KRUSCHEWSKY

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FEZES DE BOVINOS EM SISTEMA
SILVIPASTORIL E EM CONVENCIONAL: ESTUDO DE CASO NO
NOROESTE DO PARANÁ.

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Dr. Paul Richard Momsen Miller

Co-orientador: Msc. Vanderley Porfírio da Silva

FLORIANÓPOLIS - SC

2009

KRUSCHEWSKY, Gabriel Corrêa

Distribuição Espacial de Fezes de Bovinos em Sistema Silvopastoril e em Convencional: Estudo de Caso no Noroeste do Paraná. – 2009

Bibliografia : f. 86.

Orientador: Dr. Paul Richard Momsen Miller

Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias.

1. Sistema Agroflorestal - 2. Ciclagem de Nutrientes – 3. Sombreamento de Pastagem – 4. Fertilidade do Solo – 5. Arenito Caiuá.

TERMO DE APROVAÇÃO

GABRIEL CORRÊA KRUSCHEWSKY

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FEZES DE BOVINOS EM SISTEMA SILVIPASTORIL
E EM CONVENCIONAL: ESTUDO DE CASO NO NOROESTE DO PARANÁ.**

Dissertação aprovada em 28/08/2009, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

Dr. Paul Richard Momsen Miller
Orientador

Msc. Vanderley Porfírio da Silva
Co-orientador (Embrapa Florestas)

Dr. Luis Carlos Pinheiro Machado Filho
(Coordenador do PGA)

BANCA EXAMINADORA

Dr. Alfredo Celso Fantini
Presidente (CCA/UFSC)

Dr. Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho
(CCA/UFSC)

Dr. Paulo César Polisel
(CCA/UFSC)

Dr. Silvio Yoshiharu Ushiwata
(CCA/UFSC)

Florianópolis, 28 de agosto de 2009

Dedico...

*ao meu avô, Irineu Luiz Corrêa (em memória),
pelo exemplo a ser seguido, e ao meu grande
mestre, meu pai, Sergio Santos Kruschewsky,
pelos ensinamentos e exemplo de superação.*

Agradeço...

ao meu orientador Prof. Rick Miller, por aceitar este desafio, incentivando e confiando nesse trabalho.

ao meu co-orientador Vanderley Porfírio da Silva, mais que um orientador, um amigo. Agradeço a dedicação, esforço e contribuição para o desenvolvimento desse trabalho.

aos Profs. César Assis Butgnol, Alfredo Celso Fantini e Ana Rita Rodrigues Vieira, por contribuírem na construção desse trabalho.

ao Prof. Luis Carlos Pinheiro Machado Filho, pelas conversas e sugestões concedidas durante todo o curso.

ao Prof. Paulo César Polisei, pela colaboração no trabalho.

ao Prof. Renato Luiz Grisi Macedo, pelo impulso inicial para seguir esse caminho e por me motivar a vir fazer esse curso.

ao Dionízio Penasso, Agnaldo Penasso e família, por abrirem as portas para a realização do trabalho, sempre me recebendo de forma prazerosa.

ao Zootecnista da Emater-PR João Barbi, sempre pronto a me ajudar no que fosse preciso.

ao Topógrafo Jair, por disponibilizar o material para a realização da pesquisa de campo.

à minha amada mãe, por todo amor dedicado a mim, meu maior exemplo de força e companheirismo, obrigado!

ao meu pai, pela oportunidade, ensinamentos, carinho e por nunca deixar de acreditar em mim, obrigado!

ao meu querido irmão, pela amizade, carinho, momentos de alegrias e tristezas compartilhadas. Mesmo distante, sempre mandando boas energias, te amo!

ao meu tio, irmão, pai e atolado... Irineu Luiz Corrêa, pela forte amizade e carinho. E também a toda a minha família, sempre me apoiando e dando força no que for preciso.

aos amigos do Mestrado, em especial: Elvio, Daniel, Ivan, Cristiane, Gabriela, Fabiane, Luana e Simone, pelas alegrias e angústias dessa trajetória.

aos grandes amigos Fernanda, Alejandro, Juan, Lícia e Lúcia Helena, porque sem as alegrias compartilhadas o caminho teria sido muito mais difícil.

à Daiane, pela paciência, carinho, sugestões e grande contribuição na construção deste trabalho, muito obrigado!

à Janete, por se desdobrar e estar sempre disposta a ajudar.

à CAPES, pela bolsa concedida nos últimos meses.

ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, pela oportunidade de aprendizagem.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	15
2.1. Arenito Caiuá: dos cafezais aos sistemas silvipastoris	17
2.2. Sistemas agroflorestais	22
2.3. Sistemas silvipastoris.....	25
2.3.1. Sistemas silvipastoris no Arenito Caiuá	31
2.4. Importância das excretas na ciclagem de nutrientes.....	35
2.5. Distribuição das excretas na pastagem.....	38
3. OBJETIVOS	42
3.1. Objetivo geral.....	42
3.1.2. Objetivos específicos.....	42
4.1. Local e características da área de estudo	43
4.2. Condições meteorológicas da época do estudo.....	44
4.3. Componente arbóreo	45
4.3.1. Caminhamento da sombra.....	48
4.4. Distribuição das fezes no sistema silvipastoril (SSP) e na pastagem não arborizada (PANA)	49
4.4.1 Análise dos dados.....	50
4.4.2. Comportamento dos animais.....	52
4.5. Distribuição das fezes no sistema silvipastoril (SSP).....	53
4.5.1. Análise dos dados.....	54
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
5.1. Condições meteorológicas da época do estudo.....	55

5.1.2. Temperaturas na área experimental	56
5.2. Componente arbóreo	58
5.2.1. Sombreamento	59
5.3. Distribuição das fezes	62
5.3.1. Distribuição das fezes no sistema silvipastoril (SSP).....	80
6. CONCLUSÕES.....	84
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
8. APÊNDICE:	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- APC – Área de Projeção de Copa
CAP – Circunferência à Altura do Peito
DAP – Diâmetro a Altura do Peito
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
f – Fator de Forma
FAO - *Food and Agricultural Organization*
H – Altura Total das Árvores
IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná
IBC - Instituto Brasileiro do Café
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICRAF – *World Agroforestry Centre*
ID – Índice de Dispersão
PANA – Pastagem Não Arborizada
PCL – Projeção da Copa na Linha
PCEL – Projeção da Copa na Entrelinha
PR - Paraná
SAF – Sistema Agroflorestal
SAFP – Sistema Agroflorestal Pecuário
SSP – Sistema Silvipastoril
SSP_{ER} – Sistema Silvipastoril Entre Renque
SSP_{SR} – Sistema Silvipastoril Sob Renque
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
V – Volume por Planta
V/ha – Volume por Hectare

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DO ESTADO DO PARANÁ COM SUAS RESPECTIVAS MESORREGIÕES.	18
FIGURA 2: REPRESENTAÇÕES DE SISTEMAS SILVIPASTORIS DISPOSTOS EM: A) BOSQUETE, B) RENQUES EM NÍVEL, C) ÁRVORES DISPERSAS NA PASTAGEM, D) LINHAS ORIENTADAS.	27
FIGURA 3. OBJETIVO PRINCIPAL DA PECUÁRIA NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ.	34
FIGURA 4. OBJETIVO DA IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS SILVIPASTORIS NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ.	35
FIGURA 5. PORCENTAGEM EXCRETADA E ABSORVIDA POR VACAS LEITEIRAS EM LACTAÇÃO.	37
FIGURA 6. ALOCAÇÃO DOS TERMÔMETROS DE MÁXIMA E MÍNIMA NO SISTEMA SILVIPASTORIL	45
FIGURA 7. REPRESENTAÇÃO DA MEDIÇÃO DA PROJEÇÃO DA SOMBRA NAS DIFERENTES HORAS DO DIA.	48
FIGURA 8. MARCAÇÃO DAS FEZES APÓS REGISTRO E DELIMITAÇÃO DOS QUADRANTES COM BARBANTE PARA FACILITAR A CONTAGEM.	50
FIGURA 9. REPRESENTAÇÃO DOS MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL ALEATÓRIO, AGREGADO E UNIFORME. ADAPTADO DE KREBS, 1999.	52
FIGURA 10. CROQUI DA LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS SOB OS RENQUES E ENTRE OS RENQUES DE ÁRVORES.	54
FIGURA 11. DADOS DAS TEMPERATURAS ABSOLUTAS E MÉDIAS DO AR NO PERÍODO EXPERIMENTAL (10/03/2009 A 22/03/2009) EM TAPEJARA-PR.	55
FIGURA 12. DADOS DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO PERÍODO EXPERIMENTAL (10/03/2009 A 22/03/2009) EM TAPEJARA-PR.	56
FIGURA 13. ÁREA DE SOMBRA PROPORCIONADA PELO RENQUE ARBÓREO, COMPOSTO POR GREVÍLEAS, NO SSP.	60
FIGURA 14. SOMBREAMENTO PROPORCIONADO PELO RENQUE CENTRAL DO SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP) NO PERÍODO MATUTINO.	61
FIGURA 15. SOMBREAMENTO PROPORCIONADO PELO RENQUE CENTRAL DO SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP), EM HORÁRIO PRÓXIMO ÀS 13 HORAS.	61
FIGURA 16. SOMBREAMENTO PROPORCIONADO PELO RENQUE CENTRAL DO SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP) NO PERÍODO VESPERTINO.	62

- FIGURA 17. CROQUI DA PASTAGEM NÃO ARBORIZADA (PANA), COM O NÚMERO DE FEZES DEPOSITADAS EM CADA QUADRANTE APÓS AS SEIS OCUPAÇÕES.** 63
- FIGURA 18. CROQUI DO SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP), COM O NÚMERO DE FEZES DEPOSITADAS EM CADA QUADRANTE APÓS AS SEIS OCUPAÇÕES.** 64
- FIGURA 19. GRUPO DE ANIMAIS NA PASTAGEM NÃO ARBORIZADA (PANA), DISPOSTOS SOB A SOMBRA PROPORCIONADA PELAS ÁRVORES LOCALIZADAS NA PLANTAÇÃO DE MILHO AO LADO.** 65
- FIGURA 20. ANIMAIS UTILIZANDO AS TOUCEIRAS DE CAPIM COMO ESTRATÉGIA PARA SE ABRIGAREM DO SOL.** 66
- FIGURA 21. ANIMAIS SOB AS SOMBRAS PROPORCIONADAS PELOS RENQUES DE ÁRVORES NO SSP.** 67
- FIGURA 22. ÍNDICES DE DISPERSÃO (ID) DAS SEIS OCUPAÇÕES DOS ANIMAIS NA PASTAGEM NÃO ARBORIZADA (PANA) E NO SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP).** 70
- FIGURA 23. PORCENTAGEM DE FEZES DEPOSITADAS NOS QUADRANTES DURANTE CADA OCUPAÇÃO DOS ANIMAIS, NA PASTAGEM NÃO ARBORIZADA (PANA) E NO SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP).** 71
- FIGURA 24. PORCENTAGEM DE FEZES DEPOSITADAS NOS QUADRANTES DURANTE AS SEIS OCUPAÇÕES DOS ANIMAIS, NA PASTAGEM NÃO ARBORIZADA (PANA) E NO SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP).** 73
- FIGURA 25. PORCENTAGEM DE FEZES DEPOSITADAS NOS QUADRANTES APÓS AS SEIS OCUPAÇÕES DOS ANIMAIS, NA PASTAGEM NÃO ARBORIZADA (PANA) E NO SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP).** 74
- FIGURA 26. PORCENTAGEM DE FEZES DEPOSITADAS NOS QUADRANTES APÓS AS SEIS OCUPAÇÕES DOS ANIMAIS, NA PASTAGEM NÃO ARBORIZADA (PANA) E NO SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP).** 76
- FIGURA 27. COMPORTAMENTO OBSERVADO DOS ANIMAIS NO SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP) E NA PASTAGEM NÃO ARBORIZADA (PANA) DURANTE QUATRO OCUPAÇÕES.** 79
- FIGURA 28. PORCENTAGEM DE OBSERVAÇÕES DOS ANIMAIS SOB A SOMBRA DAS ÁRVORES E SOB O SOL, ENTRE 8H E 16H NO SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP).** 82
- FIGURA 29. PORCENTAGEM DE OBSERVAÇÕES DOS ANIMAIS SOB A SOMBRA DAS ÁRVORES E SOB O SOL, ENTRE 11:30H E 14H DE CINCO OCUPAÇÕES NO SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP).** 82

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. PLANTAÇÕES DE CAFÉ ATINGIDAS PELA GEADA (EM MILHÕES).....	19
TABELA 2. EFETIVO DE REBANHO BOVINO POR REGIÃO NO ESTADO DO PARANÁ.	21
TABELA 3. NÚMERO DE PROPRIEDADES E MUNICÍPIOS COM SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP) NO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ.....	31
TABELA 4. MODALIDADES DE SISTEMAS SILVIPASTORIS ENCONTRADOS NO NOROESTE DO PARANÁ.....	32
TABELA 5. COMPONENTE FLORESTAL E SUA FREQUÊNCIA NOS SISTEMAS SILVIPASTORIS DO NOROESTE DO PARANÁ.....	33
TABELA 6. ESPÉCIES FORRAGEIRAS E SUA OCORRÊNCIA NOS SSPs DO NOROESTE DO PARANÁ.	33
TABELA 7. TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS NA PASTAGEM NÃO ARBORIZADA (PANA), NO SISTEMA SILVIPASTORIL ENTRE RENQUES (SSP_{ER}) E NO SISTEMA SILVIPASTORIL SOB RENQUES (SSP_{SR}).	56
TABELA 8. ÍNDICES DE DISPERSÃO (ID) DA PASTAGEM NÃO ARBORIZADA (PANA) E DO SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP), NAS SEIS OCUPAÇÕES DOS ANIMAIS EM CADA PIQUETE E DO TOTAL ACUMULADO APÓS AS SEIS OCUPAÇÕES.....	68
TABELA 9. MÉDIAS E INTERVALOS DE CONFIANÇA DAS DEPOSIÇÕES DE FEZES ENTRE RENQUES (SSP_{ER}) E SOB RENQUES DE ÁRVORES (SSP_{SR}), E VALORES DE P DA COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DOS DOIS TRATAMENTOS, NAS SEIS OCUPAÇÕES DOS ANIMAIS NO SSP E APÓS AS SEIS OCUPAÇÕES.....	80

RESUMO

Os sistemas silvipastoris (SSPs) estão sendo amplamente adotados por agricultores do noroeste paranaense, região pecuária mais importante do Estado, onde a introdução desses sistemas alternativos de produção está baseada principalmente nas necessidades de redução do desconforto térmico dos animais e diminuição da degradação dos solos da região. O objetivo deste trabalho foi comparar a distribuição espacial das fezes depositadas por bovinos em um sistema silvipastoril e um sistema convencional (pastagem não arborizada), em condições representativas do noroeste do Paraná. O trabalho foi conduzido em uma propriedade familiar, onde foi utilizado um piquete com pastagem arborizada, composto pela forrageira *Megathyrsus maximus* cv. Tanzania e por renques de árvores de *Grevillea robusta*, dispostos em curvas de nível, espaçados 20/25 metros entre renques e 5 metros entre árvores, e outro piquete com pastagem não arborizada (convencional) composto pela forrageira *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça, no município de Tapejara, região noroeste do Estado do Paraná. Foram utilizadas no experimento, 35 vacas leiteiras de predominância racial Girolando, que foram colocadas nos piquetes alternando-se os dias, durante 12 dias, compreendendo seis ocupações em cada piquete. Os piquetes foram subdivididos em quadrantes de 20x20m (400m²), onde após cada ocupação foi contado e registrado o número de fezes em cada quadrante. Também foram instaladas 20 parcelas de 10x10m (100 m²) no SSP, sendo 10 parcelas sob os renques de árvore e 10 entre os renques arbóreos, onde também foi feita a contagem das fezes dos bovinos. A comparação da distribuição das fezes entre os dois piquetes foi feita através do cálculo do Índice de Dispersão, que mostra se a distribuição ocorreu de forma agregada, aleatória ou uniforme na pastagem. Os resultados mostraram que as fezes dos bovinos foram melhores distribuídas no sistema silvipastoril (SSP) do que na pastagem não arborizada (PANA), onde no SSP após as seis ocupações dos animais, a distribuição ocorreu de forma uniforme na pastagem. Na PANA, houve concentração das fezes, acarretando em uma distribuição agregada das fezes na pastagem, onde 58% do total de fezes foram depositadas em uma área muito restrita do piquete, que corresponde a apenas 13,84% da área total. Analisando as deposições das fezes dos bovinos entre os renques e sob os renques de árvores, foi observado que houve maior deposição sob os renques, ou seja, em baixo das copas das árvores, que recebeu 64% das fezes, enquanto que 36% das fezes foram depositadas entre os renques de árvores. As árvores afetam o comportamento dos animais, o que fez com que a distribuição espacial das fezes ocorresse de forma mais homogênea na pastagem, sendo de suma importância na ciclagem de nutrientes e fertilidade do solo, uma vez que grandes quantidades de nutrientes ingeridos pelos animais através do consumo de forragem retornam ao solo através das fezes.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema Agroflorestal, Ciclagem de Nutrientes, Sombreamento de Pastagem, Fertilidade do solo, Arenito Caiuá.

ABSTRACT

The silvipastoral systems (SSPs) are being widely adopted by the farmers on the northwestern Paraná, the most important cattle breeding area of the state, where the introduction of these alternative systems are based mostly on the needs to reduce the animal's thermal discomfort and to decrease the soil degradation of the region. The objective of this study was to compare the spatial distribution of cattle dung pats in a silvipastoral system with the distribution in a conventional system (treeless pasture) in representative conditions of the northwestern Paraná State. This study was carried out on a family farm, where it has been used one wooded pasture, consisting of *Megathirus maximus* cv. Tanzania and lines of *Grevillea robusta* trees, disposed in contour lines, spaced 20-25 meters between lines and 5 meters apart within lines, and another pasture without trees (conventional) consisting of *Megathirus maximus* cv. Mombaça, in the municipality of Tapejara, the northwestern area of Paraná State. Thirty-five milk cows of Girolando racial predominance were used in the experiment. They were placed in each parcel on alternate days, during 12 days, comprising six days on each parcel. The pastures were subdivided into 20 x 20 meter (400m²) quadrants, and the number of pats in each quadrant was counted and registered after each occupation. It was also installed twenty 10x10 (100m²) parcels in the SSP, of which 10 parcels were under the tree lines and 10 between them, where the pats were also counted and registered. Comparison of the spatial distribution of the pats in each system was made by the calculation of the Dispersion Index, which shows if the distribution occurred in an aggregate, random or uniform manner throughout the pasture. The results showed that the pats were better distributed in the silvipastoral system (SSP) than in the treeless system (PANA). In the SSP, after six occupations, the pats were distributed in an uniform manner throughout the pasture, while in the PANA there was a concentration of the pats, resulting in an aggregate distribution of the pats throughout the pasture, where 58% of the pats were deposited in a very restricted area of the pasture, which corresponds to only 13,84% of the total area. Analyzing the depositions of the cattle dung pats between and under the tree lines, it was observed that there was a greater deposition under the lines, that is, under the trees, which received 64% of the pats, while 36% of the pats were deposited between the tree lines. The trees affect the behavior of the animals, that is why the spatial distribution of the pats were more homogenous throughout the pasture, which is extremely important to the nutrients cycling and the soil fertility, since great amounts of nutrients ingested by the animals through the consumption of fodder return to the soil through its excrements.

KEY WORDS: Agroforestry system, Nutrient cycling, shading pasture, Soil fertility, Sandstone Caiuá.

1. INTRODUÇÃO

Esse trabalho se insere na área de concentração de Agroecologia e linha de pesquisa sobre processos produtivos agroecológicos, do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, da Universidade Federal de Santa Catarina, tendo como tema básico a ciclagem de nutrientes em sistemas de produção pecuária situados na região noroeste do Estado do Paraná.

O noroeste do Paraná sofreu um acelerado processo de devastação das suas matas a partir do século XX, com a intensificação da produção de café na região, onde os produtores desmatavam grandes áreas para a cultura cafeeira. Posteriormente os cafezais foram substituídos por pastagens, tornando-se uma referência da produção pecuária no Estado.

Atualmente, é a região mais importante da pecuária paranaense, comportando 23% do rebanho bovino de todo o Estado (IBGE, 2006). Nessa região, a adoção de árvores nas pastagens, caracterizando sistemas silvipastoris (SSP), virou realidade, cuja aceitação de parte dos pecuaristas foi motivada, basicamente, pela baixa produtividade que se encontrava a pecuária na região, ocasionada principalmente pelo estresse dos animais, devido ao desconforto térmico e pela degradação dos solos, e conseqüentemente das pastagens.

Nos sistemas de criação animal a base de pasto, a ciclagem de nutrientes é influenciada diretamente pelo animal, através do consumo de nutrientes minerais via desfolhação das plantas da pastagem e através do retorno dos nutrientes minerais para o solo via excreção. O retorno dos nutrientes acontece de forma concentrada pela bosta e urina, o que permite a fertilização da área excretada e sua área de influência. Neste sentido, a deposição das excretas sobre o pasto tem uma grande importância por sua contribuição energética direta ao solo e ao sistema como um todo. Entretanto, estes nutrientes retornados via excreção animal na pastagem, geralmente - em sistemas convencionais de produção -

estão concentrados em áreas de descanso e alimentação dos animais, fazendo com que haja uma realocação de nutrientes, tornando algumas áreas mais férteis, onde há concentração dos dejetos e, outras menos férteis, onde se deu a colheita da forragem pelos animais.

Percebe-se que são poucos os estudos referentes à distribuição das excretas de animais em sistemas alternativos de produção, que podem auxiliar na redução da concentração de nutrientes em determinados locais da pastagem.

O problema a ser investigado neste contexto diz respeito à possibilidade de sistemas silvipastoris poderem contribuir para a melhor distribuição das excretas na pastagem, e com isso, promover uma melhor distribuição da fertilidade do solo em toda a área de pastagem. Diante disso, buscou-se discutir essa problemática, com base em um experimento feito de maneira comparativa entre um sistema convencional (pastagem não arborizada) e um sistema silvipastoril (pastagem arborizada), realizado em uma propriedade familiar localizada no município de Tapejara, região noroeste do estado do Paraná.

