

**A INFLUÊNCIA DE SISTEMAS SILVIPASTORIS
SOBRE A DINÂMICA POPULACIONAL
DE BESOUROS COPRÓFAGOS**

MARCELLO CAMPIGLIA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Rita Rodrigues Vieira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, para obtenção do grau de Mestre.

**FLORIANÓPOLIS
Estado de Santa Catarina – Brasil
Novembro, 2002**

EM MEMÓRIA
de Stefano Giuseppe Campiglia, meu pai,
de nosso colega Madruga
e de todos os seres vivos que tiveram suas existências interrompidas
para a realização deste trabalho.

À minha mãe
que conviveu e participou
com muita serenidade, coragem e sabedoria
de mais esta etapa de minha vida.
DEDICO.

Dixit etiam Deus: Producant aquae reptile animae viventis, et volatile super terram sub fumamento caeli. Creavitique Deus cete grandia, et omnem animam viventem atque motabilem, quam produxerant aquae in species suas, et omne volatile secundum genus suum. Et vidit Deus, quod esset bonum. Benedixitque eis, dicens: crescile et multiplicamini, et replete aquas maris: avesque multiplicentur super terram. Et factum est vespere et mane, dies quintus.

Gn 1.20-23

Livro de Ezequiel (Bíblia Sagrada)

C1, V4. “Olhei, e eis que um vento tempestuoso vinha do norte, e uma grande nuvem, com fogo a revolver-se, e resplendor ao redor dela, e no meio disto uma cousa como metal brilhante que saía do meio do fogo”.

C1, V15. “Vi os seres vivos; e eis que havia uma roda na terra, ao lado de cada um deles”.

C1, V22. “Sobre as cabeças dos seres vivos havia algo semelhante ao firmamento, como cristal brilhante que metia medo, estendido por sobre as suas cabeças”.

C1, V23. “Por debaixo do firmamento estavam estendidas as suas asas, a de um em direção à de outro; cada um tinha outras duas asas com que cobria o corpo de um e de outro lado”.

C1, V24. “Andando eles, ouvi a tatarar das suas asas, como o rugido de muitas águas, como a voz do Onipotente; ouvi o estrondo tumultuoso, como o tropel de um exército. Parando eles, abaixavam as asas”.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (PPGAGR), especialmente Prof^a. Dr^a. Marília Terezinha Sangoi Padilha pelo incentivo e apoio financeiro concedidos, os quais foram essenciais para a realização do trabalho de campo e conseqüentemente da presente dissertação de mestrado;

à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) pela concessão da bolsa de estudos em caráter emergencial;

à Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-PR) pela cooperação técnica estabelecida, disponibilizando apoio técnico, administrativo e operacional, bem como ao engenheiro agrônomo dessa empresa Anízio Menarim Filho pela disposição e serviço dedicados durante as coletas semanais de besouros coprófagos, além dos amigos João Barbi, Patrícia e Luís pelo envio dos dados climáticos.

ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) pela infra-estrutura disponibilizada, ao Dr. Paulo Henrique Caramori pela orientação e apoio indiscutíveis, à engenheira agrônoma desse instituto Heverly Moraes pelo processamento dos dados meteorológicos e aos funcionários Elcio e Marcão pela montagem e transporte dos equipamentos meteorológicos;

à Prof^a. Dr^a. Ana Rita Rodrigues Vieira, minha Mestra, pela enorme dedicação e serenidade comigo dispensadas, cuja orientação e exemplo de vida foram imprescindíveis ao meu crescimento, suscitando em mim os mais sinceros e profundos sentimentos de admiração à sua pessoa;

ao M. Sc. Vanderley Porfírio da Silva da EMATER-PR pela orientação e incentivo despendidos, além de sua tremenda garra e força interiores, as quais manifestadas ao longo de todo o período laboral serviram-me de estímulo principalmente nos momentos de maior angústia;

ao Prof. Dr. Afonso Inácio Orth do CCA-UFSC pela orientação pacienzosa, bem como pela disponibilização de equipamentos e de espaço no Laboratório de Entomologia;

ao Sr. Dionísio Penasso, à Dona Lídia, ao filho Agnaldo, bem como a toda família Penasso, proprietários da Fazenda Modelo que cederam prontamente o espaço, pelo acolhimento e carinho com que sempre me receberam;

ao Prof. Dr. Sérgio Roberto Rodrigues da UEMS pela instrução na montagem das armadilhas no campo e predisposição na identificação das espécies de besouros coprófagos coletadas, além de sua dedicação e hospitalidade durante minhas estadas em Aquidauana/MS;

ao amigo Antônio Guidoni pelo auxílio nas análises estatísticas durante períodos noturnos, fins-de-semana e feriados, e principalmente pela sua ética profissional e sensibilidade filosófica – espiritual;

aos professores do PPGAGR do CCA-UFSC pela oportunidade do acesso a diferentes concepções de mundo e acima de tudo do respeito às diversas realidades existentes;

aos professores Paul Richard Momsen Miller, Sandro Luís Schlindwein, Luiz Carlos Pinheiro Machado, Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho, Mário Luiz Vincenzi, José Antônio Ribas Ribeiro, Maurício Sedrez dos Reis e Antônio Ayrton Auzani Uberti pelas sugestões e contribuições para a execução deste trabalho, abrangendo desde as sugestões iniciais até a elaboração final do projeto de pesquisa;

aos colegas do Laboratório de Entomologia pela pronta disponibilidade em ajudar e contribuir com o trabalho, à Karina pelo auxílio na identificação e contagem das espécies de besouros coprófagos e ao Diogo pela torcida e exemplo de fé, perseverança e maturidade;

ao ex-secretário do PPGAGR Irineu pelo empenho e inúmeros auxílios prestados, principalmente em relação à aquisição da bolsa emergencial;

aos funcionários Erica, Carlos, Newton, Jussara e Zulmar dos departamentos e secretarias do CCA; Maria, Rose e Catarina da biblioteca setorial; Atayde do laboratório integrado; Beth, Lu e Agostinho da limpeza; Jair, Marcos e Alexandre da segurança por todos os auxílios prestados nas mais diversas instâncias;

aos amigos e vizinhos da Pousada Luna Lagoa pelo saudável e agradável convívio, em especial ao Cleto e à Laís, cuja amizade supera quaisquer expectativas;

à minha madrinha Gia e família pela confiança em mim depositada, ao Marco e à Cida, além de toda a família Pesce pela acolhida e hospitalidade, quando do meu retorno à Florianópolis;

aos colegas e amigos do curso de mestrado em Agroecossistemas pelo apoio e incentivo nos momentos difíceis, e principalmente pela respeitosa e harmoniosa convivência que tivemos,

às minhas irmãs Baby e Sassa, aos meus sobrinhos Kito, Alê e Giu, bem como à toda a minha família pela paciência de esperarem o meu retorno, além do amor emanado todo este tempo;

e ao Poder Superior que eu concebo como sendo Deus pelas graças recebidas e por permitir que a Vida aconteça!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE SIGLAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
LISTA DE ANEXOS.....	xviii
RESUMO.....	xix
SUMMARY.....	xx
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Sistemas silvipastoris.....	4
2.2. Sistemas silvipastoris e microclima.....	6
2.3. Sistemas silvipastoris e bem-estar animal.....	7
2.4. Rebanho bovino e placas fecais.....	9
2.5. Besouros coprófagos.....	10
2.6. Benefícios da comunidade coprófaga ao agroecossistema.....	11
2.7. Influência de fatores ecológicos no comportamento dos besouros coprófagos.....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
3.1. Local e características edafoclimáticas da área de pesquisa.....	20
3.2. Caracterização microclimática.....	21
3.3. Coleta de besouros coprófagos.....	23
3.4. Análise faunística.....	26
3.4.1. Índice de frequência (IF).....	26
3.4.2. Índice de abundância (IA).....	27
3.4.3. Índice de constância (IC).....	27
3.4.4. Índice de diversidade (ID).....	28
3.4.5. Índices de similaridade (IS).....	28
3.4.5.1. Quociente de similaridade (QS).....	28
3.4.5.2. Porcentagem de similaridade (%S).....	28
3.5. Análise estatística.....	29

	Página
4. RESULTADOS.....	31
4.1. Caracterização climática.....	31
4.2. Caracterização microclimática.....	32
4.2.1. Precipitação pluviométrica – PP.....	32
4.2.2. Temperatura do solo – TS.....	34
4.2.3. Umidade do solo – US.....	36
4.2.4. Temperatura do ar – TPar.....	38
4.2.5. Umidade relativa do ar – URar.....	44
4.2.6. Velocidade e direção dos ventos – VV e DV.....	45
4.2.7. Radiação solar global e fotossinteticamente ativa – RSG e RFA.....	52
4.3. Dinâmica populacional dos besouros coprófagos.....	59
4.4. Fenologia dos besouros coprófagos.....	64
4.5. Caracterização das populações.....	69
4.5.1. Índices de frequência (IF), abundância (IA) e constância (IC).....	69
4.5.2. Índice de diversidade (ID).....	72
4.5.3. Índices de similaridade (IS).....	74
5. Influência do microclima na dinâmica populacional dos besouros coprófagos.....	75
6. CONCLUSÕES.....	90
7. SUGESTÕES.....	92
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
9. ANEXOS.....	102

LISTA DE SIGLAS

SAF's	sistemas agroflorestais
SSP	sistema silvipastoril
PANA	pastagem não arborizada
SSP-ER	sistema silvipastoril entre renques
SSP-SR	sistema silvipastoril sob renque
PP	precipitação pluviométrica
RSG	radiação solar global
RFA	radiação fotossinteticamente ativa
VV	velocidade do vento
DV	direção do vento
TPar	temperatura do ar
URar	umidade relativa do ar
TS	temperatura do solo
US	umidade do solo
IF	índice de frequência
MF	muito freqüente
F	freqüente
PF	pouco freqüente
IA	índice de abundância
MA	muito abundante
A	abundante
C	comum
D	dispersa
R	rara
IC	índice de constância
Cons	constantes
Aces	acessórias
Acid	acidentais
ID	índice de diversidade
IS	índices de similaridade
QS	quociente de similaridade
%S	porcentagem de similaridade

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Diferenças microclimáticas entre habitats arborizados e abertos (adaptada de Wilmanns citado por WASSMER, 1995).....	16
Tabela 2 – Espécies com mais de 10 (dez) indivíduos capturados, suas características e respectivas áreas de ocorrência em Miranda-Abobral/MS (adaptada de LOPES <i>et alli</i> , 1999b).....	18
Tabela 3 – Número de espécies coletadas em duas áreas durante três horários de instalação de armadilhas (adaptada de RUIZ DIAZ <i>et alli</i> , 1999).....	19
Tabela 4 – Áreas e horários de ocorrência das espécies coletadas em maior quantidade (adaptada de RUIZ DIAZ <i>et alli</i> , 1999).....	19
Tabela 5 – Campanhas meteorológicas, períodos totais de coleta dos dados microclimáticos no campo e respectivas estações do ano.....	21
Tabela 6 – Campanhas meteorológicas, períodos de coleta dos dados microclimáticos, coletas de besouros coprófagos e respectivos períodos de instalação e recolhimento das armadilhas no campo.....	23
Tabela 7 – Estações do ano e respectivas coletas semanais de besouros coprófagos.....	30
Tabela 8 – Valores percentuais da permanência de ventos em direções predominantes nas condições da PANA e do SSP (Entre Renques e Sob Renque) para as quatro estações do ano.....	48
Tabela 9 – Total de escarabeídeos coprófagos coletados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.....	61
Tabela 10 – Distribuição percentual das espécies de besouros coprófagos nos três habitats, segundo seus respectivos índices faunísticos durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.....	70

	Página
Tabela 11 – Número de espécies (s), número de indivíduos (N) e índice de diversidade (D) referentes aos diferentes habitats de coleta dos besouros coprófagos durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.....	72
Tabela 12 – Número de espécies coletadas por habitat, número de espécies comuns aos habitats, quociente de similaridade (QS) e porcentagem de similaridade (%S) dos besouros coprófagos nos três habitats estudados durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.....	74
Tabela 13 – Valores médios dos postos atribuídos ao número de besouros coprófagos de hábito paracoprídeo coletados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.....	77
Tabela 14 – Valores médios dos postos atribuídos ao número de besouros coprófagos de hábito endocoprídeo coletados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.....	78
Tabela 15 – Valores médios dos postos atribuídos ao número total de besouros coprófagos coletados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante cada estação do ano em Tapejara/PR.....	79
Tabela 16 – Valores médios dos postos atribuídos ao número de espécimes de besouros coprófagos endocoprídeos coletados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante cada estação do ano em Tapejara/PR.....	80
Tabela 17 – Valores médios dos postos atribuídos ao número de espécimes de besouros coprófagos paracoprídeos coletados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante cada estação do ano em Tapejara/PR.....	80

	Página
Tabela 18 – Valores médios dos postos atribuídos à quantidade de indivíduos amostrados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante cada estação do ano em Tapejara/PR.....	81

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Armadilha “pitfall”: isca de esterco bovino envolta em tecido de tule e suspensa por arame ao tripé e potes plásticos enterrados no solo com água e detergente para coleta de besouros coprófagos.....	24
Figura 2 – Croqui de localização das armadilhas (representadas por letras) e das estações meteorológicas automáticas em relação aos renques de árvores no SSP.....	25
Figura 3 – Croqui de localização das armadilhas (representadas por números) e da estação meteorológica automática, além das extremidades dos renques de árvores do SSP que se aproximam da cerca divisória com a PANA, sendo ambas áreas contíguas.....	25
Figura 4 – Dados semanais das temperaturas absolutas e médias do ar no período de 01/03/2001 e 31/01/2002 em Tapejara/PR [Fonte: estação meteorológica – Usina Santa Terezinha].....	31
Figura 5 – Dados semanais da precipitação pluviométrica no período de 01/03/2001 e 31/01/2002 em Tapejara/PR [Fonte: estação meteorológica – Usina Santa Terezinha].....	32
Figura 6 – Precipitação pluviométrica (PP) durante as 48 horas da primeira campanha de coleta das variáveis microclimáticas (outono) em Tapejara/PR.....	33
Figura 7 – Precipitação pluviométrica (PP) durante as 48 horas da terceira campanha de coleta das variáveis microclimáticas (primavera) em Tapejara/PR.....	33
Figura 8 – Temperaturas absolutas e médias do solo (TS) a 15 centímetros de profundidade da superfície do solo durante as campanhas de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.....	35

Figura 9 – Umidade do solo (US) máxima, média e mínima de 0 a 30 centímetros de profundidade da superfície do solo durante as campanhas de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.....	36
Figura 10 – Umidade do solo (US) de 0 a 30 centímetros de profundidade da superfície do solo e a precipitação pluviométrica na condição de habitat da PANA e SSP-SR durante a campanha de outono em Tapejara/PR.....	37
Figura 11 – Umidade do solo (US) de 0 a 30 centímetros de profundidade da superfície do solo e a precipitação pluviométrica nas condições de habitat da PANA e do SSP durante a campanha de primavera em Tapejara/PR.....	37
Figura 12 – Representação esquemática do perfil de temperatura do ar (TPar) nas posições SSP-ER, SSP-SR e PANA durante as campanhas de coleta dos dados microclimáticos em Tapejara/PR.....	38
Figura 13 – Temperaturas absolutas e médias do ar (TPar) a 0,5m acima do nível do solo durante as campanhas de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.....	41
Figura 14 – Temperaturas absolutas e médias do ar (TPar) a 2,0m acima do nível do solo durante as campanhas de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.....	41
Figura 15 – Temperaturas absolutas e médias do ar (TPar) a 0,5m e 2,0m acima do nível do solo durante os períodos diurnos e noturnos das campanhas de coleta em Tapejara/PR.....	43
Figura 16 – Umidade relativa do ar (URar) máxima, média e mínima a 2,0m acima do nível do solo durante as campanhas de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.....	45

	Página
Figura 17 – Velocidades instantâneas e médias do vento (VV) a 0,5m de altura da superfície do solo durante os dias de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.....	47
Figura 18 – Velocidades instantâneas e médias do vento (VV) a 2,0m de altura da superfície do solo durante os dias de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.....	47
Figura 19 – Direção do vento (DV) predominante a 2,0m de altura nas três condições de habitat (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante as campanhas de coleta dos dados microclimáticos de outono e de inverno em Tapejara/PR.....	50
Figura 20 – Direção do vento (DV) predominante a 2,0m de altura nas três condições de habitat – PANA, SSP-ER e SSP-SR, durante as campanhas de coleta dos dados microclimáticos de primavera e de verão, em Tapejara/PR.....	51
Figura 21 – Radiação solar global (RSG) instantânea e média ao nível do solo durante os dias de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.....	52
Figura 22 – Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) instantânea e média ao nível do solo durante os dias de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.....	55
Figura 23 – Fração RFA/RSG máxima, média e mínima ao nível do solo durante os dias de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.....	58
Figura 24 – Número total de espécimes de besouros coprófagos coletados e separados por hábito alimentar durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002, em Tapejara/PR.....	60
Figura 25 – Número total de espécimes de besouros coprófagos de hábito paracoprídeo coletado durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.....	64

	Página
Figura 26 – Frequência semanal de besouros coprófagos da espécie <i>Dichotomius bos</i> em armadilha “pitfall” durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.....	65
Figura 27 – Frequência semanal de besouros coprófagos das espécies <i>Dichotomius nisus</i> , <i>Digitonthophagus gazella</i> e <i>Ontherus appendiculatus</i> em armadilha “pitfall” durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.....	66
Figura 28 – Número total de espécimes de besouros coprófagos de hábito endocoprídeo coletado durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.....	68
Figura 29 – Frequência semanal de amostragem da população de besouros coprófagos da espécie <i>Trichillum externepunctatum</i> , <i>Aphodius lividus</i> e <i>Ataenius sculptor</i> em armadilha “pitfall” durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.....	68
Figura 30 – Número total de espécimes de besouros coprófagos coletados por hábito alimentar nas três condições de habitat durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.....	75

LISTA DE ANEXOS

	Página
Anexo 1 – Número da coleta de besouros coprófagos com suas respectivas datas de instalação e recolhimento das armadilhas no campo (em negrito) realizadas durante o período compreendido entre os dias 02 de março de 2001 e 17 de janeiro de 2002.....	103
Anexo 2 – Valores médios dos postos atribuídos ao número total de besouros coprófagos de hábito paracoprídeo coletados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) em relação às estações do ano em Tapejara/PR.....	104
Anexo 3 – Valores médios dos postos atribuídos ao número total de besouros coprófagos de hábito endocoprídeo coletados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) em relação às estações do ano em Tapejara/PR.....	105
Anexo 4 – Limites para a caracterização das espécies de besouros coprófagos coletados com armadilhas “pitfall” em relação às três condições de habitat.....	106
Anexo 5 – Locação da estação meteorológica automática de coleta dos dados microclimáticos na condição de habitat SSP-ER.....	107
Anexo 6 – Locação da estação meteorológica automática de coleta dos dados microclimáticos na condição de habitat SSP-SR.....	107

RESUMO

O estabelecimento de sistemas silvipastoris (SSP's), áreas de criação animal a pasto, consorciadas com árvores, é realidade na região noroeste do Estado do Paraná, cuja aceitação por alguns pecuaristas está fundamentada nas mais diversas razões. A principal alteração produzida pela implantação de SSP's refere-se à condição microclimática, podendo os diversos microclimas existentes influenciar a distribuição das espécies de besouros coprófagos que são importantes agentes removedores, bem como incorporadores das massas fecais aos solos em pastagens, contribuindo para a fertilidade dos solos e o controle de insetos indesejáveis à atividade pecuária. Caracterizou-se e comparou-se as condições microclimáticas existentes num sistema silvipastoril (SSP) e numa pastagem não arborizada (PANA) e, identificou-se e quantificou-se as espécies de besouros coprófagos que ocorrem nessas áreas, a fim de verificar a relação existente entre os microclimas caracterizados e a dinâmica populacional dos besouros coprófagos nesses dois sistemas (PANA e SSP) durante o período de um ano. Conduziu-se o trabalho em área de pastagem arborizada composta pela gramínea forrageira *Brachiaria brizantha* e por renques de árvores de *Grevillea robusta* espaçados 30 metros entre renques e 05 metros entre árvores no renque, e em área de pastagem não arborizada (convencional) composta pelas gramíneas forrageiras *Panicum maximum* e *Cynodon plectostachyus* no município de Tapejara, região noroeste do Estado do Paraná. Os resultados mostraram que o componente arbóreo modificou as condições microclimáticas do SSP, alterando a temperatura do solo, o conteúdo de água no solo, o perfil vertical da temperatura do ar, a intensidade dos ventos e a incidência de radiação solar em relação às variáveis microclimáticas da PANA e que ocorreu uma maior quantidade de besouros coprófagos na condição de habitat da PANA em relação às duas condições de habitat do SSP durante as quatro estações do ano. Dentre as espécies de hábito paracoprídeo, *Digitonthophagus gazella* apresentou uma maior preferência pelas condições de habitat da PANA e SSP-ER, enquanto *Onthophagus hirculus* mostrou-se mais favorável de ocupar o habitat SSP-SR. A densidade do componente arbóreo implantado no SSP não impediu a ocupação de seus habitats pelas populações de besouros coprófagos e apesar da existência de algumas diferenças microclimáticas entre as posições SSP-ER e PANA o microclima não foi o único fator ecológico que alterou a dinâmica populacional dos besouros coprófagos. Os índices de diversidade estimados para as condições de habitat do SSP indicaram que o sistema é uma proposta capaz de promover a restauração da biodiversidade e de manter a resiliência em agroecossistemas.

SUMMARY

The establishment of silvopastoral systems (SSP), areas where trees and grazed pasture are grown together joined with animal creation, is a fact in the northwest region of Paraná State, whose acceptance by some breeders is based on the most diverse reasons. The main change produced by SSP have to do with the microclimatic condition, whose diverse existing microclimates are able to influence the distribution of dung beetles species that are important remover agents, as well as incorporators to the ground of cattle faeces in pastures, contributing for the ground fertility and the control of undesirable insects to the cattle breeding activity. The existing microclimatic conditions in a silvopastoral system (SSP) and in a not woody pasture (PANA) were characterized and compared among themselves, and the dung beetles species that occurred in these areas were identified and quantified, in order to verify the existing relation between those microclimates and the dung beetles population dynamics in these two systems (SSP and PANA) during a one year period. This research was conducted in a woody pasture composed by *Brachiaria brizantha* grass and *Grevillea robusta* trees spaced 30 meters between tree rows and 5 meters between trees in a row, and in a not woody pasture composed by *Panicum maximum* and *Cynodon plectostachyus* grasses, both areas localized in the Tapejara municipal district, northwest region of Paraná State/Brazil. The results indicated that the woody component had modified the microclimatic conditions altering soil temperature and water content, vertical air temperature profile, wind intensity and solar radiation incidence with regard to the PANA microclimatic variables, and that a bigger amount of dung beetles occurred in the PANA habitat in relation to both SSP habitats during the four seasons. The indo-african *Digitonthophagus gazella* species had shown a bigger preference for PANA and SSP-ER (between tree rows) habitats, while the indigenous *Onthophagus hirculus* species was more favourable to occupy the SSP-SR (under tree row) habitat. The trees density in the SSP did not hinder the dung beetles populations to occupy its habitats and despite of some microclimatic differences among SSP-ER e PANA, the microclimate was not the only ecological factor that had modified the dung beetles population dynamics. The esteemed SSP diversity indices indicated that silvopastoral systems are capable to promote the biodiversity restoration and to maintain the agroecosystems resilience.

1. INTRODUÇÃO

A associação de árvores às pastagens e aos animais, caracterizando o sistema silvipastoril (SSP) propriamente dito, pode ser utilizada tanto em áreas cultivadas ou degradadas como em áreas ausentes de qualquer utilização agropecuária ou florestal.

O estabelecimento desses sistemas pode reduzir efetivamente a degradação dos solos, o assoreamento dos cursos d'água e a perda das produções especialmente em regiões altamente suscetíveis aos processos de erosão eólica, erosão hídrica e à ocorrência de geadas.

Um ponto fundamental é que tais sistemas podem ser altamente benéficos à sanidade animal, uma vez que proporcionam maior conforto térmico e melhor padrão de alimentação àqueles e ao meio biofísico, melhorando a salubridade local e favorecendo a diversidade biológica em decorrência da mitigação de extremos climáticos.

Isto indica que é plenamente viável a melhoria das atuais condições da bovinocultura e da silvicultura através da introdução de sistemas silvipastoris (SSP's) com reflexos ambientais (social, econômico e biofísico) extremamente favoráveis.

O conhecimento do processo de atuação das espécies de besouros coprófagos é de fundamental importância nesses sistemas, visto que esses coleópteros promovem o consumo dos excrementos de bovinos nas pastagens, retirando a condição necessária à reprodução de insetos e vermes indesejáveis que têm parte de seus ciclos de vida realizada nas fezes bovinas, contribuindo assim com a diminuição da necessidade do uso de inseticidas e vermífugos no combate desses parasitas (MIRANDA *et alli*, 1990; BIANCHIN *et alli*, 1992; FLECHTMANN & RODRIGUES, 1995; MARCHINI *et alli*, 1997; KOLLER *et alli*, 1999).

Em diversas regiões a aceitação de SSP's por pecuaristas expressa-se nos mais variados objetivos: a conservação dos solos, o bem-estar dos animais e as suas conseqüentes melhorias de produção, a proteção das pastagens contra geadas e a renda adicional proporcionada pela madeira, bem como a

sua disponibilidade às mais diversas finalidades na propriedade segundo PORFÍRIO da SILVA & MAZUCHOWSKI (1999).

Conforme DANTAS (1994) as “estabilidades” ecológica e econômica que os SSP's apresentam são decorrentes da maior diversidade biológica e das diferentes alternativas de produção agropecuária que esses sistemas adquirem, tornando-se potencialmente eficazes à conservação do meio biofísico.

Além disso, PORFÍRIO da SILVA & MAZUCHOWSKI (1999) afirmam que a implantação de SSP's proporciona também a obtenção dos derivados de origem animal em condições ecologicamente adequadas e a diversificação da oferta de matérias-primas para os habitantes de uma região, o que se constitui numa forma mais apropriada de gerenciamento do agroecossistema.

MACEDO *et alli* (2000) verificaram que os consórcios envolvendo espécies agrícolas, animais e florestais normalmente diminuem e distribuem os riscos de produção, otimizam os fatores de produção e permitem a mínima utilização de insumos adquiridos, possibilitando assim rendas adicionais aos produtores.

Portanto a utilização de SSP's é altamente promissora como forma de produção agroecológica para grande parte do território brasileiro, favorecendo o bem-estar dos bovinos e a permanência do homem no meio rural (RODRIGUES, 1992).

O presente estudo apoiou-se na hipótese de que as modificações microclimáticas decorrentes da presença do componente arbóreo em SSP's promovem e condicionam um aumento do número de besouros coprófagos e da quantidade de espécies numa comunidade original, comparativamente à estrutura e à composição em outra comunidade escarabeídea que esteja habitando as condições microclimáticas presentes em áreas de pastagem convencional (não arborizada).