Os resultados deste trabalho, além de contribuir para a pesquisa científica sobre sistemas silvipastoris e sua relação com a fertilidade do solo, poderão colaborar para um melhor planejamento das ações dos agricultores, no que se refere ao manejo e adubação do pasto e, com isso, reduzir os custos finais da produção, contribuindo para a proteção e manutenção dos recursos naturais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Arenito Caiuá: dos cafezais aos sistemas silvipastoris

O ciclo do café no Norte do Paraná teve início em meados do século XIX, quando os migrantes mineiros e paulistas chegaram ao território paranaense em busca de novas terras para o seu cultivo, que naquele momento era a principal atividade econômica de Minas Gerais e São Paulo (CANCIAN, 1981).

Segundo Wachowiz *apud* Fonseca (2006), o processo de ocupação dos mineiros e paulistas se intensificou basicamente devido a dois fatores, concomitantes e independentes: a necessidade estratégica de interligar o litoral brasileiro à distante Província de Mato Grosso, e a imigração de fazendeiros mineiros, e posteriormente paulistas, atraídos pelas extensas áreas férteis, no norte paranaense.

Ao longo do século XX, desencadeia-se – até aproximadamente a década de 1960 – todo um processo de colonização do Norte Paranaense, que encontra na agricultura a sua principal base econômica. De acordo com Fonseca (2006), esse processo de ocupação caminha junto com a economia do café na região, onde o seu período de maior dinamismo, situado entre meados da década de 1940 e a década de 1970, desde o pós-guerra, teve como cenário para sua expansão, principalmente as regiões do Norte Novo (Norte Central) e Norte Novíssimo¹ (Noroeste do Paraná) (FIGURA 1).

Com o preço do café altamente favorável neste período, começa-se a adentrar cada vez mais em terras ainda cobertas por matas², ou seja, a alta dos preços incentivava os

¹ “Por se tratar de uma extensa área, muitas vezes até passível de discussão sobre as definições de seus limites extremos, entende-se que o Norte paranaense foi sendo gradativamente explorado e colonizado. A partir da análise dos diferentes momentos da colonização desta região, foram designadas três diferentes denominações: Norte Pioneiro, Norte Novo e Norte Novíssimo – cada qual correspondente a uma porção do norte paranaense – utilizadas mais como uma forma estratégica de colonização do que em um sentido propriamente geográfico” (FONSECA, 2006).

² Na década de 1950, a cobertura original do Noroeste do Paraná era formada por 98% de Floresta Estacional Semidecidual (FES), sendo que, desta formação, 82,3% era original, 4,6% estava alterada e 10,2% era do tipo FES aluvial, 1,8% por Campos Inundáveis e 0,2% por Estepe (MAACK, 1981).

produtores a adquirir novas terras, e a partir do momento em que a área não correspondia à produtividade esperada, partia-se para uma nova área ainda inexplorada do ponto de vista agrícola, dando início a uma nova lavoura. Estas características deram ao café o título de cultura “itinerante” ou “nômade”. Com esse caráter “itinerante” do café, na década de 1950 não tinham mais “terras disponíveis” no Norte Novo, o que provoca um novo rumo na ocupação da região, indo em direção ao Noroeste do Paraná: o Norte Novíssimo (FONSECA, 2006).



Fonte: www.sites-do-brasil.com

FIGURA 1. Mapa do Estado do Paraná com suas respectivas mesorregiões.

Fonseca (2006), explica que na busca por novas terras para a cultura cafeeira, na década de 1950, a ocupação chega às áreas onde predominam os solos de origem do arenito da Formação Caiuá, por isso a região é também conhecida como Arenito Caiuá³ ou mesmo “areião”. Estes solos apresentam teores de argila muito inferiores aos teores apresentados pelos solos basálticos (como encontrados no Norte Pioneiro e Norte Novo), além de uma textura mais arenosa, características consideradas menos propícias para a agricultura, em relação aos solos originários de basalto.

³ O nome Caiuá origina-se de Caiová, que em Guarani significa “aquele que mora no mato” (NETSABER, 2009).

Embora logo após o desmatamento os solos da região apresentassem boa fertilidade aparente, com o uso intensivo e desapropriado, esgotavam-se em curto prazo. Além disso, era uma região sujeita a geadas, como destaca Cancian (1981, p.118), “impulsionado por um dinamismo sem controles, o plantio invadiu áreas impróprias sujeitas a geadas ou pedologicamente inadequadas”. Além desses fatores naturais, o café é assolado por uma fase de baixa dos preços, que se deu em grande parte pela superprodução, contribuindo para desestímulo da continuidade da cultura, como relatado na pesquisa de Camolezi e Costa (2009, p.5), “mesmo com uma geada de 1955 que por pouco não findou com os cafezais no norte paranaense, os agricultores continuaram produzindo, o que declinou os preços devido à superprodução”.

Começa uma nova fase na região, abrindo o Noroeste paranaense para uma maior diversificação de culturas, como a cultura mecanizada da soja e trigo, o algodão, o milho e as pastagens. Porém, ainda teve um fato derradeiro que exterminou a maioria absoluta do cafezal em todo o Norte paranaense (Norte Pioneiro, Norte Novo e Norte Novíssimo): a grande geada de 1975. Em 18 de julho daquele ano, uma grande geada, conhecida como geada negra, devastou os cafezais, levando a produção a zero no ano seguinte, conforme tabela 1 (FONSECA, 2006; CAMOLEZI E COSTA, 2009).

TABELA 1. Plantações de café atingidas pela geada (em milhões).

ESTADO	TOTAL DE CAFFEEIROS	CAFFEEIROS ATINGIDOS	%
Paraná	915	915	100
São Paulo	800	528	66

Fonte: Conselho Monetário Nacional e Instituto Brasileiro do café (1975) *apud* Camolezi e Costa (2009).

Buscando alternativas para proteger os cafeeiros contra geadas, para que a cafeicultura pudesse se manter como uma atividade estável no Paraná, começam-se na década de 1970 estudos para utilização de árvores associadas com cafeeiros, sendo essa, uma prática de manejo muito antiga e comum em países tropicais, onde são utilizadas diversas espécies. A

principal espécie adotada no Noroeste paranaense foi a grevília, seguindo recomendações do extinto Instituto Brasileiro do Café (IBC).

No Brasil, partindo de recomendações do extinto Instituto Brasileiro do Café, os cafeicultores começaram a introduzir grevília nas plantações cafeeiras a partir de 1975. O objetivo era proteger os cafeeiros contra ventos predominantes e ventos frios de inverno, sob a forma de quebra ventos [...]. No entanto, o sistema adotado não protegia efetivamente as plantas contra geadas de irradiação, fator que levou muitos agricultores a distribuir as árvores sob outros arranjos espaciais (BAGGIO, 1983, p.7).

A grevília (*Grevillea robusta*) é utilizada há várias décadas no sombreamento de café e chá na Índia e Sri Lanka, assim como em terras altas da África tropical e da América Central. A espécie é considerada de usos múltiplos, sendo cultivada também em renques e florestas homogêneas para produção de madeira (marcenaria, laminação, pisos, lenhas e polpa), mel e pólen, goma ou como ornamental. No Kenya é utilizada também em sistemas agroflorestais com milho, feijão, banana, batata e algodão (BAGGIO et al., 1997).

O processo de diversificação de culturas já havia começado na região devido aos fatores naturais “limitantes” a expansão do cultivo cafeeiro. Ao contrário das outras regiões do Norte paranaense (Norte Pioneiro e Norte Novo), que tiveram a substituição dos cafeeiros pelas culturas mecanizadas de trigo e a soja em maior escala, o Noroeste do Estado (Norte Novíssimo) teve uma diversificação orientada basicamente para a formação de pastagens, tornando-se com o passar dos anos, na principal região pecuária do Estado (TABELA 2).

TABELA 2. Efetivo de rebanho bovino por região no Estado do Paraná.

Mesorregião Geográfica	Cabeças	%
Metropolitana de Curitiba	242.905	2,49
Sudeste	281.242	2,88
Centro Ocidental	597.681	6,02
Centro Oriental	723.917	7,31
Sudoeste	905.861	9,28
Norte Pioneiro	1.038.509	10,55
Centro-Sul	1.177.890	12,06
Oeste	1.198.393	12,17
Norte Novo	1.437.853	14,52
Noroeste	2.160.294	22,72
Total Paraná	9.764.545	100

Fonte: IBGE/SIDRA – Pesquisa Pecuária Municipal (2006)

O Noroeste do Paraná abrange uma superfície de, aproximadamente, 3,2 milhões de hectares, suportando nos seus 107 municípios, aproximadamente 23% do rebanho bovino do Estado, os quais ocupam 59% da superfície da região (IBGE, 2006).

Porém, devido às características do solo já mencionadas, com alta susceptibilidade à erosão, manejo inadequado, encontrando-se em adiantado grau de degradação física e química, com níveis críticos de matéria orgânica, associado ao estresse dos animais pelo desconforto térmico (calor no verão e ventos frios no inverno) e diminuição da forragem no período invernal pelas geadas, fez com que, apesar de região pecuária mais importante do Estado, chegasse a níveis muito baixos de produtividade (PORFÍRIO DA SILVA, 1994). A situação se tornou tão agravante que o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), no ano de 1999, lança um “Informe da Pesquisa”, cuja apresentação feita por um ex-pesquisador da instituição é mostrada a seguir:

“[...] É a região pecuária mais importante do Paraná, que devido à erosão e ao desgaste de seu solo arenoso, assiste a substituição das forrageiras nobres por invasoras. A consequência é que a produção baixou, resultando em êxodo rural e desvalorização dos imóveis e possíveis enquadramentos como propriedades improdutivas, aumentando os focos de conflito e invasão pelos sem-terra. O IAPAR e outras instituições de pesquisa dispõem de resultados experimentais, mostrando como aumentar a lotação das pastagens. É preciso agora

incentivar e executar de forma eficiente a recuperação das pastagens do arenito Caiuá” (ALCOVER, 1999, p.3).

Segundo Porfírio da Silva (1994), foi devido à baixa produtividade da pecuária que parte dos pecuaristas foram em busca de alternativas, desenvolvendo sistemas silvipastoris, caracterizados pela arborização dos pastos com grevilea (*Grevillea robusta*), espécie que já estava inserida na região desde a época dos cafezais.

Os sistemas silvipastoris são um tipo de sistema agroflorestal, que é o assunto a ser trabalhado no item a seguir.

2.2. Sistemas agroflorestais

Muitas pessoas referem-se às Agroflorestas como Sistemas Agroflorestais, para compreender um pouco sobre sistemas agroflorestais, ou simplesmente SAFs, é necessário compreender a ideia da palavra “sistemas”. Etimologicamente a palavra sistema implica “colocar junto”, é uma palavra usada com muita frequência no cotidiano, servindo para designar diferentes coisas.

Bertalanffy (1975) conceitua sistema como um complexo de elementos em interação, sistema também pode ser descrito como um arranjo de componentes interconectados para desempenhar uma finalidade, logo, todo sistema tem um propósito. Segundo O’Connor e McDermott (1997), os sistemas possuem algumas características: são alterados caso componentes sejam retirados ou adicionados; a interconexão das partes do sistema funciona como um todo; o arranjo dos componentes é crucial; o comportamento do sistema depende da sua estrutura, alterando a estrutura o comportamento muda.

Por terem um propósito ou mesmo vários propósitos, que no caso dos SAFs são definidos pelo homem, e baseado em outras definições, acredita-se que os sistemas agroflorestais são sistemas de interesse humano com múltiplas funções e propósitos.

Um conceito muito usado e difundido pelo ICRAF (*World Agroforestry Centre*, antigo *International Center for Research in Agroforestry*) é o de sistemas de uso da terra nos quais espécies perenes lenhosas (árvores, arbustos, palmeiras e bambus) são usadas e manejadas de forma intencional em associação com cultivos agrícolas e/ou animais em algum arranjo espacial ou sequência temporal. Nesses sistemas há interações ecológicas e econômicas entre os diferentes componentes (NAIR, 1993).

O ICRAF adotou recentemente uma definição mais breve e abrangente, conceituando a agrossilvicultura como a integração de árvores em paisagens rurais produtivas. Antes, a agrossilvicultura era considerada exclusivamente como um alicerce para sistemas produtivos mais duráveis, com componentes arbóreos florestais. Agora há um reconhecimento internacional sobre a importância das árvores tanto nos sistemas de produção como nas paisagens (DEITENBACH et al. 2008).

Os sistemas agroflorestais representam uma proposta integrada do uso das terras, implicando no entrelaçamento de fatores ecológicos, sociais e econômicos, de modo que, a estabilidade, a sustentabilidade e equidade na produção possam ser alcançadas (ALTIERI, 1989).

Segundo Nair (1993), os SAFs envolvem sempre duas ou mais espécies de plantas (ou plantas e animais), sendo pelo menos uma delas perene, o que permite uma interação ecológica (estrutural e funcional) e econômica mais complexa do que em qualquer monocultura e ciclos produtivos sempre superiores a um ano, e ainda possibilitando a geração de múltiplos produtos e serviços. Na escolha das espécies perenes, é dada preferência às geradoras de renda, porém, diversas espécies perenes sem ou com pouco valor comercial formam os sistemas, seja para melhorar a capacidade produtiva do solo ou para cumprir outras funções, como para estabelecer um ambiente favorável à introdução de outras espécies desejáveis (DEITENBACH et al., 2008).

A principal razão para o desenvolvimento desse tipo de sistema é lidar com a radiação, umidade e nutrientes no sentido de sua moderação, conservação e ciclagem. Para isso, são desenvolvidas estratégias complexas, tanto para a intervenção no meio, como para o arranjo de plantas e animais em um sistema direcionado para a satisfação de parte das demandas humanas (VIVAN, 2000).

O uso da terra envolvendo consórcios entre espécies arbóreas, culturas agrícolas e/ou animais, é uma prática milenar, utilizada por populações rurais em diferentes lugares do mundo (na Europa, América, Ásia e África), tendo como objetivo final não especificamente a produção arbórea, mas a produção de alimentos (NAIR, 1993).

Segundo Castro e Carvalho (1999), ultimamente, os sistemas agroflorestais têm despertado grande interesse em diversos países, devido às suas características em promover um melhor aproveitamento dos recursos naturais e resultar em maior diversidade produtiva na propriedade rural, com impactos ambientais e sócio-econômicos minimizados.

Nas áreas sob influência do clima tropical, esses sistemas têm sido utilizados com eficácia, principalmente para atender à produção de alimentos, associando cultivos agrícolas (arroz, milho, feijão, mandioca, etc.) com manejo de espécies florestais de valor; a provisão de sombra em cultivos de rendimento e exportação (café, cacau, etc.); a produção de lenha extraída do bosque secundário ou produzida tradicionalmente em cercas vivas e, recentemente, nas denominadas “plantações energéticas” combinadas com cultivos agrícolas ou pastagens; a valorização de pastagens naturais ou melhoradas, com a associação de árvores madeireiras que também protegem o solo, a pastagem e os animais (FAO, *apud* Yared et al., 1992).

Os sistemas agroflorestais têm sido classificados de diferentes maneiras, segundo sua estrutura no espaço, seu desenho através do tempo, a importância relativa e a função dos

diferentes componentes, assim como os objetivos da produção e suas características sociais e econômicas (MACEDO et al., 2000).

A classificação mais utilizada⁴ se refere à natureza dos componentes (espécies lenhosas, culturas agrícolas, pastagens e animais) que compõem o sistema e nos tipos de combinações entre eles. Logo, *sistemas silviagrícolas* ou *agrossilviculturais* são caracterizados pelo consórcio de árvores, arbustos ou palmeiras com culturas agrícolas anuais ou perenes; *sistemas silvipastoris* são caracterizados pelo consórcio de árvores, arbustos ou palmeiras com pastagens e animais; *sistemas agrossilvipastoris* são caracterizados pela combinação do componente arbóreo (árvores, arbustos ou palmeiras) com cultivos agrícolas, pastagens e animais, de forma simultânea ou sequencial (NAIR, 1993).

O presente trabalho está focado em uma dessas classificações: os sistemas silvipastoris, cujo assunto será abordado no próximo item.

2.3. Sistemas silvipastoris

Os sistemas silvipastoris (SSPs) ou sistemas agroflorestais pecuários (SAFPs) são um tipo de sistema agroflorestal capaz de permitir o aumento da capacidade de suporte das pastagens, a conservação do solo e da água, incrementar a biodiversidade e a oferta de produtos madeireiros e não-madeireiros. Porém, os SSPs não são apenas a associação de árvores + forragem + animais, como proposto em grande parte da literatura científica, é importante lembrar que são sistemas de interesse humano, com elementos interconectados para desempenhar múltiplas funções e propósitos, onde o homem, no caso o agricultor, tem um papel central, como destaca Caporal (2007):

⁴ Outras classificações se referem à presença dos SAFs ao longo do tempo (comcomitantes ou sequenciais), quanto ao manejo e estrutura (SAFs estáticos ou sucessionais, também conhecidos como dinâmicos), entre outras classificações (DEITENBACH et al., 2008).

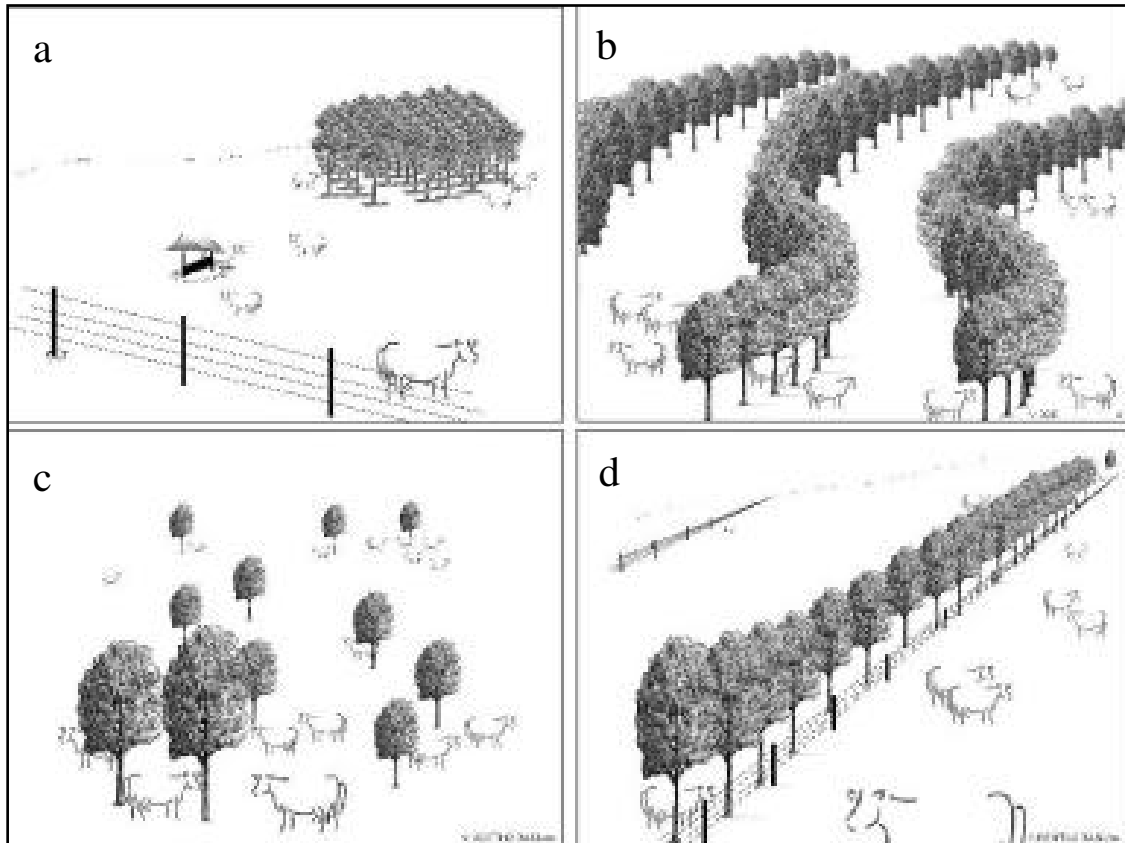
“[...] os Sistemas Agroflorestais Pecuários não são a simples combinação de três elementos (pastagem + animais + árvores) numa mesma unidade de manejo da terra [...]. Mais do que isso, são sistemas de atividade humana, compostos por uma combinação de elementos que se relacionam, e onde o agricultor assume um papel central” (CAPORAL, 2007, pag.22).

No Brasil, geralmente, as áreas desmatadas são ocupadas por pastagens degradadas ou em processo de degradação, são paisagens tristes, monótonas e muitas vezes afetadas pelos processos de erosão e compactação do solo. Segundo Melado (2003), as principais causas de degradação das pastagens são as queimadas, o pastoreio contínuo e o sobrepastejo. No pastoreio contínuo, o gado fica sobre extensas áreas de pastagem, que não são subdivididas em piquetes, por tempo indefinido, sem um período de repouso para as forrageiras, ocasionando eliminação progressiva das forragens de melhor qualidade. O sobrepastejo implica em uma carga animal exagerada, acima da capacidade de suporte da pastagem, acelerando a erosão e compactação do solo.

Visando mudar esse cenário, tem sido crescente o uso de árvores na produção pecuária, seja por meio de plantio, conservação de árvores existentes na pastagem, ou pela condução das mesmas que surgem naturalmente na pastagem, devido aos vários benefícios que elas trazem para a pastagem e/ou animais.

Os SSPs podem ser dispostos de diferentes maneiras no campo (Figura 2), onde as mais comuns são: *quebra-ventos; árvores dispostas em renques (em nível ou linhas orientadas); bosquetes; árvores dispersas na pastagem.*

Segundo Franke e Furtado (2001), a implantação de sistemas silvipastoris podem proporcionar melhorias ecológicas e sociais. Podem diminuir os impactos negativos dos sistemas tradicionais de criação de gado, por meio do favorecimento à restauração ecológica de pastagens degradadas, diversificando a produção das propriedades rurais, gerando produtos e lucros adicionais, ajudando a reduzir a dependência de insumos externos, permitindo e intensificando o uso do solo em longo prazo.



Fonte: Porfírio da Silva e Baggio (2003)

FIGURA 2: Representações de sistemas silvipastoris dispostos em: a) bosquete, b) renques em nível, c) árvores dispersas na pastagem, d) linhas orientadas.