Especificamente, os objetivos da presente pesquisa foram:

- caracterizar e comparar as condições microclimáticas existentes num sistema silvipastoril (SSP) e numa área de pastagem não arborizada (PANA);

- identificar e quantificar as espécies de besouros coprófagos que ocorrem num SSP e numa PANA;
- verificar a relação existente entre os microclimas caracterizados e a dinâmica populacional dos besouros coprófagos nos dois sistemas (PANA e SSP) durante o período de um ano.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sistemas silvipastoris

Os sistemas silvipastoris (SSP's) podem ser definidos como sendo locais de atividade agropecuária, "onde árvores são intencionalmente utilizadas em associação com pastagens e animais na mesma área de maneira simultânea ou seqüencial" conforme PORFÍRIO da SILVA (1998).

Diversos autores concordam com a potencialidade e a viabilidade dos SSP's para as condições brasileiras, dentre eles BAGGIO & CARPANEZZI (1988), SCHREINER (1992) e VEIGA & SERRÃO (1994).

Em relação aos aspectos biofísicos, sociais e econômicos que os sistemas silvipastoris proporcionam, destacam-se: diversificação da produção, manejo ecologicamente apropriado dos componentes naturais, maior resistência às adversidades climáticas das espécies cultivadas no sub-bosque, maiores teores de matéria orgânica no solo e reciclagem de nutrientes, melhor infiltração de água e estruturação do solo, menores custos de implantação dos povoamentos florestais e melhor distribuição da demanda de mão-de-obra ao longo do ano (CASTRO & CARVALHO, 1999).

Em um sistema silvipastoril o componente arbóreo pode afetar o ecossistema de diversas maneiras com efeitos simultâneos sobre o meio biofísico, beneficiando o desenvolvimento dos animais, a produção e a qualidade da forragem, bem como a conservação dos solos (PORFÍRIO da SILVA & MAZUCHOWSKI, 1999; CASTRO & CARVALHO, 1999).

As árvores exercendo proteção física ao solo 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.

Muitas vezes o efeito benéfico das árvores manifesta-se no aumento do nitrogênio disponível no solo, pois a influência da sombra das copas altera as condições desse solo, as quais passam a promover a atividade microbiana e conseqüentemente a taxa de mineralização do nitrogênio do solo. Portanto a

sombra aumenta a produção de gramíneas, podendo ser até 48% maior segundo WILSON (1993).

Apesar do clima da região sul do Brasil ser mais favorável à criação animal do que em outras regiões do país, os 20 milhões de hectares de pastagens instaladas a céu aberto têm a produtividade de seus rebanhos abaixo do realizável, sendo essas baixas produtividades provenientes fundamentalmente dos precários níveis de manejo, bem como do desgaste (estresse) dos animais ocasionado por aspectos microclimáticos que reduzem a taxa de fertilidade, elevam a mortalidade, retardam o acabamento para abate e abaixam o índice de desfrute (SCHREINER, 1992; MONTOYA & BAGGIO, 1992; MONTOYA & MAZUCHOWSKI, 1994).

Portanto os sistemas silvipastoris são de grande aplicabilidade nas áreas de pecuária da região sul, devido à dimensão das superfícies ocupadas pelas pastagens nessa região e às possibilidades de proteção dos rebanhos exercida pela arborização contra os extremos climáticos.

A equipe técnica TANAGRO (1991), descrevendo um projeto de associação de pastagens e animais com acácia negra (*Acacia mearnsii*) em fazendas do Rio Grande do Sul, comentou que no primeiro ano de sua implantação a cultura arbórea permitiu a consorciação agrícola e que a partir do segundo ano foi possível introduzir o gado, cujo ganho de peso resultante do microclima gerado pelas árvores nos períodos de entressafra ultrapassou o da pecuária em campo aberto com pasto nativo, devido à amenização do frio e calor extremos.

Mais recentemente BAGGIO & PORFÍRIO da SILVA (1998) descreveram três tipos de sistemas silvipastoris recomendados ou em experimentação para a região noroeste do Paraná:

- árvores isoladas – provenientes da regeneração natural ou deixadas propositadamente por ocasião da formação da pastagem;
- bosquetes de proteção – constituídos por pequenos talhões florestais puros e distribuídos na pastagem;

- plantios em renque – feitos em linhas divisórias ou renques seguindo as cercas e/ou os terraços de conservação do solo, servindo igualmente de quebra-ventos.

2.2. Sistemas silvipastoris e microclima

Os sistemas agroflorestais (SAF's), dentre os quais se encontra o sistema silvipastoril (SSP), têm características bastante semelhantes aos ecossistemas originais, pois respeitam as relações ecológicas entre os diversos componentes do sistema, conservam a qualidade do solo através da ciclagem de nutrientes e da adição de matéria orgânica, promovem a atividade microbiana e a taxa de mineralização do solo, absorvem os nutrientes e a umidade de diferentes profundidades do solo, diminuindo portanto a dependência por insumos externos (WILSON, 1990; PORFÍRIO da SILVA & MAZUCHOWSKY, 1999).

TORQUEBIAU (1991) cita que a principal interação dos SAF's com os componentes biofísicos refere-se especialmente ao microclima com relação à luz, à temperatura do ar, à umidade do ar e ao vento, concordando com MONTEITH *et alli* (1991) que sugerem ser possível avaliar a interação entre as plantas e a atmosfera em SAF's através da temperatura do ar e do vento, bem como dos seguintes elementos microclimáticos: interceptação de energia radiante e de chuva pela folhagem e déficit de pressão do vapor d'água.

Além do mais, SÁ (1994) apontou para a redução da amplitude de variação desses parâmetros microclimáticos como uma vantagem apresentada pelo sistema em relação aos sistemas convencionais de cultivo (monoculturas), pois garantindo as condições micrometeorológicas predominantes na vegetação de regiões tropicais, contribuiriam com a redução dos riscos advindos de mudanças climáticas abruptas.

PORFÍRIO da SILVA (1994), descrevendo um sistema silvipastoril constituído por grama estrela (*Cynodon plectostachyus*) e árvores de grevilea (*Grevillea robusta*) na região noroeste do Paraná, verificou que a produção de massa verde da pastagem foi superior e se manteve verde mesmo durante o inverno, pois o SSP não foi atingido por ventos e geadas na mesma intensidade que as áreas destituídas de árvores, devido à proteção oferecida

pelas árvores, as quais diminuíram a amplitude térmica e regularam a manutenção da umidade do ar.

WILSON (1990) encontrou um aumento de 30% no crescimento de gramíneas da espécie *Paspalum notatum* em uma plantação de árvores da espécie *Eucalyptus grandis*, quando comparadas ao crescimento da mesma gramínea em uma área adjacente a pleno sol, devido ao nível de sombreamento fornecido pelas árvores de aproximadamente 50%. Possivelmente a melhoria do meio edáfico sob a sombra permitiu uma atividade microbiana mais efetiva na decomposição da matéria orgânica e o conseqüente fornecimento de nitrogênio mineralizado para o crescimento das gramíneas.

2.3. Sistemas silvipastoris e bem-estar animal

Em sistemas silvipastoris o padrão de sombreamento é importante tanto para os componentes vegetais como para os animais, visto que esses últimos possuem aspectos de caráter comportamental e metabólico relacionados à quantidade de energia solar que recebem (MC ARTHUR, 1991).

A manifestação do potencial genético na produtividade animal é determinada pela interação de fatores genéticos e ambientais (nutrição, meio físico e doenças), podendo especificamente o clima através das condições dos elementos climáticos (temperatura do ar, umidade do ar, velocidade dos ventos e radiação solar) existentes ao redor do rebanho, atuar sobre os animais e dificultar a manutenção de seus equilíbrios térmicos (homeostasia), causando estresse e acarretando alterações na eficiência do desempenho produtivo e/ou reprodutivo daqueles animais (PORFÍRIO da SILVA & MAZUCHOWSKI, 1999).

Devido ao seu metabolismo, os bovinos têm as suas adaptações e sobrevivências regidas por princípios físicos, havendo necessariamente trocas de calor entre os seus corpos e o meio circundante. Caso haja estresse provocado pelo calor, esse poderá reduzir a fertilidade dos animais, afetando a ovulação das fêmeas, o estro, a concepção e a sobrevivência do embrião, bem como produzir bezerros menores, além de aumentar o intervalo de tempo entre uma cria e outra (MÜLLER, 1989; BIRD *et alli*, 1992).

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.

Portanto as árvores ao proporcionarem sombra para os animais e o solo, promovem uma modificação do microclima que minimiza o estresse e resulta em maior conforto térmico para os rebanhos na pastagem e conseqüentemente maiores rendimentos zootécnicos, uma vez que algumas espécies arbóreas forrageiras podem ajudar na suplementação animal nos períodos de escassez (BUDOWSKI *et alli*, 1984; DALY, 1984; SILVER, 1987; PORFÍRIO da SILVA & MAZUCHOWSKI, 1999).

A partir de estudos em fisiologia animal surge o conceito de Zona de Conforto Térmico (ZCT), definido por NAÃS (1989) como “o intervalo existente na faixa de temperatura do ar circundante, onde a temperatura do corpo do animal mantém-se constante com um mínimo de esforço do seu centro termorregulador, começando o animal a sofrer estresse, quando estiver fora desses limites”.

PORFÍRIO da SILVA & MAZUCHOWSKI (1999) comentaram ainda que a insolação direta tem sido a variável mais negligenciada pelos criadores de gado e o componente climático sistematicamente omitido em favor de melhorias genéticas, tornando-se crença representativa a desnecessidade de proteção aos animais.

Confirmando esses dados, SIMÓN *et alli* (1995) e Carvalho¹ citado por PORFÍRIO da SILVA (1998) verificaram que novilhas em crescimento numa pastagem arborizada atingiram condições para reprodução (idade para cobertura) cinco meses antes do que aquelas mantidas em pastagem sem sombreamento e que vacas leiteiras com acesso à sombra produziram 20% mais leite e com maior teor de sólidos não gordurosos.

¹ CARVALHO, M. M. Efeitos da disponibilidade de sombra durante o verão sobre algumas condições fisiológicas e de produção em vacas da raça holandês. Dissertação (Mestrado), Santa Maria: UFSM, 199p., 1999.

Por fim, STURROCK (1988) registrou a eliminação da perda de animais durante o inverno, cuja estação impõe um grau de estresse capaz de levar os animais à morte e o aumento de um rebanho de 1200 animais para 5000 animais em uma década na Nova Zelândia através da disposição interligada de renques arbóreos com bosquetes sobre uma mesma área.

2.4. Rebanho bovino e placas fecais

Existem atualmente 176 milhões de bovinos no Brasil segundo dados da FAO (2002). Portanto a atividade pecuária representa uma importante fonte de renda para as regiões onde é exercida tanto pela produção de alimentos (carne e leite) quanto pela obtenção de subprodutos (couro e derivados) conforme RODRIGUES (1996).

A elevação das taxas de lotação das pastagens, devido à introdução de variedades forrageiras mais produtivas e ao uso de fertilizantes e leguminosas em pastagens, tem contribuído para quebrar o “equilíbrio” ecológico do sistema solo-planta-animal em muitas regiões através da quantidade de excrementos que é depositada no pasto (RODRIGUES, 1985).

Segundo RIDSDILL-SMITH & MATTHIESSEN (1981) um bovino produz em média 10 placas fecais por dia, as quais ocupam cerca de 600 cm² de área cada uma. Portanto a população total de bovinos existente no Brasil pode produzir uma quantidade de fezes teoricamente suficiente para cobrir uma área equivalente a 9.000 ha/dia ou 3.300.000 ha/ano. Caso essas massas fecais não sejam removidas, elas poderão permanecer por volta de 09 meses no campo conforme Alves² citado por RODRIGUES (1996).

Durante a permanência das placas fecais sobre as pastagens ocorre a formação de áreas ao redor das fezes que são inicialmente rejeitadas pelos bovinos, podendo esse efeito persistir por algumas semanas, mesmo após a completa eliminação das massas fecais (MIRANDA *et alli*, 1990).

Outro aspecto negativo decorrente do maior tempo de permanência das massas fecais nas pastagens refere-se ao fato das fezes servirem de veículo

² ALVES, S. B. Biologia e Importância Econômica do Dichotomius anaglypticus (MANNERHEIM, 1829) (Coleoptera, Scarabaeidae). Piracicaba, Dissertação (Mestrado), ESALQ – USP, 72 p., 1977.

ou meio de desenvolvimento para alguns organismos nocivos à pecuária, tais como larvas de parasitas gastrointestinais de bovídeos e diversas moscas indesejáveis que dependem das placas fecais para completarem os seus ciclos de vida (KOLLER *et alli*, 1997).

Entre os insetos que utilizam a massa fecal como alimentação ou local de desenvolvimento, encontra-se a mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*) (Diptera; Muscidae) que se constitui atualmente numa das principais “pragas” do rebanho bovino do Brasil. Os animais atacados pela mosca-dos-chifres ficam irritados, alimentam-se menos e tornam-se mais suscetíveis a uma série de doenças e parasitoses, resultando numa acentuada perda de peso e conseqüentemente numa diminuição da produção de carne e leite (HONER & GOMES, 1990; HILLERTON *et alli*, 1990; SAUERESSIG, 1992).

2.5. Besouros coprófagos

Os besouros coprófagos, os quais utilizam os excrementos de vertebrados herbívoros como fonte de alimento, pertencem à ordem Coleoptera e constituem a família Scarabaeidae com mais de 20 mil espécies vivendo no planeta (RODRIGUES, 1989; FINCHER, 1991).

Segundo RODRIGUES (1989) e LOBO *et alli* (1998) as espécies coprófagas mais efetivas na desestruturação, remoção ou enterrio dos excrementos pertencem à subfamília Scarabaeinae com cerca de 5.000 espécies, à subfamília Aphodiinae com cerca de 1.850 espécies e à subfamília Geotrupinae com aproximadamente 150 espécies.

O excremento dos bovinos é utilizado pelos besouros coprófagos de diferentes maneiras, variando o modo como se alimentam, trabalham e elaboram seus ninhos, podendo os escarabeídeos ser agrupados nas seguintes categorias segundo MARTÍNEZ (1999):

- endocoprídeos (“dwellers”, moradores) – compreende os Aphodiinae, cujos adultos da maioria das espécies penetram nos excrementos, aí se instalam e se alimentam (ausência de transporte) da massa fecal juntamente com as suas larvas;
- paracoprídeos (“tunnelers”, cavadores) – compreende os Geotrupinae e numerosos Scarabaeinae, cujos adultos realocam

pequenos pedaços de excremento para o fundo de galerias (transporte vertical) por eles escavadas no solo proximo ou logo abaixo da massa fecal, onde será depositado um ovo;

- telecoprídeos (“rollers”, rola-bostas) – compreende os Scarabaeinae restantes, cujos besouros realocam bolas de excremento, rolando-as para locais mais distantes (transporte horizontal) da massa fecal e enterrando-as em câmaras (transporte vertical) previamente escavadas no solo, onde será igualmente depositado um ovo; são os típicos “rola-bosta”.

Para perceberem a fonte de alimento e se orientarem em direção ao estímulo, os besouros coprófagos utilizam-se das antenas lameladas, as quais são os órgãos quimiorreceptores de estímulos olfativos para longas distâncias ou ainda dos palpos maxilares, os quais são os órgãos quimiorreceptores para curtas distâncias. Após localizarem a massa fecal, pousam nas suas proximidades e caminham posteriormente na sua direção (RODRIGUES, 1989; RODRIGUES, 1996). A distância percorrida pelos besouros coprófagos pode ser de até 1,0 km em 02 dias nos trópicos conforme ESTRADA *et alli* (1998).

2.6. Benefícios da comunidade coprófaga ao agroecossistema

Os besouros coprófagos são importantes agentes removedores, bem como incorporadores aos solos das massas fecais em áreas de pastagens (RODRIGUES & MARCHINI, 1998).

RIVERA-CERVANTES & HALFFTER (1999), baseados em informações de vários autores, confirmaram que as espécies de besouros coprófagos atuam como decompositores primários na reciclagem de matéria e energia em ecossistemas naturais, além de contribuírem com o processo natural de regeneração das matas, onde algumas espécies estão associadas aos mamíferos.

Suas atividades aceleram e tornam mais eficiente a reciclagem de grande parte do nitrogênio, da matéria orgânica e dos minerais presentes nas fezes, colaborando assim com a reestruturação e a melhoria das condições de fertilidade dos solos, retardando o seu empobrecimento e conseqüentemente a

degradação das pastagens (KOLLER *et alli*, 1997; URRETABIZKAYA *et alli*, 1999).

A atividade de remoção das placas fecais do campo exercida pelos besouros coprófagos constitui-se numa técnica econômica, pois ao localizá-las, desestruturam-nas e incorporando-as rapidamente aos solos, melhoram as propriedades físicas e químicas dos mesmos, o desenvolvimento das plantas, a aeração, a absorção e a retenção de água dos solos, bem como a atividade de micro- e macrorganismos presentes nos solos. Além disso, controlam os nematóides gastrointestinais e as moscas que se desenvolvem nas massas fecais, sendo portanto coadjuvantes no controle de *Haematobia irritans* (RODRIGUES, 1989; RODRIGUES, 1996).

Os besouros coprófagos ao depositarem as fezes nas camadas profundas do solo, transportam parte dos ovos e das larvas de organismos nocivos que serão destruídos em sua maioria, enquanto a parcela restante da massa fecal que persistir sobre a superfície do solo tornar-se-á mais suscetível à dessecação pela ação do sol e à desagregação por ação da chuva, prejudicando ou mesmo inviabilizando o desenvolvimento e a sobrevivência daqueles organismos prejudiciais à pecuária (KOLLER *et alli*, 1997).

Ademais, MARTÍNEZ (1999) também enfatiza que os besouros coprófagos destroem os cistos de muitos parasitas intestinais que afetam o homem e outros animais. O autor reforça ainda a capacidade que os besouros possuem de eliminar grandes volumes de esterco, redundando em melhores aproveitamentos das pastagens nas regiões de atividade pecuária, confirmando dados obtidos por ESTRADA *et alli* (1998).

ASSIS JÚNIOR *et alli* (1999), tentando identificar as espécies nativas potenciais ao controle biológico da mosca-dos-chifres em dois sistemas (pastagem aberta e mata natural), concluíram que a espécie *Dichotomius bos* foi a mais indicada para o controle biológico da mosca-dos-chifres em Vazante, região noroeste de Minas Gerais, devido à sua abundância, tamanho e grupo funcional (cavadores).

URRETABIZKAYA *et alli* (1999) sugeriram que a incorporação de bosta bovina exercida pelo besouro coprófago da espécie *Ontherus sulcator*,

incrementou consideravelmente a incorporação dos nutrientes que se encontravam como matéria orgânica nas dejeções sobre a pastagem.

2.7. Influência de fatores ecológicos no comportamento dos besouros coprófagos

BREYTENBACH & BREYTENBACH (1986) comentaram que a distribuição e a abundância de besouros coprófagos sul-africanos foram afetadas pelo clima e pelo tipo de solo, o que é corroborado por RODRIGUES (1996) ao citar trabalhos de diversos autores.

DOUBE (1983) observou que solos com diferentes características de textura e dureza podem ter influenciado o sucesso reprodutivo dos besouros coprófagos em dois habitats de uma reserva sul-africana e gerado portanto as diferenças encontradas nos níveis de abundância das espécies com relação aos diferentes tipos de solo.

Diversos autores citados por VAN RENSBURG *et alli* (1999) também apontaram para o importante papel que o tipo de solo desempenha na determinação da distribuição das espécies de besouros coprófagos.

Para RIDSDILL-SMITH (1986) e LUMARET & KIRK (1987), a ocorrência de besouros coprófagos nos diferentes habitats foi influenciada por fatores como a temperatura do ar e a precipitação pluviométrica, enquanto a luminosidade foi apontada como um dos fatores determinantes da riqueza de espécies em uma comunidade de besouros coprófagos.

Em relação à temperatura do ar, RIDSDILL-SMITH & HALL (1984) constataram que na zona climática mediterrânea da Austrália a atividade dos besouros coprófagos ocorreu somente durante o período chuvoso de inverno e quando as temperaturas médias mensais foram superiores a 12°C.

RODRIGUES (1996) observou que as temperaturas médias do ar em uma pastagem a pleno sol foram mais elevadas e tiveram maiores oscilações em relação a uma área de *Eucalyptus* sp. com sub-bosque circundado por mata nativa, cuja vegetação proporcionou um maior sombreamento da camada superficial do solo e da camada da atmosfera a um metro da superfície da pastagem, podendo as diferentes temperaturas do ar explicar parcialmente a ocorrência diferenciada dos besouros coprófagos nas duas áreas.

Portanto a elevação das temperaturas do ar e do solo são esperadas na implantação de pastagens, as quais promoverão uma alteração na estrutura e composição da comunidade original de besouros, pois a nova condição de habitat resultará no desaparecimento de algumas espécies e na permanência de outras.

Segundo RODRIGUES (1996) o vento constitui-se em mais um fator de influência nas maiores oscilações térmicas da pastagem a pleno sol em relação à área de *Eucalyptus* sp. com sub-bosque, tendo esse elemento climático sido mais constante e intenso na primeira área.

LOBO *et alli* (1998) mostraram que áreas pastoreadas por bovinos e ovinos no sul da França, próximas e similares entre si, tanto a abundância como a biomassa e a riqueza de besouros não se correlacionaram com a temperatura do ar ou a precipitação pluviométrica, mas correlacionaram-se significativamente com a energia radiante presente na superfície do solo, a qual deveria ser em quantidade suficiente àquela requerida para o vôo do inseto.

DOUBE (1983), estudando a comunidade de besouros coprófagos em dois habitats (mata e pastagem), verificou uma correlação negativa entre o número de espécimes coletados e a intensidade luminosa, ou seja, capturou uma maior quantidade de indivíduos na área de menor intensidade luminosa e vice-versa.

A maioria das espécies de besouros coprófagos é sensível às condições de umidade do solo em decorrência de seus hábitos de alimentação e nidificação, podendo umas poucas espécies sobreviver em áreas com precipitação média anual inferior a 250mm, constatando-se o aumento do número de besouros coprófagos somente no início das primeiras chuvas e com a elevação da temperatura do ar segundo RODRIGUES (1989).

Outro fator de extrema relevância na determinação da distribuição das espécies de besouros coprófagos é o microclima produzido pelos diferentes tipos de vegetação. Em regiões tropicais, diferenças na composição das espécies de besouros são comumente encontradas entre as florestas e as áreas desmatadas, e estudos da fauna coprófaga presente em diferentes habitats encontraram as espécies distribuídas diferentemente conforme a

densidade e a altura da vegetação (PECK & FORSITH, 1982; BAZ, 1988; HALFFTER, 1991; HALFFTER *et alli*, 1992; VAN RENSBURG *et alli*, 1999).

KLEIN (1989) verificou uma menor riqueza de espécies, além de uma maior quantidade de espécies raras e esparsas populações de besouros coprófagos num fragmento florestal com relação a uma floresta contínua, como resultantes da diminuição no número de vertebrados nativos e da oferta de alimentos, podendo o declínio da comunidade de escarabeídeos coprófagos ser agravada ainda mais pela dificuldade de estabelecimento dos besouros aos novos habitats criados.

HALFFTER *et alli* (1992), estudando três áreas distintas (floresta, borda de floresta e floresta modificada), constataram que somente as espécies encontradas nas bordas florestais possuíam uma alta capacidade de ocupação das novas condições de habitat criadas e que a sobrevivência das diferentes espécies de escarabeídeos se relacionou com a preservação das árvores e da floresta original, uma vez que o desmatamento causou queda na diversidade.

No sudoeste da Alemanha, um levantamento da fauna coprófaga em uma área pastoreada por bovinos e ovinos mostrou que a densidade populacional e a biomassa de besouros foram mais altas nos habitats abertos do que nos habitats arborizados ao longo de todas as estações do ano, tendo tais valores, contudo, se equiparado nos dois habitats somente nos dias mais frios de inverno, bem como durante a estação de verão, devido provavelmente ao clima mais ameno dos habitats arborizados naquelas estações (WASSMER, 1995).

Segundo o mesmo autor algumas espécies de besouros coprófagos eram encontradas mais freqüentemente nos habitats arborizados, não podendo porém ser designadas como exclusivamente especialistas, pois nenhuma delas esquivava-se totalmente dos habitats abertos, uma vez que ocorria uma grande variedade de habitats nas florestas climáticas, o que produzia grandes diferenças em relação aos fatores abióticos (luminosidade e balanço hídrico) e bióticos (disponibilidade de alimento, presença de predadores e competidores), conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Diferenças microclimáticas entre habitats arborizados e abertos (adaptada de Wilmanns³ citado por WASSMER, 1995).

	Habitats abertos	Habitats arborizados
Temperatura do ar/ Luminosidade (radiação solar)	Dependendo da exposição, o microclima é mais quente no verão e mais frio no inverno em relação aos habitats arborizados, enquanto a absorção e a emissão de radiação solar são mais altas e extremas do que em áreas arborizadas.	O microclima é mais balanceado com temperaturas médias do ar mais baixas no verão e mais elevadas no inverno, devido à emissão de radiação solar pelas copas das árvores.
Umidade do ar/ Precipitação pluviométrica	Toda precipitação pluviométrica que atinge o terreno infiltra no solo ou escoar pela sua superfície mais rapidamente do que nos habitats arborizados.	Como um exemplo extremo somente 50% da precipitação pluviométrica pode atingir o terreno, devido à interceptação exercida pelas copas das árvores. O resultado é uma umidade do ar mais alta e conservada por mais tempo, devido ao efeito decorrente da desaceleração da velocidade do vento.

STEENKAMP & CHOWN (1996), estudando o efeito de um denso estande de árvores exóticas (*Prosopis glandulosa*) sobre populações de besouros coprófagos na savana, verificaram que os habitats se diferenciavam entre si em termos de biomassa, número, dominância e diversidade de espécies, tendo a riqueza e a diversidade sido consideravelmente menores no estande das árvores exóticas em relação ao habitat original, a savana, cuja cobertura vegetal era marcadamente menos densa.

Ambos os autores comentaram ainda que além de alterações nas variáveis microclimáticas como temperatura do ar, umidade do ar e intensidade luminosa, a densa vegetação pode afetar a manobrabilidade do vôo e o sucesso na localização da fonte de alimento por besouros maiores, bem como dificultar as atividades de rolagem das fezes pelos telecoprídeos.

³ WILMANNNS, O. *Ökologische Pflanzensoziologie*. UTB-Quelle & Meyer, Heidelberg, 1984.

HERNÁNDEZ & VAZ-DE-MELLO (1999), realizando um levantamento das espécies coprófagas na Serra do Japi/SP, encontraram uma área de vale preservado que apresentou a maior riqueza e diversidade de espécies, devido às condições climáticas mais favoráveis e ao habitat em melhor estado de preservação, uma área de vale alterado que foi o local com a menor riqueza e diversidade de espécies, embora em condições favoráveis de habitat e tendo atingido o maior número de indivíduos, e uma área de eucaliptos com mata secundária que apresentou uma diversidade de espécies maior do que a anterior (área de vale alterado) apesar da baixa riqueza de espécies, devido à maior equitatividade na distribuição dos indivíduos por espécie.

Por sua vez LOPES *et alli* (1999a), descrevendo a reconstituição de uma comunidade de escarabeídeos em quatro habitats fisionomicamente distintos e constituintes das etapas de uma recomposição florestal, chegaram à conclusão que em função de seu deslocamento os besouros coprófagos retornam às áreas assim que a vegetação se restabelece.

LOPES *et alli* (1999b) também comentaram que poucas foram as espécies altamente seletivas em relação ao habitat ocupado (espécies representadas por mais de 10 indivíduos), mostrando que deve ocorrer pouca variação nas populações das espécies presentes quando o habitat é alterado conforme Tabela 2.

Segundo VAN RENSBURG *et alli* (1999) espécies indicadoras foram improváveis de mudarem de seus habitats de preferência para habitats adjacentes, mesmo sob mudanças nas condições de habitat e da mesma forma, espécies generalistas foram improváveis de responderem muito rapidamente a essas mudanças.

Espécie indicadora é usada para identificar um tipo específico de comunidade biótica ou, para medir as condições ou mudanças ecológicas que ocorrem no ambiente, enquanto a espécie generalista tem amplas preferências por alimentos ou habitats (ou ambos), podendo viver em muitos ambientes diferentes (ART, 1998).

ESTRADA *et alli* (1998) observaram que mesmo tendo sido capturada em quatro habitats de Los Tuxtlas/México, o número de indivíduos da espécie *Digitonthophagus gazella* de origem indo-africana teve a sua média de captura

mais alta no habitat pastoril, por tratar-se de uma especialista em savana, e a sua abrangência aumentada em parte como um resultado da conversão de grandes extensões de floresta tropical em pastagens.

Tabela 2 – Espécies com mais de 10 (dez) indivíduos capturados, suas características e respectivas áreas de ocorrência em Miranda-Abobral/MS (adaptada de LOPES *et alli*, 1999b).

Espécie	Característica	Área de ocorrência
<i>Canthon</i> sp.	Especialista	Áreas abertas
<i>Canthidium breve</i> <i>Pedaridium quadridens</i>	Especialista	Áreas florestais
<i>Canthidium barbacenicum</i> <i>Canthon mutabile</i> <i>Dichotomius nisus</i> <i>Ontherus appendiculatus</i> <i>Ontherus sulcator</i> <i>Pseudocanthon xanthorum</i> <i>Trichillum externepunctatum</i>	Generalista	Áreas abertas e florestais

A conversão da floresta em pastagem tem demonstrado um decréscimo significativo do número de espécies, devido às sérias conseqüências trazidas ao sustento dos besouros coprófagos nos trópicos úmidos, incluindo a própria substituição das espécies nativas pelas introduzidas, cuja sensibilidade às alterações na estrutura do habitat torna possível utilizá-los para caracterizar e monitorar mudanças em suas condições (ESTRADA *et alli*, 1998; VAN RENSBURG *et alli*, 1999).

LOUZADA & DE SOUZA (1999) comentaram ser os escarabeídeos igualmente sensíveis ao decréscimo das áreas de manchas de habitat (por exemplo, fragmentos florestais de menor biodiversidade em uma matriz de áreas agrícolas) apesar da fauna possuir adaptações especiais e amplos limites de tolerância às alterações no habitat.

Além disso, RUIZ DIAZ *et alli* (1999) mostraram que uma mesma espécie pode ocorrer em diferentes habitats como mata, cerrado, savana e pastagem, mas que em função das distintas condições mesoclimáticas resultantes de fatores como temperatura e umidade do ar, insolação e

velocidade do vento, alguns besouros diferenciaram-se nos horários de vôo destinados à localização do alimento nos diversos habitats, conforme mostram as Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Número de espécies coletadas em duas áreas durante três horários de instalação de armadilhas (adaptada de RUIZ DIAZ *et alli*, 1999).

Local/Horário	14:00 – 22:00	22:00 – 06:00	06:00 – 14:00
Pasto	08 espécies	07 espécies	07 espécies
Mata	09 espécies	05 espécies	07 espécies

Tabela 4 – Áreas e horários de ocorrência das espécies coletadas em maior quantidade (adaptada de RUIZ DIAZ *et alli*, 1999).

Espécie	Pasto	Mata
<i>Canthon rutilans</i> <i>Onthophagus hirculus</i> <i>Phanaeus splendidulus</i> <i>Pedariidium brasiliensis</i>		06:00 – 14:00 h
<i>Onthophagus bucculus</i>		14:00 – 22:00 h
<i>Aphodius lividus</i> <i>Ataenius sp.</i>	14:00 – 22:00 h	22:00 – 06:00 h
<i>Ontherus sulcator</i> <i>Trichillum externepunctatum</i>	14:00 – 22:00 h	–
<i>Dichotomius carbonarius</i>		14:00 – 22:00 h
<i>Dichotomius bos</i> (= <i>D. anaglypticus</i>)	22:00 – 06:00 h	–

Considerando-se portanto os benefícios resultantes da adoção do componente arbóreo numa pastagem, bem como os benefícios resultantes da presença de uma comunidade rica e abundante de besouros coprófagos em sistemas pastoris, procurou-se no presente estudo verificar a existência de associação entre o microclima emergente da relação entre os componentes daqueles sistemas e os seus meios sobre a dinâmica populacional dos besouros coprófagos encontrados no sistema silvipastoril (SSP) e na área de pastagem não arborizada (PANA).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Local e características edafoclimáticas da área de pesquisa

O estudo foi realizado em áreas de pastagem da Fazenda Modelo de propriedade da família Penasso no município de Tapejara, região noroeste do Estado do Paraná (23°44' de latitude sul e 52°53' de longitude oeste), situado a aproximadamente 560 metros acima do nível médio do mar.

A região é de ocorrência do arenito Caiuá, cujos solos da área são classificados como neossolo quartzarênico distrófico típico intermediários para latossolo vermelho distrófico típico segundo o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), com teores muito baixos de argila (<15%), sendo excessivamente drenados, muito profundos, porosos e com capacidade de troca catiônica (CTC) dependente de matéria orgânica (IAPAR, 1988).

O relevo é suave ondulado com elevações de topos aplainados, vertentes longas e retas com centenas de metros de comprimento, vales em “V” aberto e declives suaves. A vegetação primária constitui-se de vegetação remanescente do tipo floresta tropical subperenifólia, formada por árvores de médio e baixo portes, com árvores retorcidas semelhantes ao cerradão e tipo de vegetação fisionomicamente parecida com o capoeirão.

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

Segundo o IAPAR (1994) e GRODZKI *et alli* (1996) a região apresenta de 30 a 80 horas de frio abaixo dos 7°C, podendo a temperatura do ar atingir os 40°C no verão, enquanto os ventos predominantes são de sentido L – NE e SO em vésperas de geadas, cujas probabilidades de ocorrência são de 10% entre 29 de maio e 17 de agosto e de 30% no período de 07 a 23 de julho.

O estudo foi realizado em dois tipos de sistemas pastoris contíguos entre si e que cobrem uma superfície de aproximadamente 07 hectares cada um, os quais são utilizados na criação extensiva de gado bovino de corte.

Os sistemas podem ser assim descritos:

a) Sistema silvipastoril – SSP

Pastagem arborizada composta pela gramínea forrageira *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf cv. Marandu, comumente conhecida por brizanta ou brizantão, e por renques de árvores de *Grevillea robusta* A. Cunn. ex. R. Br., comumente conhecida por grevilea, com 07 anos de idade e aproximadamente 10 metros de altura, dispostos em curvas de nível, orientados nos sentidos N/NO-SE/S e espaçados em média 30 metros entre renques e 05 metros entre árvores no renque.

b) Pastagem não arborizada – PANA

Pastagem sem árvores composta pelas gramíneas forrageiras *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça, comumente conhecida por colônia, sempre-verde ou mombaça, e *Cynodon plectostachyus* K. Schum. (Pilger), comumente conhecida por grama estrela ou estrela africana.

3.2. Caracterização microclimática

Realizaram-se 04 (quatro) campanhas de coleta dos parâmetros microclimáticos em 2001, cujas durações médias foram de aproximadamente 168 horas (uma semana) em cada uma das quatro estações do ano (outono, inverno, primavera e verão), conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5 – Campanhas meteorológicas, períodos totais de coleta dos dados microclimáticos no campo e respectivas estações do ano.

Campanha	Período	Estação
Primeira	08 a 14 de maio de 2001	Outono
Segunda	01 a 08 de agosto de 2001	Inverno
Terceira	16 a 25 de outubro de 2001	Primavera
Quarta	06 a 13 de dezembro de 2001	Verão

As variáveis microclimáticas foram coletadas em estações meteorológicas automáticas por um sistema de aquisição de dados, *datalogger*, que possibilitou processar e armazenar a cada segundo os dados de forma

informatizada e registrar continuamente todos os elementos com a saída dos dados em intervalos programados de 15 minutos.

Foram instaladas três estações meteorológicas automáticas nas diferentes condições de habitat, ou seja, nas condições de habitat SSP-ER, SSP-SR e PANA.

As variáveis microclimáticas coletadas foram:

- a. Precipitação pluviométrica (PP) em milímetros (mm) através de pluviógrafo com sensor eletrônico em forma de balança modelo TE525 a 1,0 metro de altura do nível do solo;
- b. Temperatura do solo (TS) em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) através de termistor modelo 107B a 15 centímetros de profundidade da superfície do solo;
- c. Umidade do solo (US) em porcentagem (%) através de reflectômetro com duas hastas inoxidáveis modelo CS615 de 0 a 30 centímetros de profundidade da superfície do solo;
- d. Temperatura do ar (TPar) em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) através de termopares ou pares termoelétricos constituídos pela união de dois metais diferentes (cobre e constantan) a 0,5 e 2,0 metros de altura do nível do solo;
- e. Umidade relativa do ar (URar) em porcentagem (%) através de psicrômetro modelo HMP45C instalado em abrigo a 2,0 metros de altura do nível do solo ;
- f. Velocidade do vento (VV) em metros por segundo ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) através de anemômetro de três canecas com interruptor magneto ativado modelo Met-One 014A a 0,5 e 2,0 metros de altura da superfície do solo;
- g. Direção do vento (DV) em graus através de biruta com potenciômetro modelo Met-One 024A a 2,0 metros de altura da superfície do solo;
- h. Radiação solar global (RSG) em Watts por metro quadrado ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$) através de piranômetro com detector fotovoltaico de silício modelo LI200X ao nível do solo;
- i. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em micromoles por metro quadrado por segundo ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) através de quantômetro com detector fotovoltaico de silício modelo LI190X ao nível do solo.

Procedeu-se à conversão da unidade de RFA ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) para a de RSG (W.m^{-2}), considerando 1W.m^{-2} equivalente a $4,5\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ a fim de verificar as frações RFA/RSG que atingiram as três condições de habitat no transcorrer das estações do ano.

Para caracterizar os três diferentes habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) em relação aos seus respectivos parâmetros microclimáticos nas diferentes estações do ano, realizaram-se quatro campanhas de registros conforme Tabela 6. Porém para correlacionar a quantidade de besouros coprófagos capturados com os dados microclimáticos obtidos nos respectivos habitats, utilizou-se as medições das variáveis microclimáticas registradas durante um período total de 48 horas, cujo intervalo esteve compreendido entre as 24 horas que antecederam a instalação das armadilhas no campo até as 24 horas que a sucederam, ou seja, até o momento de recolhimento das armadilhas do campo (Tabela 6).

Tabela 6 – Campanhas meteorológicas, períodos de coleta dos dados microclimáticos, coletas de besouros coprófagos e respectivos períodos de instalação e recolhimento das armadilhas no campo.

Campanha	Início	Término	Coleta nº	Instal.	Recolh.
Primeira	16:00 09/05/01	16:00 11/05/01	11	16:00 10/05/01	16:00 11/05/01
Segunda	16:00 01/08/01	16:00 03/08/01	23	16:00 02/08/01	16:00 03/08/01
Terceira	16:00 17/10/01	16:00 19/10/01	34	16:00 18/10/01	16:00 19/10/01
Quarta	16:00 06/12/01	16:00 08/12/01	41	16:00 07/12/01	16:00 08/12/01

3.3. Coleta de besouros coprófagos

Utilizou-se um total de 16 armadilhas "pitfall" iscadas com massa fecal fresca de bovinos e distantes aproximadamente 50 metros entre si em ambos os sistemas.

Cada armadilha do tipo "pitfall" constituiu-se num tripé de metal com cerca de 30 centímetros de altura apoiado sobre o terreno, ao qual se dependurou aproximadamente 400 gramas de massa fecal envoltos por um

pedaço de tela de mosquiteiro (tule) e imediatamente sob a isca, encaixou-se 02 potes plásticos de 500 mililitros um dentro do outro que estiveram enterrados ao nível do solo e foram preenchidos em 2/3 de seus volumes com água e detergente na proporção de 20:1 respectivamente, segundo metodologia empregada por RODRIGUES (1996) (Figura 1).

Marcello Campiglia



Figura 1 – Armadilha “pitfall”: isca de esterco bovino envolta em tecido de tule e suspensa por arame ao tripé e potes plásticos enterrados no solo com água e detergente para coleta de besouros coprófagos.

Metade das dezesseis armadilhas foram instaladas em duas condições de habitat na pastagem arborizada em renques curvilíneos (SSP), ou seja, 04 (quatro) armadilhas estiveram localizadas sob as fileiras de árvores, enquanto as outras 04 (quatro) estiveram entre aquelas fileiras (Figura 2).

Por sua vez, as 08 (oito) armadilhas restantes foram instaladas na pastagem a pleno sol (PANA) a fim de que se mantivesse a mesma oferta de alimento nos dois sistemas (Figura 3). Porém somente quatro das oito armadilhas instaladas nessa condição de habitat é que foram analisadas, tendo sido escolhidas ao acaso através de sorteio.

SISTEMA SILVIPASTORIL – SSP

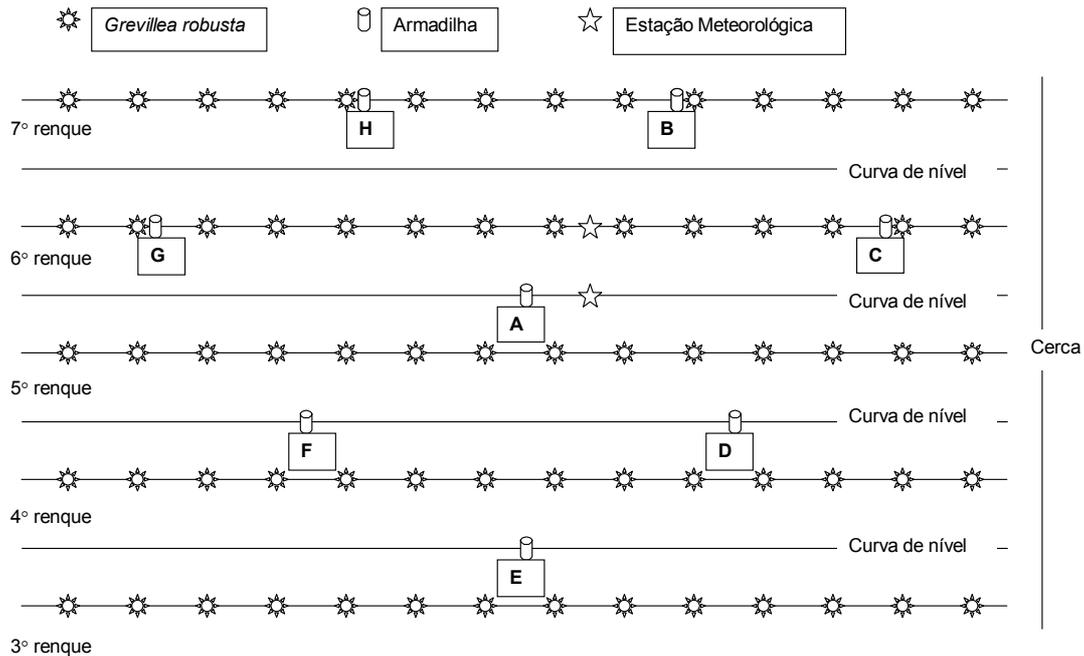


Figura 2 – Croqui de localização das armadilhas (representadas por letras) e das estações meteorológicas automáticas em relação aos renques de árvores no SSP.

PASTAGEM NÃO ARBORIZADA – PANA

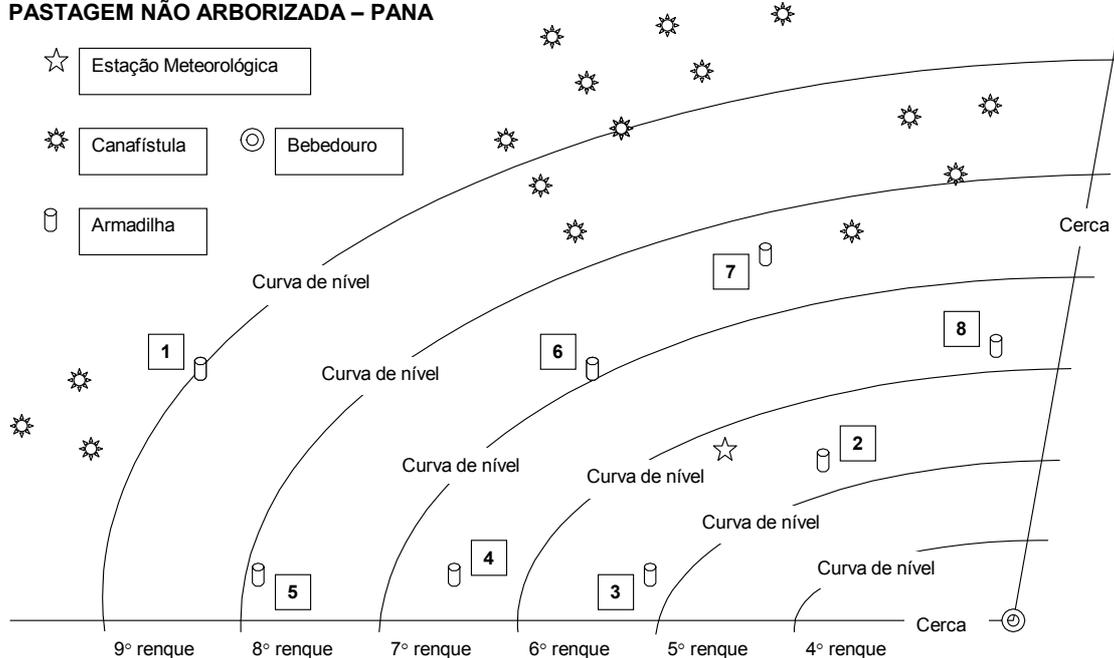


Figura 3 – Croqui de localização das armadilhas (representadas por números) e da estação meteorológica automática, além das extremidades dos renques de árvores do SSP que se aproximam da cerca divisória com a PANA, sendo ambas áreas contíguas.

Com o propósito de distinguir as armadilhas instaladas no SSP daquelas instaladas na PANA, adotaram-se letras (de A a H) para a primeira área e números (de 1 a 8) para a última, designando-se as letras A, D, E e F para os pontos de coleta localizados na condição SSP-ER e as letras B, C, G e H para os pontos de coleta localizados na condição SSP-SR. Já na PANA somente os pontos de coleta de números 01, 03, 06 e 08 é que foram utilizados para análise.

A coleta dos besouros coprófagos ocorreu entre 02 de março de 2001 e 17 de janeiro de 2002 e as armadilhas instaladas semanalmente (conforme Anexo 1) permaneceram 24 horas armadas no campo a cada vez, estando esse período situado entre as 16 horas (em média) de um dia até as 16 horas (idem) do dia subsequente, tendo-se em vista o hábito predominantemente crepuscular-noturno dos escarabeídeos coletados segundo RODRIGUES (2001)⁴.

Os insetos capturados foram conservados em álcool 70%, tendo sido posteriormente codificados, quantificados e identificados por comparação com a coleção de referência da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS) em Aquidauana/MS, coordenada pelo professor Dr. Sérgio Roberto Rodrigues.

3.4. Análise faunística

Após a coleta dos besouros coprófagos nos três habitats, foram utilizados os seguintes índices faunísticos para auxiliar a análise dos dados:

3.4.1. Índice de frequência (IF)

Utilizou-se fórmula descrita por SILVEIRA NETO *et alli* (1976) e a classificação das categorias: muito freqüente (MF), freqüente (F) e pouco freqüente (PF), foram obtidas através do cálculo do intervalo de confiança (IC) a 5% de probabilidade pelo teste “t” conforme Fazolin⁵ citado por RODRIGUES (1996).

⁴ RODRIGUES, S. R. (Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Aquidauana/MS), Comunicação Pessoal, 2001.

⁵ FAZOLIN, M. Análise faunística de insetos coletados com armadilha luminosa em seringueira no Acre. Piracicaba, Tese (Doutorado), ESALQ – USP, 236p., 1991.

$$IF = \frac{\sum x_i * 100}{N},$$

onde $\sum x_i$ é o número total de indivíduos coletados da espécie i num determinado habitat e N , o número total de indivíduos coletados de todas as espécies naquele habitat.

3.4.2. Índice de abundância (IA)

Estimou-se as medidas de posição: média (M), e de dispersão: variância (V) e desvio padrão (DP) das populações de besouros coprófagos capturadas nos diferentes habitats, tendo-se obtido a classificação das categorias: muito abundante (MA), abundante (A), comum (C), dispersa (D) e rara (R) através do cálculo do intervalo de confiança (IC) a 5 e 1% de probabilidade pelo teste “t” de acordo com RODRIGUES (1996).

$$M = \frac{\sum x}{N};$$

$$V = \frac{\sum (x_i - M)^2}{N - 1};$$

$$DP = \sqrt{V},$$

onde $\sum x$ é o número total de espécimes coletados de todas as espécies num determinado habitat, N é o número total de espécies coletadas e x_i , o número total de espécimes coletados da espécie i naquele habitat.

3.4.3. Índice de constância (IC)

Utilizou-se fórmula determinada por SILVEIRA NETO *et alli* (1976), cuja categorização: constantes (Cons), acessórias (Aces) e acidentais (Acid) ocorreu conforme classificação proposta por Bodenheimer (1955) citado pelos mesmos autores.

$$IC = \frac{x_i * 100}{N},$$

onde x_i é o número de coletas com a espécie i e N , o número total de coletas efetuadas.

Classificação das categorias de Bodenheimer:

Cons = espécies presentes em mais de 50,00% das coletas;

Aces = presentes entre 25,00 e 50,00% das coletas;

Acid = presentes em menos de 25,00% das coletas.

3.4.4. Índice de diversidade (ID)

Utilizou-se a fórmula proposta por Margalef em BROWER & ZAR (1984).

$$ID = \frac{s - 1}{\text{Log } N},$$

onde s é o número total de espécies coletadas num determinado habitat e N , o número total de indivíduos capturados naquele habitat.

3.4.5. Índices de similaridade (IS)

3.4.5.1. Quociente de similaridade (QS)

Para quantificar a semelhança existente entre as diversas populações de besouros coprófagos nos diferentes habitats, utilizou-se o coeficiente estabelecido por Sorensen em BROWER & ZAR (1984).

$$QS = \frac{2c}{s_1 + s_2},$$

onde c é o número de espécies comuns encontradas nos habitats 1 e 2, s_1 é o número de espécies encontradas no habitat 1 e s_2 , o número de espécies encontradas no habitat 2.

3.4.5.2. Porcentagem de similaridade (%S)

A fim de avaliar a proporcionalidade entre os habitats com relação apenas às espécies comuns aos mesmos, utilizou-se a estimativa apresentada por BROWER & ZAR (1984).

$\%S = \sum[\text{menores valores percentuais}]$ de todas as espécies (x_i ou y_i , qual seja o menor),

onde $\sum[\text{menores valores percentuais}]$ é a somatória dos menores valores percentuais do total de indivíduos comuns a dois habitats, x_i é a composição percentual da espécie i no primeiro habitat e y_i , a composição percentual daquela espécie no segundo habitat.

3.5. Análise estatística

Efetuu-se uma análise de variância a fim de diferenciar o número de espécimes de besouros coprófagos capturados nas três diferentes condições de habitat (PANA, SSP-ER e SSP-SR), empregando-se o teste de Kruskal-Wallis (método de análise não-paramétrico) através do programa estatístico Statistix.

O teste consistiu em atribuir postos à quantidade de insetos coletados e analisar a distribuição desses postos entre as situações observadas. Em seguida comparou-se duas a duas as médias obtidas segundo metodologia apresentada por GOMES (1990).

$$H = \frac{12}{N*(N + 1)} * [\sum \frac{R_i^2}{n_i} - 3*(N + 1)];$$

$$R_i = \frac{R_{i.}}{n_i};$$

$$\Delta_{ij} = \sqrt{[N*(N + 1)/12]*[(1/n_i + 1/n_j)*h]}, \text{ quando } k = 3 \text{ e } n_i \leq 6;$$

$$\Delta_{ij} = t^* \sqrt{[N*(N + 1)/12]*(1/n_i + 1/n_j)}, \text{ quando } k > 3 \text{ ou } n_i > 6,$$

onde N é o número total de contagens dos besouros coprófagos em determinadas coletas nos diferentes habitats, R_i é a soma dos postos atribuídos ao habitat i , $R_{i.}$ é a média dos postos atribuídos ao habitat i , n_i e n_j são os número de coletas dos habitats i e j , h é um valor obtido da tabela de limites da distribuição de H no teste de Kruskal-Wallis com $k = 3$ tratamentos, $n_1 \leq n_2 \leq n_3 \leq 6$ onde $P_0(H \geq h) = \alpha$, e t é obtido da tabela de valores de t (bilaterais) para

aplicação com α de probabilidade e n_2 graus de liberdade do teste de Bonferroni a \underline{n} contrastes escolhidos previamente [$n = (1/2)*k*(k - 1)$].

A fim de verificar a existência de diferenças significativas entre a quantidade de indivíduos capturados nas três condições de habitat para cada estação do ano, as coletas semanais dos escarabeídeos coprófagos foram reunidas em quatro grupos, conforme mostra a tabela 7.

Tabela 7 – Estações do ano e respectivas coletas semanais de besouros coprófagos.

Estação do ano	Coletas semanais
Outono	01 – 14
Inverno	15 – 27
Primavera	28 – 40
Verão	41 – 46

4. RESULTADOS

4.1. Caracterização climática

As Figuras 4 e 5 apresentam os comportamentos sazonais da temperatura do ar e da precipitação pluviométrica do município de Tapejara/PR ocorridas entre 1º de março de 2001 e 31 de janeiro de 2002, a partir de dados obtidos na estação meteorológica da Usina Santa Terezinha distante cerca de 10km da área de pesquisa.

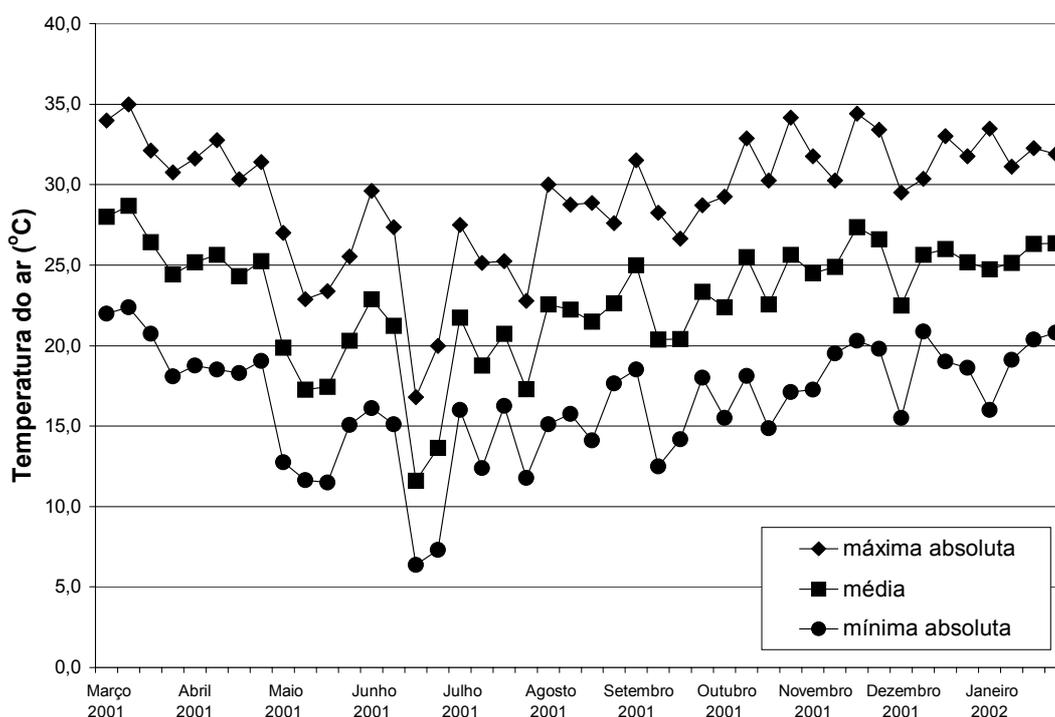


Figura 4 – Dados semanais das temperaturas absolutas e médias do ar no período de 01/03/2001 e 31/01/2002 em Tapejara/PR [Fonte: estação meteorológica – Usina Santa Terezinha].