Para a região sul do Brasil, de maneira geral, segundo Porfírio da Silva (1998), os sistemas silvipastoris podem trazer melhorias para as áreas de pastagens, uma vez que os rendimentos de forragem e da produção animal apresentam-se abaixo de seu potencial técnico, decorrente de problemas adversos, que podem ser minimizados por esses sistemas, como por exemplo, pela suplementação animal nos períodos de escassez de forragem através de espécies arbóreas forrageiras, redução de extremos climáticos, que levam os animais ao desgaste excessivo (estresse), preservação e estabilidade dos mananciais de água e conservação do solo, através da copa e do sistema radicular das árvores (PORFÍRIO DA SILVA E MAZUCHOWSKI, 1999).

As árvores exercem proteção física ao solo e contribuem para o controle dos processos erosivos, uma vez que as suas raízes reduzem os deslizamentos de terra em áreas declivosas e,

as suas copas, a velocidade dos ventos e o impacto das gotas de chuva sobre o solo, processos que são relevantes para a conservação do solo e principalmente para a recuperação de áreas degradadas (CAMPIGLIA, 2002).

Em áreas com pastagens arborizadas, a sombra e a biomassa das espécies arbóreas podem melhorar a fertilidade do solo, aumentar a disponibilidade de nitrogênio e fósforo para as forrageiras, melhorar a qualidade e até aumentar a produção de forragem (CARVALHO, 1998). Diversos trabalhos nesse sentido (CARVALHO et al., 1994; OLIVEIRA et al., 2000; ANDRADE et al., 2002), demonstram enriquecimento da fertilidade do solo e, conseqüentemente, da qualidade nutricional das forrageiras em área de influência das copas das árvores. Além disso, Carvalho (1998) relata melhoria da digestibilidade da gramínea quando sombreada. Por apresentarem um profundo sistema radicular, as árvores também podem aproveitar nutrientes que estão fora do alcance das forrageiras, trazendo-os para a superfície e otimizando também o uso da água.

A ciclagem de nutrientes, a adição de matéria orgânica ao solo e sua baixa oxidação devido à sombra, o rompimento de camadas compactadas do solo pelas raízes das árvores, os resíduos de raízes e a fixação de nitrogênio, são alguns efeitos da presença das árvores no ambiente de pastagem, que podem colaborar para o aumento da produção de forragem e para melhoria do aporte de proteínas da mesma.

Em pastagens de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*, a presença de árvores contribuiu para o aumento da concentração de nitrogênio nas folhas das pastagens. A quantidade de nitrogênio nas folhas de *B. decumbens* e da *B. brizantha* sob a sombra da copa das árvores foi maior em 42% e 49%, respectivamente, em relação às que se desenvolviam fora da área de influência das copas (CARVALHO et al., 1994).

Soares et al. (2009), ao pesquisarem o efeito do sombreamento de árvores sobre onze espécies forrageiras no município de Abelardo Luz, região noroeste do estado de Santa

Catarina, verificaram que as plantas sombreadas apresentaram melhor qualidade, especialmente maior teor de proteína bruta na lâmina foliar, em relação ao pleno sol. O mesmo efeito com relação ao teor de proteína bruta foi constatado por Barro et al. (2008), que também encontraram um aumento na digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica das forrageiras sombreadas.

O sombreamento proporcionado pelas árvores é importante não apenas para os componentes vegetais do sistema, mas também para os animais que se encontram nele, uma vez que vários aspectos comportamentais e metabólicos dos animais são influenciados pela quantidade de energia solar que recebem.

Segundo Deitenbach et al. (2008), em climas tropicais e subtropicais, o gado mantido a pleno sol, sofre de excesso de calor durante cinco ou mais horas por dia e, conseqüentemente, fica em um estado semi-permanente de estresse. Nessas condições, o gado torna-se mais suscetível às doenças e leva mais tempo para atingir o peso de abate. As vacas também apresentam a tendência de produzir menos leite em pastagens não sombreadas. Os bovinos, bem como os seres humanos, buscam condições ambientais que correspondem ao conceito de “termoneutralidade”, ou seja, um ambiente com temperatura confortável.

O fornecimento de sombra nas práticas de manejo é importante na vida dos animais, pois mesmo aqueles considerados tolerantes ao calor são sensíveis à alta intensidade de radiação solar direta e reagem melhor ao sombreamento proveniente de árvores, as quais amenizam a temperatura do ar, regulam a umidade do ar e interceptam a radiação solar direta (CAMPIGLIA, 2002).

As árvores proporcionam um microclima favorável para os animais (sombra, ambiente com temperatura amena, etc.), auxiliando no bem-estar animal, pois modificam o ambiente, o que o torna mais estável, alterando os picos térmicos (máximos e mínimos), alteram o

comportamento animal e melhoram sua eficiência, obtendo-se melhor produção (VIEIRA et al, 2003).

Para os animais mantidos a pasto, boas condições de bem-estar são obtidas quando, além de alimento, água e espaço para a realização de suas atividades, há disponibilidade de sombra, para o conforto do animal (COSTA E CROMBERG, 1997). Desta forma, o conforto térmico se dá quando um animal não produz mais calor do que pode dissipar. Caso contrário o animal sofre stress térmico e para se ajustar, ele deve reduzir o consumo de alimentos, diminuindo a produtividade.

Segundo Porfírio da Silva (1998), as variáveis que estão ao redor do animal ou rebanho se traduzem pelas condições microclimáticas de temperatura e umidade do ar, velocidade de ventos e radiação solar. Estas variáveis atuam sobre o animal provocando reações em seu centro termorregulador localizado no sistema nervoso central, podendo alterar a eficiência do desempenho (produtivo/reprodutivo) dos animais.

Assim, os sistemas silvipastoris podem contribuir com o desenvolvimento da pecuária, promovendo o aumento da produtividade e melhorias das condições ambientais. Uma das melhorias ambientais proporcionadas pelos sistemas silvipastoris está relacionada com a ciclagem de nutrientes, principalmente na área de abrangência das copas e raízes. A presença de árvores na pastagem influencia diretamente o solo sob suas copas, porém, é necessário ter-se uma boa fertilidade em toda a área que será pastoreada e não apenas sob as copas das árvores. Uma boa distribuição das excretas dos animais pode contribuir na homogeneização da fertilidade na pastagem.

2.3.1. Sistemas silvipastoris no Arenito Caiuá

Como visto anteriormente, os sistemas silvipastoris chegaram ao Noroeste do Paraná com a principal função de controlar o processo de degradação dos solos e diminuir o estresse dos animais ocasionado pelo desconforto térmico, auxiliando no bem-estar animal e com esses fatores, aumentar a produtividade da pecuária na região.

Nesse item serão apresentadas as principais características dos sistemas silvipastoris adotados no arenito Caiuá. Os dados apresentados a seguir são baseados nos resultados de uma pesquisa recente realizada por Nepomuceno e Silva (2009), em 32 municípios, com 13 municípios visitados e um total de 43 propriedades do Noroeste paranaense, e também de um levantamento realizado pela Emater (2004) na região.

Segundo Nepomuceno e Silva (2009), a implantação inicial dos SSPs aconteceu sem muito critério técnico, muitas vezes por herança das linhas de grevêneas plantadas para o sombreamento dos cafeeiros, como já apresentado em outro item. Com o passar do tempo e orientações pontuais do serviço de extensão rural, esses sistemas foram sendo adaptados às características da região, tornando-se uma prática mais comum nas propriedades.

Segundo dados da Emater (2004), a região noroeste do Paraná possui nas suas duas microrregiões geográficas (Umuarama e Paranavaí) 143 propriedades que adotaram os sistemas silvipastoris, localizados em 53 municípios da região, de acordo com a tabela 3.

TABELA 3. Número de propriedades e municípios com sistema silvipastoril (SSP) no noroeste do Estado do Paraná.

Região	Área (ha)	Nº de Propriedades	Nº de Municípios
Umuarama	4140	75	28
Paranavaí	3135	68	25
Total	7275	143	53

Fonte: Emater-PR (2004)

De acordo com o estudo realizado por Nepomuceno e Silva (2009), em 61% das propriedades a implantação dos SSPs ocorreu por ocasião da reforma da pastagem, o restante, correspondente a 39% dos sistemas silvipastoris estudados, ocorreu durante o processo de substituição de culturas.

Dentre as modalidades de SSPs identificadas no estudo, 74,4 % foram implantadas isoladamente em *renques em nível com linha simples*, conforme tabela 4, sendo esta uma prática comum na região, com o intuito de controlar o processo de erosão. A modalidade do tipo *bosquetes* foi observada de forma isolada em 11,6% das propriedades e *renques em linha orientada* e *renques em nível com duas linhas* foram observados em 4,7% das propriedades cada uma.

TABELA 4. Modalidades de sistemas silvipastoris encontrados no Noroeste do Paraná.

Modalidade	Frequência	% de utilização
Renques em nível/bosquetes	1	2,3
Renques em nível/renques	1	2,3
Renques em nível com 2 linhas	2	4,7
Renques	2	4,7
Bosquetes	5	11,6
Renques em nível	32	74,4
Total	43	100

Fonte: Adaptado de Nepomuceno e Silva (2009)

A grevílea é a espécie mais difundida na região, ocorre em 60,5% das propriedades, sendo 30,2% de forma monocultural, 11,6% associada com *Eucalyptus sp.* e 4,7% em associação com a canafístula (*Peltophorum dubium* Spreng Taub). O eucalipto em plantio monocultural foi encontrado em 32,6% das propriedades e também foi encontrado combinado com outras espécies (TABELA 5). Esse alto índice de ocorrência, no caso do eucalipto, se deve aos programas de fomento florestal, enquanto que para a grevílea, à indicação do IBC (Instituto Brasileiro do Café) na década de 1970 (NEPOMUCENO E SILVA, 2009).

TABELA 5. Componente florestal e sua frequência nos sistemas silvipastoris do Noroeste do Paraná.

Espécie	Frequência	% de utilização
Eucalipto	14	32,6
Eucalipto/Canafistula/Gurucaia/Guabiroba	1	2,3
Eucalipto/Ipê amarelo	1	2,3
Eucalipto/Leucena/Grevílea	1	2,3
Grevílea	13	30,2
Grevílea/Salix	1	2,3
Grevílea/Aroeira/Canafistula	1	2,3
Grevílea/Canafistula	2	4,7
Grevílea/Cinamomo	1	2,3
Grevílea/Eucalipto	5	11,6
Grevílea/Eucalipto/Canafistula/Sibipiruna/Uva-do-japão	1	2,3
Grevílea/Eucalipto/Cinamomo	1	2,3
Leucena		
Total	43	100

Fonte: Adaptado de Nepomuceno e Silva (2009)

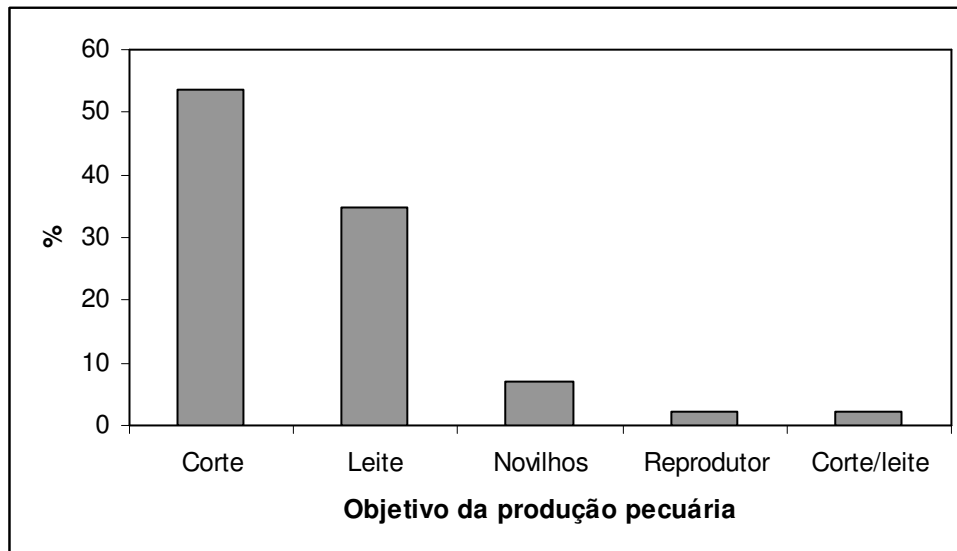
Com relação às pastagens, dentre as espécies observadas nas propriedades analisadas, as de maior frequência, isoladas ou em consórcio são: braquiaria (*Brachiaria decumbens*), com participação relativa de 27,9% em relação ao total das propriedades avaliadas, depois vem o capim estrela (*Cynodon nlemfuensis* var *nlemfuensis*) em 27,9%, e o brizantão (*Brachiaria brizanta*) ocorrendo em 25,6% das propriedades (TABELA 6).

TABELA 6. Espécies forrageiras e sua ocorrência nos SSPs do Noroeste do Paraná.

Espécie	Nome Popular	Ocorrência Absoluta	Participação Relativa (%)
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	Braquiaria	12	27,9
<i>Cynodon nlemfuensis</i> var. <i>nlemfuensis</i>	Capim-estrela	12	27,9
<i>Brachiaria brizanta</i>	Brizantão	11	25,6
<i>Megathyrsus maximus</i> cv. <i>Mombaça</i>	Mombaça	7	16,3
<i>Cynodon plectostachyus</i>	Estrela-roxa	4	9,3
<i>Papalum notatum</i> Flüegge	Mato-grosso	3	7
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	Gramma missioneira	2	4,7
<i>Brachiaria Brizantha</i> cv. MG-5	MG-5	2	4,7
<i>Brachiaria Brizantha</i> cv. MG-4	MG-4	2	4,7
<i>Brachiaria humidicola</i> Rendle	Humidícola	2	4,7
<i>Cynodon dactylon</i> cv. Coastcross	Coast-cross	1	2,3
<i>Cynodon nlemfuensis</i> Vanderyst	Tifton	1	2,3
<i>Megathyrsus maximus</i> cv. Tanzania	Tanzania	1	2,3

Fonte: Adaptado de Nepomuceno e Silva (2009).

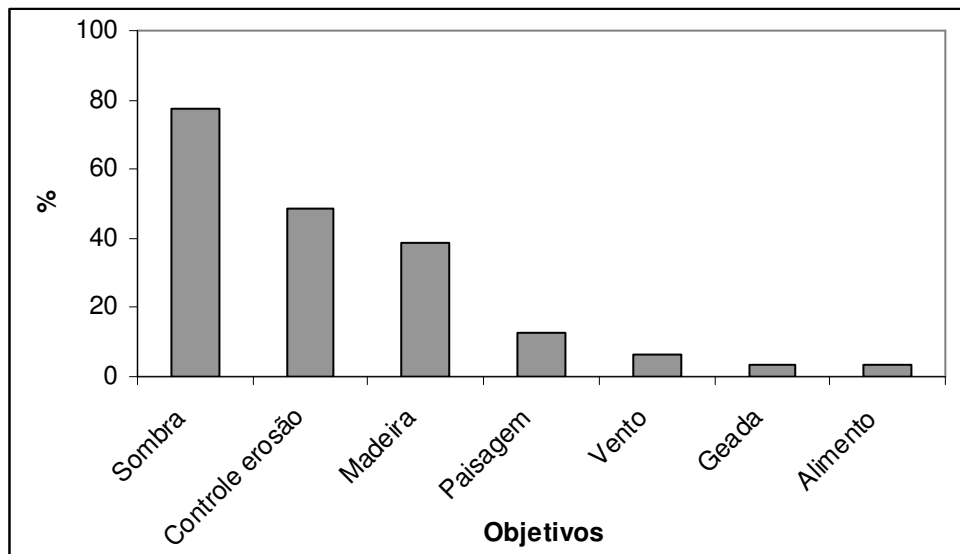
Segundo Nepomuceno e Silva (2009), os principais objetivos da produção animal nas propriedades e nos sistemas silvipastoris são o comércio de carne e a produção de leite (FIGURA 3).



Fonte: Adaptado de Nepomuceno e Silva (2009)

FIGURA 3. Objetivo principal da pecuária na região Noroeste do Paraná.

Para finalizar, a pesquisa mostrou que os SSPs têm como principal atividade a pecuária, tendo o componente arbóreo apenas para auxiliar na produção pecuária. Do total de produtores, 67,7% apresentaram mais de um objetivo para a inserção do componente arbóreo nas pastagens, onde, 77,4% dos proprietários (figura 4) se preocuparam com o conforto térmico proporcionado pelas árvores ao gado, o controle da erosão foi o fator que levou 48,4% dos produtores a implantar o sistema, a produção de madeira foi o objetivo de 38,7% das propriedades, e melhorar a paisagem, deixando-a mais harmoniosa visualmente foi o objetivo de 12,9% dos produtores (NEPOMUCENO E SILVA, 2009).



Fonte: Adaptado de Nepomuceno e Silva (2009).

FIGURA 4. Objetivo da implantação dos sistemas silvipastoris na região Noroeste do Paraná.

A propriedade onde o presente estudo, relativo à distribuição de fezes, foi realizado, se enquadra nas características aqui apresentadas sobre os SSPs do Noroeste paranaense e será detalhada no item 4.1.

2.4. Importância das excretas na ciclagem de nutrientes

Nos sistemas de criação animal a base de pasto, a ciclagem de nutrientes é um processo dinâmico que envolve o sistema solo - planta - animal, bem como, o manejo desses componentes pelo homem. Essa ciclagem de nutrientes é influenciada diretamente pelo animal, através do consumo de forragem e retorno de nutrientes via excreção. A excreta é o produto final do processo de degradação dos alimentos pelos animais, onde são “devolvidas” grandes quantidades de nutrientes não assimilados pelos animais ao solo, permitindo a fertilização da área excretada e sua área de influência. Segundo Tilman (1998), a utilização de esterco é uma das poucas práticas agrícola capaz de melhorar e manter a fertilidade de solos tendo menos efeitos negativos para o ambiente.

Os processos de transformação e decomposição da bosta começam logo que são depositadas na pastagem, e sua velocidade de decomposição está relacionada aos seguintes fatores: climáticos, cobertura vegetal, características morfológicas do excremento, estrutura do solo em questão, composição química e consistência da bosta, sistema de pastejo e biocenose, a qual se atribui uma grande importância na aceleração desses processos (LOBO E VEIGA, 1990; SOCA, 2006).

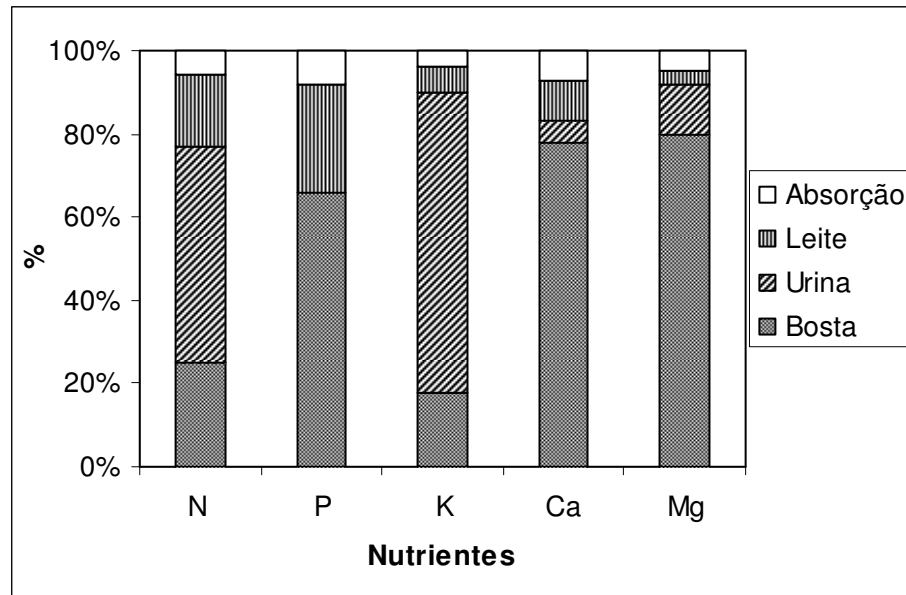
A proporção dos nutrientes que retornam ao solo através das excretas dos animais durante o pastoreio pode variar entre os diversos sistemas de produção. Os animais em pastoreio alteram a taxa de mineralização dos nutrientes (passagem da forma orgânica para a mineral) através da mastigação e ruminação, e em consequência disso a ciclagem de nutrientes é acelerada (RUSSELLE, 1997).

A quantidade de nutrientes exportados através da obtenção de produtos animais (carne, leite, lã, etc.) em sistemas de criação animal a pasto, é muito reduzida em relação ao total reciclado, uma vez que 60 a 99% dos nutrientes ingeridos pelo animal retornam ao pasto na forma de excreta (BARROW, 1987; WILKINSON E LOREY, 1973).

O potássio (K) é excretado predominantemente na urina dos animais, alguns nutrientes (N, Na, Cl e S) são excretados em significativas proporções tanto na urina quanto nas fezes, e outros (P, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe e Mn) são excretados principalmente nas fezes. Em um estudo realizado na Carolina do Norte, com vacas leiteiras, foram encontrados que 48% do nitrogênio (N), 95% do fósforo (P), 28% do potássio (K), 97% do cálcio (Ca) e 78% do magnésio (Mg) foram excretados através das fezes (SAFLEY et al. *apud* HAYNES E WILLIAMS, 1993).

Em um experimento na Zona da Mata de Minas Gerais, Braz et al. (2002), estudaram o retorno diário de nutrientes para o pasto, através das fezes de três novilhas mestiças holandês-zebu durante 10 semanas, encontrando que 93,28% do N, 76,68% do P, 17,99% do K, 72,93% do Ca e 62,54% do Mg ingeridos pelos animais retornaram à pastagem como fezes.

A figura 5 mostra a partição total dos nutrientes que são consumidos diariamente em um sistema com vacas leiteiras.



Fonte: Adaptado de Hutton et al. *apud* Haynes e Willians (1993)

FIGURA 5. Porcentagem excretada e absorvida por vacas leiteiras em lactação.

Haynes e Willians (1993), caracterizaram a reciclagem de nutrientes em um típico sistema de produção de leite na Nova Zelândia, com três vacas/ha e produção de 450 kg/ha-ano de gordura de leite. Os autores concluíram que os animais consomem cerca de 450 kg de N/ano, excretam 102 kg/ano através das fezes e por sua vez, transferem 38 kg/ano para áreas sem importância para a produção; 360 kg de K/ano são consumidos pelos animais, destes, 38 kg/ano são excretados pelas fezes e 35 kg/ano transferidos para áreas sem importância para a produção; por fim, 45 kg de P/ano são consumidos, onde 34 kg/ano são excretados pelas fezes e 3 kg/ano transferidos para áreas sem importância para a produção.

Logo, grande parte dos nutrientes ingeridos pelos animais retorna para a pastagem através da excreção, porém, é necessário que esse retorno ocorra em toda a pastagem e não de forma concentrada em determinadas áreas.

2.5. Distribuição das excretas na pastagem

Em sistema de pastejo contínuo, os animais percorrem a pastagem de forma homogênea e intensa para coleta do alimento. Porém, o ato de excreção diferencia-se tanto temporalmente como espacialmente do ato de pastejo. Esse comportamento se comprova a partir da verificação de grande concentração de fezes em locais restritos e isolados, caracterizando a distribuição agregada, que favorece a translocação dos nutrientes disponíveis na forragem de um determinado local do pasto, para áreas com pouca ou nenhuma importância para produção, sendo este fato de grande relevância no processo de reciclagem de nutrientes nos ecossistemas de pastagens (BRAZ et al., 2003).

De acordo com Páscoa (2005), o acúmulo de fezes e a desuniformidade de distribuição das dejeções podem provocar perdas significativas de nutrientes, além do risco de poluição química do solo e da água.

Segundo Corsi e Martha Jr. (1997), os sistemas de produção animal a base de pasto são praticamente auto sustentáveis, pois exigem baixas quantidades de insumos externos para a reposição de nutrientes exportados no produto animal, porém, os animais interferem de forma significativa, alterando a distribuição e eficiência no aproveitamento dos nutrientes reciclados. Como afirmam Braz et al. (2003, p.4), “a cobertura da pastagem pelas placas de fezes, determinada pela placa, bem como sua distribuição e disponibilização dos seus nutrientes para as plantas, são pontos de estrangulamento que podem indicar a falta de sustentabilidade do ecossistema de pastagem cultivada”.

Os fatores que afetam a distribuição das excretas podem ser divididos entre os relacionados com a quantidade e frequência das excretas produzidas, como a taxa de lotação, o sistema de pastejo, o tipo de animal (idade, sexo, raça, espécie), o manejo (ordenha etc) e os relacionados às atitudes comportamentais inerentes dos animais em relação às características

ambientais, como a temperatura do ar 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), dentre outros fatores (BRAZ, 2001).

Estudando a deposição das fezes de vacas leiteiras em pastoreio rotativo em Cuba, onde os animais permaneceram por 16 horas na pastagem, duas horas na sala de ordenha e seis horas em áreas sombreadas, Rodriguez et. al. (2002), verificaram que na época chuvosa o percentual de fezes depositadas foi de 53% na pastagem, 41% na área de sombra e 6% na sala de ordenha. Na estação pouco chuvosa, os percentuais foram de 39%, 51% e 10% aproximadamente, cujos autores recomendaram a máxima permanência dos animais nas pastagens para aumentar a reciclagem de nutrientes. Portanto, houve uma grande deposição de fezes nas áreas de sombra, fato que pode ser prejudicial para a ciclagem de nutrientes no sistema, caso haja pouca quantidade de árvores na pastagem, o que vai fazer com que um grande número de fezes, e com isso uma grande quantidade de nutrientes, sejam depositadas em poucas áreas da pastagem.

Haynes e Williams (1993) constataram em seus estudos que 60% das fezes e 55% da urina foram depositadas em áreas de descanso. Humphreys (1991) *apud* Corsi e Martha Jr (1997) verificou que 44 a 53% das micções e 26 a 29% das defecações ocorreram nas áreas de sombra nos dias quentes (temperatura de aproximadamente 27 °C).

Hirata et al. (1987), pesquisando a distribuição de fezes em um sistema rotativo, com período de ocupação de 48 horas e lotação variando entre 21 e 24 novilhas, observaram que os animais permaneceram grande parte do tempo em área onde estava o bebedouro e apresentavam sombras de árvore. Os autores registraram que entre 11,4 e 29,5% das deposições das fezes ocorreram nesta área, que apresentava 60 m² frente aos 1775 m² do restante da pastagem.

Avaliando a distribuição das fezes de três novilhas mestiças holandês-zebu, semanalmente, durante 10 semanas em um piquete com área útil de um hectare, Braz et al. (2003), encontraram que a distribuição ocorreu de forma agregada, havendo concentração das fezes próximo ao bebedouro e cocho de sal, fato constatado visualmente, que segundo os autores foi devido à manutenção da atividade de ruminação nesses locais durante o dia, e uma concentração nos locais escolhidos para o ato de descanso noturno dos animais. Os autores concluíram que a distribuição espacial das fezes se dá de modo heterogêneo em função das atividades dos animais, onde parte das defecações está associada ao ato de pastejo, que são distribuídas na pastagem, porém, a maior parte das fezes é depositada em pequenas áreas da pastagem, que são associadas aos atos de descanso e ruminação, fator esse responsável pela agregação das fezes.

Resultado semelhante quanto à agregação das fezes foi encontrado por Páscoa (2005), em um experimento com sistema intensivo de criação, localizado no município de Sertãozinho, SP, composto por 10 novilhas da raça Nelore e um animal que variava conforme a época do ano, entre um touro, usado no período de monta, e uma vaca. Foram avaliados dois piquetes de 45 x 65 metros (2925 m²) cada, onde apesar de constatado que os animais se distribuía de forma homogênea enquanto estavam pastando, houve agregação das fezes devido à concentração dos animais nos períodos de descanso e ruminação.

Rodríguez et al. (2003), encontraram resultados diferentes quanto a distribuição de fezes de gado de leite em pastoreio rotativo. Foram avaliados dois piquetes, um sem sombra e outro piquete arborizado, com uma densidade de 24 árvores por hectare. No piquete não arborizado foram observadas oito ocupações, enquanto no piquete arborizado cinco ocupações foram avaliadas, com três dias de ocupações em ambos os piquetes e aproximadamente 45 e 60 dias de repouso nas épocas chuvosa e pouco chuvosa, respectivamente. Os animais permaneceram no piquete durante 16 horas por dia, e os resultados encontrados pelos

pesquisadores foram de que no piquete não arborizado, a distribuição das fezes se deu de forma aleatória, enquanto que no sistema silvipastoril, as sombras das árvores influenciaram a distribuição das fezes, ocorrendo maior porcentagem de deposição nas áreas sombreadas. Segundo os autores, “em sistemas com espécies arbóreas deve-se considerar que a distribuição das fezes está relacionada com a porcentagem de área sombreada”, indicando que no sistema estudado o número de árvores era inferior ao recomendado. Casasola et al. (2005), recomendam de 25 a 40 árvores adultas por hectare, já Costa e Cromberg (1997), indicam que um sistema deve ter árvores suficiente para que todos os animais acessem a sombra ao mesmo tempo e a qualquer hora do dia.

Petterson e Gerrish (1996), afirmam que a uniformização da distribuição de excreções animais pode ser melhorada com o aumento da densidade de lotação de animais. O sistema de pastejo é outro aspecto que pode melhorar a redistribuição de nutrientes, assim como uma maior distribuição de sombra sobre a pastagem.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Verificar se a presença de árvores na pastagem, caracterizando um sistema silvipastoril, exerce influência na distribuição espacial das fezes depositadas por bovinos, na região Noroeste do estado do Paraná.

3.1.2. Objetivos específicos

- Comparar a distribuição espacial das fezes depositadas por bovinos em um sistema silvipastoril e uma pastagem não arborizada;
- Verificar se há diferença na deposição das fezes depositadas por bovinos sob os renques e entre os renques das árvores do sistema silvipastoril;
- Comparar o comportamento dos animais no sistema silvipastoril e na pastagem não arborizada.

4. METODOLOGIA

4.1. Local e características da área de estudo

O estudo foi realizado em uma área da Chácara Modelo, de propriedade de Dionizio Penasso e seu filho Agnaldo Penasso, localizada no município de Tapejara, região noroeste do Estado do Paraná (latitude 23°43'S e longitude 52°50'W), situado a aproximadamente 540 metros acima do nível do mar.

A região é de ocorrência da formação Arenito Caiuá, cujos solos da área são classificados como neossolo quartzarênico distrófico típico intermediários para latossolo vermelho distrófico típico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006), com teores muito baixos de argila (<15%), excessivamente drenados, muito profundos, muito porosos e capacidade de troca de cátions (CTC) dependente da matéria orgânica (IAPAR, 1988).

O clima é do tipo Cfa, segundo classificação de Köpen, com precipitação média anual entre 1.400 e 1.500mm e evapotranspiração potencial média anual entre 1.200 e 1.400mm, apresentando tendência de concentração de chuvas no período de verão, embora sem estação seca definida.

A região apresenta de 30 a 80 horas de frio abaixo dos 7° C, podendo a temperatura do ar facilmente atingir 40°C no verão. Os ventos predominantes são de sentido E-NE e, SO em vésperas de dias propícios a geadas, nas quais, apresentam probabilidades de ocorrência de 10% entre os dias 29 de maio e 17 de agosto e de 30% entre os dias 07 e 23 de julho (IAPAR, 1994; GRODZKI et al., 1996)

A propriedade tem uma área total de aproximadamente 80 hectares, onde além da produção de alimentos para consumo familiar, a família Penasso tem como atividades

econômicas a produção de milho, cana de açúcar e mandioca e a criação a base de pasto, de gado bovino de corte e gado de leite, este último, atualmente, é a principal atividade econômica da propriedade, cujos animais lactantes foram utilizados no presente estudo.

O estudo foi realizado em dois tipos de sistemas pastoris contíguos, delimitados com cercas elétricas, que podem ser assim descritos:

a) Sistema silvipastoril – SSP

Pastagem arborizada, implantado em uma superfície de 5,76 ha, composto por pastagem de *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia (ex-*Panicum maximum*), comumente chamado de capim tanzânia, e por renques de árvores de *Grevillea robusta*, conhecidas como grevílea, com aproximadamente cinco anos e meio de idade e dispostos em curva de nível, predominantemente⁵ orientados nos sentidos NE – SO. O arranjo espacial é de 5 metros entre árvores e 20/25 metros entre renques.

b) Pastagem não arborizada – PANA

Pastagem sem a presença de árvores, localizada ao lado do SSP, implantada em uma área de 5,2 ha e composta pela forrageira *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça (ex-*Panicum maximum*), conhecida como capim mombaça.

4.2. Condições meteorológicas da época do estudo

Foram obtidos dados da temperatura do ar e da precipitação pluviométrica do município de Tapejara-PR, ocorridos entre 10 e 22 de março de 2009, através da estação meteorológica da Fazenda São Felipe, distante cerca de 3 km da área onde foi realizada a pesquisa.

⁵ Pelo fato de a maior extensão de todos os renques adquirir a orientação NE-SO, no entanto, trechos dos renques adquirem outras orientações decorrentes de estarem plantados em nível.

Também foram alocados dois termômetros de máxima e mínima no sistema silvipastoril. Um termômetro foi fixado a uma altura de 1,5m, em uma árvore central do renque central, e o outro a 10 metros de distância, alocado entre dois renques, também a 1,5m, conforme figura 6. Quando os animais ocupavam o piquete não arborizado, um dos termômetros que estava no SSP era encaminhado para o piquete não arborizado e fixado no centro do piquete a uma altura de 1,5m. Os dados dos termômetros de máxima e mínima só foram obtidos a partir da metade do período experimental (seis últimos dias).



FIGURA 6. Alocação dos termômetros de máxima e mínima no sistema silvipastoril

4.3. Componente arbóreo

Foram avaliadas as variáveis diâmetro a altura do peito (DAP), altura total das árvores (H), e a projeção da copa na linha (PCL) e na entrelinha (PCEL). Foi calculada a área basal por planta e por hectare, o volume por planta e por hectare e a área de projeção de copa por planta e por hectare.

a) diâmetro à altura do peito (DAP)(cm)

Foi obtido o DAP de cada árvore pela transformação da circunferência a altura do peito (CAP medido a 1,30 m acima do nível do solo) medida com auxílio de uma fita métrica, de todas as árvores encontradas no sistema silvipastoril.

$$DAP = CAP/\pi$$

b) altura total das árvores (H)(m)

A altura total das árvores foi determinada para todas as árvores encontradas no SSP, com auxílio de uma “vara” de altura conhecida, na qual foi colocada ao lado das árvores, que por sua vez tiveram suas alturas medidas.

c) volume (m³) por planta e volume (m³) por hectare

Tomando-se os valores de H e DAP das árvores, foi estimado o volume com casca de cada indivíduo do SSP por meio da expressão:

$$V / plt = \frac{\pi \cdot DAP^2}{40000} \cdot H \cdot f$$

Em que,

Vt: volume por planta (m³);

DAP: diâmetro à altura do peito (cm);

H: altura da árvore (m);

f: fator de forma (0,60)

O volume por hectare foi obtido pela multiplicação do volume por planta pelo número de árvores por hectare.

d) projeção da copa na entrelinha (PCEL)

A projeção de copa na entrelinha corresponde ao raio da copa, em metros, projetado da base do fuste até a extremidade do ramo de maior comprimento disposto de forma perpendicular sobre a entrelinha de plantio.

e) área de projeção da copa por planta (APC) e por hectare (APC/ha)

Foi obtida a projeção média das copas entre as plantas na linha (PCL) (ou seja, o diâmetro da copa na linha) e também o diâmetro ou a projeção da copa nas entrelinhas de plantio (PCEL). A partir destes valores foi calculada a área de projeção de copa por planta (APC/plt), por meio da expressão:

$$APC = PCL \cdot PCEL \cdot \pi$$

Em que,

APC: área de projeção de copa por planta, em m²;

PCEL: projeção de copa na entrelinha (m);

PCL: projeção de copa na linha (m);

π : constante (3,141592654).

A área de projeção de copa por hectare, em m²/ha, resultou da multiplicação da área de projeção de copa por planta pelo número de árvores por hectare.

4.3.1. Caminhamento da sombra

No renque central do piquete, num trecho orientado no sentido NE-SO que é a orientação predominante dos renques no piquete, foram colocadas três cordas de 20 metros cada uma e alocadas perpendicularmente ao renque, com 15 metros de distância entre elas. Na metade de cada corda, foi feita uma marcação com fita isolante indicando o ponto zero, e para cada lado do ponto zero foram feitas marcações de 0,5 a 0,5 metros, onde de um lado ficaram os pontos positivos e do outro os negativos. O ponto zero de cada corda foi colocado na linha das árvores e de um lado do renque ficaram as marcações positivas e do outro as negativas. De hora em hora foi conferida a projeção da sombra sobre as cordas e registradas as distâncias da projeção a partir do ponto zero, conforme ilustrado na figura 7.

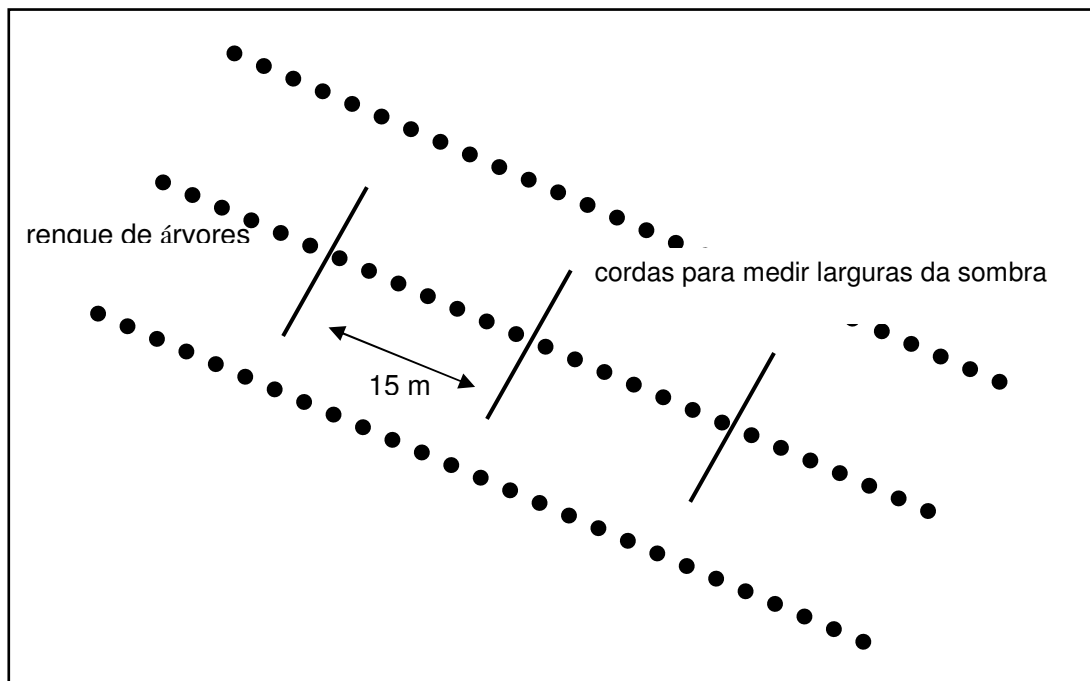


FIGURA 7. Representação da medição da projeção da sombra nas diferentes horas do dia.

4.4. Distribuição das fezes no sistema silvipastoril (SSP) e na pastagem não arborizada (PANA)

As áreas dos piquetes (SSP e PANA) foram subdivididas em quadrantes de 20x20 metros demarcados com estacas, deixando uma faixa de 2 a 5 metros em todo o perímetro dos piquetes, que foi mantida como bordadura. A subdivisão da área sob sistema silvipastoril, originou 144 quadrantes (20x20m) e a subdivisão da área com pastagem não arborizada, deu origem a 130 quadrantes (20x20).

Foram utilizadas 35 vacas de predominância racial Girolando, todas em período de lactação, com idades variando de 4 a 13 anos e produzindo aproximadamente 21,4 kg/dia.vaca de leite. Antes de se iniciar o experimento, todos os animais estavam em outro piquete da propriedade.

Os animais foram colocados nos piquetes alternando-se os dias, ou seja, em um dia todos os 35 animais eram colocados no sistema silvipastoril (SSP), compreendendo uma densidade de 6 animais/ha, no dia seguinte os mesmos 35 animais eram colocados na pastagem não arborizada (PANA), resultando em uma densidade de 6,7 animais/ha, e assim sucessivamente até o fim do período experimental.

Os animais entravam no piquete aproximadamente às 8 horas, após a primeira ordenha do dia, onde permaneciam até as 16 horas, quando eram retirados para serem ordenhados novamente, depois, retornavam aproximadamente às 19 horas e permaneciam até as 5 horas, quando novamente eram ordenhados, completando o período de ocupação de um dia, quando eram removidos para o outro piquete.

Em um período experimental de 12 dias (12 ocupações dos piquetes pelos animais), com seis dias (ocupações) em cada piquete (SSP e PANA), e amostragens diárias, foram feitas as contagens das fezes depositadas no solo e os registros dos respectivos quadrantes que

elas foram depositadas, sendo marcadas com cal no momento em que eram contadas, de forma que cada bosta fosse registrada uma única vez. Também para facilitar a contagem das fezes e impedir que o registro fosse feito de forma errônea, antes de iniciar a contagem eram passados barbantes nas estacas delimitando os quadrantes (Figura 8).



Foto: Gabriel C. Kruschewsky, mar./2009

FIGURA 8. Marcação das fezes após registro e delimitação dos quadrantes com barbante para facilitar a contagem.

4.4.1 Análise dos dados

A partir dos registros das distribuições das fezes em cada um dos quadrantes (144 no SSP e 130 no PANA), foram calculadas a média (\bar{x}) e a variância (s^2), com base no registro de cada uma das 12 ocupações isoladamente, e dos registros totais acumulados durante as seis

ocupações em cada piquete, que possibilitaram calcular o Índice de Dispersão (Krebs, 1999), definido como:

$$ID = \frac{s^2}{\bar{x}}$$

Em que,

s^2 : variância

\bar{x} : média

Para testar estatisticamente o Índice de Dispersão, utilizou-se o teste Qui-quadrado de forma que:

$$X^2_{\text{obs}} = ID (n-1)$$

Em que,

X^2_{obs} : valor de Qui-quadrado observado

ID : Índice de Dispersão

n : número de quadrantes contados (144 e 130)

O valor de Qui-quadrado tabelado foi obtido em tabelas apropriadas com n-1 graus de liberdade.

Para conclusão do teste do Índice de Dispersão, foi utilizado o teste Qui-quadrado bilateral, através do seguinte critério (BRAZ, 2001; FERREIRA et al., 2004):

Se $X^2_{0,975} < X^2_{\text{obs}} < X^2_{0,025} \rightarrow$ a variância é igual a média e o índice de dispersão é 1; conclui-se que as fezes são distribuídas aleatoriamente.

Se $X^2_{\text{obs}} \leq X^2_{0,975}$ → a variância é muito menor que a média e o índice de dispersão é próximo de zero; conclui-se que as fezes são uniformemente espaçadas na pastagem.

Se $X^2_{\text{obs}} \geq X^2_{0,025}$ → a variância é maior que a média e o índice de dispersão pode ser muito maior que 1; conclui-se que as fezes são distribuídas de forma agregada na pastagem.

Na figura 9, estão representados os modelos de distribuição espacial aleatório, agregado e uniforme, utilizados na caracterização da distribuição das fezes.



FIGURA 9. Representação dos modelos de distribuição espacial aleatório, agregado e uniforme. Adaptado de KREBS, 1999.

4.4.2. Comportamento dos animais

Entre os dias 12 e 19 de março de 2009, compreendeu o período de observação dos animais em relação ao comportamento dos mesmos. Os animais foram separados em três grupos relativos à idade, com uma classe de animais novos (cerca de 4 anos de idade), animais intermediários (entre 7 e 8 anos) e animais velhos (12 e 13 anos). Juntamente com o proprietário, foram escolhidos, seguindo o critério de se ter maior facilidade na identificação

no campo, três animais de cada categoria para serem acompanhados, que foram identificados de acordo com a pelagem e brincos.

Antes de iniciar o registro das observações dos animais, foi feito um dia de habituação (11/03/2009), com o acompanhamento dos animais das 8 horas às 16 horas, com o propósito de acostumá-los com a minha presença.

De hora em hora, durante oito dias, sendo quatro dias em cada piquete, foram feitos os registros dos comportamentos dos nove animais. Os comportamentos foram: pastando, ruminando (em pé ou deitado), andando, parado à toa (em pé ou deitado), bebendo água, coçando nas árvores e outros (qualquer outro comportamento não descrito anteriormente).