Notou-se que embora a temperatura média do ar mais baixa tenha sido de cerca de 12°C, as temperaturas do ar mínima e máxima absolutas atingiram valores bastante significativos como 6°C e 35°C respectivamente, mostrando uma variabilidade de valores extremos bastante acentuada (Figura 4). Essas alterações foram igualmente acentuadas em relação à precipitação pluviométrica, quando se verificou valores de precipitação iguais a 0mm em

diversos meses, mas principalmente no mês de agosto e de até 160mm no mês de janeiro para períodos de uma semana (Figura 5).

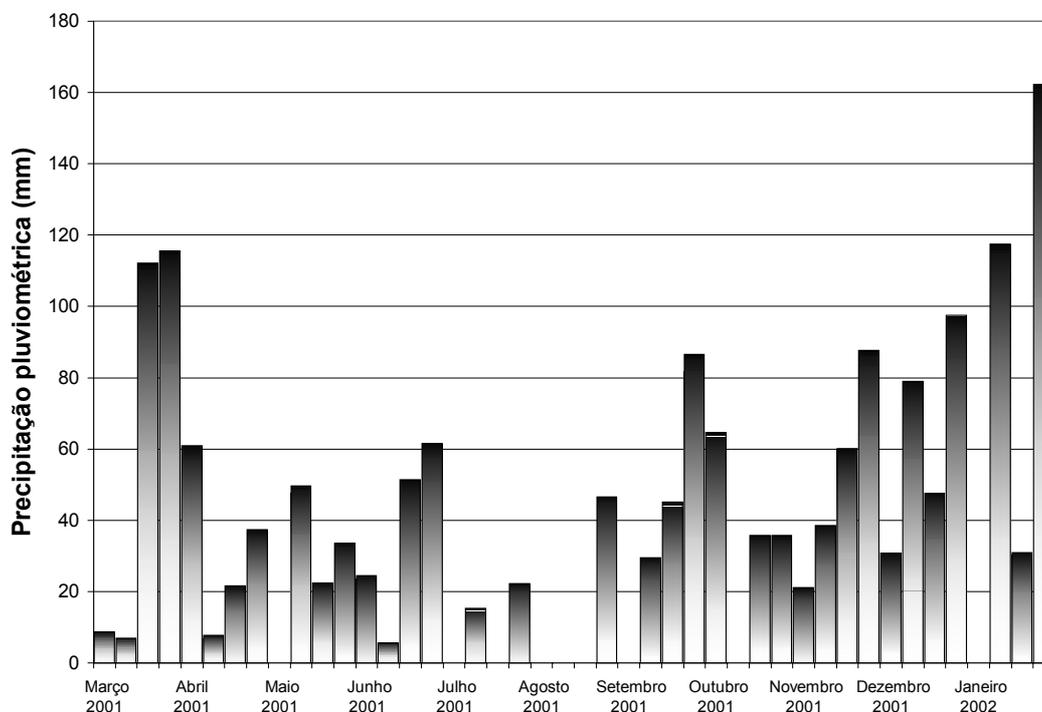


Figura 5 – Dados semanais da precipitação pluviométrica no período de 01/03/2001 e 31/01/2002 em Tapejara/PR [Fonte: estação meteorológica – Usina Santa Terezinha]

4.2. Caracterização microclimática

4.2.1. Precipitação pluviométrica – PP

Verificou-se uma forte variação na distribuição das chuvas no decorrer dos períodos avaliados, tendo as precipitações pluviais sido próximas de zero nas campanhas de coleta dos dados microclimáticos das estações de inverno e verão, enquanto nas campanhas de outono e primavera observou-se intensidades de chuvas de até 4,6mm e 12,2mm por hora respectivamente, conforme

Figuras 6 e 7.

Na campanha de outono verificou-se que a chuva de máxima intensidade correspondeu a aproximadamente 31% do total da precipitação

pluvial daquele período de coleta dos dados microclimáticos (Figura 6), enquanto na campanha primaveril a chuva de máxima intensidade correspondeu a cerca de 37% da precipitação total do período de coleta das variáveis microclimáticas em questão (Figura 7).

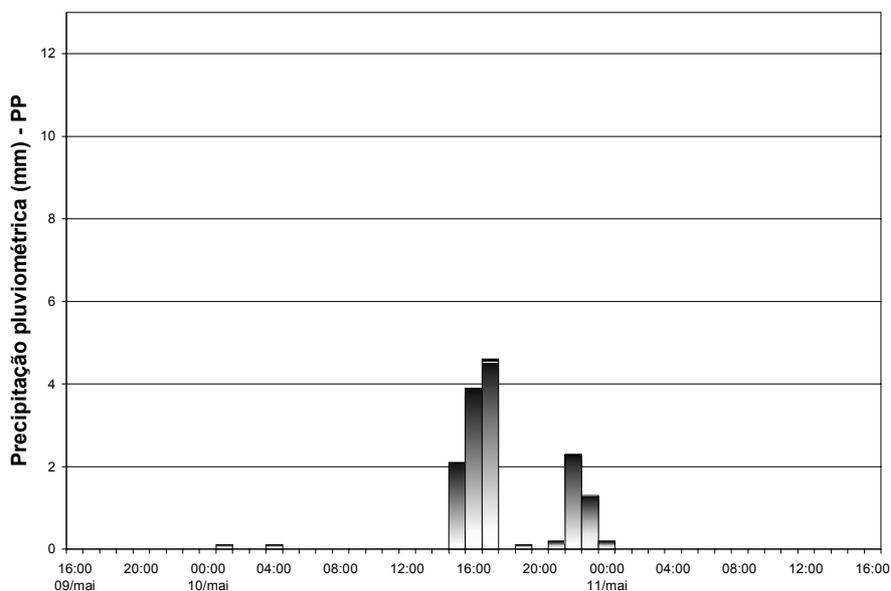


Figura 6 – Precipitação pluviométrica (PP) durante as 48 horas da primeira campanha de coleta das variáveis microclimáticas (outono) em Tapejara/PR.

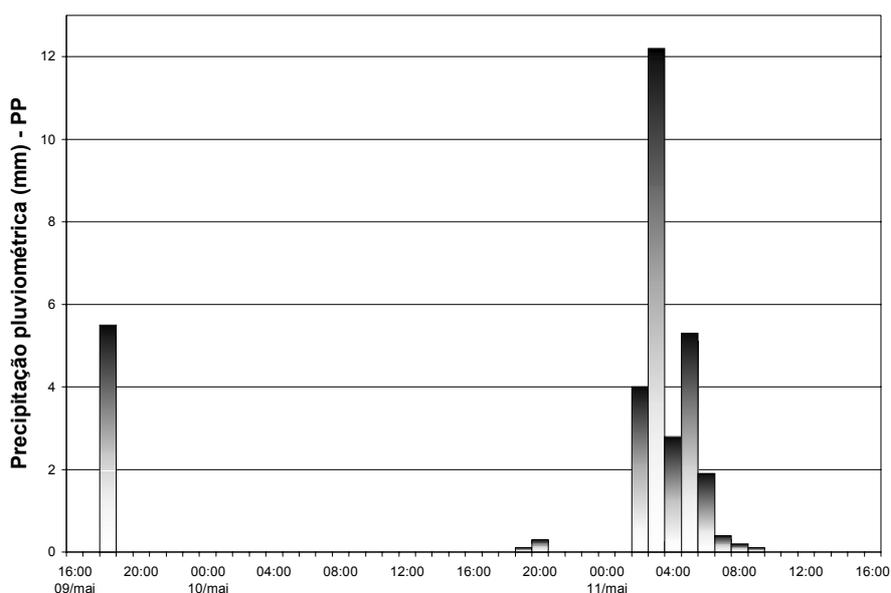


Figura 7 – Precipitação pluviométrica (PP) durante as 48 horas da terceira campanha de coleta das variáveis microclimáticas (primavera) em Tapejara/PR.

Em outras palavras as precipitações pluviométricas totais foram de 14,9mm durante a primeira campanha (outono) e de 32,8mm durante a terceira campanha (primavera), correspondendo a cerca de 18% do total de chuvas do mês de maio e 33% do mês de outubro respectivamente, conforme mostra a Figura 5.

Esses dados apresentaram comportamento semelhante àqueles mostrados na Figura 5, onde foram observadas chuvas mais abundantes nos meses de maio e outubro (totais de 83,2mm e 100,4mm respectivamente) e menos abundantes no mês de agosto (total 46,6mm), mostrando que os dados macroclimáticos foram eficientes também para caracterizar o microclima dos diferentes habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR).

4.2.2. Temperatura do solo – TS

A temperatura e a umidade do solo foram avaliadas pela razão dos besouros coprófagos de hábito paracoprídeo construir galerias proximamente ou abaixo da massa fecal em profundidades que variam de 10cm a 1,0m abaixo do nível do solo, dependendo de suas condições de acordo com RODRIGUES (1996).

A oscilação média da temperatura do solo nas diferentes épocas do ano com relação aos dois sistemas analisados mostrou que os valores registrados de temperatura média do solo mais elevados ocorreram no verão (24,8°C), seguidos pelos valores obtidos nas estações da primavera (24,4°C), do outono (20,8°C) e do inverno (19,1°C) respectivamente (Figura 8).

Verificou-se que os maiores valores máximos absolutos da temperatura do solo ocorreram na campanha da primavera, atingindo cerca de 28,8°C em média contra 28,3°C no verão, enquanto os menores valores máximos absolutos ocorreram no inverno, cuja média de 21,6°C foi inferior aos 22,3°C do outono.

Por outro lado os valores mínimos absolutos da temperatura do solo foram mais elevados na campanha do verão, cuja média de 21,8°C excedeu os

21,5°C da primavera e mais baixos no inverno com médias de 16,8°C contra 19,3°C do outono.

As maiores amplitudes térmicas do solo foram registradas tanto no verão como na primavera, cujos valores estiveram próximos dos 7°C nas duas estações. No inverno a amplitude térmica do solo aproximou-se de 5°C.

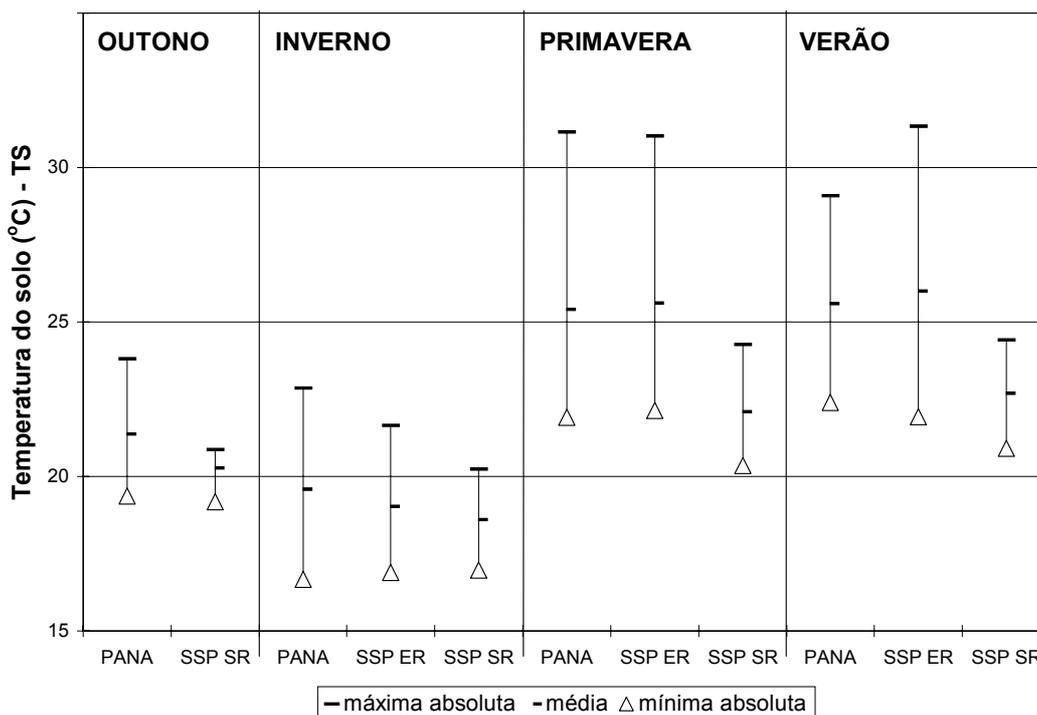


Figura 8 – Temperaturas absolutas e médias do solo (TS) a 15 centímetros de profundidade da superfície do solo durante as campanhas de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.

A temperatura do solo foi 22,1% menor na condição SSP-SR em relação à temperatura máxima absoluta que o solo atingiu na PANA durante a campanha da primavera, enquanto na condição SSP-ER a temperatura do solo foi 5,3% menor quanto à temperatura máxima absoluta do solo na PANA durante a campanha de inverno.

Na campanha de verão houve também um acréscimo nos valores de temperatura do solo principalmente na condição de habitat SSP-ER, superando em 7,8% a temperatura máxima absoluta do solo na PANA e a condição SSP-SR superou em 1,8% a temperatura mínima absoluta do solo na PANA durante a campanha de inverno.

4.2.3. Umidade do solo – US

Com relação à umidade do solo os valores médios foram semelhantes ao longo das diferentes estações do ano, variando de 12,3% (outono) a 14,7% (verão) e passando por 12,9% e 13,3% em conteúdo de água no solo respectivamente nas campanhas de primavera e inverno (Figura 9).

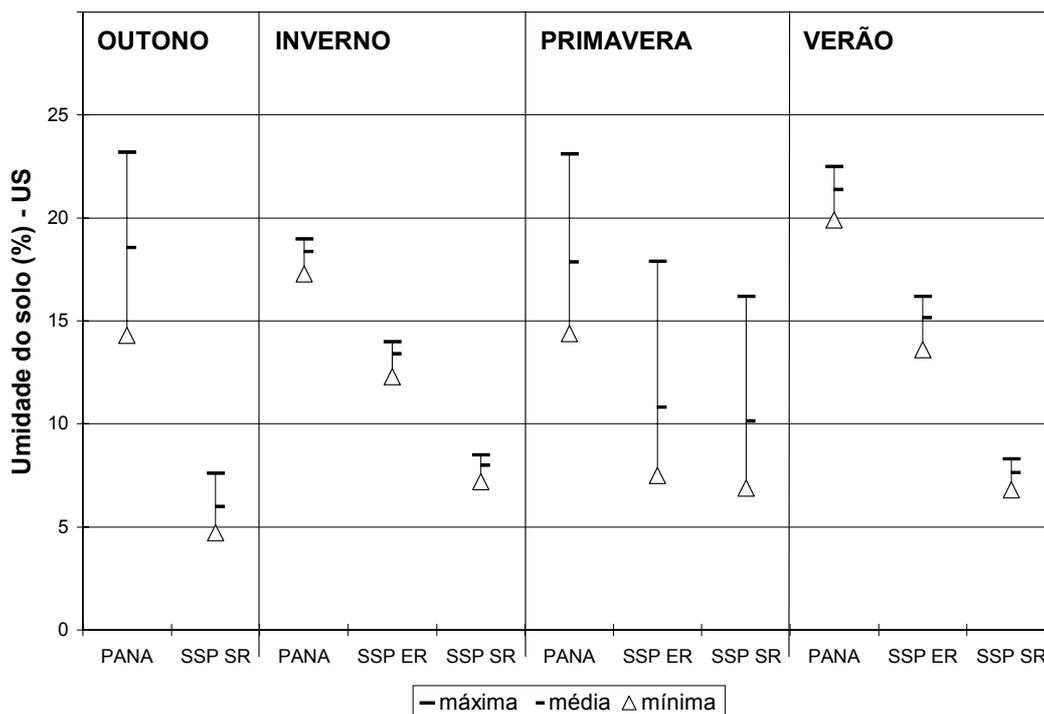


Figura 9 – Umidade do solo (US) máxima, média e mínima de 0 a 30 centímetros de profundidade da superfície do solo durante as campanhas de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.

De um modo geral as amplitudes de variação da umidade do solo foram em ordem decrescente mais amplas na primavera (9%), intermediárias no outono (6%) e de 2% no inverno e verão, devido fundamentalmente às precipitações pluviais ocorridas no decorrer das campanhas de coleta dos dados microclimáticos de primavera e outono, as quais produziram profundas alterações no teor de água no solo durante os períodos analisados (Figuras 10 e 11).

Quanto às diferenças entre os habitats verificou-se uma umidade do solo em média 31,2% menor na condição SSP-ER do que na condição de habitat da

PANA, enquanto na condição SSP-SR a umidade do solo foi em média 57,6% menor em relação à PANA no decorrer das estações do ano.

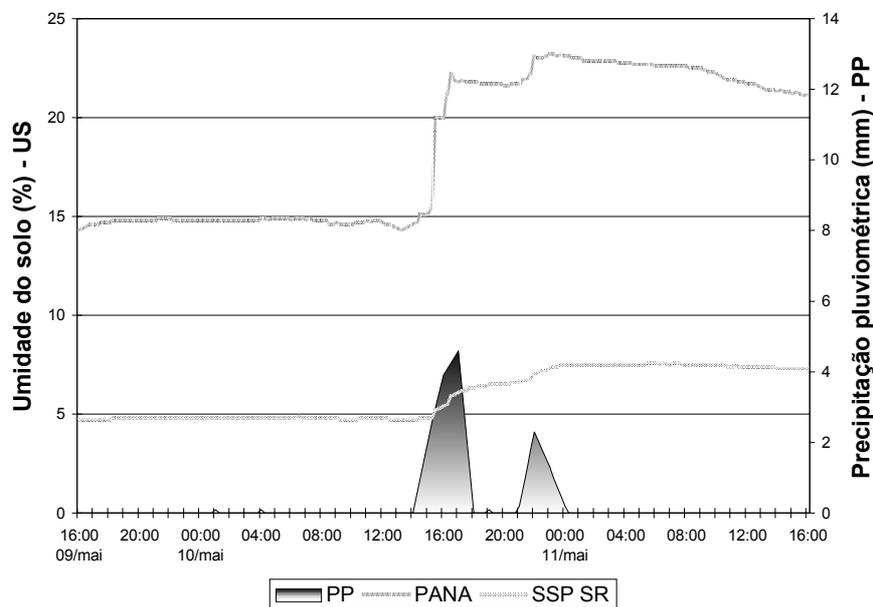


Figura 10 – Umidade do solo (US) de 0 a 30 centímetros de profundidade da superfície do solo e a precipitação pluviométrica na condição de habitat da PANA e SSP-SR durante a campanha de outono em Tapejara/PR.

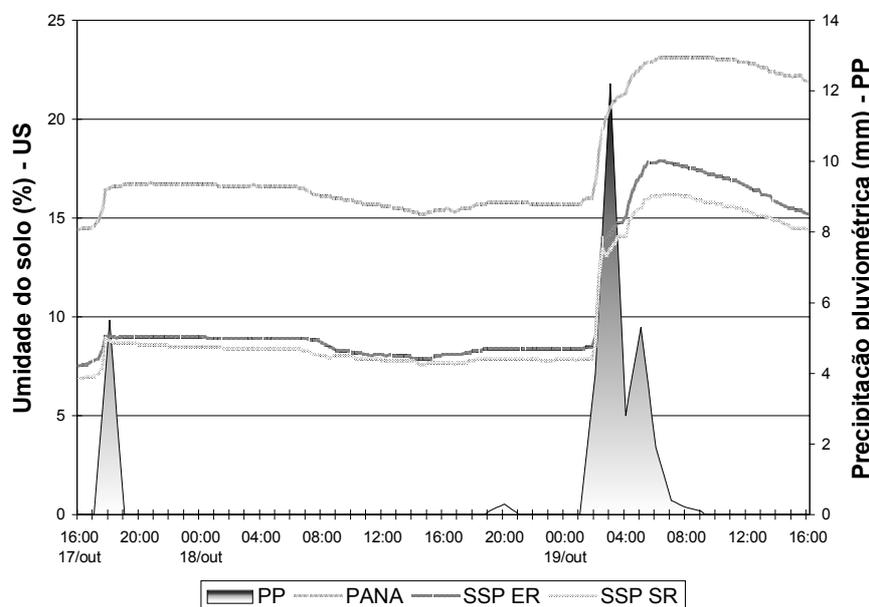


Figura 11 – Umidade do solo (US) de 0 a 30 centímetros de profundidade da superfície do solo e a precipitação pluviométrica nas condições de habitat da PANA e do SSP durante a campanha de primavera em Tapejara/PR.

Essa alteração de umidade do solo na condição SSP-SR ocorreu, devido provavelmente ao processo de interceptação das chuvas pelo qual a precipitação incidente é redistribuída pela copa das árvores e parte é perdida por evaporação direta da água interceptada (LIMA, 1996). Esse mesmo autor, citando diversos estudos sobre as perdas por interceptação em florestas de eucalipto e florestas tropicais, verificou que os valores estiveram entre 5,3% e 38,0% do total da precipitação incidente.

4.2.4. Temperatura do ar - TPar

A Figura 12 mostra os perfis de temperatura do ar a 0,5m e 2,0m acima da superfície do solo nos diferentes habitats.

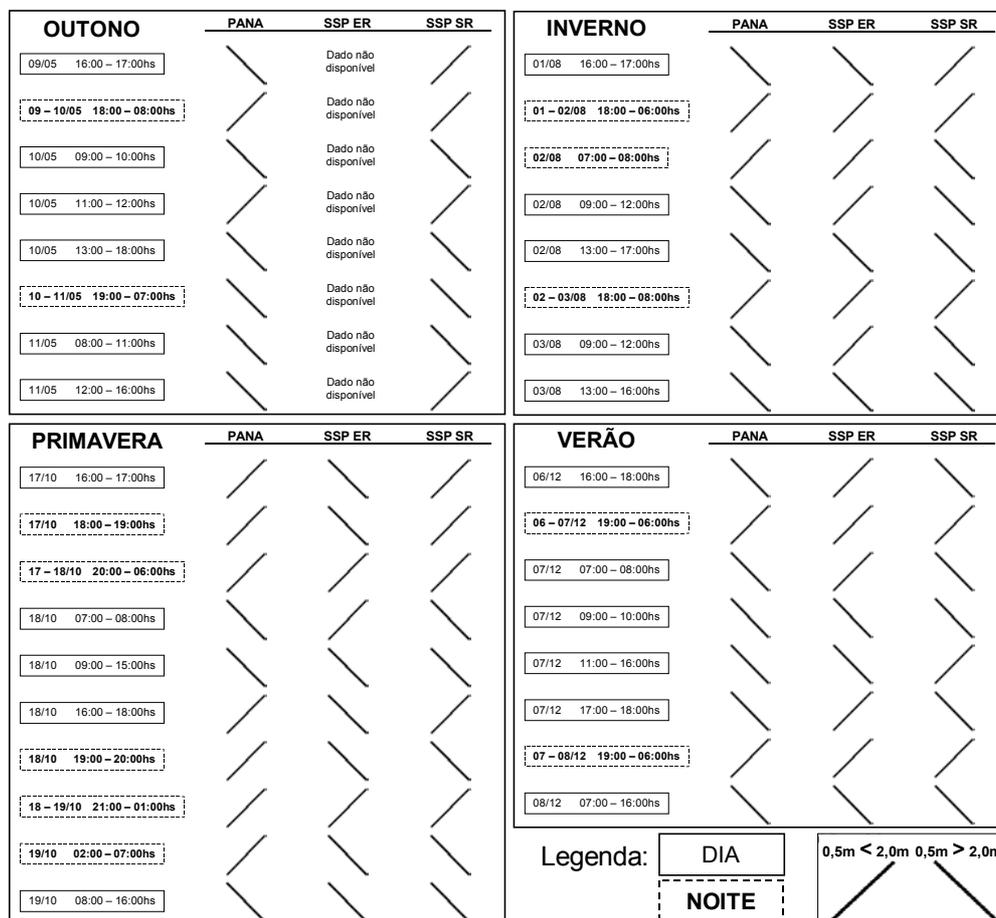


Figura 12 – Representação esquemática do perfil de temperatura do ar (TPar) nas posições SSP-ER, SSP-SR e PANA durante as campanhas de coleta dos dados microclimáticos em Tapejara/PR.

De um modo geral, independentemente do habitat e da época do ano, verificou-se a formação de perfis térmicos verticais distintos e simetricamente opostos entre si com relação aos períodos diurno e noturno, corroborando dados de PORFÍRIO da SILVA (1998).

Durante as horas do dia (em média entre 07:00 e 18:00 horas) ocorreu uma tendência de temperaturas do ar mais elevadas nas camadas mais próximas à superfície do solo (0,5m de altura) e à noite (das 19:00 às 06:00 horas em média), maiores temperaturas do ar nas camadas mais afastadas do nível do solo (2,0m de altura), visto que durante o período diurno a radiação solar global atingiu a superfície do solo e provocou o transporte de calor para as camadas de ar menos aquecidas logo acima e à noite com o resfriamento da superfície do solo, devido à ausência de radiação solar, ocorreu uma diminuição da temperatura do ar nas camadas mais próximas ao nível do solo.

Porém tais padrões verticais de temperatura do ar não estiveram condicionados somente à dicotomia representada pelos períodos diurno e noturno, mas a outras variáveis como nebulosidade, precipitação pluviométrica, velocidade e direção do vento, bem como ao manejo dado às árvores (arranjo espacial, altura de inserção das copas entre outros), os quais influenciaram também a condição atmosférica num dado local e instante.

Como exemplo do efeito combinado desses elementos climáticos notou-se uma inversão dos padrões diurno para noturno do perfil vertical de temperatura do ar nos dois sistemas (PANA e SSP) entre as 11:00 e 12:00 horas do dia 10/05 (campanha de outono), a qual se deveu principalmente à alta nebulosidade que reduziu em mais de 90% a incidência de RSG sobre a superfície do solo.

Um outro exemplo refere-se à inversão do padrão noturno pelo diurno nas diferentes condições de habitat ocorrido das 19:00 horas do dia 10/05 até as 07:00 horas do dia 11/05 e resultante fundamentalmente do vento predominante de direção SO, o qual atuou por mais de 12 horas sobre os sistemas de pastagem como um todo.