Também era registrada a distribuição espacial dos animais nos piquetes, e nos dias que os animais estavam no SSP, eram registrados quantos animais estavam na sombra e quantos estavam no sol.

É importante ressaltar que todos os registros acima mencionados, referentes aos comportamentos dos animais, foram feitos com o objetivo de auxiliar na análise dos dados relativos à distribuição das fezes dos animais no sistema silvipastoril (SSP) e na pastagem não arborizada (PANA).

4.5. Distribuição das fezes no sistema silvipastoril (SSP)

Para avaliar a distribuição das fezes no sistema silvipastoril, com o objetivo de constatar se houve diferença na deposição das fezes sob os renques (embaixo das copas das árvores) e entre os renques, foram instaladas 10 parcelas de 10x10m sob os renques e 10 parcelas de 10x10m entre os renques de árvores. As parcelas foram alocadas basicamente seguindo três transectos, conforme demonstrado na Figura 10. Os registros foram feitos nos seis dias de ocupações dos animais no sistema silvipastoril.

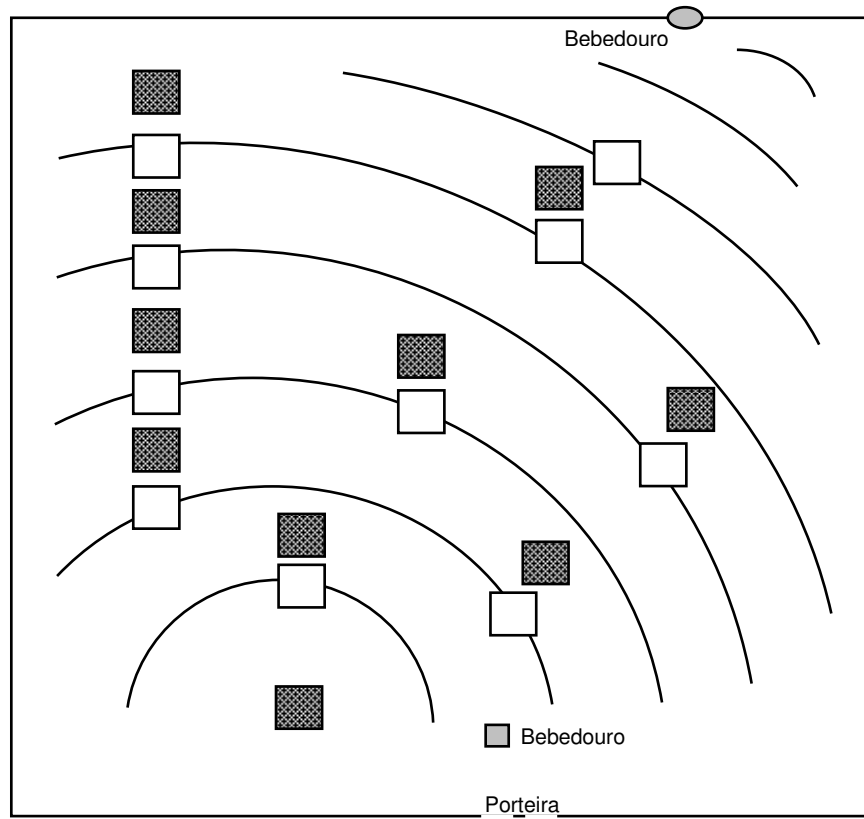


FIGURA 10. Croqui da localização das parcelas sob os renques e entre os renques de árvores.

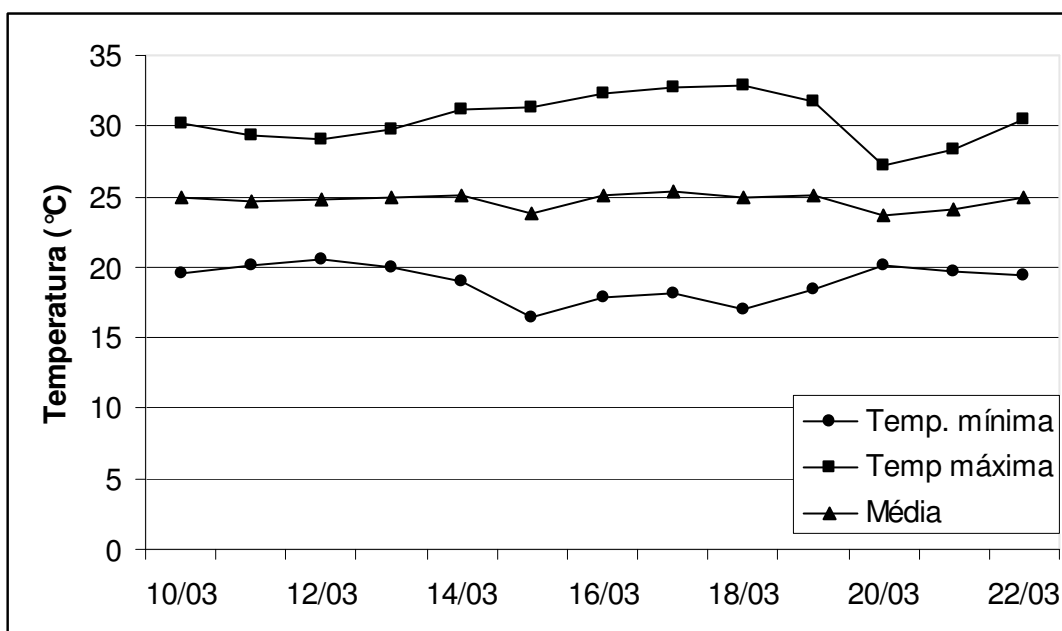
4.5.1. Análise dos dados

Para a análise dos dados foi realizado o teste T de Student ($P \leq 0,05$), com o auxílio do programa estatístico StatGraphics.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Condições meteorológicas da época do estudo

As figuras 11 e 12 apresentam os dados da temperatura do ar e da precipitação pluviométrica do município de Tapejara-PR, ocorridas entre 10 de março de 2009 e 22 de março de 2009, a partir de dados obtidos na estação meteorológica da Fazenda São Felipe.

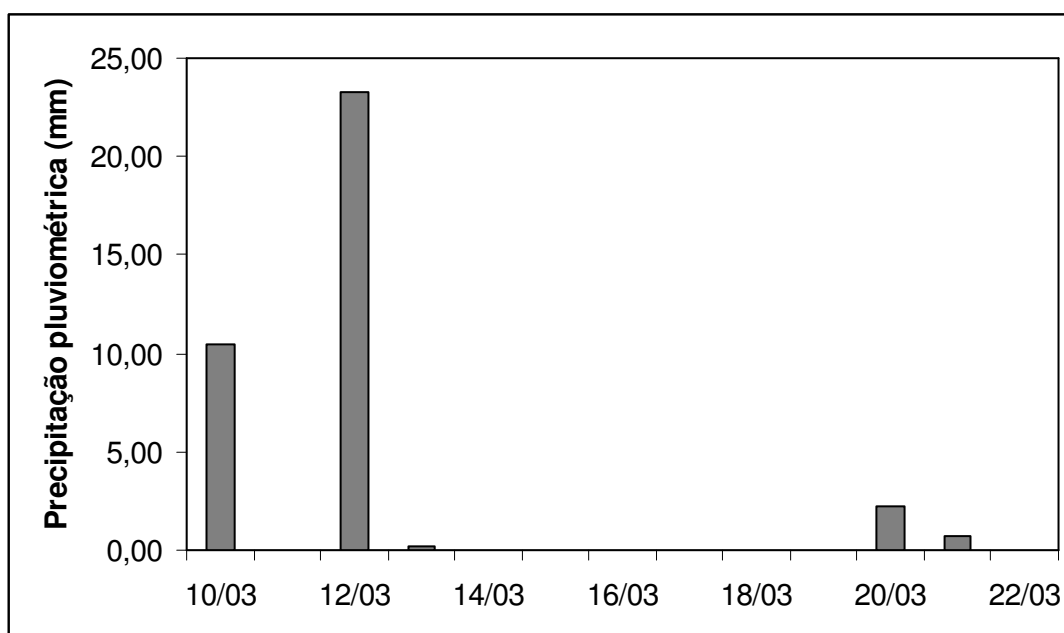


Fonte: Estação meteorológica fazenda São Felipe

FIGURA 11. Dados das temperaturas absolutas e médias do ar no período experimental (10/03/2009 a 22/03/2009) em Tapejara-PR.

Observando os dados da estação meteorológica, nota-se que a temperatura média no período experimental ficou entorno dos 25°C, enquanto que a mínima chegou a 16°C no dia 17/03/2009 e a máxima ocorreu nos dias 17/03 e 18/03/2009, com 33°C.

Com relação à precipitação pluviométrica, percebe-se pela figura 12 que choveu em cinco dias do período experimental, com maior quantidade no dia 12/03/2009, quando choveu 23,2mm durante esse dia.



Fonte: Estação meteorológica fazenda São Felipe

FIGURA 12. Dados da precipitação pluviométrica no período experimental (10/03/2009 a 22/03/2009) em Tapejara-PR.

5.1.2. Temperaturas na área experimental

A tabela sete apresenta as temperaturas do ar máximas e mínimas durante os seis últimos dias de experimento, no piquete sem árvores e no sistema silvipastoril. No sistema silvipastoril são apresentadas as temperaturas entre dois renques (entre duas linhas centrais de árvores) e sob renques (embaixo da copa da árvore).

TABELA 7. Temperaturas máximas e mínimas na pastagem não arborizada (PANA), no sistema silvipastoril entre renques (SSP_{ER}) e no sistema silvipastoril sob renques (SSP_{SR}).

Sistema	Temperaturas (°C)													
	Mín	Max	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Max	Mín	Máx	Mín	Max
PANA	–	–	15	34,5	–	–	18,5	33	–	–	17	31	16,8	32,8
SSP _{ER}	21	35	–	–	21,5	35,5	–	–	18,5	30,5	–	–	20,3	33,6
SSP _{SR}	22	33	21,5	32,5	22	34	23,5	32,5	24	30,5	22,5	30	22,6	32,1
Datas	16/03/2009		17/03/2009		18/03/2009		19/03/2009		20/03/2009		21/03/2009		Média	

Nota-se que durante os seis dias de avaliação, as maiores variações de temperatura (diferença entre a temperatura máxima e a mínima) no mesmo dia, ocorreram na pastagem não arborizada (PANA), sendo que no dia 17/03/2009 essa variação chegou a 19,5°C, enquanto que no mesmo dia, no SSP sob renque (SSP_{SR}), piquete que fica localizado ao lado da PANA, essa variação chegou a 11°C, com seis graus Celsius a mais de temperatura mínima e dois graus Celsius a menos de temperatura máxima no SSP_{SR}. Percebe-se que durante os três dias que os termômetros estavam na PANA e no SSP_{SR} simultaneamente, houve uma redução da temperatura máxima e aumento da temperatura mínima no SSP_{SR} em relação à PANA, indicando a alteração dos picos térmicos (máximos e mínimos), como afirmado por Vieira et al. (2003), o que deve contribuir para o conforto térmico dos animais.

Porfírio da Silva (1998), comparando variáveis microclimáticas entre um sistema convencional e um sistema silvipastoril com grevilea e pastagem de *Brachiaria brizanta*, também no Noroeste do Paraná, mostrou que a temperatura do ar foi maior durante a noite sob as árvores, e menor durante o dia nas áreas sombreadas, apontando que os renques de árvores atuam como fonte de calor nos dias/noites frias e em dias quentes e de forte insolação, as sombras contribuem para condições de conforto térmico dos animais.

Em relação aos dias que os animais estavam no sistema silvipastoril e, portanto, os termômetros estavam no SSP_{ER} e no SSP_{SR}, o termômetro localizado sob a copa da árvore registrou uma maior temperatura mínima nos três dias de avaliação, menor temperatura máxima em dois dias e temperatura máxima igual ao registrado no SSP_{ER} no terceiro dia. Mostraram, portanto, que houve diferença de temperaturas sob renques e entre renques, uma vez que as árvores conservam o calor do solo que foi aquecido durante o dia, reduzindo a dissipação do mesmo durante a noite, e fazendo com que sob as copas as temperaturas mínimas sejam mais elevadas. Por outro lado, próximo ao meio dia, horário de maior

incidência solar sobre o solo, as copas das árvores interceptam essa incidência, fornecendo sombra, que reduz as temperaturas máximas.

Observando as temperaturas médias dos três tratamentos, constatamos que a maior temperatura mínima e a menor temperatura máxima ocorreram no SSP_{SR}, mostrando o efeito que as árvores exercem sobre o ambiente.

5.2. Componente arbóreo

O piquete com pastagem arborizada, caracterizando um sistema silvipastoril, é composto por 213 árvores de *Grevillea robusta*, resultando em uma densidade de 37 árvores por hectare. As árvores têm com cinco anos e meio de idade e altura média de 7,1 m e 21,5 cm de DAP.

As grevílias do SSP têm um volume médio por planta de 0,2 m³ e um volume por hectare de 6,1 m³. Nos 5,7 hectares do piquete há um volume de 35 m³ de madeira, que se fosse comercializada hoje pela família Penasso ao valor⁶ de R\$ 50,00 o metro cúbico, com as árvores vendidas em pé, representaria uma renda de R\$ 1.770,00. Porém, é importante ressaltar que o ciclo final de corte da grevília, quando as árvores são destinadas para serraria, é por volta dos 20 anos de idade, o que segundo dados da Embrapa Florestas (2009), renderiam cerca de R\$ 12.000,00 em um sistema composto por 200 árvores.

De acordo com o produtor Agnaldo Penasso, “a família não tem intenção de comercializar a madeira, uma vez que o objetivo de terem arborizado a pastagem é o conforto dos animais proporcionado pelas árvores, e se tirássemos as árvores, os animais voltariam a sofrer com o calor”. Contudo, com um bom planejamento, essa questão poderá ser resolvida através de uma rotação de corte das árvores nos piquetes, fazendo com que sempre haja outros

⁶ Valor fornecido por produtores da região em Dez/2008, pago pelo metro cúbico por madeiras da região com as árvores em pé.

piquetes arborizados, o que seria interessante, visto que aproveitaria o potencial madeireiro do sistema silvipastoril, gerando mais renda para a família.

Para aproveitar esse potencial madeireiro e também melhorar a infiltração da luz solar no SSP, também será necessário melhorar o manejo das árvores, com desramas mais frequentes, já que foi verificada a necessidade desse trato silvicultural. A desrama faz com que a madeira fique livre de nós, o que aumenta o valor. Promove, também, maior incidência de luz solar sob as copas das árvores, formando mosaicos de sombras na pastagem.

Avaliando as copas das grevíleas, foi verificada uma média de 2,6 m de projeção de copa nas entrelinhas (PCEL) dos renques de árvores. A média da área de projeção de copa por planta (APC) é de 20,3 m², o que significa dizer que, por exemplo, próximo ao meio dia, há cerca de 20 m² de sombra por árvore.

Em todo o piquete com SSP, há 4324 m² de área de projeção de copa (APC), oferecendo 751 m²/ha de APC aos animais. Com esse resultado pode-se dizer que cada uma das 35 vacas leiteiras utilizadas no experimento, tem 21 m² de sombra disponível, em horário próximo ao meio dia, por hectare, e aproximadamente 123 m² de área de sombra para cada animal, por volta do meio dia, em todo o piquete arborizado.

5.2.1. Sombreamento

A presença das árvores em renques dispostos em curvas de nível na pastagem impõe uma condição de sombreamento ao longo do dia, a figura 13 mostra a área de distribuição da sombra nas diferentes horas do dia, onde o renque central do piquete está disposto no sentido nordeste/sudoeste (NE-SO).

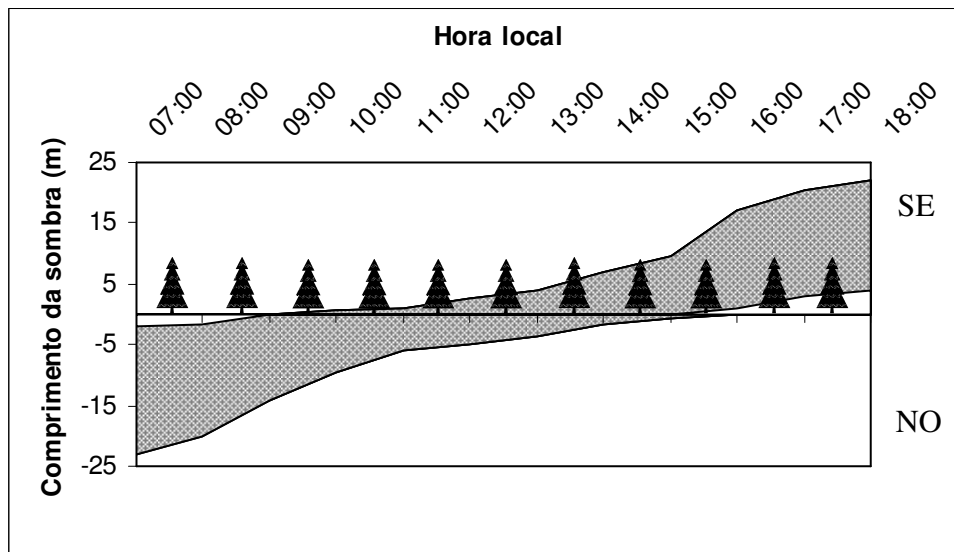


FIGURA 13. Área de sombra proporcionada pelo renque arbóreo, composto por greúleas, no SSP.

Nas figuras 14, 15 e 16, podem ser observados aspectos relativos à dinâmica de luz e sombras no SSP. As imagens são do renque central do piquete de SSP, mesmo renque que foi acompanhado o caminhamento da sombra ao longo do dia, e mostra a projeção da sombra em direção ao noroeste, no período da manhã (figura 14), sob as copas no horário próximo às 13h (figura 15), e a projeção em direção ao sudeste, no período da tarde (figura 16).

A incidência de luz solar sobre as copas dos renques de árvores formam mosaicos de luz e sombra, onde no início da manhã, parte da radiação incide diretamente por sob as copas dos renques e parte é interceptada pelas copas das árvores, que projetam a sombra a partir de uma determinada distância do renque, até próximo ao renque vizinho (figuras 13 e 14). Com passar das horas da manhã, o sombreamento vai se movimentando em direção ao renque, sombreando sob as copas por volta das 13h (figuras 13 e 15). Depois, a sombra muda de lado em relação ao renque, que novamente terá incidência solar sob as copas no final da tarde (figuras 13 e 16).



FIGURA 14. Sombreamento proporcionado pelo renque central do sistema silvipastoril (SSP) no período matutino.



FIGURA 15. Sombreamento proporcionado pelo renque central do sistema silvipastoril (SSP), em horário próximo às 13 horas.



FIGURA 16. Sombreamento proporcionado pelo renque central do sistema silvipastoril (SSP) no período vespertino.

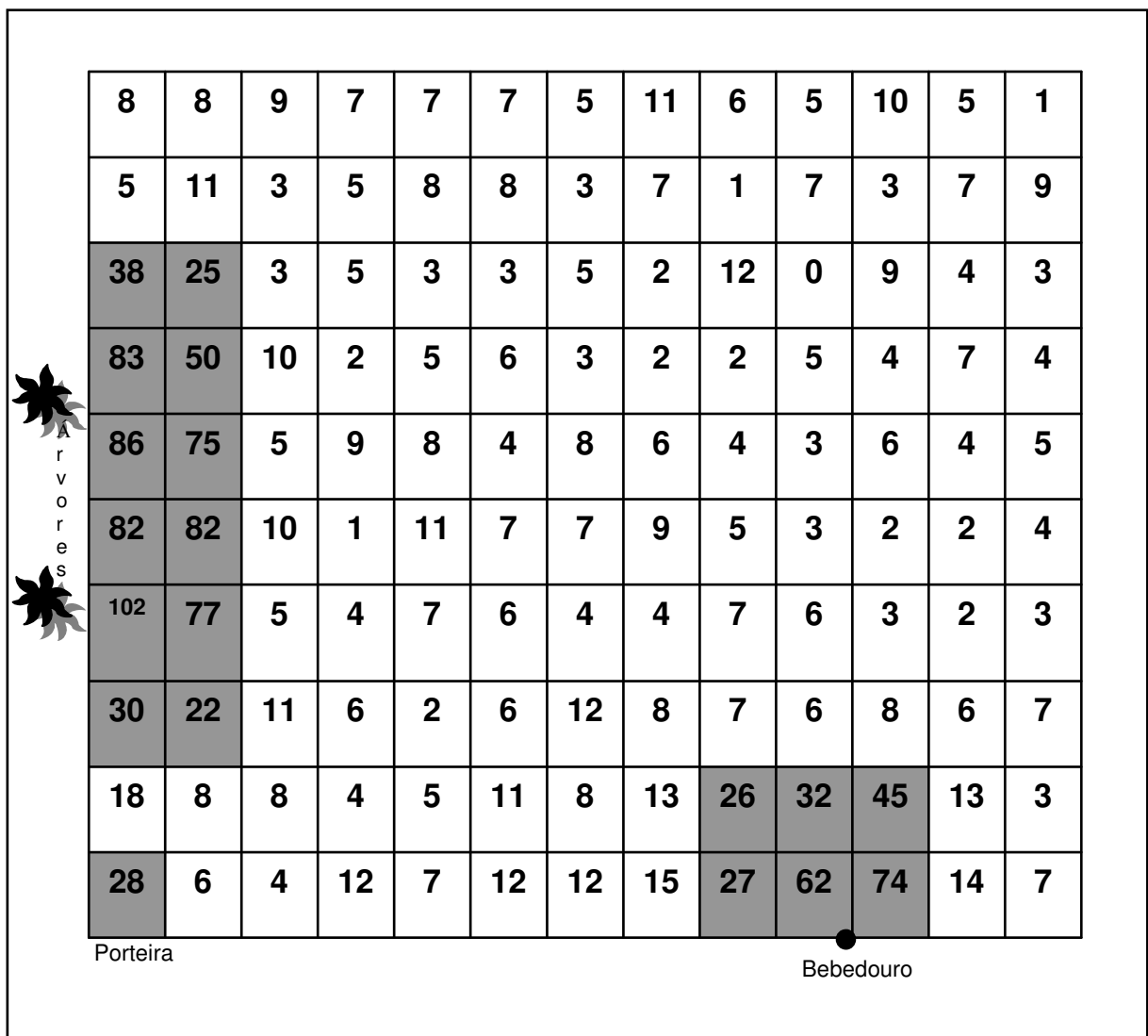
5.3. Distribuição das fezes

Nas figuras 17 e 18 estão representados os croquis da área útil de avaliação da PANA e do SSP, também estão descritos os números de fezes observadas em cada um dos 130 quadrantes na PANA e 144 no SSP.

Os quadrantes que receberam acima de 20 deposições de fezes foram destacados. Observa-se que na PANA, após as seis ocupações, os quadrantes que receberam maiores deposições de fezes (>20) estão localizados próximos a duas árvores localizadas na plantação de milho que fica ao lado do piquete. No período da manhã até aproximadamente às 14 horas, essas árvores proporcionam sombra na PANA, sobrepondo uma área que foi deixada como bordadura e também parte de três quadrantes. Os animais permaneciam nesses locais durante um grande período de tempo, saindo para pastar e consumir água ao longo do dia. Também

houve concentração de fezes próxima ao bebedouro e no quadrante onde está localizada a porteira de acesso ao piquete (Figura 17).

No SSP, houve maior deposição de fezes no quadrante onde está localizada a porteira de acesso ao piquete e também um dos bebedouros, e um quadrante localizado no centro do piquete (Figura 18).



8	8	9	7	7	7	5	11	6	5	10	5	1
5	11	3	5	8	8	3	7	1	7	3	7	9
38	25	3	5	3	3	5	2	12	0	9	4	3
83	50	10	2	5	6	3	2	2	5	4	7	4
86	75	5	9	8	4	8	6	4	3	6	4	5
82	82	10	1	11	7	7	9	5	3	2	2	4
102	77	5	4	7	6	4	4	7	6	3	2	3
30	22	11	6	2	6	12	8	7	6	8	6	7
18	8	8	4	5	11	8	13	26	32	45	13	3
28	6	4	12	7	12	12	15	27	62	74	14	7

Arvores

Porteira

Bebedouro

FIGURA 17. Croqui da pastagem não arborizada (PANA), com o número de fezes depositadas em cada quadrante após as seis ocupações.

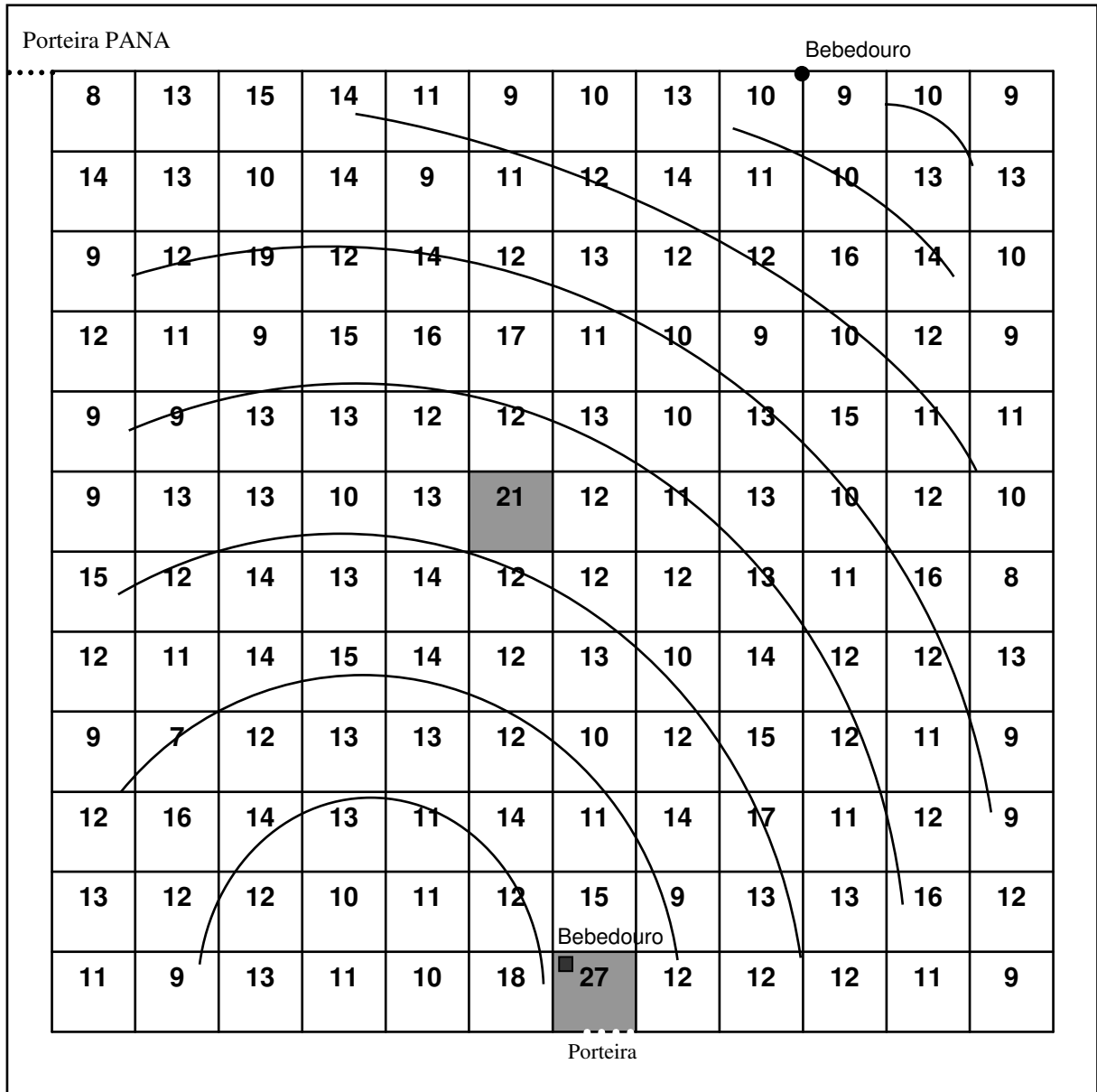


FIGURA 18. Croqui do sistema silvipastoril (SSP), com o número de fezes depositadas em cada quadrante após as seis ocupações.

A sombra proporcionada pelas árvores não era suficiente para todos os animais na PANA, contudo, eles se “aglomeravam” em volta das duas sombras (figura 19), sempre respeitando uma distância da cerca elétrica. Foi observado que constantemente ocorriam interações agressivas entre os animais nesses locais, com dominância de certos animais sobre os outros, onde muitas vezes os animais dominados permaneciam no sol, enquanto que os animais dominantes ficavam quase que sozinhos nas sombras, mostrando a hierarquia que existe entre eles. Os animais que não conseguiam um lugar na sombra utilizavam de

estratégias para “fugir” das altas temperaturas que fizeram durante o período experimental, se escondendo sob as touceiras de capim que havia ao redor, por estar sobrando pastagem (Figura 20).



FIGURA 19. Grupo de animais na pastagem não arborizada (PANA), dispostos sob a sombra proporcionada pelas árvores localizadas na plantação de milho ao lado.

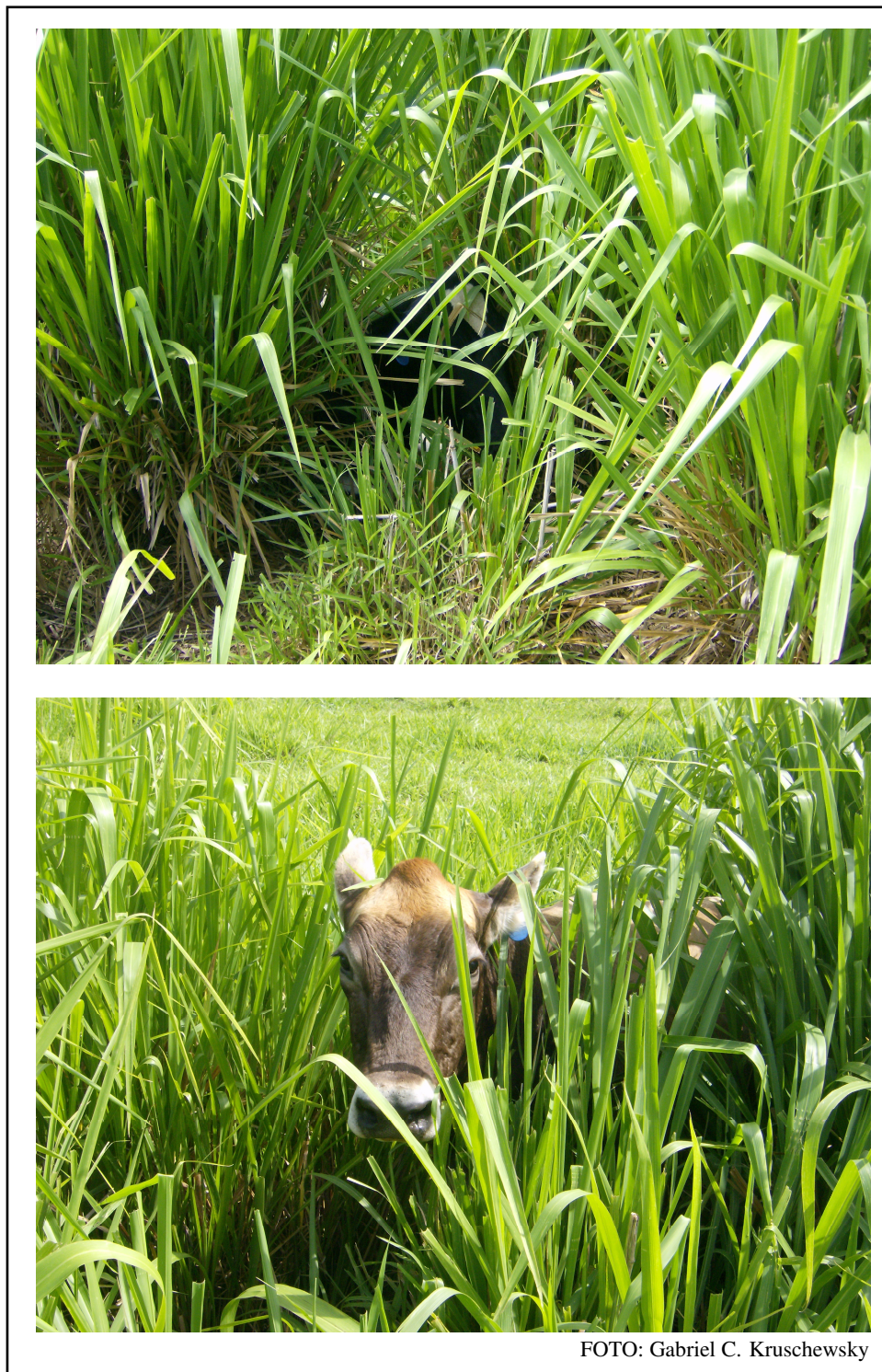


FIGURA 20. Animais utilizando as touceiras de capim como estratégia para se abrigarem do sol.

No piquete arborizado (SSP) não foi observado a disputa dos animais por sombra, uma vez que havia sombra disponível para todos animais ao mesmo tempo, como discutido no item 5.2, o que de fato contribuiu para uma melhor distribuição das fezes na pastagem. A

figura 21 mostra alguns animais desfrutando da sombra proporcionada pelos renques de árvores.



FIGURA 21. Animais sob as sombras proporcionadas pelos renques de árvores no SSP.

Através da avaliação do Índice de Dispersão (ID), verificou-se que a distribuição das fezes na pastagem não arborizada (PANA) ocorreu de forma agregada em todos os registros de contagem na área útil de avaliação, obtida nas seis ocupações do piquete individualmente, bem como, no total acumulado após seis ocupações dos animais. Entretanto, no sistema silvipastoril (SSP), a avaliação do ID mostrou que apenas na primeira ocupação a distribuição das fezes ocorreu de forma agregada na pastagem, tornando-se aleatória na segunda ocupação e, uniforme na terceira, quarta, quinta e sexta ocupação dos animais no SSP. Quando avaliado o ID no total acumulado após as seis ocupações (seis dias) no SSP, a distribuição das fezes também ocorreu de forma uniforme na pastagem.

A Tabela 8 mostra os valores dos Índices de Dispersão (ID) em cada ocupação dos animais na pastagem não arborizada (PANA) e no sistema silvipastoril (SSP), assim como, o ID do total acumulado após seis ocupações em cada piquete (resultados das variâncias, médias e testes do Qui-quadrado encontram-se no apêndice).

TABELA 8. Índices de Dispersão (ID) da pastagem não arborizada (PANA) e do sistema silvipastoril (SSP), nas seis ocupações dos animais em cada piquete e do total acumulado após as seis ocupações.

Ocupações (dias)	Índice de Dispersão (ID)	
	PANA	SSP
1 ^a	7,69	1,81
2 ^a	6,35	1,07
3 ^a	7,28	0,74
4 ^a	5,20	0,57
5 ^a	5,01	0,46
6 ^a	5,22	0,64
Total acumulado após 6 ocupações	30,07	0,52

Nota-se que na PANA todos os Índices de Dispersão foram superiores a um, apontando para a agregação das fezes, enquanto que no SSP, somente na primeira ocupação dos animais o ID foi superior a um. Resultado semelhante ao encontrado na PANA do presente estudo, foi encontrado por Braz et al.(2003), que ao avaliarem a distribuição das

fezes de três novilhas em sistema extensivo, semanalmente, durante 10 semanas, encontraram valores de ID variando entre 1,32 e 3,45, mostrando que as novilhas distribuíram as fezes de forma agregada na pastagem, nas 10 semanas de avaliações.

Páscoa (2005), que no seu experimento utilizou dois piquetes em sistema rotativo, com 10 novilhas e uma vaca (era substituída por um touro na época de monta) e avaliou a distribuição das fezes em oito ocupações em cada piquete, também encontrou resultado parecido. No piquete 1, Páscoa (2005), verificou que apenas uma ocupação apresentou distribuição aleatória ($ID=0,98$) das fezes, enquanto que nas outras sete ocupações realizadas, foram encontradas distribuições agregadas, com valores de ID entre 1,32 e 2,78. No piquete 2, foram encontradas duas ocupações com distribuições aleatórias ($ID=1,01$ e $1,16$), sendo que nas outras seis ocupações, os ID variaram entre 1,45 e 2,02, indicando distribuição agregada. As três ocupações com distribuições aleatórias (uma no piquete 1 e duas no piquete 2) não foram suficientes para melhorar a distribuição das fezes após os oito ciclos de ocupações, uma vez que, avaliando o Índice de Dispersão do total de fezes acumuladas após as oito ocupações, resultaram em valores de ID iguais a 2,45 e 2,46 para o piquete 1 e 2, respectivamente, mostrando que as distribuições foram agregadas nos dois piquetes.

Segundo Páscoa (2005), quanto maior o ID, mais agregada é a distribuição das fezes na pastagem, logo, o ID do total de fezes acumuladas após seis ocupações na PANA igual a 30,07, indica que houve uma grande concentração de fezes na pastagem. O contrário foi observado no SSP, em que o ID do total acumulado após seis ocupações foi igual a 0,52, mostrando que a distribuição foi uniforme nesse sistema.

Apesar da distribuição das fezes ter ocorrido de forma uniforme no SSP, é importante salientar que no campo foi registrado o número de fezes por quadrante, ou seja, foi registrado o quadrante que cada bosta foi depositada e não o local exato que cada bosta foi depositada na pastagem, portanto, com a distribuição uniforme no SSP, não significa que cada bosta está

igualmente espaçada na pastagem, mas sim que há uma distribuição uniforme do número de fezes por quadrante, o que é considerada uma boa distribuição.

Na figura 22 está representada a variação do ID no decorrer dos dias (ocupações) de avaliações na PANA e no SSP.

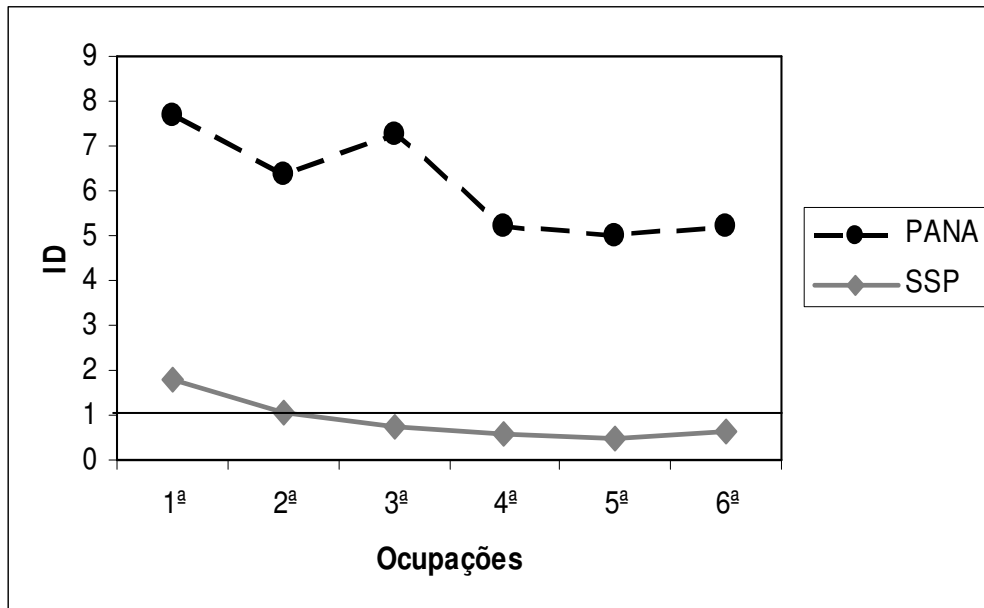


FIGURA 22. Índices de Dispersão (ID) das seis ocupações dos animais na pastagem não arborizada (PANA) e no sistema silvipastoril (SSP).

A linha preta contínua (ID=1) corresponde a aleatorização da distribuição das fezes, valores de ID acima dela, indicam agregação das fezes na pastagem, e, abaixo, significa que as fezes estão uniformemente distribuídas na pastagem. Percebe-se que no SSP, o valor do ID da primeira ocupação está acima da linha preta (ID=1,81), porém, está mais próximo do que todos os registros do ID da PANA, (ID > 5). Isto indica que apesar da distribuição ter sido agregada na primeira ocupação, houve uma menor concentração das fezes do que nas seis ocupações dos animais na PANA.

O ID da segunda ocupação dos animais no SSP, foi próximo de 1, portanto, pode-se observar pela figura 22 que o ID ficou sobre a linha preta contínua, que demonstra uma distribuição aleatória. Após a segunda ocupação, todos os registros do ID no SSP foram abaixo da linha preta contínua, mostrando que a distribuição foi uniforme. Percebe-se que

todos os Índices de Dispersão da PANA indicaram distribuição agregada ($ID > 1$), uma vez que a linha tracejada está acima da linha que representa aleatorização (Figura 22).

Para melhor visualização de como ocorreu a distribuição das fezes durante as ocupações dos animais na PANA e no SSP, na figura 23 estão representadas as porcentagens dos totais de fezes que foram depositadas por ocupação, nos quadrantes com uma e duas, três e quatro, cinco e seis fezes, e assim por diante, na PANA e no SSP, nas seis ocupações.

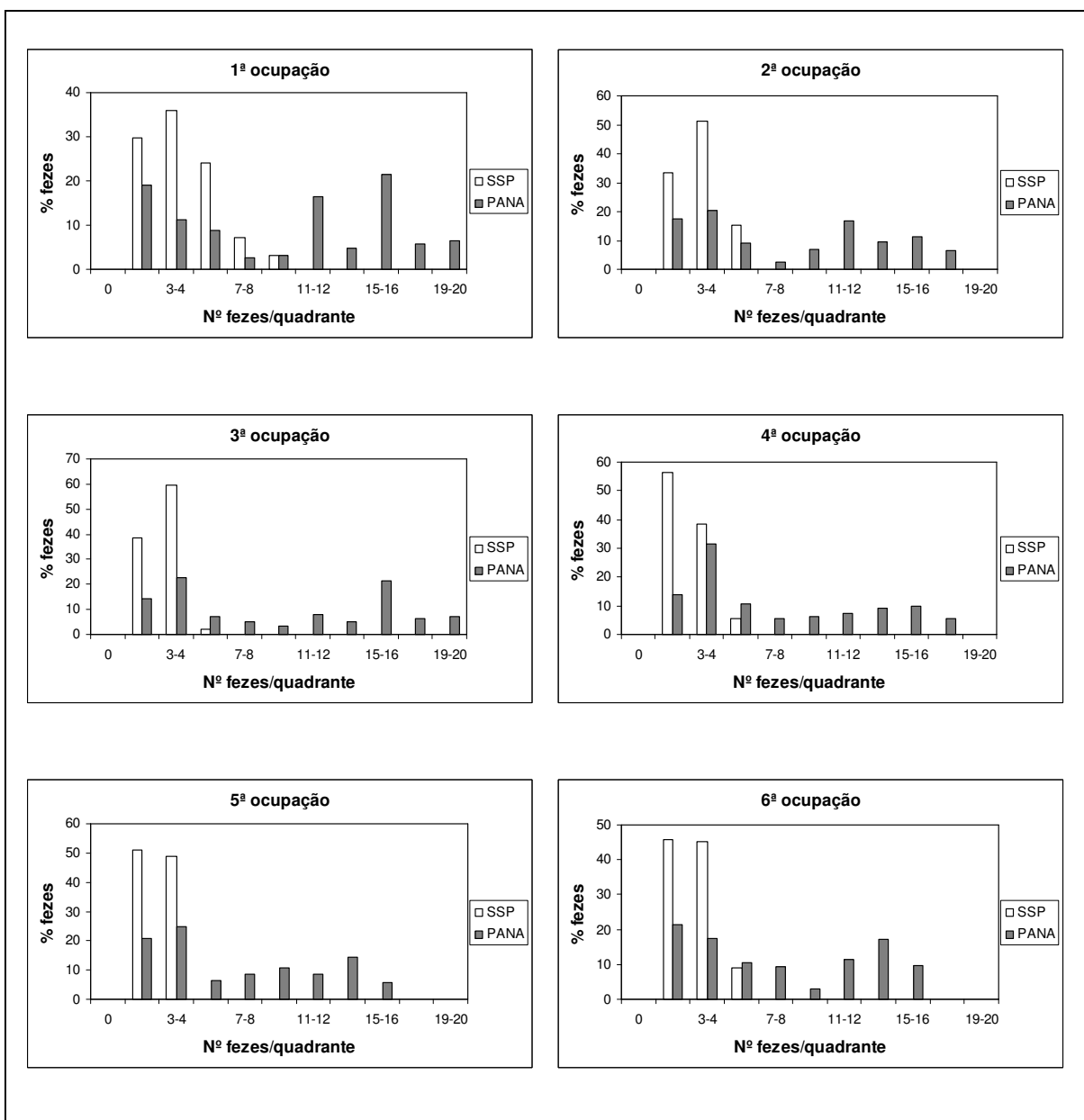


FIGURA 23. Porcentagem de fezes depositadas nos quadrantes durante cada ocupação dos animais, na pastagem não arborizada (PANA) e no sistema silvipastoril (SSP).