Já na campanha de primavera, além do vento de direção SO que atuou sobre os três habitats, ventos de direção NO na posição SSP-ER favoreceram a inversão dos perfis verticais de temperatura caracteristicamente noturnos

para perfis de padrão diurno nas condições de habitat do SSP entre as 02:00 e 07:00 horas do dia 19/10.

Em dezembro a ocorrência de ventos de direção NO na posição SSP-SR durante mais de 04 horas consecutivas ao longo do período diurno e mais precisamente das 11:00 às 16:00 horas no dia 07/12 também promoveu a inversão do perfil vertical de temperatura do ar de diurno para noturno.

Igualmente o sombreamento imposto pelos renques arbóreos no SSP condicionou a variação do perfil vertical de temperatura do ar, podendo tal manifestação ser observada principalmente em horários mais próximos do entardecer como do amanhecer nas duas condições de habitat do SSP para as diferentes épocas do ano, quando o efeito do componente arbóreo manteve por mais tempo o padrão vertical de temperatura do ar característico do período anterior ou quando antecipou o perfil do período vindouro.

Um aspecto interessante de ser ressaltado refere-se à minoração das temperaturas mínimas absolutas de inverno nas condições de habitat do SSP em relação às da PANA no período noturno. Essas temperaturas foram em média 5,0% maiores nas duas condições de habitat (SSP-ER e SSP-SR) a 0,5m de altura e superiores em mais de 4,0% na condição SSP-SR, quanto às mínimas temperaturas absolutas do ar mensuradas a 2,0m de altura, o que influencia positivamente a capacidade produtiva da área, devido à mitigação dos efeitos provenientes das baixas temperaturas tanto para os animais como para a pastagem segundo SÁ (1994).

Verificou-se que as temperaturas do ar coletadas através dos termopares a 0,5m e a 2,0m de altura foram em média mais elevadas na campanha da estação de verão, seguida pelas campanhas de primavera, inverno e por fim, outono (Figuras 13 e 14).

Ainda com relação às diferentes épocas do ano pôde-se verificar que os maiores valores de temperatura máxima absoluta do ar ocorreram igualmente na estação do verão, atingindo cerca de 35,1°C a 0,5m e 33,7°C a 2,0m de altura em média. Em contrapartida, as mais elevadas temperaturas mínimas absolutas do ar ocorreram na primavera, cujos valores médios foram de 16,8°C em ambas alturas (0,5m e 2,0m).

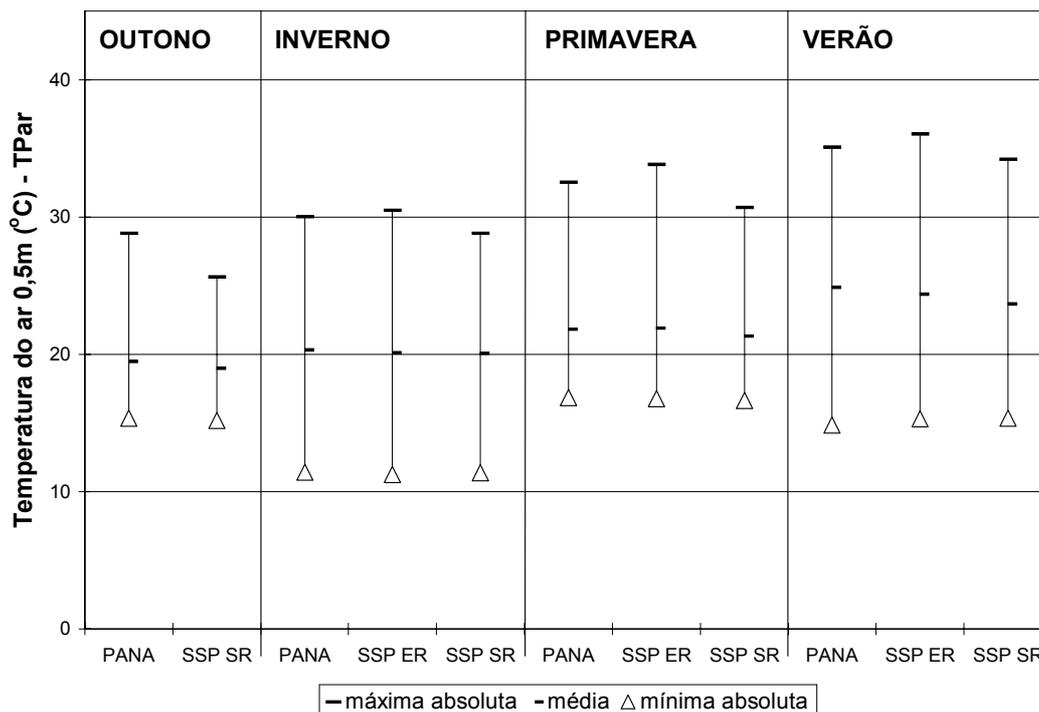


Figura 13 – Temperaturas absolutas e médias do ar (TPar) a 0,5m acima do nível do solo durante as campanhas de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.

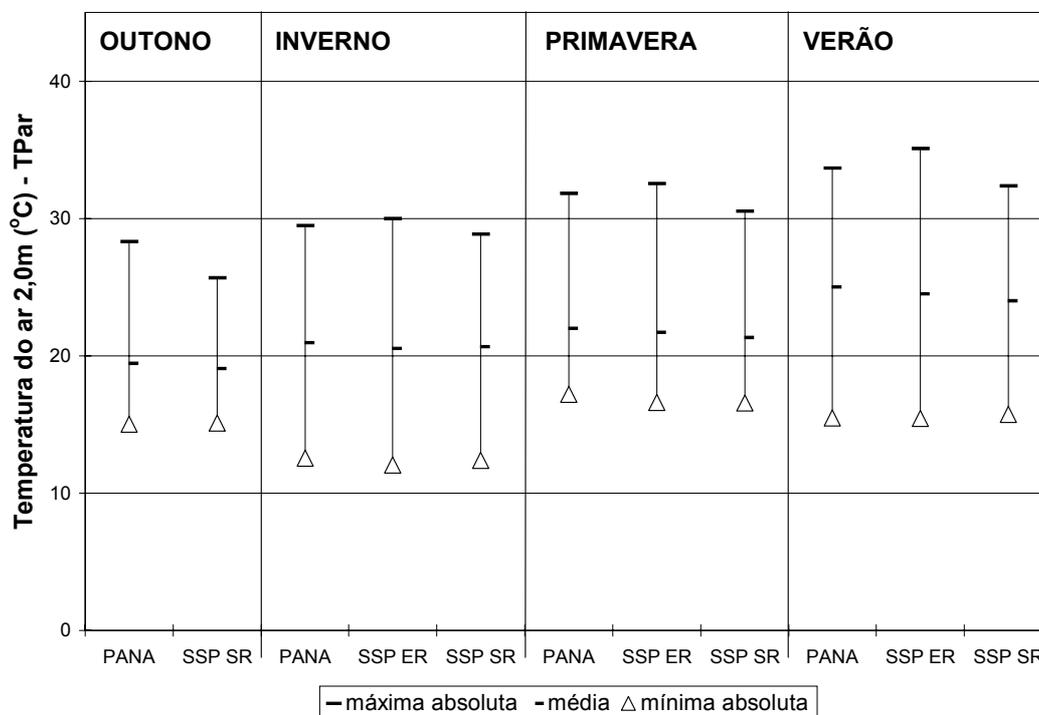


Figura 14 – Temperaturas absolutas e médias do ar (TPar) a 2,0m acima do nível do solo durante as campanhas de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.

Os menores valores médios referentes às temperaturas máximas absolutas do ar ocorreram na campanha de outono, cujas médias foram de 27,2°C e de 27,0°C respectivamente a 0,5m e 2,0m de altura, enquanto os menores valores médios das temperaturas mínimas absolutas do ar ocorreram no inverno com médias de 11,4°C e 12,3°C a 0,5m e 2,0m de altura respectivamente.

As maiores amplitudes térmicas ocorreram nas campanhas de verão e inverno, cujos valores estiveram em torno dos 18°C nas duas estações e alturas. Na primavera as amplitudes térmicas atingiram valores equivalentes a aproximadamente 15,5°C, enquanto no outono verificou-se as menores amplitudes, ou seja, 12°C em ambas alturas.

Ao comparar-se as amplitudes térmicas medidas dentro da PANA e do SSP nas distintas estações do ano, constatou-se que tais amplitudes foram maiores nas condições de habitat do SSP durante as campanhas de inverno, primavera e verão, tendo sido maior na condição da PANA apenas no período de outono.

Em relação aos habitats do SSP observou-se que as maiores amplitudes térmicas foram registradas na condição SSP-ER, tendo em vista os maiores valores de radiação solar e conseqüentemente do balanço de energia existente nesse habitat, enquanto na condição SSP-SR os valores registrados estiveram numa posição intermediária àquelas obtidas para SSP-ER e PANA.

As maiores amplitudes de temperatura do ar que ocorreram nos dois habitats do SSP em relação às da PANA durante as campanhas de coleta dos dados nas estações de inverno, primavera e verão, decorreram basicamente da ação do vento sobre os sistemas, sendo que os ventos de direção S/SE e N/NO propiciaram respectivamente as menores temperaturas mínimas absolutas, bem como as maiores temperaturas máximas absolutas do ar registradas no SSP, uma vez que o vento S/SE foi responsável pelas entradas de massa de ar frio, enquanto o vento N/NO foi responsável pelas entradas de massa de ar quente.

A disposição espacial predominantemente de sentidos N-SE dos renques arbóreos no SSP favoreceu a maior duração de ventos de origem S/SE e N/NO, devido fundamentalmente à formação de “corredores”

resultantes do paralelismo existente entre as fileiras de árvores, promovendo assim possíveis eventos de canalização daqueles ventos, os quais por sua vez, podem ter contribuído com as maiores amplitudes térmicas observadas no sistema silvipastoril.

No outono a inexistência de ventos originários do quadrante S/SE e a presença de ventos de menor intensidade de origem N/NO fez com que a amplitude térmica a 2,0m de altura na condição do SSP fosse menor do que na condição da PANA.

A fim de melhor observar a dinâmica térmica das três condições de habitat nas diferentes épocas do ano em relação às suas duas alturas (0,5m e 2,0m), analisou-se os períodos diurno (das 07:00 às 18:00 horas) e noturno (das 19:00 às 06:00 horas) separadamente (Figura 15).

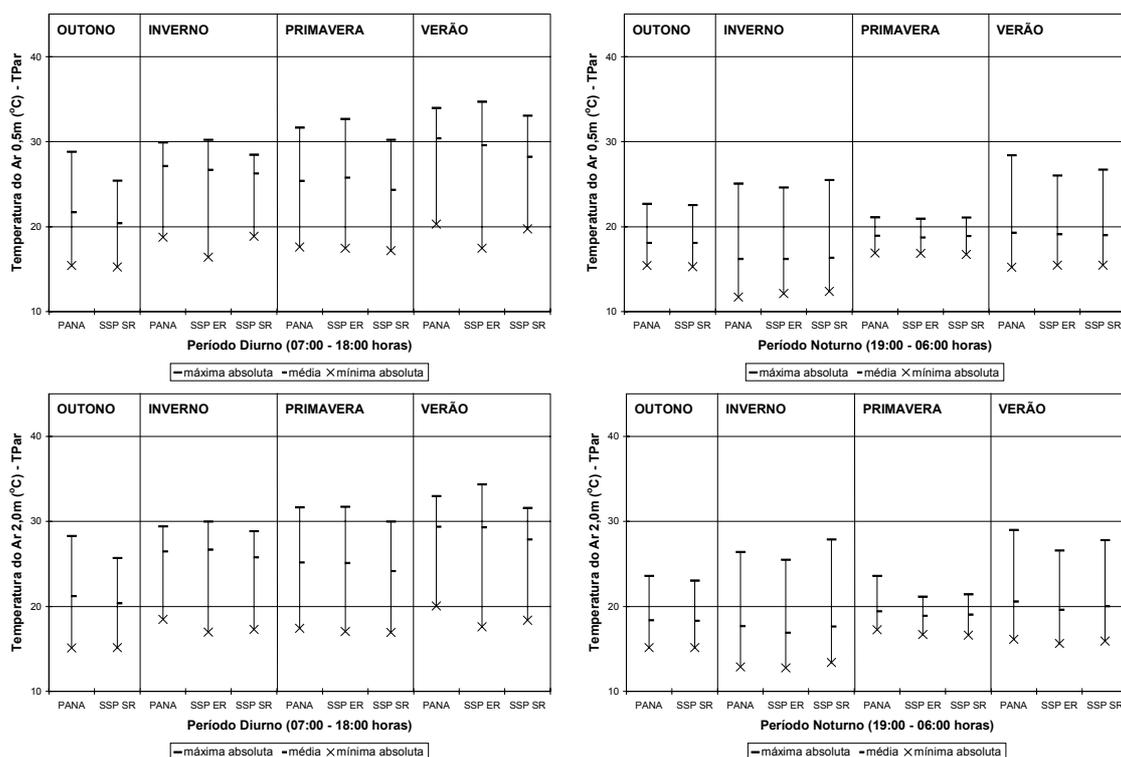


Figura 15 – Temperaturas absolutas e médias do ar (TPar) a 0,5m e 2,0m acima do nível do solo durante os períodos diurnos e noturnos das campanhas de coleta em Tapejara/PR.

As maiores temperaturas máximas absolutas do ar do período diurno, bem como aquelas do período noturno ocorreram na estação do verão, atingindo uma média de 33,5°C e 27,4°C para as duas alturas respectivamente

àqueles períodos. Por sua vez as temperaturas mínimas absolutas do ar mais elevadas do período diurno ocorreram na campanha de verão com aproximadamente 19,0°C e as mais altas temperaturas mínimas absolutas do período noturno ocorreram na primavera, atingindo 16,8°C em ambas alturas (0,5m e 2,0m).

No entanto os menores valores de temperatura máxima absoluta do ar do período diurno ocorreram na campanha de outono, cujas médias foram de aproximadamente 27,1°C nas duas alturas, enquanto os menores valores de temperatura máxima absoluta do ar do período noturno foram medidas na primavera, os quais oscilaram em torno dos 21,6°C a 0,5m e 2,0m de altura.

Finalmente os menores valores médios das temperaturas mínimas absolutas do ar do período diurno ocorreram no outono com 15,2°C, enquanto os valores mais baixos das temperaturas mínimas absolutas do período noturno ocorreram na primavera com médias de 12,6°C para as duas alturas.

As amplitudes térmicas foram semelhantes nas diferentes campanhas de coleta dos dados considerando-se somente o período diurno, alcançando em média 13°C a 0,5m e 2,0m de altura. Porém quando se considerou os períodos noturnos, pôde-se constatar que as maiores amplitudes ocorreram nas campanhas de inverno e verão, cujos valores estiveram em torno dos 13°C nas duas estações e alturas, enquanto no outono as amplitudes térmicas atingiram valores equivalentes a 7,5°C e na primavera atingiram as menores amplitudes, ou seja, 4,5°C em ambas alturas.

4.2.5. Umidade relativa do ar – URar

Com relação à umidade relativa do ar (Figura 16) os maiores valores médios foram verificados no outono e na primavera, quando chegaram a 86,2% e 80,2% respectivamente. Em contrapartida, as estações de verão e inverno apresentaram as menores médias de umidade relativa do ar, atingindo somente 67,5% na primeira e 61,3% na última.

Os valores máximos de umidade relativa do ar atingiram cerca de 100% em todas as estações do ano com exceção do inverno, quando foram registrados igualmente os menores valores de umidade relativa do ar (35%).

Por outro lado a ausência de chuvas juntamente com as elevadas temperaturas médias (24,3°C) existentes durante a campanha microclimática do período de verão fizeram com que houvesse uma menor umidade relativa média do ar nesse período em relação aos períodos de outono e primavera, quando as temperaturas médias do ar foram de 19,2°C e 21,4°C respectivamente. Tais considerações baseiam-se em SENTELHAS *et alli.* (2000), os quais comentam que a temperatura do ar mais elevada produz umidade relativa do ar mais baixa mesmo em períodos de maior pluviosidade.

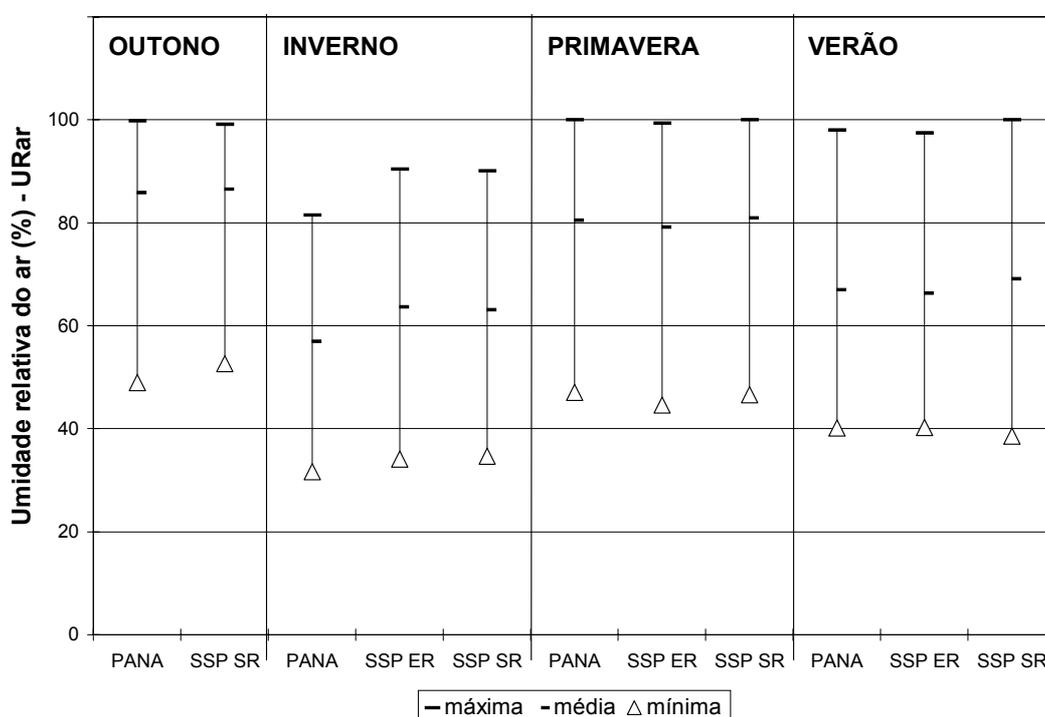


Figura 16 – Umidade relativa do ar (URar) máxima, média e mínima a 2,0m acima do nível do solo durante as campanhas de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.

4.2.6. Velocidade e direção dos ventos – VV e DV

Há que se salientar que o objetivo de medir a velocidade do vento em duas alturas deveu-se ao fato da altura de vôo para a maioria das espécies de besouros coprófagos estar abaixo de 5m, uma vez que nenhum indivíduo mesmo das espécies mais abundantes foi capturado acima de 5m e que a altura média de “poleiro” entre as espécies de besouros coprófagos de uma

floresta australiana esteve abaixo de 1,2m, sendo a maioria dos indivíduos encontrada em alturas inferiores a 0,5m acima do nível do solo conforme HILL & CERMARK (1997).

Inicialmente pôde-se constatar que os ventos de maior velocidade ocorreram nas estações de primavera e inverno tanto na área da PANA como nas condições de habitat SSP-ER e SSP-SR, enquanto os ventos de menor velocidade ocorreram em ambas áreas nas estações de verão e outono.

Além disso, observou-se que em média os maiores valores ocorreram a 2,0m de altura para as diferentes épocas do ano, quando comparadas às velocidades dos ventos registradas a 0,5m de altura, e que também os ventos atingiram valores mais altos na PANA frente àquelas registradas no SSP para as quatro estações. Esses resultados eram esperados, considerando-se a própria dinâmica do perfil de vento em qualquer sistema e o fato das árvores funcionarem como quebra-ventos dentro de sistemas silvipastoris.

Verificou-se que a maior parte das velocidades máximas instantâneas e médias dos ventos medidas nas alturas de 0,5m e 2,0m foram sempre menores no SSP do que na PANA, conforme mostram as Figuras 17 e 18.

As velocidades médias dos ventos a 0,5m de altura do nível do solo no SSP sofreram reduções de aproximadamente 49% no outono, 37% no inverno, 69% na primavera e 39% no verão, enquanto as velocidades médias a 2,0m de altura nesse sistema tiveram reduções de até 90% no outono, 58% no inverno, 55% na primavera e 71% no verão comparativamente à área de PANA.

Igualmente a amplitude total da velocidade dos ventos foi menor no SSP quando comparada à PANA, onde se observou também as maiores velocidades máximas instantâneas do vento. De um modo geral a amplitude da velocidade dos ventos a 0,5m de altura da superfície do solo foi 38%, 43%, 59% e 16% menor no SSP do que na PANA respectivamente para as estações de outono, inverno, primavera e verão, bem como 72%, 53%, 65% e 41% menor no SSP do que na PANA respectivamente para as mesmas estações a 2,0m de altura.

Com relação às durações das velocidades dos ventos percebeu-se que essas variaram também com as estações do ano tanto na PANA como no SSP (Tabela 8).

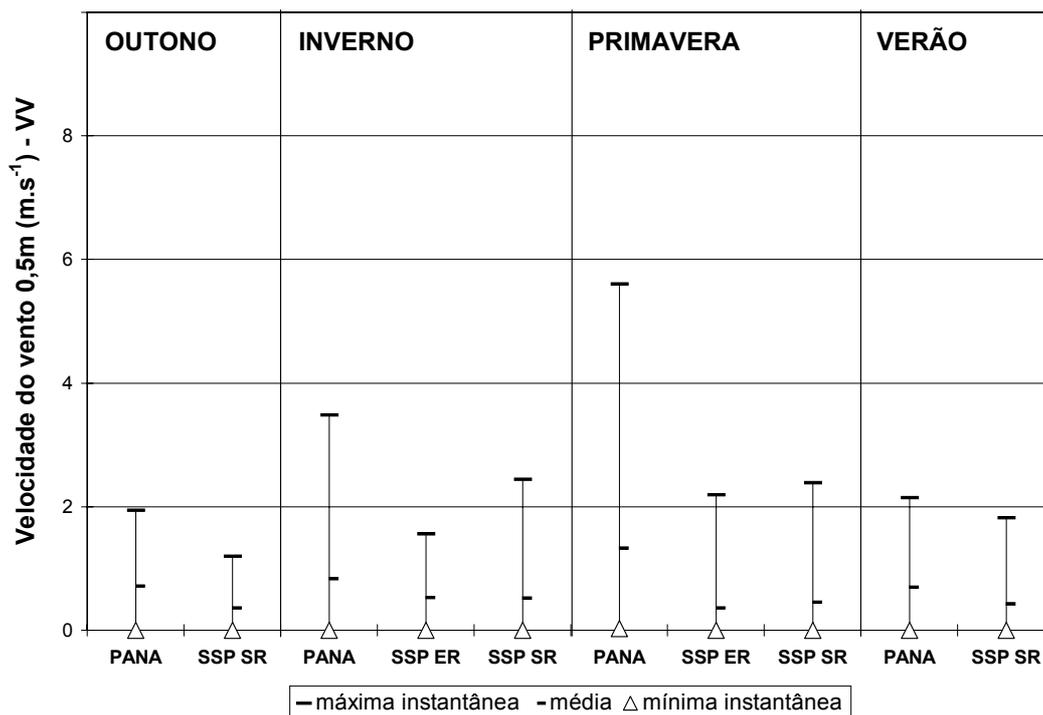


Figura 17 – Velocidades instantâneas e médias do vento (VV) a 0,5m de altura da superfície do solo durante os dias de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.

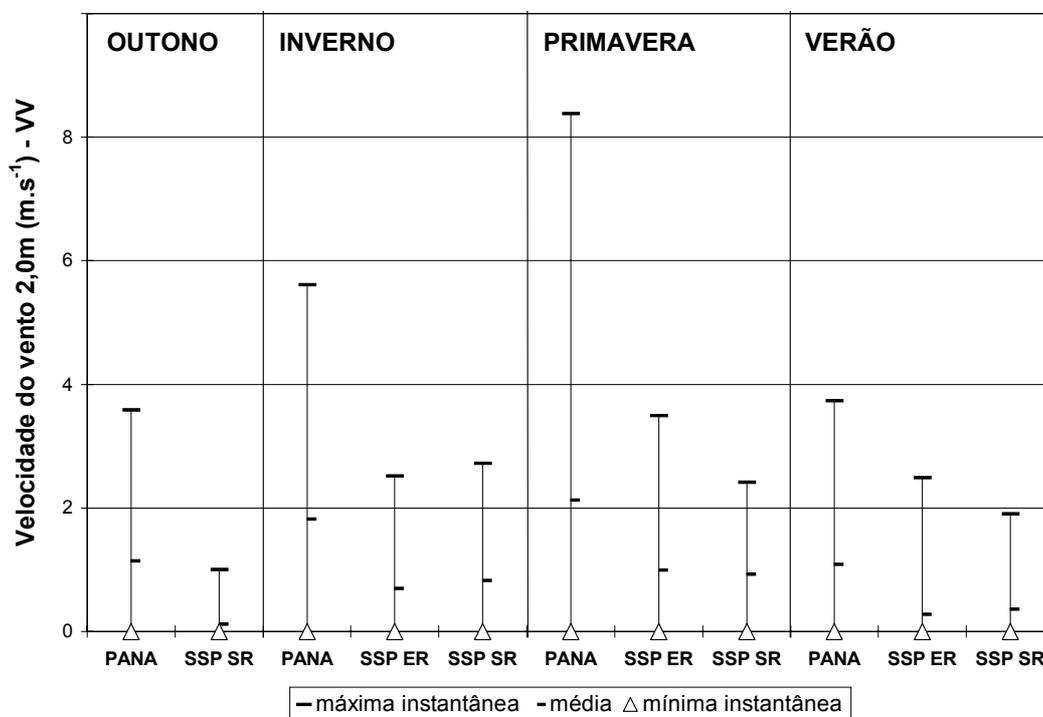


Figura 18 – Velocidades instantâneas e médias do vento (VV) a 2,0m de altura da superfície do solo durante os dias de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.

Tabela 8 – Valores percentuais da permanência de ventos em direções predominantes nas condições da PANA e do SSP (Entre Renques e Sob Renque) para as quatro estações do ano.

Estação	Habitat	Direção predominante	% de tempo (período de 48h)
Outono	PANA	SO+O	45,60
		N+NO	10,36
		NE+E	5,18
		Ausência de vento	38,86
	SSP ER	SO+O	Dado não disponível
		N+NO	Dado não disponível
		NE+E	Dado não disponível
		Ausência de vento	Dado não disponível
	SSP SR	O+SO	35,23
NO+N		12,95	
E+NE		5,70	
Ausência de vento		46,11	
Inverno	PANA	NE+E	59,59
		SE+S	8,29
		N	8,29
		SO+O	5,18
		Ausência de vento	18,65
	SSP ER	NE+E	35,75
		SE+S	12,95
		N	1,04
		SO+O	2,07
		Ausência de vento	48,19
	SSP SR	NE+E	46,63
		SE+S	11,92
		N+NO	1,55
		O	1,04
		Ausência de vento	38,86
Primavera	PANA	NE+E	59,59
		SE+S	18,13
		N+NO	3,63
		SO+O	12,44
		Ausência de vento	6,22
	SSP ER	NE+E	34,20
		SE+S	39,90
		N+NO	13,99
		SO+O	6,22
		Ausência de vento	5,70
	SSP SR	NE+E	45,60
		SE+S	30,57
		N+NO	12,95
		SO+O	8,29
		Ausência de vento	2,59

Tabela 8 – continuação...