Observando o gráfico da primeira ocupação (figura 23), percebe-se que no SSP houve deposições de fezes em quadrantes com sete e oito (7-8) e nove e dez (9-10) fezes, que somadas, representam cerca de dez 10%, do total de fezes depositadas no primeiro dia, ao contrário das outras ocupações, em que não houve deposição acima de seis fezes por quadrante. Tal acontecimento foi responsável pela agregação das fezes na primeira ocupação, e essa concentração ocorreu no quadrante onde ficam alocados um dos bebedouros e a porteira de acesso ao piquete.

Quanto ao bebedouro, não foi observada uma maior permanência dos animais próximos a ele no decorrer do primeiro dia, ou mesmo, que os animais tenham ido consumir água com mais frequência do que nas outras ocupações, porém, com relação à porteira, foi observado que a partir das 15 horas do primeiro dia de ocupação do SSP, grande parte dos animais permaneceu próxima a ela, o que pode ter acarretado na maior concentração das fezes nesse local. Essa permanência dos animais pode ser explicada pelo fato do funcionário que ordenha os animais não ter o costume de fechar essa porteira, o que fazia com que os animais comesçassem a sair do piquete e caminhar em direção a sala de ordenha, possivelmente a partir das 15 horas. Com o início do presente experimento, a porteira começou a permanecer fechada, o que levou os animais a se concentrarem próximos a ela.

Na segunda ocupação dos animais no SSP não houve nenhuma observação que justifique a distribuição ter sido aleatória (ID=1, figura 22). Analisando a figura 23, pode-se observar que assim como nas demais ocupações (exceto a primeira, que foi agregada), mais de 80% das fezes foram depositadas em quadrantes que receberam entre uma e quatro (1-4) fezes, porém, a segunda ocupação teve aproximadamente 15% do total de fezes do dia depositadas em quadrantes que receberam entre cinco e seis (5-6) fezes, ao contrário das demais ocupações (exceto a primeira ocupação), aonde esse número não chegou a 10%.

A primeira ocupação dos animais na PANA foi a que teve maior agregação das fezes, com ID= 7,69 (tabela 8 e figura 22). Através da figura 23, nota-se que a maior parte das fezes (21% aproximadamente) foi depositada em quadrantes que receberam entre 15 e 16 fezes. Nas outras ocupações continuaram havendo grandes quantidades de deposições de fezes em um mesmo quadrante, com quadrantes recebendo entre 17 e 20 fezes em um só dia.

Um resumo das seis ocupações em cada piquete pode ser observado na figura 24, na qual estão os dados referentes à porcentagem de fezes depositadas durante as seis ocupações.

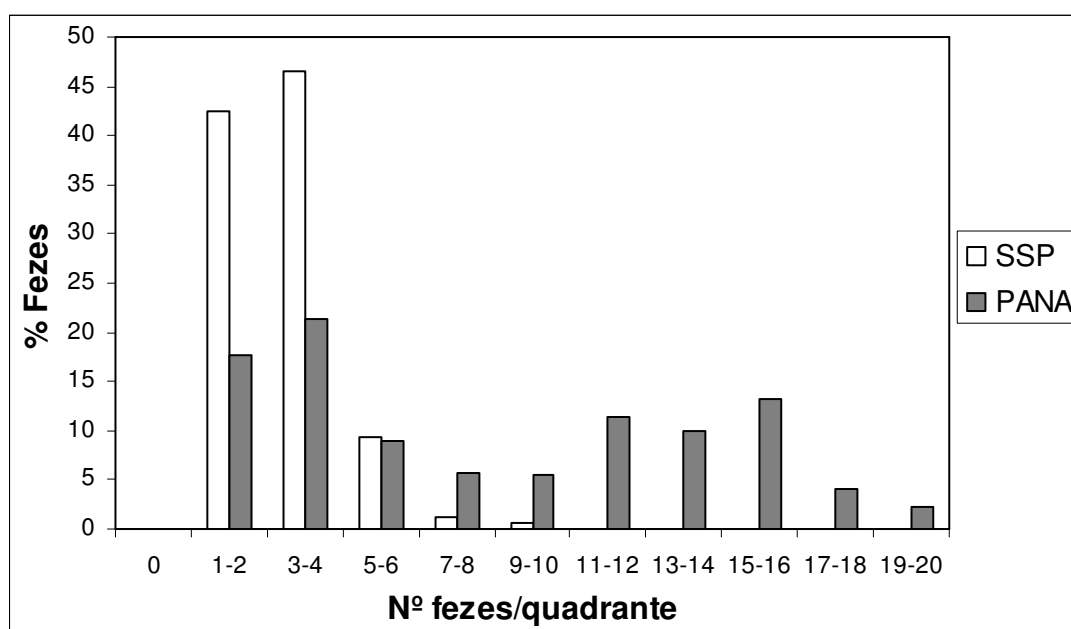


FIGURA 24. Porcentagem de fezes depositadas nos quadrantes durante as seis ocupações dos animais, na pastagem não arborizada (PANA) e no sistema silvipastoril (SSP).

Durante as seis ocupações no SSP, os animais depositaram 88,9% das fezes em quadrantes que receberam entre uma e quatro (1-2 e 3-4) fezes por quadrante, ao passo que na PANA, apenas 39% foram depositadas nesses quadrantes, e, mais de 40% do total de fezes depositadas durante as seis ocupações, aconteceram em quadrantes que receberam mais de 10 fezes (11-12, 13-14, 15-16, 17-18, 19-20 fezes por quadrante). Com isso, pode-se dizer que no SSP um maior número de quadrantes recebeu menores quantidades de fezes durante as seis ocupações, enquanto que na PANA, poucos quadrantes receberam grandes quantidades de

fezes das 35 vacas utilizadas no experimento, mostrando que a distribuição das fezes foi melhor no SSP durante as seis ocupações.

Essa diferença de distribuição das fezes no SSP e na PANA se torna ainda mais evidente quando somado o número de fezes depositadas durante as seis ocupações. A figura 25 mostra a distribuição das fezes depositadas após as seis ocupações dos animais na pastagem não arborizada e no sistema silvipastoril.

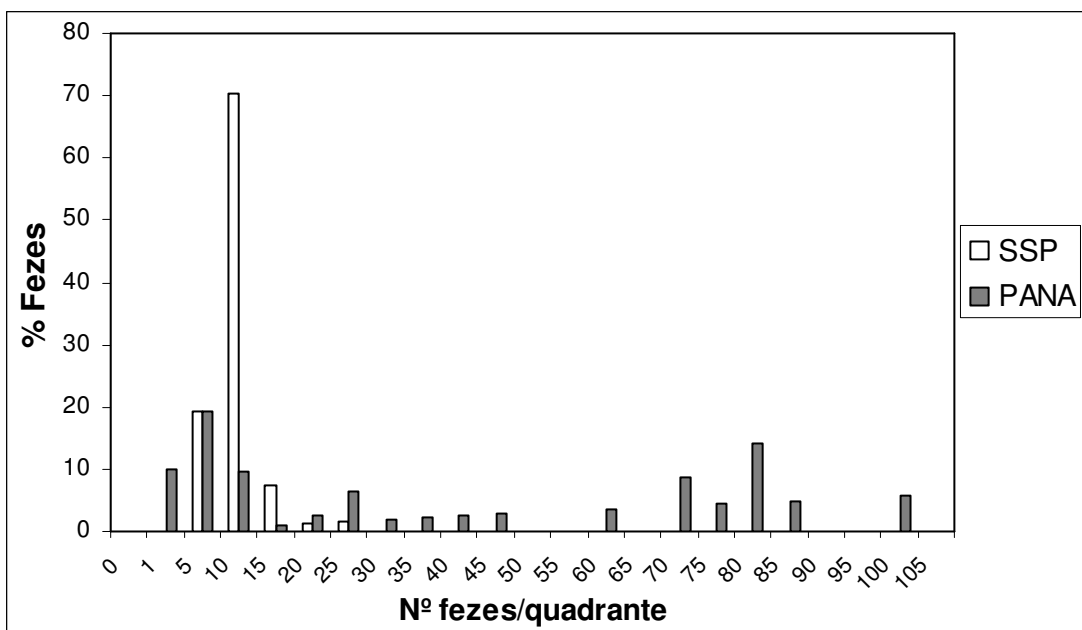


FIGURA 25. Porcentagem de fezes depositadas nos quadrantes após as seis ocupações dos animais, na pastagem não arborizada (PANA) e no sistema silvipastoril (SSP).

Com base na figura 25, pode-se perceber que no SSP, todas as deposições (100%) das fezes ocorreram em quadrantes que receberam menos de 30 fezes, sendo que cerca de 70% das fezes foram depositadas em quadrantes que receberam entre 10 e 15 fezes após seis ocupações das 35 vacas.

Na PANA, aproximadamente 50% das deposições aconteceram em quadrantes que receberam menos de 30 fezes, representando metade do valor observado no SSP. A outra metade (50%) das deposições ocorreu em quadrantes que receberam entre 31 e 105 fezes, com quase 15% em quadrantes que receberam entre 80 e 85 do total de fezes após seis ocupações.

Para piorar, teve um quadrante na PANA que recebeu em seus 400m² (20x20m) 102 fezes após seis dias de ocupações, representando 5,85% do total de fezes depositadas pelos animais.

No SSP, as 35 vacas defecaram em média 291,5 vezes por dia, o que representa 8,33 fezes/animal.dia, enquanto que na PANA houve uma média de 8,3 fezes/animal.dia depositadas na pastagem. Esses valores estão abaixo dos valores verificados por Braz et al. (2003), que encontraram em seus estudos uma média de 9,84 fezes/animal.dia, enquanto que Haynes e Williams (1993), afirmam que é comum que os bovinos defequem de 11 a 16 vezes por dia. Além do número de fezes produzidas por animal variar de acordo com a raça, peso, idade, é importante ressaltar que os animais utilizados neste estudo são vacas leiteiras, e que os animais permaneciam na sala de ordenha ou próximo a sala de ordenha durante cerca de 6 horas por dia, portanto, parte do número de fezes depositadas pelos animais não foram contabilizadas na média de defecações encontradas no presente estudo.

Dividindo o total de fezes depositadas pelos animais na PANA (1744) e no SSP (1749) pelo respectivo número de quadrantes que compunham cada piquete (130 e 144), podemos concluir que aproximadamente 13 e 12, seriam os números médios de fezes por quadrante após seis ocupações necessárias para que a distribuição ocorresse de forma uniforme na PANA e no SSP respectivamente.

Diante disso, é apresentada a figura 26 que, assim como a figura 25, representa a porcentagem de fezes depositadas nos quadrantes após as seis ocupações. No entanto, a figura 26 apresenta apenas uma parte da distribuição, a fim de mostrar como ocorreu a deposição das fezes com relação aos números mostrados acima.

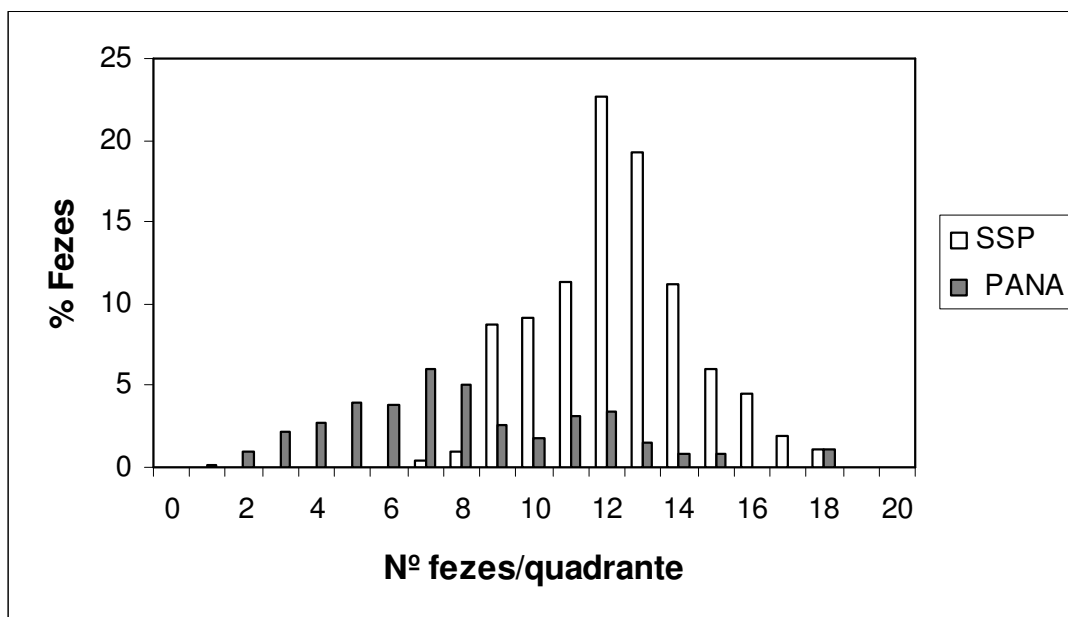


FIGURA 26. Porcentagem de fezes depositadas nos quadrantes após as seis ocupações dos animais, na pastagem não arborizada (PANA) e no sistema silvipastoril (SSP).

No SSP, 22,6% das fezes foram depositadas em quadrantes que receberam 12 fezes, que como mostrado anteriormente, é o número médio de fezes necessário para que haja a mesma quantidade em cada quadrante do piquete com SSP. Além disso, mais de 70% (73,6%) das fezes foram depositadas nos quadrantes que receberam entre 10 e 14 fezes.

Observando a distribuição das fezes na PANA na figura 26, nota-se que um número muito reduzido de fezes foi depositado nos quadrantes que receberam 13 fezes após as seis ocupações, representando apenas 1,5% do total de fezes. Como poucas fezes do total depositado na PANA encontram-se próximo ao que seria a considerada uma boa distribuição (13 fezes/quadrante), grande parte foi depositada em poucos quadrantes (figura 25), como foi discutido anteriormente.

Foi observado que essa concentração das fezes ocorridas na PANA aconteceu nos quadrantes próximos ao bebedouro do piquete e principalmente em áreas que os animais utilizavam para descansar, ou ruminar. Braz et al. (2003), encontrou em seus estudos que 16% dos quadrantes receberam 43% das fezes, verificando visualmente no campo que essa concentração ocorreu em locais associados ao ato de descanso dos animais, próximos ao

bebedouro e cocho de sal. Haynes e Williams (1993), também encontraram grandes quantidades das fezes (60%) depositadas em áreas de descanso.

Haynes e Williams (1993), estudaram a quantidade de nutrientes aplicados sobre as pastagens através das fezes de bovinos, com média de defecações de 12 vezes por dia. Os animais estudados emitiram através das fezes 23 kg/animal.ano de nitrogênio (N); 6,1 kg/animal.ano de fósforo (P); 8,8 kg/animal.ano de potássio (K); 17 kg/animal.ano de cálcio (Ca); e, 5,8 kg/animal.ano de magnésio (Mg). Considerando a taxa de lotação de 2,5 animais/ha.ano, os autores verificaram que foram aplicados 57 kg N/ha.ano; 15 kg P/ha.ano; 22 kg K/ha.ano; 43 kg Ca/ha.ano; e, 15 kg Mg/ha.ano, no sistema estudado.

Logo, com base nos dados de Haynes e Williams (1993), podemos estimar que no presente estudo, no qual cada animal depositou 8,3 fezes em média na pastagem (18 horas/ocupação), será produzido por animal 15,9 kg N/animal.ano; 4,2 kg P/animal.ano; 6,1 kg K/animal.ano; 11,76 kg Ca/animal.ano; e, 4 kg Mg/animal.ano.

Na propriedade, onde foi realizado este estudo, há outros animais de outras categorias (vacas secas, terneiros, gado de corte) e, outros piquetes onde o produtor faz a rotação de todos os animais, o que torna difícil estimar a taxa de lotação da propriedade (nº animais/ha.ano). Porém, considerando que os 35 animais utilizados no experimento fiquem na rotação adotada no experimento (ocupação de um dia em cada piquete), podemos dizer que a taxa de lotação é de aproximadamente 3,2 animais/ha.ano. Baseado nos dados fornecidos por Haynes e Williams (1993), podemos estimar que serão aplicados 50,9 kg N/ha.ano; 13,4 kg P/ha.ano; 19,5 kg K/ha.ano; 37,6 kg Ca/ha.ano; e, 12,8 kg Mg/ha.ano, em cada hectare dos piquetes onde foram realizados os estudos.

Na pastagem não arborizada (PANA) 58% do total das fezes depositadas ficaram concentradas em áreas restritas do piquete (figura 17), com 43% próximo a área escolhida pelos animais para descansarem e se protegerem do sol e 15% próximo ao bebedouro, então,

de acordo com os dados acima mencionados, estimamos que após 365 dias de ocupações dos 35 animais na PANA, 113,5 kg de N/ano e 39,6 kg de N/ano poderão ser concentrados na área de descanso dos animais e bebedouro, respectivamente; 30 kg de P/ano e 10,4 kg de P/ano; 43,6 kg de K/ano e 15,2 kg de K/ano; 84 kg de Ca/ano e 29,3 kg de Ca/ano; e, 28,6 kg de Mg/ano e 10 kg de Mg/ano poderão estar concentrados na área de descanso e nas proximidades do bebedouro.

Com isso, 153 kg de N/ano; 40,4 kg de P/ano; 59 kg de K/ano; 113,3 kg de Ca/ano; e 38,6 kg de Mg/ano, estão sendo deixados de serem distribuídos em todo o piquete (5,2 ha), concentrando em 0,72 ha, que corresponde a apenas 13,8% da área total da PANA.

A presença das duas árvores localizadas próxima a cerca da PANA (Figura 17), influenciaram diretamente os animais, fazendo com que houvesse uma grande concentração de fezes (43% das deposições) nas proximidades das árvores. Esse fato colabora ainda mais no que diz respeito à importância da presença de árvores em ambientes de pastagens, uma vez que, pode influenciar o comportamento dos animais, e em quantidade e distribuídas de forma adequada, pode fazer com que as fezes sejam melhores distribuídas na pastagem, como ocorreu no SSP.

Outra questão importante, é que uma alta concentração de fezes em um mesmo local pode proporcionar um ambiente favorável ao surgimento de parasitas, prejudicando a saúde dos animais.

As observações relativas ao comportamento dos animais foram semelhantes na PANA e no SSP, como mostrado na figura 27.

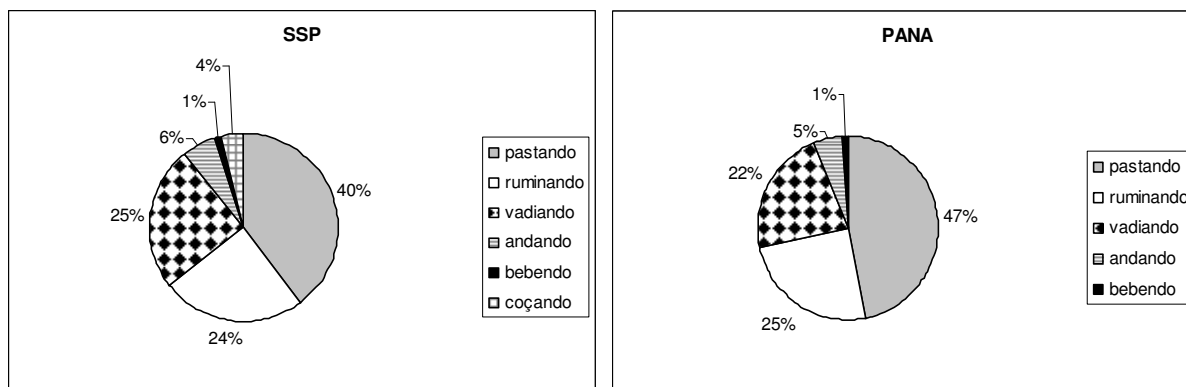


FIGURA 27. Comportamento observado dos animais no sistema silvipastoril (SSP) e na pastagem não arborizada (PANA) durante quatro ocupações.

Percebe-se que nos dois piquetes os animais permaneceram a maior parte do tempo pastando, com 40% das observações no SSP e 47% na PANA, 24% e 25% das observações no SSP e na PANA respectivamente, os animais estavam ruminando. Foi constatado um maior número de observações dos animais à toa (vadiando), com 25% no SSP e 22% na PANA, 6% e 5% das observações as vacas estavam caminhando, e 1% das observações em cada piquete os animais estavam bebendo água.

Perez et al. (2008), encontraram em seus estudos no México, onde compararam o comportamento etológico de 12 bovinos em um sistema silvipastoril e uma pastagem sem árvores, que não houve diferença significativa entre o tempo que os animais ficaram pastando no SSP e na pastagem sem árvores, e assim como no presente estudo, os animais passaram a maior parte do tempo durante o dia pastando e ruminando.

A diferença observada nos dois piquetes foi que em 4% das observações os animais estavam se coçando nas árvores, o que não pode acontecer na PANA. Isso mostra mais um benefício que as árvores podem proporcionar aos animais, afinal coçar-se é um hábito natural de defesa contra bernes e carrapatos.

Analisando as observações referentes à localização dos animais no decorrer dos dias, nos dois piquetes, foi constatado que em 12,5% das observações no SSP os animais estavam próximos a porteira de acesso ao piquete, dessas, a metade foi observadas no primeiro dia,

fato esse que já foi discutido anteriormente e possível causador da agregação das fezes na primeira ocupação. Na PANA, em 37,5% das observações foram constatados que pelo menos a maioria dos animais (mais de 18 animais) estava nas sombras proporcionadas pelas duas árvores localizadas na plantação de milho ao lado do piquete e nas suas adjacências.

5.3.1. Distribuição das fezes no sistema silvipastoril (SSP)

Na tabela 9 são apresentadas as médias com seus respectivos intervalos de confiança das deposições de fezes entre renques (SSP_{ER}) e sob renques de árvores (SSP_{SR}), e os valores de P da comparação entre médias, nas seis ocupações e também da soma das fezes após as seis ocupações.