Estação	Habitat	Direção predominante	% de tempo (período de 48h)
Verão	PANA	NE+N	26,94
		O+NO	11,92
		SO+S	13,47
		E+SE	5,70
		Ausência de vento	41,97
	SSP ER	NE+N	21,76
		NO	6,74
		S+SO	5,18
		SE+E	5,70
		Ausência de vento	60,62
	SSP SR	NE+N	21,76
		NO+O	8,29
		S+SO	7,25
		SE+E	1,55
		Ausência de vento	61,14

Por outro lado a diferença entre os valores das velocidades máximas instantâneas dos ventos medidos a 2,0m acima do nível do solo foi mais acentuada no outono, tendo-se registrado ventos em média de $12,0\text{km.h}^{-1}$ durante mais de 03 horas na PANA e de somente $3,0\text{km.h}^{-1}$ no SSP por um período aproximado de 05 horas.

No verão houve também uma maior similaridade entre os valores de máxima velocidade instantânea dos ventos a altura de 0,5m acima da superfície do solo nos dois sistemas (PANA e SSP), quando os ventos atingiram o valor médio aproximado de $7,0\text{km.h}^{-1}$. Contudo os sistemas diferiram entre si quanto ao tempo acumulado desse vento, o qual ocorreu por mais de quatro horas na PANA, mas somente por quinze minutos no SSP. Muito embora os valores médios de velocidade máxima instantânea do vento ($7,0\text{km.h}^{-1}$) a 0,5m de altura no SSP tenham durado mais tempo (07 horas) tanto no inverno como na primavera, a velocidade máxima instantânea do vento foi em média superior na PANA ($14,0\text{km.h}^{-1}$).

Os ventos que atingiram os dois sistemas a 0,5m de altura no outono tiveram suas velocidades máximas instantâneas equivalentes em média a

6,0km.h⁻¹ na PANA durante mais de três horas e a 3,0km.h⁻¹ por mais de quatorze horas no SSP.

De forma geral houve uma tendência dos ventos diminuírem de velocidade e duração do habitat PANA para as posições dentro do SSP, o que explica parte dos benefícios da adoção do sistema silvipastoril, uma vez que o decréscimo da intensidade dos ventos na estação de inverno favorece, por exemplo, um maior conforto térmico ao animal, podendo significar portanto melhores produções de carne e leite nesse sistema.

A direção predominante dos ventos coletada sempre a uma altura de 2,0m acima do nível do solo foi similar entre os dois sistemas nas diferentes estações do ano, mas com tempos de duração mais breves no SSP do que na PANA (Figuras 19 e 20).

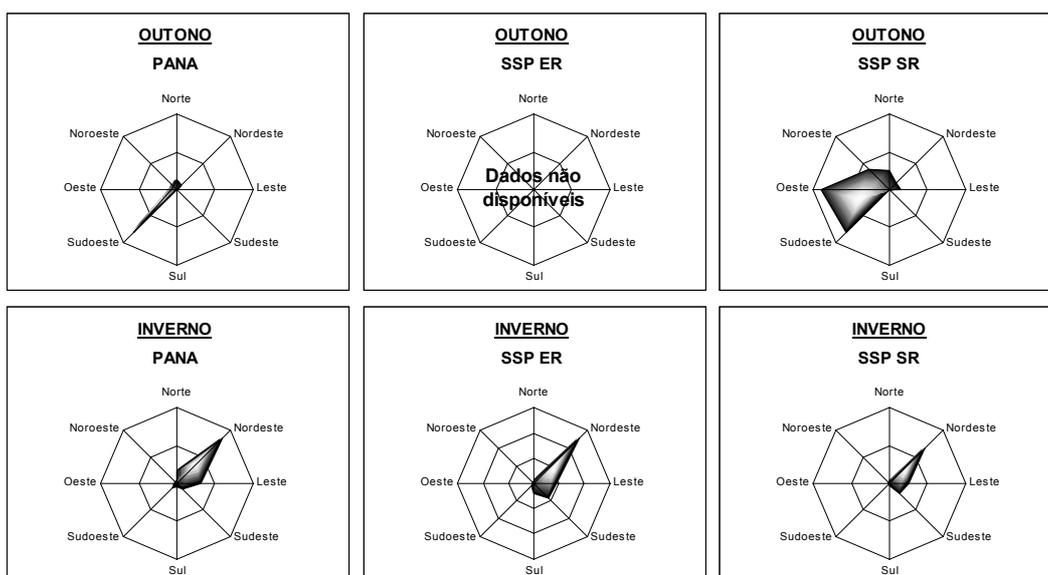


Figura 19 – Direção do vento (DV) predominante a 2,0m de altura nas três condições de habitat (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante as campanhas de coleta dos dados microclimáticos de outono e de inverno em Tapejara/PR.

No outono a direção do vento predominante foi S/SO (sul/sudoeste) com duração de aproximadamente 46% e 35% (percentuais de tempo num período total de 48 horas) na PANA e no SSP respectivamente, enquanto no inverno e na primavera houve um predomínio do vento de direção E/NE (leste/nordeste) com duração de 60% na PANA e de 40% no SSP em ambas estações. Porém a segunda direção predominante do vento com ponto de origem S/SE

(sul/sudeste) foi mais duradoura no SSP do que na PANA, passando de 12% para 8% de duração no inverno e de 35% para 18% na primavera respectivamente aos dois sistemas.

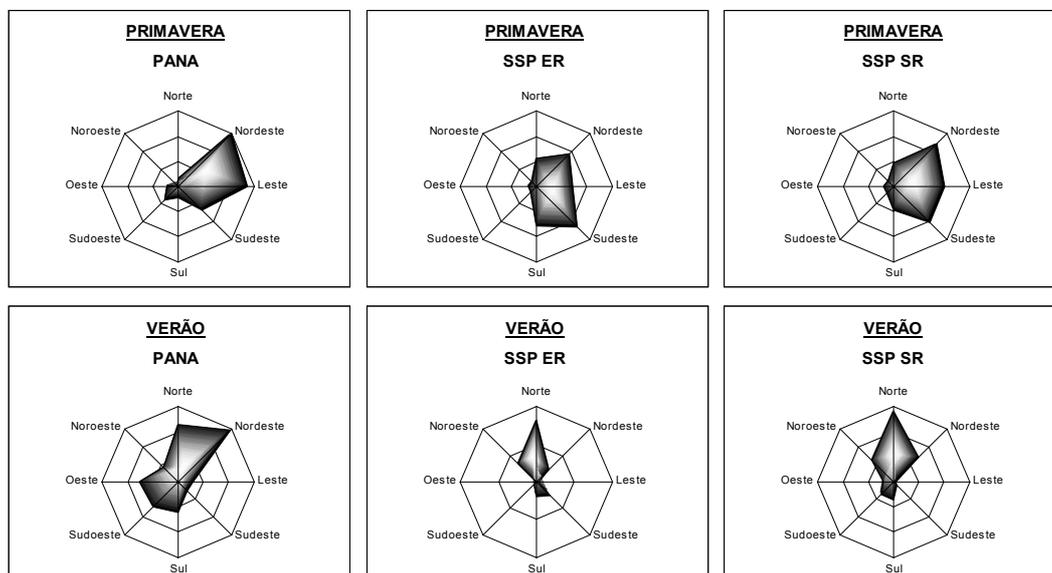


Figura 20 – Direção do vento (DV) predominante a 2,0m de altura nas três condições de habitat (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante as campanhas de coleta dos dados microclimáticos de primavera e de verão em Tapejara/PR.

Na estação de verão a direção do vento predominante teve origem no ponto N/NE, durando 27% do período total avaliado na PANA e 22% no SSP. Porém ao considerar-se a direção do vento de origem N/NO nessa mesma estação, sua duração passou a ser maior no SSP (22%) do que na PANA (16%), tendo essa situação sido igualmente verificada no outono e na primavera, quando tal direção teve durações de 13% no SSP em ambas estações e de somente 10% e 4% respectivamente àquelas estações na PANA.

Esse predomínio de ventos com pontos de origem nas direções S/SE e N/NO no SSP, quando comparado à PANA, foi ocasionado possivelmente pelo arranjo dos componentes arbóreos dispostos em renques (linhas) paralelos entre si e que, devido à topografia (pendente voltada para o nordeste) assumem uma disposição com predomínio nos sentidos N-SE, o que altera as direções dos ventos das mais diversas formas.

4.2.7. Radiação solar global e fotossinteticamente ativa – RSG e RFA

A caracterização da radiação solar dos diferentes habitats e não apenas das suas condições de iluminação, conforme mostra a maior parte dos trabalhos em literatura, é relevante, pois os insetos são sensíveis à RFA (GALLO *et alli*, 1988).

Em princípio estabeleceu-se que os valores de RSG instantânea registradas em $W.m^{-2}$ na condição de habitat da PANA seriam os valores máximos instantâneos de RSG que atingiriam os dois sistemas pastoris nas diferentes estações do ano, devido a ausência do elemento arbóreo.

Pôde-se verificar que os valores máximos instantâneos e médios da RSG foram essencialmente maiores na condição de habitat da PANA em cada uma das quatro estações do ano do que nas condições SSP-ER e SSP-SR (Figura 21), muito embora os valores de RSG tenham sido sempre muito próximos entre as condições de habitat SSP-ER e da PANA.

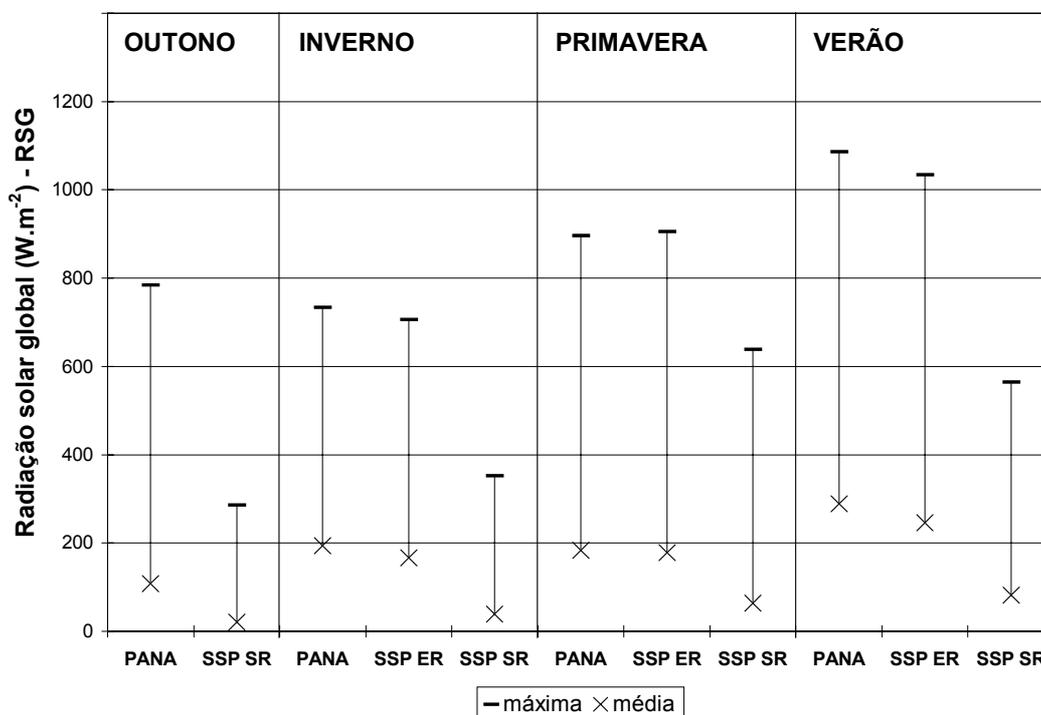


Figura 21 – Radiação solar global (RSG) instantânea e média ao nível do solo durante os dias de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.

Há que se salientar que o valor máximo instantâneo da RSG na posição SSP-ER foi superior em alguns momentos ao valor máximo instantâneo da RSG na PANA, atribuindo-se tal fenômeno ao efeito de reflexão das copas das árvores de *Grevillea robusta*⁶, visto que a face inferior pilosa das folhas de grevílea intensifica ainda mais a reflexão da luz visível e dos raios infravermelhos conforme PORFÍRIO da SILVA (1998) e LARCHER (2000).

Quanto ao balanço de energia de acordo também com PORFÍRIO da SILVA (1998), a condição de interceptação da RSG decorrente da presença dos renques arbóreos no SSP modificou o aporte de energia, cujos valores atingiram 78% e 89% da radiação líquida do habitat da PANA durante as estações de inverno e verão em Tapejara/PR respectivamente.

Os valores de radiação solar mostraram que as alterações entre os diferentes habitats ocorreram em função principalmente da radiação solar máxima instantânea e da taxa de energia (diferença entre as radiações solares máxima e mínima instantâneas) que os sistemas receberam.

Os maiores valores instantâneos de radiação solar ocorreram na primavera e verão, quando foram registrados respectivamente os valores de 905W.m^{-2} (SSP-ER) e 1.086W.m^{-2} (PANA), enquanto os menores valores instantâneos ocorreram no outono, quando atingiram cerca de 286W.m^{-2} (SSP-SR). Esse último valor mostrou uma redução de 63% em relação ao valor de RSG máxima instantânea que atingiu a PANA, constituindo-se no maior pico de redução encontrado entre os diferentes habitats.

Notou-se que o padrão de radiação solar obtido foi condizente com a situação atmosférica predominante de nebulosidade (outono) e de dias parcialmente nublados (primavera e verão) ou mesmo de dias predominantemente limpos (inverno), não significando porém a inexistência de radiação solar direta em alguns momentos do dia nos diferentes habitats.

PORFÍRIO da SILVA (1998) ressalta ainda que o tempo de incidência direta e a distribuição da RSG em um sistema silvipastoril são influenciados pela orientação dos renques, pela distância entre os renques e entre as árvores

⁶ Em algumas regiões, esta espécie é conhecida por “carvalho prateado”, segundo PORFÍRIO da SILVA (1998).

nos renques, pela altura das árvores e de inserção das copas, pela projeção lateral das copas, pela declividade e face de exposição do terreno.

O percentual de redução médio da RSG máxima instantânea imposto pelo componente arbóreo do SSP em relação ao habitat da PANA foi de 48% na posição SSP-SR e de apenas 3% na posição SSP-ER, considerando-se as estações do ano como um todo. Com relação à RSG média as reduções foram da ordem de 74% e 11% respectivamente para as condições de habitat SSP-ER e SSP-SR em relação à PANA (vide Figura 21).

Quando as estações do ano foram analisadas, constatou-se que as reduções nos valores de RSG máxima instantânea na situação SSP-SR em comparação àquelas que atingiram a PANA foram de 29% na primavera, 48% no verão, 52% no inverno e 63% no outono, bem como de 65%, 72%, 80% e 81% respectivamente às mesmas épocas do ano para as quantidades médias de radiação solar aferidas entre as condições de habitat SSP-SR e a PANA.

Reduções de menor intensidade da RSG máxima instantânea foram proporcionadas pelos renques de árvores na condição SSP-ER frente aos valores de RSG máxima instantânea obtidos na PANA, onde percentuais de 3% na primavera, 14% no inverno e 15% no verão foram estimados. Comparando os níveis médios de radiação solar notou-se que houve uma redução de 4% e 5% nas estações de inverno e verão respectivamente. A estação da primavera foi uma exceção, pois a RSG máxima instantânea foi maior na condição SSP-ER do que na PANA, conforme discutido anteriormente.

Esse arranjo dos renques arbóreos na direção N-SE somado à mudança das estações do ano decorrentes da declinação solar, bem como o efeito de reflexão provocado pelas copas das árvores fizeram com que a posição SSP-ER recebesse mais radiação solar em relação ao que ocorreu na PANA durante as campanhas das estações de primavera, verão e inverno, embora houvesse tido uma diminuição no número de horas de luz da primavera para o inverno.

Outro parâmetro analisado foi a radiação visível, também denominada de fotossinteticamente ativa ou RFA⁷, a qual situa-se entre os comprimentos de onda de $400\text{nm} < \lambda < 700\text{nm}$.

De modo sucinto os valores máximos instantâneos de RFA foram sempre maiores na condição de PANA comparativamente àqueles encontrados nas duas condições de habitat do SSP para as diferentes estações do ano, tendendo a se aproximar do SSP-ER apenas no início da estação de verão (Figura 22). Com relação aos valores médios de RFA percebeu-se que esses foram bem próximos entre os habitats PANA e SSP-ER, tendendo a ser mais elevados na condição de PANA.

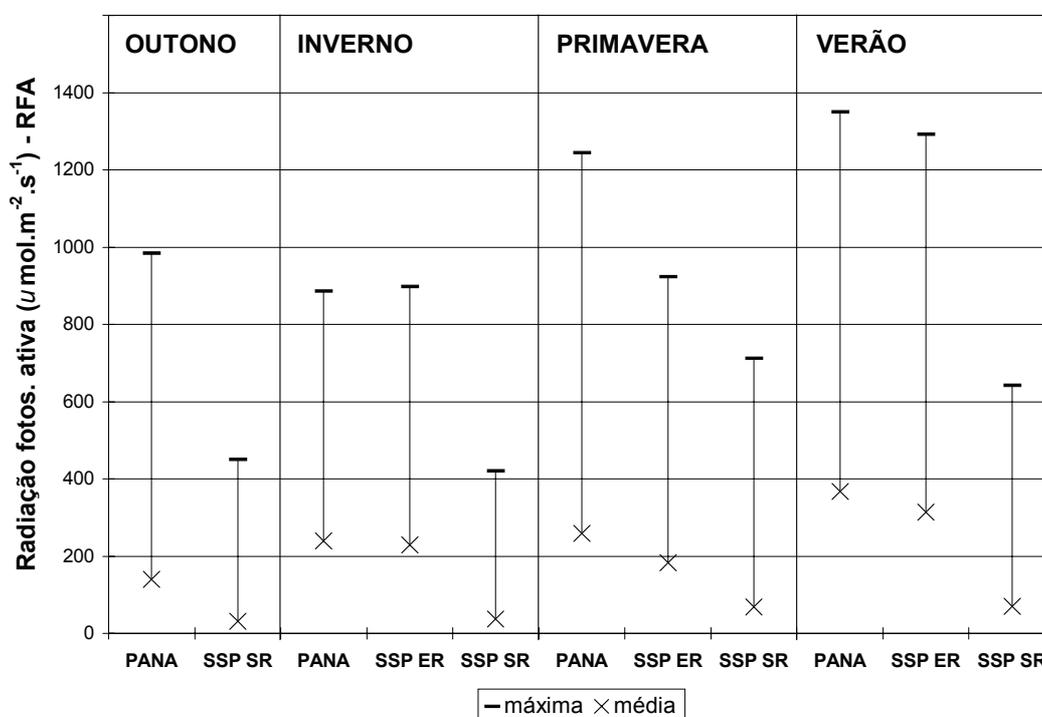


Figura 22 – Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) instantânea e média ao nível do solo durante os dias de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.

De acordo com LARCHER (2000) as folhas refletem em média de 6% a 10% da radiação solar dentro do espectro da radiação visível, podendo algumas folhas muito brilhantes refletir de 12% até 15% da luz visível, cujo

⁷ Na literatura é comum referir-se à RFA como PAR, da expressão inglesa *Photosynthetically Active Radiation*.

comprimento de onda na faixa do verde é fortemente refletido (de 10% a 20%), enquanto as faixas do laranja e vermelho sofrem reflexões menores (de 3% a 10%). As folhas “brilhantes” da grevilea explicam portanto os maiores níveis de RFA encontrados na condição de pastagem arborizada. SÁ (1994) ressalta que além da quantidade de luz ocorre uma alteração na qualidade da luz que atinge o sistema silvipastoril.

Quanto aos níveis de RFA máxima instantânea que atingiram a condição de habitat da PANA frente àquelas do SSP notou-se que houve um percentual de redução médio imposto pelo componente arbóreo da ordem de 50% para a posição SSP-SR e de 10% para a posição SSP-ER, considerando-se conjuntamente as estações do ano, o que representou para as quantidades de RFA média reduções de 79% e 16% respectivamente para as condições de habitat SSP-SR e SSP-ER (vide Figura 22).

Considerando-se as estações do ano de maneira independente, as reduções nos valores de RFA máxima instantânea na situação SSP-SR em comparação àquelas que atingiram a PANA foram de 43% na primavera, 52% no verão e no inverno, e 54% no outono. Por outro lado as reduções nos valores médios de RFA alcançaram 74% na primavera, 78% no outono, 81% no verão e 85% no inverno entre aquelas mesmas condições de habitat.

Reduções de menor proporção foram encontradas na condição SSP-ER frente aos níveis de RFA máxima instantânea obtidos para a PANA, tendo sido de 26% na primavera e de 15% no verão, enquanto os níveis médios de radiação visível que atingiram as duas situações tiveram reduções de 4%, 15% e 29% nas estações de inverno, verão e primavera respectivamente, com exceção do inverno quando a RFA máxima instantânea foi superior na condição SSP-ER do que na pastagem aberta por motivos já expostos anteriormente. Portanto esses dados mostraram que o componente arbóreo não prejudicou o balanço energético do SSP.

Cabe salientar ainda que durante a campanha de inverno, o período total de horas em que os níveis de RFA foram superiores na situação SSP-ER com relação aos habitats SSP-SR e da PANA, totalizou mais de 05 horas (período de tempo não-contínuo).

Conforme LARCHER (2000) uma superfície terrestre horizontal recebe em média nas latitudes medianas e ao nível do mar $1\text{kW}\cdot\text{m}^{-2}$ de RSG, dentre os quais $400\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ (fração de 40%) são constituídos pela RFA (aproximadamente $1.800\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$).

SENTELHAS *et alli* (2000) colocam ainda que o ritmo de variação da fração RFA num dia totalmente nublado é semelhante àquele de um dia sem nuvens e que apesar do total de radiação solar incidente na superfície terrestre ser significativamente menor, essa é mais rica em RFA, devido à absorção da fração de radiações infravermelho próximo (IVP) pela água das nuvens.

A partir da conversão da unidade $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ para $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ dividiu-se os valores de RFA pelos de RSG e com isso verificou-se que as frações médias de RFA variaram entre 9% e 14%, enquanto as frações máximas e mínimas variaram respectivamente de 26% a 29% e de 1% a 3% no SSP-SR. Já para as condições SSP-ER e PANA, apenas as frações médias mantiveram uma certa regularidade de alteração, estando esses valores entre 19% e 25% e de 27% a 31% respectivamente, considerando-se as estações do ano como um todo conforme Figura 23.

Na posição de PANA as frações RFA/RSG máxima, média e mínima foram sempre mais elevadas do que nas duas situações do SSP ao longo das diferentes estações do ano, com exceção das campanhas da estação de primavera, quando a fração RFA/RSG máxima foi superior na posição SSP-ER e de verão, quando as frações RFA/RSG foram equivalentes em ambas as posições (PANA e SSP-ER).

Em face desses resultados notou-se que as alterações das frações médias de RFA em todos os habitats foram explicadas tanto pelas condições de nebulosidade, de elevação e declinação solar como de sombreamento imposto pelo componente arbóreo nas posições SSP-ER e SSP-SR, e que apesar dos valores médios terem estado bem próximos entre si na condição de habitat da PANA para as diferentes épocas do ano (entre 27% e 31%), os valores mais elevados foram concomitantes com as condições de maior nebulosidade observadas, concordando com dados de SENTELHAS *et alli* (2000).

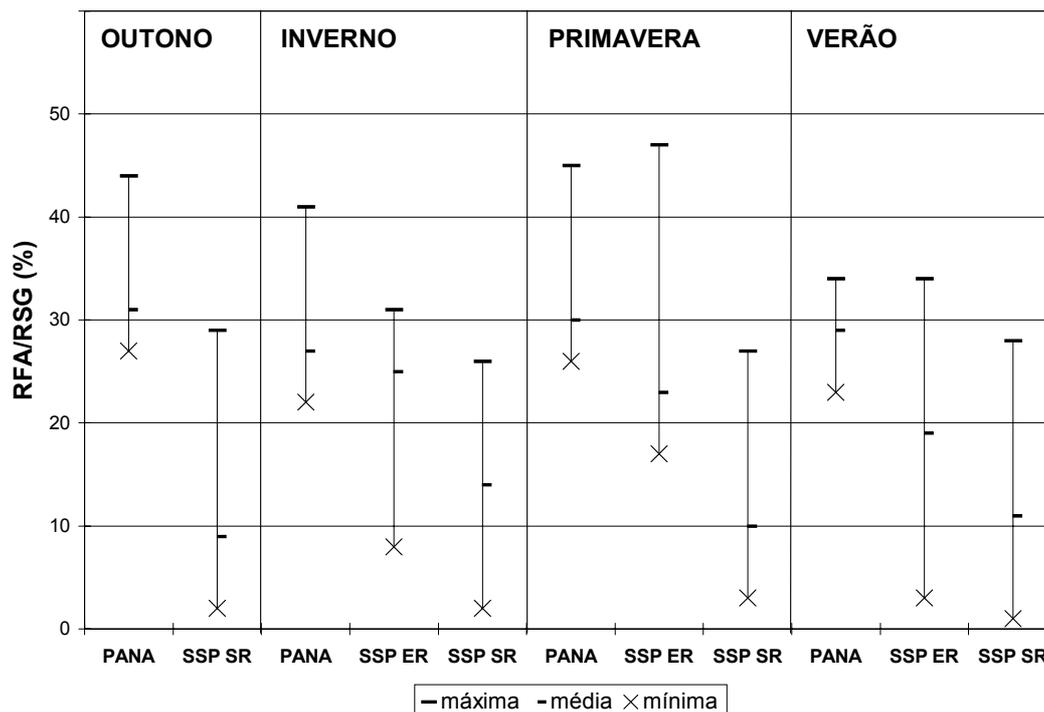


Figura 23 – Fração RFA/RSG máxima, média e mínima ao nível do solo durante os dias de coleta dos besouros coprófagos nos três habitats em Tapejara/PR.

Quanto aos maiores valores de fração máxima obtidos nos diferentes habitats verificou-se que esses atingiram 45% na primavera, 44% no outono, 41% no inverno e 34% no verão. Para a condição de habitat SSP-ER as frações médias foram da ordem de 25%, 23% e 19% respectivamente nas estações de inverno, primavera e verão.

O comportamento desses dados decorreu fundamentalmente dos altos níveis de nebulosidade presentes nessas duas épocas e da alteração de declinação solar, mostrando diminuição dessa fração com o aumento da declinação solar, o que ocorre na época do verão.

Pertinente ainda à posição SSP-ER, as maiores frações de RFA máxima e mínima aconteceram na primavera (47% e 17%), cujos valores foram superiores até mesmos daqueles da PANA. Para as campanhas de verão e inverno as taxas máximas foram de 34% e 31% respectivamente, e as mínimas de 8% no inverno e 3% no verão.

A posição SSP-SR apresentou frações médias de RFA da ordem de 14% no inverno, 11% no verão, 10% na primavera e 9% no outono, enquanto

os valores máximos das taxas de RFA oscilaram entre 26% (inverno) e 29% (outono) e os mínimos entre 3% (primavera) e 1% (verão).

4.3. Dinâmica populacional dos besouros coprófagos

Antes de avaliar as modificações ocorridas na dinâmica populacional dos besouros coprófagos sob a influência dos diferentes microclimas procurou-se caracterizar as suas diferentes fenologias, as quais foram decorrentes das variações macroclimáticas.