TABELA 9. Médias e intervalos de confiança das deposições de fezes entre renques (SSP_{ER}) e sob renques de árvores (SSP_{SR}), e valores de P da comparação das médias dos dois tratamentos, nas seis ocupações dos animais no SSP e após as seis ocupações.

Ocupações	Tratamentos		P
	SSP_{ER}	SSP_{SR}	
	Média	Média	
1 ^a	1,6 ± 0,8 a	2,7 ± 0,7 b	0,03
2 ^a	2 ± 0,8	2,8 ± 1	0,18
3 ^a	1,4 ± 0,7 a	2,6 ± 0,7 b	0,01
4 ^a	1,3 ± 0,7 a	2,6 ± 0,6 b	0,01
5 ^a	1,5 ± 0,7 a	2,8 ± 0,7 b	0,01
6 ^a	1,3 ± 0,6 a	2,7 ± 0,9 b	0,01
Soma após as seis ocupações	9,1 ± 1,7 a	16,2 ± 1,5 b	0,00000098

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($P \leq 0,05$).

Os resultados apresentados na tabela 9 mostram que apenas na segunda ocupação dos animais no SSP não houve diferença significativa entre a deposição de fezes no sistema silvipastoril entre renques (SSP_{ER}) e sob renques (SSP_{SR}). Apesar de haver uma movimentação da sombra sobre a pastagem nas diferentes horas do dia (figura 13), nas outras cinco ocupações houve maior deposição de fezes no SSP_{SR} , sob as copas das árvores, o mesmo acontecendo quando analisada a quantidade de deposições após as seis ocupações.

Resultado semelhante foi encontrado por Rodriguez et al. (2003), que avaliaram a deposição de fezes em um SSP composto por 24 árvores/ha, no qual os animais permaneciam 16 horas por dia e um período de ocupação de três dias. Foram analisadas cinco ocupações dos animais e o resultado encontrado por eles foi de que houve maior deposição das fezes nas áreas sombreadas durante a época chuvosa em Cuba, enquanto que no período de pouca chuva não houve diferença entre as deposições. Segundo os autores essa diferença ocorreu devido à preferência pelos animais em descansar nesses locais durante a época chuvosa, aliado as altas temperaturas e radiação solar.

No presente estudo 64% das fezes foram depositadas sob as copas das árvores, enquanto que 36% foram depositadas entre as linhas de árvores. Com isso, uma grande quantidade de nutrientes também está sendo depositado sob as copas, enriquecendo ainda mais o solo na área de abrangência das copas, uma vez que uma quantidade considerável de matéria orgânica já é adicionada nessa região através das folhas e material lenhoso que cai das árvores, além dos resíduos de raízes. Segundo Tilman (1998), a adição de esterco é capaz de aumentar consideravelmente a fertilidade do solo, contribuindo então, no crescimento das árvores e forragem nessa área.

A figura 28 mostra a porcentagem de observação dos animais que estavam na sombra e no sol. Em 61% das observações, os animais estavam sob as sombras das árvores no decorrer dos dias, e em 39% os animais se encontravam no sol. Isso demonstra a importância

que a sombra proporcionada pelas árvores exerce sobre os animais, auxiliando na redução do desconforto térmico causado pelas altas temperaturas da região, caso contrário, os animais permaneceriam mais tempo no sol do que na sombra durante o dia.

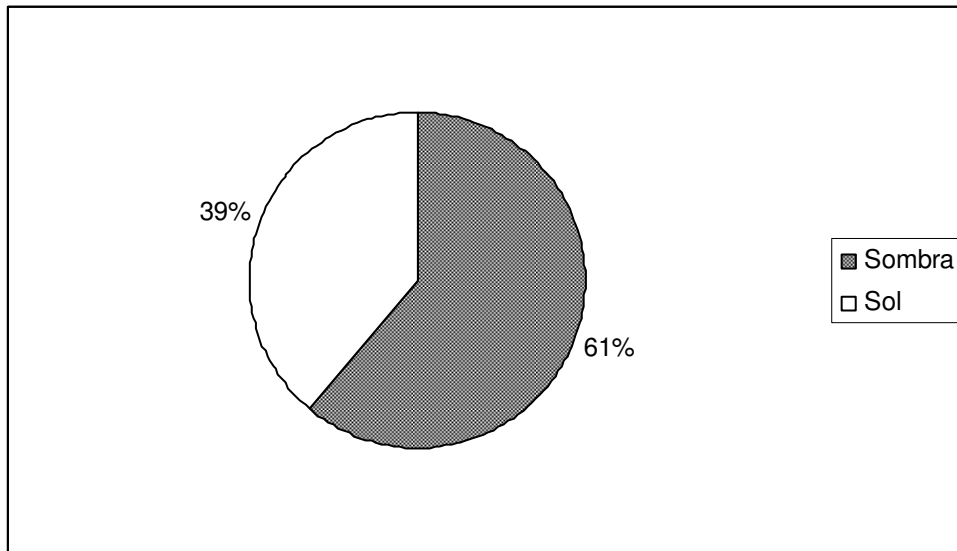


FIGURA 28. Porcentagem de observações dos animais sob a sombra das árvores e sob o sol, entre 8h e 16h no sistema silvipastoril (SSP).

Quando comparamos a porcentagem de observações dos animais sob a sombra e sob o sol no horário onde a sombra estava predominantemente sob as copas das árvores (11:30h às 14:00h), percebemos uma preferência ainda maior dos animais pela sombra, uma vez que costuma ser o período mais quente do dia (figura 29).

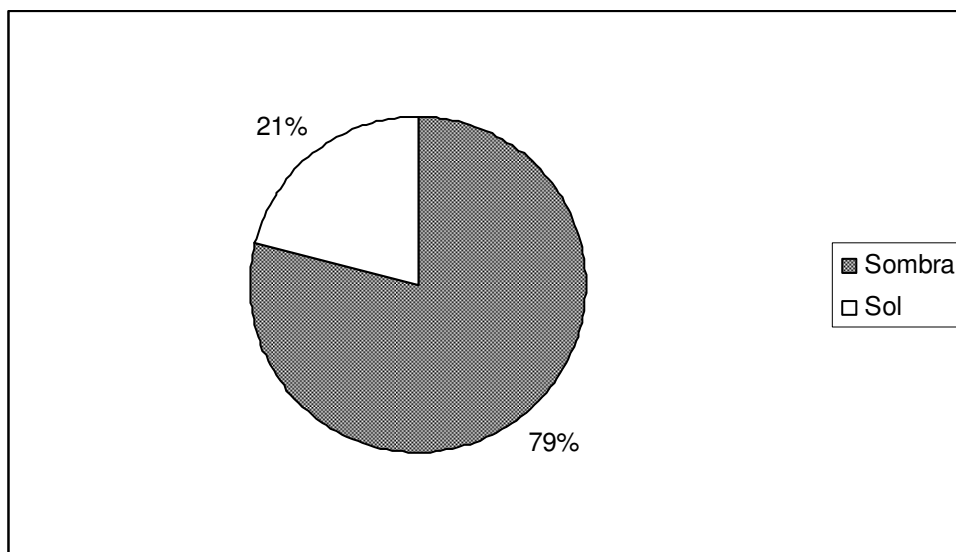


FIGURA 29. Porcentagem de observações dos animais sob a sombra das árvores e sob o sol, entre 11:30h e 14h de cinco ocupações no sistema silvipastoril (SSP).

Essa preferência dos animais em ficarem sob as copas das árvores durante esse período colaborou para a maior deposição de fezes sob as copas, como visto anteriormente, já que em 79% das observações os animais estavam sob as copas e em 21% sob o sol, no horário compreendido entre 11:30h e 14h.

6. CONCLUSÕES

Pode-se concluir neste estudo que as fezes dos bovinos foram melhor distribuídas no sistema silvipastoril (SSP) em comparação ao sistema convencional, caracterizado por pastagem não arborizada (PANA). Com isso, houve uma melhor distribuição de nutrientes no SSP.

As árvores presentes no sistema silvipastoril (SSP) afetaram o comportamento dos animais, fazendo com que eles distribuíssem suas fezes de forma mais homogênea na pastagem, caracterizando uma distribuição espacial uniforme das fezes.

Na pastagem não arborizada (PANA), houve uma grande concentração das fezes em locais muito restritos da pastagem, o que proporcionou uma distribuição espacial agregada das fezes. As regiões de maior concentração das fezes na PANA estão associadas aos atos de descanso, proteção contra as altas temperaturas e consumo de água.

Nas condições climáticas encontradas durante o período experimental, os animais preferiram permanecer sob as sombras proporcionadas pelos renques arbóreos, ficando mais vezes nesses locais nos horários de maior incidência solar.

Apesar de haver uma dinâmica de sombra no sistema silvipastoril (SSP), com sobreposição de sombra na pastagem em diferentes lugares, nas diferentes horas do dia, houve maior deposição de fezes sob os renques das árvores (embaixo das copas) do que entre os renques das árvores.

Os resultados obtidos neste estudo demonstram uma contribuição das árvores na ciclagem de nutrientes em sistemas de produção pecuária, na região noroeste do estado do Paraná. Porém, torna-se necessário que sejam realizadas pesquisas com relação à distribuição espacial das fezes em outras épocas do ano, uma vez que é uma região com diferentes condições climáticas no decorrer do ano, onde no inverno ocorrem temperaturas muito

inferiores as encontradas durante o período experimental, e até mesmo existe a possibilidade de geadas nesse período.

Também é interessante que sejam feitos estudos com relação à quantidade de nutrientes que são depositados através das fezes em cada sistema estudado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCOVER, M. Apresentação. In: Arenito Caiuá, capacidade lotação das pastagens. Londrina, PR: Instituto Agrônômico do Paraná, 1999. 15p. Il.: **(IAPAR, Informe da Pesquisa, 132)**.
- ALTIERI, M. **Agroecologia**: As bases científicas da Agricultura Alternativa. [Trad. Patrícia Vaz] Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989, 240 p.
- ANDRADE, C.M.S.; VALENTIN, J.F.; CARNEIRO, J.C. Árvores de baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.) em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, p.574-582, 2002.
- BARRO, R.S.; SAIBRO, J.C.; MEDEIROS, R.B.; SILVA, J.L.S.; VARELLA, A.C. Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.37, nº.10, p.1721-1727, out 2008.
- BARROW, N.J. Return of nutrients by animals. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) **Ecosystems of the world 17 — Managed Grasslands/Analytical Studies**. Amsterdam: Elsevier, 1987. p.181-186.
- BAGGIO, A.J. Sistema agroflorestal grevilea x café: início de nova era na agricultura paranaense. Curitiba, PR : Embrapa/CNPF. 1983. 15p. **(Embrapa. CNPF. Circular Técnica, 09)**.
- BAGGIO, A.J.; CARAMORI, P.H.; ANDROCIOLO, A.; MONTOYA, L. Efeitos de diferentes espaçamentos de grevilea em consórcio com cafeeiros. Londrina, PR: Instituto Agrônômico do Paraná, 1997. 24p. Il.: **(IAPAR. Boletim Técnico, 56)**.
- BRAZ, S. P. **Distribuição de Fezes de Bovinos e a Reciclagem de Nutrientes em Pastagens de *Brachiaria decumbens***. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- BRAZ, S. P.; NASCIMENTO JUNIOR, D.N.; CANTARUTTI, R.B; REGAZZI, A.J.; MARTINS, C.E.; FONSECA, D.M. da.; BARBOSA, R.A. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, nº2 supl. Viçosa, abr. 2002.
- BRAZ, S. P.; NASCIMENTO JUNIOR, D.N.; CANTARUTTI, R.B; MARTINS, C.E.; FONSECA, D.M. da.; BARBOSA, R.A. Caracterização da Distribuição Espacial das Fezes por Bovinos em uma Pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, nº4, p.787-794, 2003.
- von BERTALANFFY, L. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 351 p., 1975.
- CAMOLEZI, B.A.; COSTA, J.M. A substituição de culturas e a dinâmica populacional no norte paranaense entre 1930-2005. In: XII Encuentro de Geógrafos da América Latina, 2009. Montevideo, Uruguay. **Anais...** Montevideo, Uruguay: Universidad de la República, 2009.

CAMPIGLIA, M. **A influência de sistemas silvipastoris sobre a dinâmica populacional de besouros coprófagos**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CANCIAN, N. A. **Cafeicultura Paranaense – 1900/1970**. Curitiba: Grafipar, 1981.

CAPORAL, D.S. **Sistemas agroflorestais pecuários: rumo à construção participativa com o grupo do pasto em São Bonifácio, SC**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

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

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ALMEIDA, D.S.; VILLAÇA, H.A. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição mineral da forragem em pastagens de braquiária. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.5, p.709-718, 1994.

CASASOLA, F.; IBRAHIM, M.; BARRANTES, J. **Los arboles en los potreros**. Serie Cuaderno de Campo. Costa Rica: INPASA, 2005. 20p.

CASTRO, C. R. T. de; CARVALHO, M. M. **Sistemas silvipastoris: Relatos de pesquisa e de seu uso no Brasil**. EMBRAPA, Circ. Técnica 53, 1999. 24p.

CORSI, M.; MARTHA JR, G. B. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14, Piracicaba – SP, 1997. **Anais...** PEIXOTO, A. M et al. (eds.). Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 161-192.

COSTA, M.J.R.P.; CROMBERG, V.U. Alguns aspectos a serem considerados para melhorar o bem-estar de animais em sistema de pastejo rotacionado. In: 14º Simpósio sobre manejo de pastagens, 1997, Piracicaba, SP. **Anais...** Fundamentos do Pastejo Rotacionado. Piracicaba, SP: FEALQ, 1997, p.273-295.

DEITENBACH, A.; FLORIANI, G.S.; DUBOIS, J.C.L.; VIVAN, J.L. **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: MDA, FAF, 196p.: il., 2008.

EMATER. Levantamento sobre sistemas silvipastoris no noroeste do Estado do Paraná, 2004.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo da grevilea no Sul e Sudeste, tabela de custos. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Grevilea/CultivodaGrevileaSulSudeste/tabela_de_custos.htm> Acesso em: 21 maio 2009.

FERREIRA, E. ; ROCHA, G. C. ; BRAZ, S. P. ; SOARES, C. S. ; ANDRADE, F. A. A. de . Statistical models to study distribution of bovine excreta in tropical pastures and their importance in sustainability of environmental systems. **Livestock Res. Dev.** v., 2004. Disponível em: <www.cipav.gov.org.co/lrrd/lrrd16/9/ferr16066.htm>. Acesso em: 20 set. 2008.

FONSECA, F. P. **O projeto “arenito novas fronteiras” e o avanço das lavouras temporárias nas terras de pasto.** Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2006.

FRANKE, I. L.; FURTADO, S. C. Sistema Silvipastoris: fundamentos e aplicabilidade. 1. ed. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. v. 1. 51 p. (**Embrapa Acre, Documentos, 74**).

GRODSKI, P.; CARAMORI, P.H.; BOOTSMA, A.; OLIVEIRA, D.; GOMES, J. Riscos de ocorrência de geadas no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.4, n.1, p.93-99, 1996.

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, v.49, p.119-199, 1993.

HIRATA, M.; SUGIMOTO, Y.; UENO, M. Distributions of dung pats and ungrazed áreas in Bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüge) pasture. **J. Japan Grassl. Sci.**, v.33, n° 2, p. 128-139, 1987.

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Erosão – inventário de áreas críticas no Noroeste do Paraná. Londrina, 1988. 20p. ilustr. (**IAPAR. Boletim Técnico, 23**).

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Cartas climáticas do Estado do Paraná. Londrina, 44p., 1994 (**IAPAR, Documento, 18**).

IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal 2006. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=t&o=21&i=P. Acesso em 13 out. 2008

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

LOBO, J.M.; VEIGA, C.M. Interes ecológico de la fauna copráfaga em pastos de us ganadero. **Ecología**. (4): 313. 1990

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2. ed. Rio de Janeiro: J. Olympio; Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1981.

MACEDO, R.L.G.; FURTADO, S.C.; OLIVEIRA, T.K. de; GOMES, J.E. Caracterização e manejo dos principais sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris. In: MACEDO, R.L.G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. p. 90-137.

MELADO, J. Pastoreio Racional Voisin: fundamentos, aplicações e projetos. Viçosa. MG. Aprender Fácil Editora, 2003. 300p.

NAIR, P.K.R. **An introduction to agroforestry**. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, ICRAF, 1993.499p.

NEPOMUCENO, A.N.; SILVA, I.C. Caracterização de sistemas silvipastoris da região noroeste do Estado do Paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v.39, n2, p.279-287, abr./jun. 2009.

NETSABER, disponível em http://nomes.netsaber.com.br/ver_nome_c_1382.html. Acesso em: 13 jul. 2009

O'CONNOR, J.; Mc DERMOTT, I. What is a system? In: *The art of systems thinking. Essential skills for creativity and problem solving*. London: Thorsons, 1997, p. 2-5.

OLIVEIRA, M.E.; LEITE, L.L.; CASTRO, L.H.R. Influência de árvores de baru *Dipteryx alata* e pequi (*Caryocar brasiliense*) no solo sob pastagem de braquiária. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM SOIL FUNCTIONING UNDER PASTURES IN INTERTROPICAL AREAS, 2000, Brasília. **Proceedings...** Brasília: Embrapa Cerrados, 2000. CDRom.

PÁSCOA, A.G. **Comportamento de Bovinos da Raça Nelore Mantidos em Pastagem de Cynodon spp cv Tifton 85: Defecação e Rejeição da Forragem Contaminada por Fezes**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias / Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

PEREZ, E.; SOCA, M.; DIAZ, L.; CORZO, M. Comportamiento etológico de bovinos en sistemas silvopastoriles en Chiapas, México. **Pastos y Forrajes**, vol.31, nº2, 2008.

PETERSON, P. R.; GUERRISH, J. R. Grazing systems and spatial distribution of nutrients in pastures: livestock management considerations. In: NUTRIENT CYCLING IN FORAGE SYSTEMS. 1996, Columbia, **Proceedings...** JOOST, R. E. and ROBERTS, C. A. (eds.). Columbia: University of Missouri, 1996. p. 203-212.

PORFIRIO DA SILVA, V. **Modificações microclimáticas em Sistema Silvopastoril com Grevillea robusta A. CUNN. EX. R. BR. na região noroeste do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

PORFIRIO DA SILVA, V. Sistema silvopastoril “grevilea com pastagem”: uma proposição para o aumento da produção no arenito cauiá. In CONGRESSO BRASILEIRO SOBRESISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1. Porto Velho, 1994. **Anais**. Colombo, EMBRAPA-CNPQ, 1994, p.291-297.

PORFIRIO DA SILVA, V.; BAGGIO, A.J. **Como estabelecer com sucesso uma unidade de referência tecnológica em sistema silvopastoril**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 26p. Il.: (Embrapa Florestas. Documentos, 83).

PORFÍRIO DA SILVA, V.; MAZUCHOWSKI, J. Z. Sistemas silvopastoris: Paradigma dos pecuaristas para agregação de renda e qualidade. Curitiba: EMATER-Paraná, 1999. 52p. (EMATER. **Série Informação Técnica, 50**).

RODRIGUEZ, I.; CRESPO, G.; FRAGA, S. Distribución Espacial de las Excreciones del Ganado Vacuno en una Vaquería con un Sistema de Pastoreo Rotacional. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**. Tomo 36, nº4, p.287-292, 2002.

RODRIGUEZ, I.; CRESPO, G.; VERENA, T.; FRAGA, S. Distribución de las heces vacunas em dos agroecosistemas de gramínea mejoradas y árboles em el trópico. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**. Tomo 37, nº1, p.73-78, 2003.

RUSSELLE, M. P. Nutrient cycling in pasture. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa – MG. **Anais...** GOMIDE, J. A. (ed.). Viçosa: UFV, 1997. p. 235-266.

SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.38, nº.3, p.443-451, mar 2009.

SOCA, M.; SIMON, L.; SOCA, M.; ROCHE, Y.; AGUILA, A. Los árboles, su papel en la desconposición de las excretas de bovinos jóvenes y en el desarrollo de la macrofauna edáfica en sistemas silvopastoriles en Cuba. In: **Sistemas agroflorestais e desenvolvimento com proteção ambiental: práticas e tecnologias desenvolvidas**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2006, p.135-149.

TILMAN, D., 1998. The greening of the green revolution. **Nature** 396: (6708) 211-212.

VIEIRA, A. R. R.; FEISTAUER, D.; PORFÍRIO da SILVA, V. Adaptação de espécies arbóreas nativas em um sistema agrossilvicultural, submetidas a extremos climáticos de geada na região de Florianópolis. **Rev. Árvore**, vol.27, nº5, Viçosa. 2003.

VIVAN, J. L. **Saber ecológico e sistemas agroflorestais: um estudo de caso na Floresta Atlântica do Litoral Norte do RS, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistema), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2000.

WILKINSON, S. R.; LOWERY, R. W. Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. In: BUTTLER, G. W. and BALLEY, R. W. (eds.). **Chemistry and Biochemistry of herbage**, Vol. 2. New York: Academic Press, p.247-315, 1973.

YARED, J.A.G.; BRIENZA JUNIOR, S.; MARQUES, L.C.T. **Potencialidades da agrossilvicultura para a Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa-CPATU/PA, 1992. 17p. (Embrapa-CPATU/PA. Curso de instrutores agroflorestais, Macapá. 1992).

8. APÊNDICE:

Variâncias (S^2), médias (\bar{x}) e Qui-Quad. (χ^2)

Ocupação	Variância (S^2)		Média (\bar{x})		Qui-Quad. obs (χ^2)	
	SSP	PANA	SSP	PANA	SSP	PANA
1ª	3,677545	17,33816	2,027778	2,253846	259,3425	992,3584
2ª	2,173611	13,78509	2,034722	2,169231	152,7611	819,773
3ª	1,468337	16,1393	1,986111	2,215385	105,7203	939,7778
4ª	1,106012	12,04705	1,923611	2,315385	82,22022	671,1927
5ª	0,941676	10,45015	2,048611	2,084615	65,7322	646,6753
6ª	1,368881	12,40722	2,125	2,376923	92,11765	673,3625
Soma após 6 ocupações	6,291233	403,4428	12,14583	13,41538	74,07036	3879,436

Qui-Quad tab.	SSP	PANA
$\chi^2_{0,025}$	177,9978	162,3312
$\chi^2_{0,075}$	111,787	99,45319