Identificou-se um total de 18 espécies de besouros coprófagos distribuídos em 02 subfamílias e 04 tribos conforme segue:

Subfamília Scarabaeinae

Tribo Coprini

Agamopus viridis Boucomont, 1928;
Canthidium megathopoides Boucomont, 1928;
Dichotomius bos (Blanchard, 1843);
Dichotomius carbonarius (Mannerheim, 1829);
Dichotomius crinicollis (Germar, 1824);
Dichotomius nisus (Olivier, 1789);
Ontherus appendiculatus (Mannerheim, 1829);
Ontherus sulcator (Fabricius, 1775);
Pedaridium sp.;
Trichillum externepunctatum de Borre, 1880.

Tribo Onthophagini

Digitonthophagus gazella (Fabricius, 1787);
Onthophagus hirculus Mannerheim, 1829.

Subfamília Aphodiinae

Tribo Aphodiini

Aphodius infuscatipennis Schmidt;
Aphodius lividus (Olivier, 1789);

Tribo Eupariini

Ataenius picinus Harold, 1867;
Ataenius sculptor Harold, 1868;
Ataenius sp.1;
Ataenius sp.2.

Segundo classificação citada por MARTÍNEZ (1999) verificou-se que as espécies coletadas enquadraram-se nos grupos de besouros coprófagos com hábitos endocoprídeo e paracoprídeo.

As espécies de hábito endocoprídeo pertenceram aos gêneros *Agamopus*, *Aphodius*, *Ataenius*, *Pedaridium* e *Trichillum*, e aquelas com hábito paracoprídeo foram representadas pelos gêneros *Canthidium*, *Dichotomius*, *Digitonthophagus*, *Ontherus* e *Onthophagus*.

As espécies de hábito endocoprídeo e paracoprídeo compreenderam respectivamente 65,8% e 34,2% do total de 18.536 espécimes coletados (Figura 24).

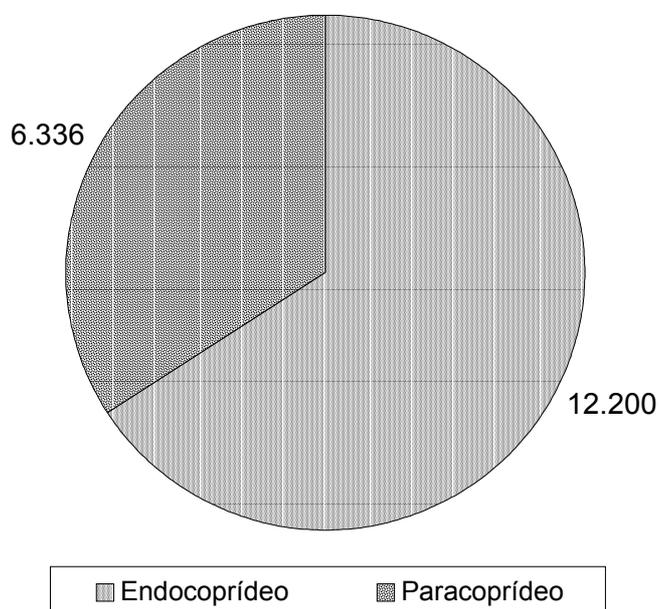


Figura 24 – Número total de espécimes de besouros coprófagos coletados e separados por hábito alimentar durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.

Apesar do número de espécimes de besouros coprófagos de hábito endocoprídeo (espécies de tamanho pequeno) ter representado cerca de 2/3 do total de indivíduos capturados, foram os de hábito paracoprídeo (espécies de tamanho grande) que constituíram os principais agentes removedores das massas fecais nos sistemas pastoris por controlarem uma maior proporção dos recursos disponíveis, devido à sua biomassa ter sido em princípio superior à dos primeiros.

Segundo CAMBEFORT (1994) mesmo que o consumo de energia não seja diretamente proporcional à biomassa dos organismos animais em geral, existe uma relação entre os requerimentos diários de energia dos indivíduos e as suas massas corporais, podendo-se inferir portanto que as espécies de besouros coprófagos de maior tamanho utilizam uma maior proporção de energia, ou seja, de material fecal.

Em termos quantitativos coletou-se cerca de 8.861 indivíduos na PANA, 5.198 indivíduos no SSP-ER e 4.477 indivíduos no SSP-SR (vide Tabela 9), havendo diferença significativa somente entre a quantidade de besouros coprófagos capturados nos habitats de PANA e SSP-SR a 5% de probabilidade pelo teste de comparação das médias de GOMES (1990).

Tabela 9 – Total de escarabeídeos coprófagos coletados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.

Espécie	PANA	SSP-ER	SSP-SR	Hábito
<i>A. viridis</i>	10	2	-	E ¹
<i>A. infuscatipennis</i>	298	319	380	E
<i>A. lividus</i>	1.767	672	614	E
<i>A. picinus</i>	1	-	-	E
<i>A. sculptor</i>	1.350	800	381	E
<i>Ataenius</i> sp.1	66	28	7	E
<i>Ataenius</i> sp.2	363	110	73	E
<i>C. megathopoides</i>	9	4	7	P ²
<i>D. bos</i> ³	1.503	635	539	P
<i>D. carbonarius</i>	4	24	222	P
<i>D. crinicollis</i>	-	2	1	P
<i>D. nesus</i>	369	395	349	P
<i>D. gazella</i> ⁴	535	343	71	P
<i>O. appendiculatus</i>	307	319	278	P
<i>O. sulcator</i>	57	52	102	P
<i>O. hirculus</i>	11	43	155	P
<i>Pedaridium</i> sp.	56	232	167	E
<i>T. externepunctatum</i>	2.155	1.218	1.131	E
Total de espécies	17	17	16	18
Total de indivíduos	8.861	5.198	4.477	18.536

¹E = endocoprídeo; ²P = paracoprídeo; ³*Dichotomius bos* = *Dichotomius anaglypticus*;

⁴*Digitonthophagus gazella* = *Onthophagus gazella*.

No habitat da PANA coletou-se um total de 17 espécies de besouros coprófagos (Tabela 9), sendo 09 (nove) espécies de hábito endocoprídeo e 08 (oito) de hábito paracoprídeo.

Conforme RODRIGUES (1996) as espécies de hábito paracoprídeo, devido ao comportamento de incorporação das fezes ao solo, podem remover completamente uma placa fecal da superfície do solo, eliminando assim um microhabitat favorável ao desenvolvimento das larvas de moscas e helmintos.

Dentre os paracoprídeos a espécie coletada em maior quantidade foi *Dichotomius bos*, a qual representou 17,0% do total de insetos capturados na PANA. As espécies *Digitonthophagus gazella*, *Dichotomius nisus* e *Ontherus appendiculatus* foram igualmente coletadas em grande quantidade e representaram 6,0%, 4,2% e 3,5% respectivamente do total de insetos coletados nesse habitat.

Ontherus sulcator, *Onthophagus hirculus*, *Canthidium megathopoides* e *Dichotomius carbonarius* foram coletados em pequena quantidade, correspondendo a menos de 1% respectivamente do total de insetos capturados.

As espécies de hábito endocoprídeo não removem as placas fecais, mas vivem em seus interiores. Após a localização das fezes no campo essas espécies penetram na massa fecal e constroem pequenos canais, permitindo a entrada e a circulação de ar em seu interior, o que favorece um ressecamento mais rápido da mesma em relação àquelas não colonizadas (RODRIGUES, 1996).

As espécies *Trichillum externepunctatum*, *Aphodius lividus* e *Ataenius sculptor* de hábito endocoprídeo foram coletadas em grande quantidade e representaram respectivamente 24,3%, 19,9% e 15,2% do total de insetos coletados na PANA.

Ataenius sp.2 e *Aphodius infuscatipennis* também foram coletados em grande quantidade, correspondendo a 4,1% e 3,4% respectivamente do total de besouros coprófagos coletados na PANA. Uma pequena quantidade de indivíduos de *Pedaridium sp.*, *Agamopus viridis* e *Ataenius picinus* foram coletados, ou seja, menos de 1% respectivamente.

No habitat SSP-ER foi coletado um total de 17 espécies de besouros coprófagos (Tabela 9), tendo 08 (oito) apresentado hábito endocoprídeo e 09 (nove) hábito paracoprídeo a exemplo do que ocorreu com o sistema de PANA.

As espécies *Dichotomius bos*, *Dichotomius nisus*, *Digitonthophagus gazella* e *Ontherus appendiculatus* de hábito paracoprídeo representaram respectivamente 12,2%, 7,6%, 6,6% e 6,1% do total de besouros coprófagos coletados nessa condição de habitat.

O restante das espécies de hábito paracoprídeo foi coletado em pequena quantidade, denotando que cada uma dessas espécies não excedeu respectivamente 1% do total de insetos coletados nesse habitat.

Já as espécies de hábito endocoprídeo como *Trichillum externepunctatum*, *Ataenius sculptor* e *Aphodius lividus* foram coletadas em grande quantidade, correspondendo a 23,4%, 15,4% e 12,9% das espécies coletadas na posição SSP-ER.

Por sua vez *Aphodius infuscatipennis*, *Pedaridium* sp. e *Ataenius* sp.2 representaram 6,1%, 4,5% e 2,1% respectivamente do total de espécimes capturados, enquanto as duas espécies endocoprídeas restantes não atingiram 1% do montante de indivíduos coletados nessa condição de habitat (SSP-ER).

No habitat SSP-SR (Tabela 9) foram coletadas 16 espécies de escarabeídeos, sendo 07 (sete) espécies endocoprídeas e 09 (nove), paracoprídeas, cujo número total de espécies foi um pouco menor que nos demais habitats, porém com uma mesma população de besouros paracoprídeos que a condição SSP-ER.

As espécies paracoprídeas capturadas em grande quantidade nessa condição de habitat foram *Dichotomius bos*, *Dichotomius nisus*, *Ontherus appendiculatus*, *Dichotomius carbonarius*, *Onthophagus hirculus*, *Ontherus sulcator* e *Digitonthophagus gazella*, as quais corresponderam a 12,0%, 7,8%, 6,2%, 5,0%, 3,5%, 2,3% e 1,6% do total de indivíduos coletados respectivamente.

Entre as espécies endocoprídeas *Trichillum externepunctatum*, *Aphodius lividus*, *Ataenius sculptor*, *Aphodius infuscatipennis*, *Pedaridium* sp. e *Ataenius* sp.2 foram coletadas em grande quantidade, perfazendo 25,3%, 13,7%, 8,5%, 8,4%, 3,7% e 1,6% do total de espécimes capturados nesse habitat (SSP-SR).

Ataenius sp.1 de hábito endocoprídeo, *Canthidium megathopoides* e *Dichotomius crinicollis* de hábito paracoprídeo contribuíram com menos de 1% do total de insetos amostrados nessa condição de habitat.

4.4. Fenologia dos besouros coprófagos

A espécie coletada em maior quantidade dentre as de hábito paracoprídeo durante todo o período de coleta nos três habitats foi *Dichotomius bos* com 2.677 indivíduos capturados, representando 42,3% do total de espécimes paracoprídeos coletados (Figura 25).

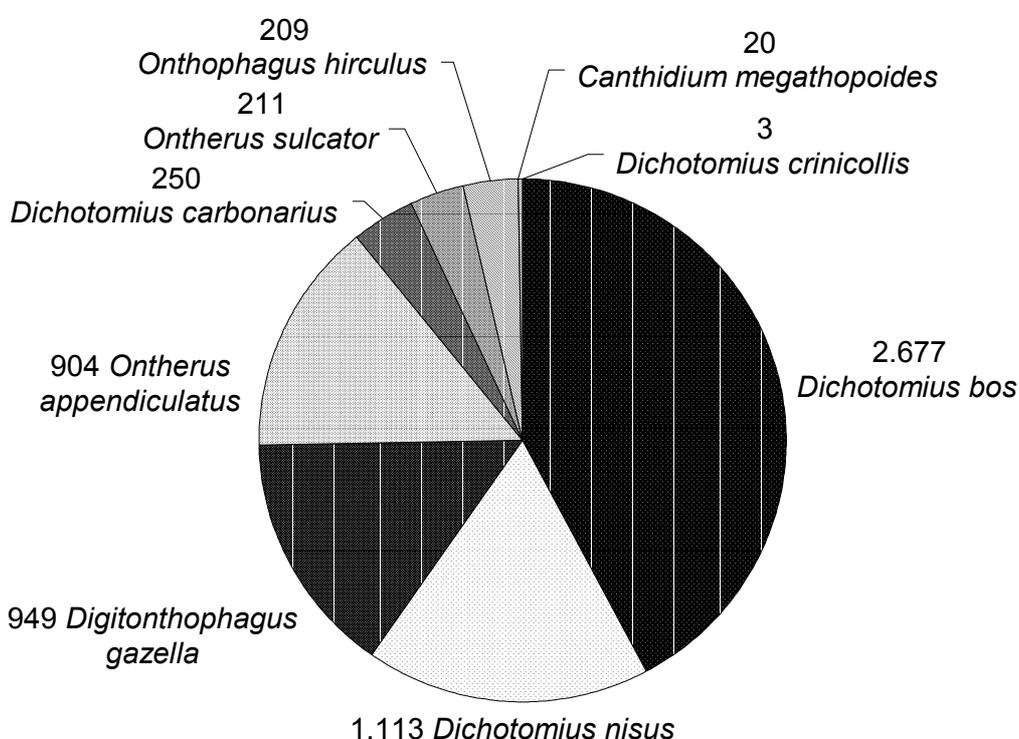


Figura 25 – Número total de espécimes de besouros coprófagos de hábito paracoprídeo coletado durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.

Dichotomius bos permaneceu no campo principalmente durante os períodos mais quentes e chuvosos do ano compreendidos entre março e maio de 2001, bem como entre novembro de 2001 e janeiro de 2002, ausentando-se principalmente durante os períodos mais frios e secos do ano (Figura 26).

Quando as temperaturas mínimas do ar atingiram valores em média inferiores a 15°C (Figura 4) e as precipitações pluviométricas estiveram abaixo

de 70mm por mês (Figura 5), os indivíduos dessa espécie não mais foram coletados nas armadilhas, o que ocorreu a partir de meados do mês de maio.

Dichotomius bos passou a ser coletado novamente, quando as temperaturas mínimas do ar alcançaram valores em média superiores a 18°C (Figura 4) juntamente com precipitações pluviométricas de aproximadamente 80mm por mês (Figura 5), ou seja, a partir de meados do mês de novembro (Figura 26).

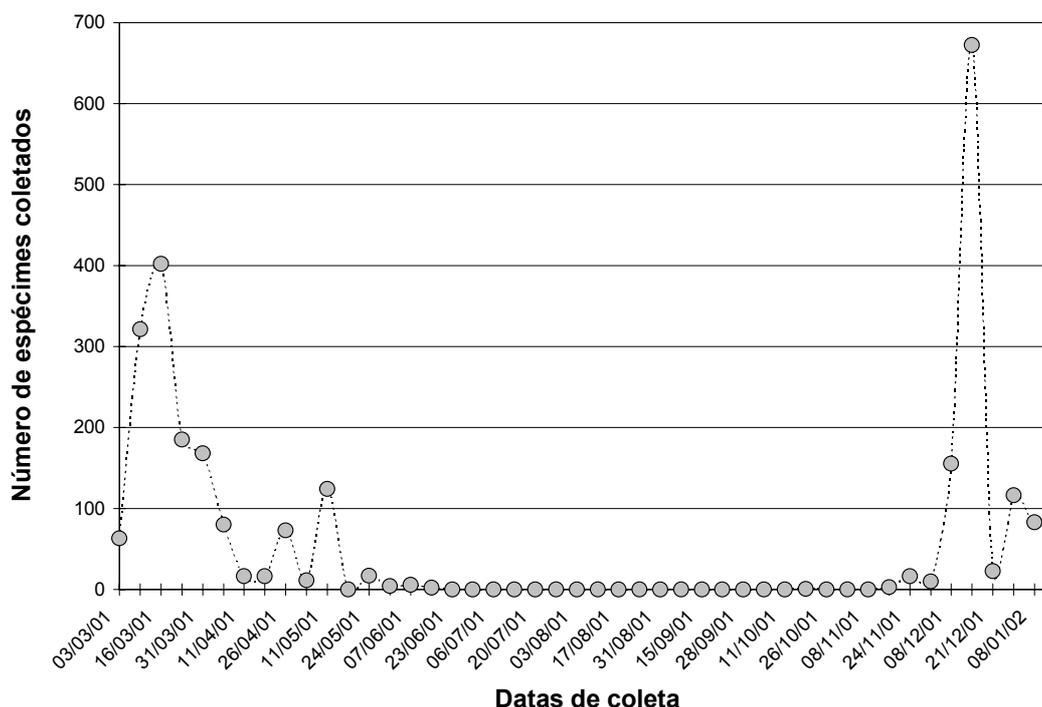


Figura 26 – Frequência semanal de besouros coprófagos da espécie *Dichotomius bos* nas armadilhas “pitfall” durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.

Conforme GALLO *et alli* (2002) a faixa de temperatura do ar entre 17°C e 35°C pode ser considerada ótima ao desenvolvimento e à atividade dos insetos em geral, o que explicaria a ausência quase total de indivíduos dessa espécie nos meses mais frios do período amostral (de maio a outubro de 2001) frente aos meses mais quentes (de março a abril de 2001 e entre novembro de 2001 e janeiro de 2002).

Outras espécies de hábito paracoprídeo igualmente capturadas em grande número nos três habitats durante o período de amostragem foram

Dichotomius nisus, *Digitonthophagus gazella* e *Ontherus appendiculatus*, representando 17,6% (1.113 indivíduos), 15,0% (949 indivíduos) e 14,2% (904 indivíduos) respectivamente do total de paracoprídeos coletados (Figura 25).

Da mesma forma que para a espécie *Dichotomius bos*, quando as temperaturas mínimas do ar atingiram valores em média inferiores a 15°C (Figura 4) e as precipitações pluviométricas estiveram abaixo de 70mm por mês (Figura 5), essas três espécies deixaram de ser capturadas nas armadilhas, mostrando que a ocorrência de um período mais frio e seco foi igualmente limitante às mesmas (Figura 27).

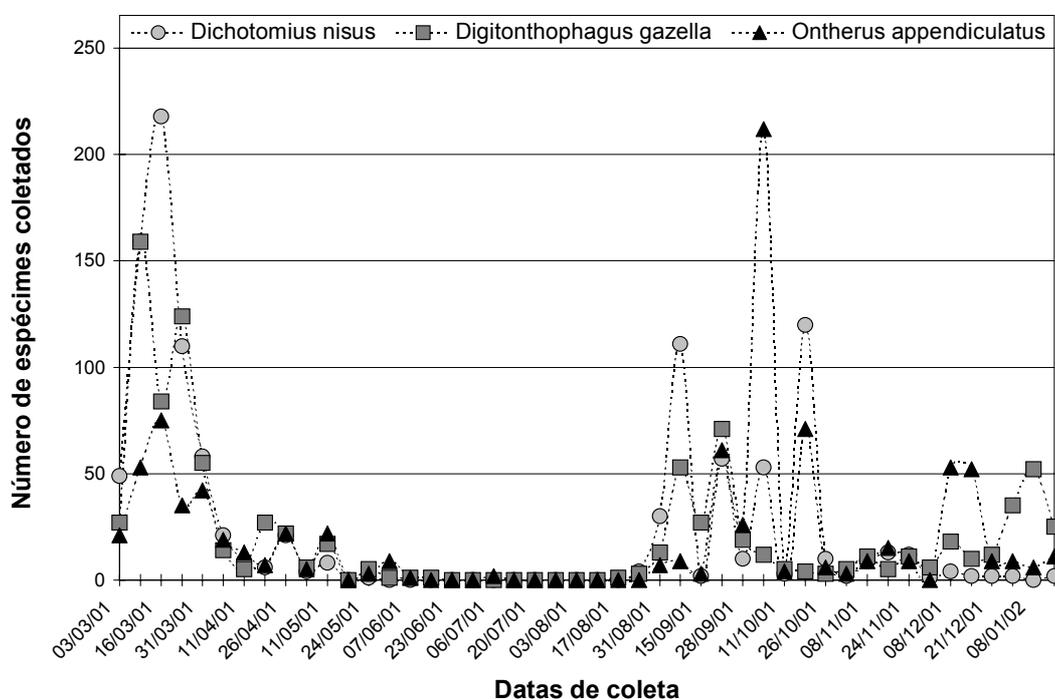


Figura 27 – Frequência semanal de besouros coprófagos das espécies *Dichotomius nisus*, *Digitonthophagus gazella* e *Ontherus appendiculatus* em armadilha “pitfall” durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.

As espécies *Dichotomius nisus*, *Digitonthophagus gazella* e *Ontherus appendiculatus* foram capturadas praticamente três meses antes do retorno da espécie *Dichotomius bos* ao campo, isto é, a partir do final do mês de agosto de 2001 (Figura 27), quando as temperaturas mínimas do ar estiveram em média acima dos 15°C e a precipitação pluviométrica ao redor de 60mm por mês (Figuras 4 e 5).

Em princípio pôde-se inferir que a espécie *Dichotomius bos* foi mais exigente em relação às condições climáticas (temperatura do ar e precipitação pluviométrica) do que as espécies *Dichotomius nisus*, *Digitonthophagus gazella* e *Ontherus appendiculatus*, uma vez que a ausência do primeiro nas armadilhas estendeu-se por um período de tempo praticamente duas vezes maior que dos três últimos, denotando com isso a necessidade de uma elevação da temperatura do ar mais intensa juntamente com uma distribuição mais regular das chuvas no período (Figuras 4 e 5) a fim de que a espécie retornasse às suas atividades, o que é concordante com RODRIGUES & MARCHINI (1999) para as condições de Piracicaba/SP.

Cabe ressaltar que a segregação observada entre os picos de atividade anual da espécie *Dichotomius bos* e das espécies *Dichotomius nisus*, *Digitonthophagus gazella* e *Ontherus appendiculatus* diminuiu a competição direta por espaço, cujo fator é limitante entre os paracoprídeos e permitiu que as diferentes espécies pudessem ter sido em algum momento as primeiras colonizadoras do recurso alimentar conforme dados de MONTES de OCA & HALFFTER (1995).

As espécies endocoprídeas *Trichillum externepunctatum*, *Aphodius lividus* e *Ataenius sculptor* foram coletadas em grande quantidade e representaram respectivamente 36,9% (4.504 indivíduos), 25,0% (3.053 indivíduos) e 20,8% (2.531 indivíduos) do total de espécimes endocoprídeas capturadas (Figura 28).

Nos três habitats estudados *Aphodius lividus* e *Ataenius sculptor* foram as únicas espécies coletadas durante os meses mais frios (maio e junho de 2001) e secos (julho e agosto de 2001), conforme mostra a Figura 29. Nesse período a temperatura do ar apresentou médias inferiores a 13°C para as temperaturas mínimas e a precipitação pluviométrica esteve em torno de 40mm por mês, representando os mais baixos valores de todo o período amostral (Figuras 4 e 5).

Tais resultados concordaram com os dados obtidos por RODRIGUES & MARCHINI (1999) que verificaram a ocorrência da espécie *Aphodius lividus* durante todo o período do ano, mesmo nos meses mais frios e secos (de maio a setembro) em Piracicaba/SP.

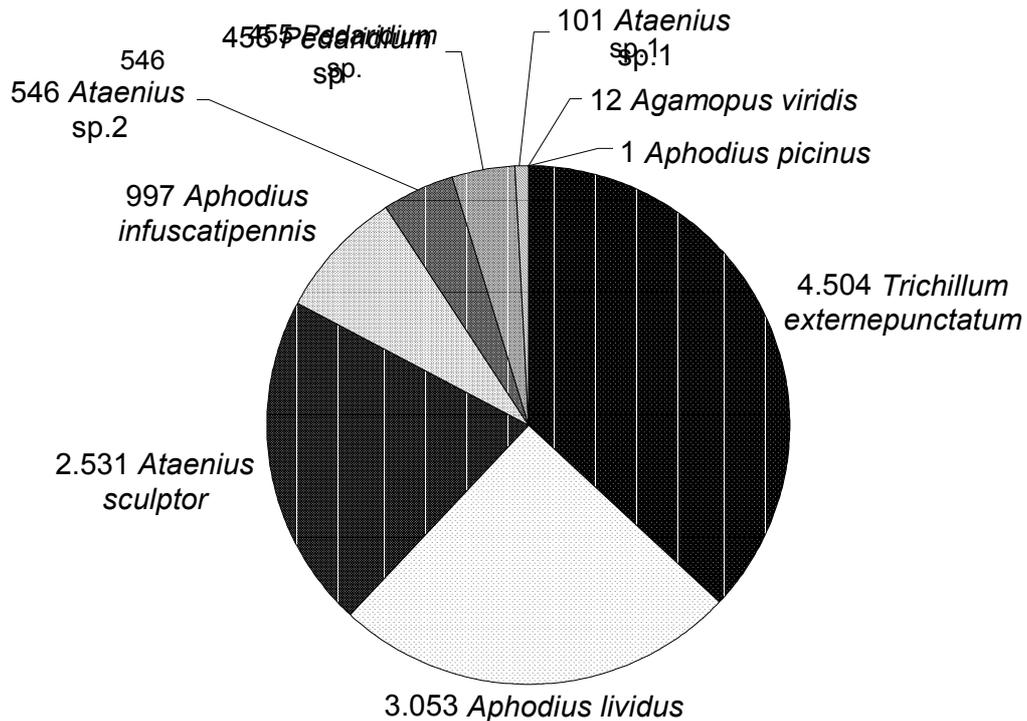


Figura 28 – Número total de espécimes de besouros coprófagos de hábito endocoprídeo coletado durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.

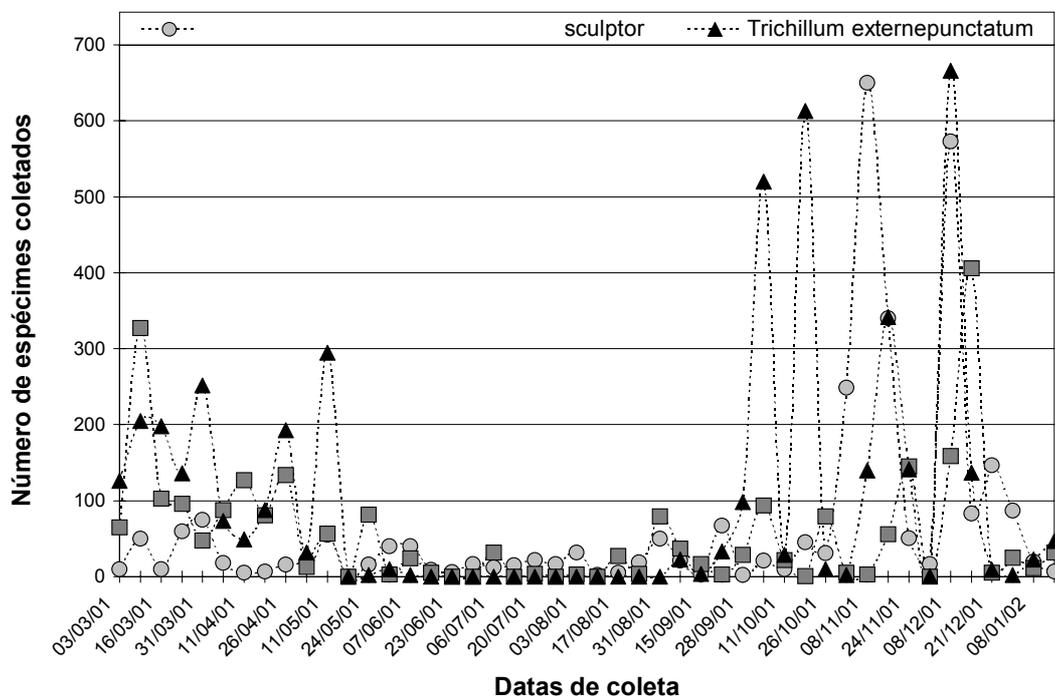


Figura 29 – Frequência semanal de amostragem da população de besouros coprófagos da espécie *Trichillum externepunctatum*, *Aphodius lividus* e *Ataenius sculptor* em armadilha "pitfall" durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.

Espécies de hábito endocoprídeo, como é o caso de *Aphodius lividus* e *Ataenius sculptor* que apresentam todo o seu ciclo de vida no interior das massas fecais, foram coletadas ao longo de todo o período amostral, mesmo durante o período mais frio e seco do ano, porque possuem a capacidade de abandonar as placas fecais, quando as condições locais se tornam desfavoráveis, passando a procurar por outras condições mais adequadas segundo KOLLER *et alli* (1999).

A coleta de besouros coprófagos de hábito endocoprídeo no período frio e seco do ano corrobora os dados de RODRIGUES (1996) que, ao estudar o microclima presente em massas fecais, observou que essas apresentavam condições de serem exploradas por esses besouros durante esse período frio e seco.

Por fim a espécie *Trichillum externepunctatum* teve uma dinâmica populacional similar àquelas apresentadas pelas espécies *Dichotomius nisus*, *Digitonthophagus gazella* e *Ontherus appendiculatus* (Figura 27).

Portanto pôde-se constatar que a flutuação populacional da comunidade de escarabeídeos coprófagos coletada em Tapejara/PR foi regida predominantemente pelas variáveis macroclimáticas da região

Tal observação é corroborada por diversos autores, os quais verificaram que as variações na presença e na atividade total dos besouros coprófagos são estacionais e condicionadas por parâmetros climáticos como a temperatura do ar e a precipitação pluvial, tornando-se difícil separar a importância relativa de cada um, pois se correlacionam entre si (LUMARET *et alli*, 1992; FLOATE & GILL, 1998; VERDÚ *et alli*, 2000).

4.5. Caracterização das populações

4.5.1. Índices de frequência (IF), abundância (IA) e constância (IC)

Uma distribuição percentual da análise faunística das espécies capturadas nas diferentes condições de habitat (PANA, SSP-ER e SSP-SR) está representada na Tabela 10.

Analisando o índice de frequência, observou-se que as espécies *Aphodius lividus*, *Dichotomius bos* e *Trichillum externepunctatum* foram **MF**

(muito freqüente) nos três habitats, enquanto *Ataenius sculptor* não o foi somente na condição SSP-SR, tendo sido classificado como **F** (freqüente) nesse habitat.

As espécies *Aphodius infuscatipennis*, *Dichotomius nisus* e *Ontherus appendiculatus* foram **F** nos distintos habitats, enquanto a espécie *Digitonthophagus gazella* não foi freqüente apenas na condição SSP-SR, onde foi classificada como **PF** (pouco freqüente), e *Ataenius* sp.2 foi classificado como sendo **F** somente na situação de PANA, tendo sido **PF** nos demais habitats.

Tabela 10 – Distribuição percentual das espécies de besouros coprófagos nos três habitats segundo seus respectivos índices faunísticos durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.

Índices Faunísticos		PANA		SSP-ER		SSP-SR	
		Total	%	Total	%	Total	%
Freqüência (IF)	MF ¹	04	23,53	04	23,53	03	18,75
	F ²	05	29,41	05	29,41	07	43,75
	PF ³	08	47,06	08	47,06	06	37,50
Abundância (IA)	MA ⁴	04	23,53	04	23,53	03	18,75
	A ⁵	00	0,00	00	0,00	00	0,00
	C ⁶	05	29,41	05	29,41	07	43,75
	D ⁷	03	17,65	01	5,88	03	18,75
	R ⁸	05	29,41	07	41,18	03	18,75
Constância (IC)	Cons ⁹	09	52,94	09	52,94	08	50,00
	Aces ¹⁰	03	17,65	04	23,53	05	31,25
	Acid ¹¹	05	29,41	04	23,53	03	18,75
Total de espécies		17		17		16	
Total de espécimes		8.861		5.198		4.477	

¹muito freqüente; ²freqüente; ³pouco freqüente; ⁴muito abundante; ⁵abundante; ⁶comum; ⁷dispersa; ⁸rara; ⁹constante; ¹⁰acessória; ¹¹acidental.

Dichotomius carbonarius e *Onthophagus hirculus* foram **F** na condição de habitat SSP-SR, tendo ambos sido classificados como **PF** nas duas outras situações, enquanto *Pedaridium* sp. foi **PF** somente na PANA, tendo sido **F** nos dois habitats restantes.

Espécies classificadas como tendo sido **PF** para os três habitats foram *Ataenius* sp.1, *Canthidium megathopoides* e *Ontherus sulcator*, assim como

Agamopus viridis, *Ataenius picinus* e *Dichotomius crinicollis* também o foram nos habitats em que estiveram presentes.

Para o índice de abundância as espécies *Aphodius lividus*, *Dichotomius bos* e *Trichillum externepunctatum* foram **MA** (muito abundante) nas diferentes condições de habitat, porém *Ataenius sculptor* foi uma espécie de ocorrência **C** (comum) na condição SSP-SR, mesmo tendo sido **MA** em dois dos três habitats.

As espécies *Aphodius infuscatipennis*, *Dichotomius nisus* e *Ontherus appendiculatus* foram **C** ao longo das três situações, *Ataenius* sp.2 foi classificada como **D** (dispersa) nos dois habitats do SSP e *Digitonthophagus gazella* como **D** no SSP-SR, tendo ambas as espécies sido **C** respectivamente nas outras condições.

Dentre as espécies *Ataenius* sp.1, *Ontherus sulcator* e *Pedaridium* sp. que estiveram **D** na PANA, a primeira passou a ser **R** (rara) nas duas condições de habitat do SSP, a segunda permaneceu **D** no SSP-SR, mas foi **R** no SSP-ER e a última tornou-se **C** no SSP em ambos os habitats.

Dichotomius carbonarius e *Onthophagus hirculus*, cujas espécies foram classificadas como **R** em dois habitats distintos, passaram a ser de ocorrência **C** no habitat SSP-SR. A espécie *Canthidium megathopoides* foi **R** nas três diferentes situações, assim como também o foram as três espécies restantes em seus respectivos locais de ocorrência, uma vez que não estiveram presentes em todos os habitats.

Segundo VAN RENSBURG *et alli* (1999) a raridade não é incomum em estudos de escala relativamente pequena, podendo as espécies identificadas como raras ser aquelas que estão à margem de seus limites, ou em habitats inadequados a elas ou simplesmente de passagem.

Em relação ao índice de constância verificou-se que as espécies *Aphodius infuscatipennis*, *Aphodius lividus*, *Ataenius* sp.2, *Ataenius sculptor*, *Dichotomius nisus*, *Ontherus appendiculatus* e *Trichillum externepunctatum* foram de ocorrência **Cons** (constante) nos três habitats estudados.

Por outro lado *Canthidium megathopoides* foi uma espécie classificada como **Acid** (acidental) nas três posições, bem como *Agamopus viridis*,

Ataenius picinus e *Dichotomius crinicollis* em seus respectivos habitats de ocorrência.

Outras duas espécies de ocorrência **Cons** na PANA e SSP-ER foram *Dichotomius bos* e *Digitonthophagus gazella*, mas que passaram a ser classificadas como **Aces** (accessória) na condição SSP-SR.

Em contrapartida a espécie *Ontherus sulcator* classificada como **Aces** nos habitats de PANA e SSP-ER passou a ser de ocorrência **Cons** na condição SSP-SR.

Pedaridium sp. foi uma espécie **Aces** nas três condições de habitat, enquanto *Ataenius* sp.1 e *Onthophagus hirculus* foram classificadas como espécies de ocorrência **Acid** nas situações SSP-SR e PANA respectivamente, passando ambas a serem classificadas como **Aces** em relação aos seus demais habitats.

Por fim a espécie *Dichotomius carbonarius* foi **Aces** somente na posição SSP-SR, sendo classificada como de ocorrência **Acid** nas condições de habitat da PANA e SSP-ER.

4.5.2. Índice de diversidade (ID)

Na Tabela 11 encontram-se os valores dos índices de diversidade (ID), bem como o número de espécies (s) e o total de indivíduos (N) de besouros coprófagos coletados nos diferentes habitats.

Tabela 11 – Número de espécies (s), número de indivíduos (N) e índice de diversidade (ID) referentes aos diferentes habitats de coleta dos besouros coprófagos durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.

Habitat	s	N	ID
PANA	17	8861	4,05
SSP-ER	17	5198	4,31
SSP-SR	16	4474	4,11

Em relação à diversidade houve grande semelhança entre os habitats, apesar da pequena superioridade apresentada pela condição de habitat SSP-ER, conforme mostra a Tabela 11. Tais valores assemelharam-se àqueles encontrados por RODRIGUES & FLECHTMANN (1993) que estudando a fauna

coprófaga em área de mata, transição e pasto na região de Selvíria/MS, verificaram índices de diversidade equivalentes a 4,96, 4,85 e 3,39 respectivamente.

Outros estudos de RODRIGUES (1996) mostraram resultados semelhantes, tendo esse autor encontrado os índices de diversidade de 2,84 para uma área de pastagem e de 3,92 para uma área de *Eucalyptus* sp. com sub-bosque em Piracicaba/SP.

Comparando-se as condições de habitat da PANA e do SSP entre si, observou-se que mesmo havendo um maior número de diferentes espécies e uma maior quantidade de indivíduos na primeira situação, o índice de diversidade da PANA foi um pouco mais baixo do que os índices encontrados para os habitats do SSP, devido à maior equidade na distribuição dos indivíduos por espécie nesses últimos, o que concorda com HERNÁNDEZ & VAZ-DE-MELLO (1999).

STEENKAMP & CHOWN (1996) encontraram uma maior riqueza de espécies, além de uma maior diversidade numa savana aberta em relação a um denso estande de árvores exóticas localizados no sul da África.

Contrariamente estudos de ESTRADA *et alli* (1998) em áreas florestais e agrícolas no México mostraram que os fragmentos de floresta foram os habitats mais ricos em espécies de besouros coprófagos, seguidos em ordem decrescente pelas plantações mistas (café e cacau), plantações de cacau, bordas florestais, cercas-vivas, plantações de café, de cítricos e de pimenta, e por fim pelas pastagens, as quais constituíram os habitats menos ricos em espécies.

Conforme LOPES *et alli* (1999a) houve um aumento do número de diferentes espécies da área do tipo herbáceo (09 espécies) para a área do tipo arbustivo (15 espécies) proveniente da própria adição de arbustos à fisionomia da vegetação, o que não foi verificado em Tapejara/PR, onde houve uma diminuição do número de diferentes espécies da PANA (17 espécies) para a condição SSP-SR (16 espécies).

Por fim VERDÚ *et alli* (2000), analisando a importância de diferentes habitats para a diversidade e a abundância das espécies de besouros coprófagos no sudoeste da Península Ibérica (desde áreas arborizadas e

arbustivas densas até áreas arbustivas abertas com pastagens), constataram que as riquezas de espécies e de indivíduos foram mais altas nas áreas arbustivas abertas com pastagens, enquanto as áreas arborizadas foram as mais pobres em espécies e indivíduos.

4.5.3. Índices de similaridade (IS)

Na Tabela 12 encontram-se os quocientes de similaridade e as respectivas porcentagens de similaridade entre os três diferentes habitats.

Tabela 12 – Número de espécies coletadas por habitat, número de espécies comuns aos habitats, quociente de similaridade (QS) e porcentagem de similaridade (%S) dos besouros coprófagos nos três habitats estudados durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.

	PANA	SSP-ER	SSP-SR	Comuns	QS	%S
Total de espécies	17	17	-	16	0,94	85,06
	17	-	16	15	0,91	74,51
	-	17	16	16	0,97	86,38

De uma maneira geral os quocientes de similaridade apresentaram valores próximos entre si, variando de 0,91 entre os três habitats a 0,97 entre as duas condições do SSP, podendo a similaridade ser considerada alta entre as espécies coletadas como um todo.

Em relação aos percentuais de similaridade das três condições de habitat houve uma maior similaridade entre as espécies capturadas nas duas posições do SSP (86,38%S) e entre aquelas coletadas na PANA e no SSP-ER (85,06%S) do que a similaridade existente entre as amostradas na PANA e no SSP-SR (74,51%S).

Esses resultados são concordantes com LOPES *et alli* (1999a), os quais verificaram que a composição das espécies foi muito similar entre quatro áreas fisionomicamente distintas (áreas do tipo herbáceo, herbáceo/arbustivo, arbustivo e arbóreo), atingindo valores superiores a 75% de similaridade, o que confirma a alta similaridade observada entre as condições de habitat em Tapejara/PR principalmente entre os dois habitats do SSP, bem como entre as posições SSP-ER e PANA, conforme mostrado anteriormente.

5.DISSCUSSÃO

Influência do microclima na dinâmica populacional dos besouros coprófagos

Conforme mencionado anteriormente, o microclima é determinante para a fenologia dos besouros coprófagos e nesse item pretendeu-se discutir a influência dos microclimas condicionados por cada condição de habitat na vida dos escarabeídeos.

Um total de 2.795 exemplares de besouros coprófagos de hábito paracoprídeo foram amostrados na PANA, 1.817 exemplares no SSP-ER e 1.724 exemplares no SSP-SR, porém essas quantidades não apresentaram diferenças significativas entre si a 5% de probabilidade pelo teste de comparação das médias de GOMES (1990) (Figura 30).

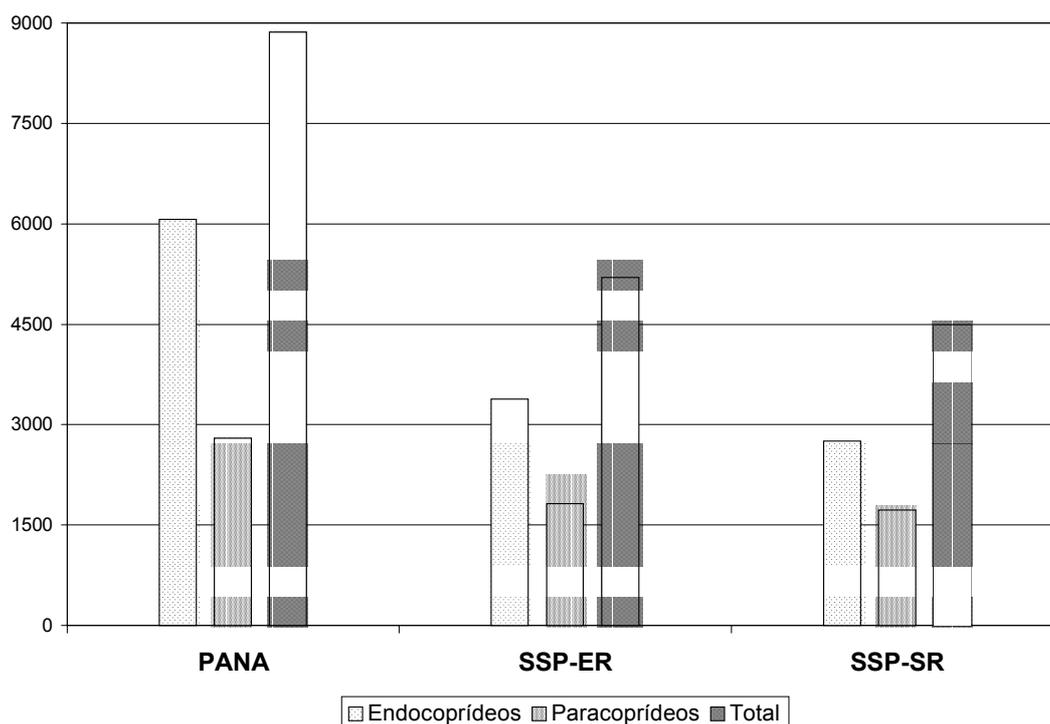


Figura 30 – Número total de espécimes de besouros coprófagos coletados por hábito alimentar nas três condições de habitat durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.

Em relação às espécies de hábito endocoprídeo coletou-se um total de 6.066 espécimes na PANA, 3.381 espécimes no SSP-ER e 2.753 espécimes

no SSP-SR, cujos valores foram significativamente diferentes entre as condições de habitat da PANA e SSP-SR a 5% de probabilidade pelo teste de comparação das médias (GOMES, 1990), mostrando uma certa preferência dessas espécies pela pastagem aberta (Figura 30).

Esses resultados são concordantes com GALANTE *et alli* (1991), os quais compararam padrões de distribuição espacial de besouros coprófagos entre pastagens arborizadas e pastagens abertas em uma zona mediterrânea da Península Ibérica e observaram que a maioria das espécies de pequeno tamanho e biomassa se concentrava na pastagem aberta.

Das espécies de besouros coprófagos coletados somente *Dichotomius crinicollis* de hábito paracoprídeo, *Agamopus viridis* e *Ataenius picinus* de hábito endocoprídeo não ocorreram nos três habitats, as quais juntamente com *Canthidium megathopoides* (paracoprídeo) e *Ataenius* sp.1 (endocoprídeo) foram coletadas em pequena quantidade, representando somente 0,7% do total de espécimes capturados nos diferentes habitats.

Apesar da quantidade de algumas espécies dos besouros coprófagos coletados, tais como *Dichotomius bos*, *D. nisus* e *D. carbonarius*, *Ontherus appendiculatus* e *Onthophagus sulcator* (paracoprídeas), *Trichillum externepunctatum*, *Pedaridium* sp., *Aphodius infuscatipennis* e *Ataenius* sp.1 (endocoprídeas) ter sido superior em determinados habitats, não houve necessariamente diferenças significativas em suas quantidades durante o período total de coleta (02/03/2001 a 17/01/2002) (Tabelas 13 e 14).

Dentre as espécies que diferiram significativamente em relação ao número de espécimes coletados nos diferentes habitats destacou-se a espécie *Digitonthophagus gazella* (paracoprídea), a qual preferiu os habitats de PANA e SSP-ER em relação à condição SSP-ER (Tabela 13).

Ataenius sculptor (endocoprídea), uma espécie amostrada em maior número na PANA, apresentou diferença significativa somente em relação à quantidade de indivíduos capturados entre os habitats da PANA e do SSP-SR (Tabela 14), mas não entre as condições de PANA e SSP-ER, e nem entre as duas posições do SSP.

A espécie *Onthophagus hirculus* (paracoprídea) apresentou diferença significativa entre a quantidade de exemplares amostrados na condição de

habitat SSP-SR e a PANA (Tabela 13), enquanto entre as posições SSP-ER e a PANA, e entre as posições SSP-ER e SSP-SR não ocorreram diferenças significativas.

Tabela 13 – Valores médios dos postos atribuídos ao número de besouros coprófagos de hábito paracoprídeo coletados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.

Espécie	Habitat	Média
<i>Canthidium megathopoides</i>	PANA	71,60a ¹
	SSP-ER	65,60a
	SSP-SR	71,30a
<i>Dichotomius bos</i>	PANA	76,40a
	SSP-ER	69,50a
	SSP-SR	62,60a
<i>Dichotomius carbonarius</i>	PANA	62,70a
	SSP-ER	68,90a
	SSP-SR	77,00a
<i>Dichotomius crinicollis</i>	PANA	68,00a
	SSP-ER	71,00a
	SSP-SR	69,50a
<i>Dichotomius nisus</i>	PANA	71,40a
	SSP-ER	70,40a
	SSP-SR	66,60a
<i>Digitonthophagus gazella</i>	PANA	88,00a
	SSP-ER	72,50a
	SSP-SR	48,10 b
<i>Ontherus appendiculatus</i>	PANA	71,20a
	SSP-ER	68,90a
	SSP-SR	68,40a
<i>Ontherus sulcator</i>	PANA	62,90a
	SSP-ER	66,30a
	SSP-SR	79,30a
<i>Onthophagus hirculus</i>	PANA	54,20a
	SSP-ER	71,80ab
	SSP-SR	82,40 b

¹médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de comparação das médias (GOMES, 1990) correspondente ao teste de Bonferroni.

Dentre as espécies capturadas em maior quantidade na PANA *Ataenius* sp.2 e *Aphodius lividus* (ambas endocoprídeas) foram as que apresentaram diferenças significativas entre esse habitat e os demais habitats do SSP (vide Tabela 14).

Tabela 14 – Valores médios dos postos atribuídos ao número de besouros coprófagos de hábito endocoprídeo coletados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante o período de 02/03/2001 a 17/01/2002 em Tapejara/PR.

Espécie	Habitat	Média
<i>Agamopus viridis</i>	PANA	75,00a ¹
	SSP-ER	67,50a
	SSP-SR	66,00a
<i>Aphodius infuscatipennis</i>	PANA	65,80a
	SSP-ER	67,50a
	SSP-SR	75,20a
<i>Aphodius lividus</i>	PANA	95,10a
	SSP-ER	57,60 b
	SSP-SR	55,70 b
<i>Ataenius sp.1</i>	PANA	77,00a
	SSP-ER	72,80a
	SSP-SR	58,60a
<i>Ataenius sp.2</i>	PANA	85,20a
	SSP-ER	62,50 b
	SSP-SR	60,80 b
<i>Ataenius picinus</i>	PANA	70,50a
	SSP-ER	69,00a
	SSP-SR	69,00a
<i>Ataenius sculptor</i>	PANA	79,20a
	SSP-ER	73,40ab
	SSP-SR	55,90 b
<i>Pedaridium sp.</i>	PANA	64,10a
	SSP-ER	75,70a
	SSP-SR	68,70a
<i>Trichillum externepunctatum</i>	PANA	76,10a
	SSP-ER	65,70a
	SSP-SR	66,70a

¹médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de comparação das médias (GOMES, 1990) correspondente ao teste de Bonferroni.

Por outro lado, dentre as espécies de besouros coprófagos amostradas em pequena quantidade, ou seja, aquelas representadas por menos de 10 (dez) espécimes capturados nas diferentes condições de habitat, *Canthidium megathopoides* (paracoprídeo) não apresentou diferenças significativas entre o número de exemplares coletados nos três habitats (Tabela 13).

Por fim *Dichotomius crinicollis* (paracoprídea), *Agamopus viridis* e *Ataenius picinus* (ambas endocoprídeas), as quais não foram observadas em todos os habitats, também não apresentaram diferenças significativas entre os

referidos habitats quanto à quantidade de espécimes capturados, conforme mostram as Tabelas 13 e 14 respectivamente.

Observou-se portanto que apesar dos besouros coprófagos coletados em Tapejara/PR terem se apresentado de forma geral como generalistas, ou seja, de terem ocorrido nos três habitats em quantidades similares, algumas espécies como *Aphodius lividus* e *Ataenius* sp.2 mostraram uma preferência pela condição de habitat da PANA, acontecendo o mesmo para as espécies *Ataenius sculptor* e *Digitonthophagus gazella* com relação aos habitats da PANA e SSP-ER, e também para a espécie *Onthophagus hirculus* com relação aos dois habitats do SSP.

Em relação às estações do ano amostrou-se um total de 7.092 espécimes em 14 (quatorze) coletas semanais durante a estação de outono, 651 espécimes no inverno e 6.368 espécimes na primavera com 13 (treze) coletas semanais cada uma, e 4.425 espécimes em 06 (seis) coletas semanais durante a estação de verão.

O número de indivíduos capturados nas três diferentes condições de habitat para cada uma das quatro estações do ano mostrou que houve diferença significativa somente entre as posições da PANA e SSP-SR durante a estação de outono (Tabela 15).

Tabela 15 – Valores médios dos postos atribuídos ao número total de besouros coprófagos coletados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante cada estação do ano em Tapejara/PR.

Habitat	Estação do ano			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
PANA	28,10a¹	25,40a	21,20a	11,70a
SSP-ER	19,70ab	19,60a	19,00a	8,70a
SSP-SR	16,70 b	15,00a	19,80a	8,20a

¹médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de comparação das médias (GOMES, 1990) correspondente ao teste de Bonferroni.

Dividindo-se as espécies por hábito alimentar (paracoprídeo e endocoprídeo), verificou-se que houve diferença significativa apenas entre o número de espécimes de besouros de hábito endocoprídeo capturados nas condições de habitat da PANA e SSP-SR durante as estações de outono e

inverno, não havendo diferenças significativas entre as situações de PANA e SSP-ER, bem como entre os dois habitats do SSP nessas mesmas épocas do ano (Tabela 16).

Tabela 16 – Valores médios dos postos atribuídos ao número de espécimes de besouros coprófagos endocoprídeos coletados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante cada estação do ano em Tapejara/PR.

Habitat	Estação do ano			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
PANA	29,20a¹	26,50a	20,60a	12,50a
SSP-ER	18,80ab	18,50ab	19,40a	8,50a
SSP-SR	16,60 b	15,00 b	20,00a	7,50a

¹médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de comparação das médias (GOMES, 1990) correspondente ao teste de Bonferroni.

Para as espécies de hábito paracoprídeo não houve diferenças significativas entre o número de espécimes coletados nas três diferentes situações durante as quatro estações do ano (vide Tabela 17).

Tabela 17 – Valores médios dos postos atribuídos ao número de espécimes de besouros coprófagos paracoprídeos coletados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante cada estação do ano em Tapejara/PR.

Habitat	Estação do ano			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
PANA	26,50a ¹	17,20a	19,30a	12,10a
SSP-ER	20,80a	23,60a	18,30a	8,30a
SSP-SR	17,30a	19,20a	22,40a	8,20a

¹médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de comparação das médias (GOMES, 1990) correspondente ao teste de Bonferroni.

Algumas espécies apresentaram diferenças significativas em relação ao número de besouros coprófagos coletados nos diferentes habitats, quando as estações do ano foram consideradas separadamente, conforme descreve a Tabela 18.

Todas as espécies que não apresentaram diferenças significativas no número de espécimes coletados entre as distintas condições de habitat durante todo o período amostral (de 02/03/2001 a 17/01/2002), não mostraram diferenças significativas na quantidade de besouros coprófagos capturados entre os diversos habitats, quando se analisou independentemente os valores obtidos para cada estação do ano (Anexos 2 e 3).

Tabela 18 – Valores médios dos postos atribuídos à quantidade de indivíduos amostrados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) durante cada estação do ano em Tapejara/PR.

Espécie	Habitat	Estação do ano			
		Outono	Inverno	Primavera	Verão
<i>Digitonthophagus gazella</i> (Paracoprídea)	PANA	27,80a ¹	21,20a	28,00a	14,40a
	SSP-ER	22,90ab	21,00a	19,80a	9,80ab
	SSP-SR	13,80 b	17,90a	12,20 b	4,30 b
<i>Onthophagus hirculus</i> (Paracoprídea)	PANA	18,20a	17,70a	13,10a	6,50a
	SSP-ER	23,10a	22,20a	18,80ab	8,90a
	SSP-SR	23,20a	20,10a	28,10 b	13,10a
<i>Aphodius lividus</i> (Endocoprídea)	PANA	32,70a	27,30a	25,20a	10,90a
	SSP-ER	15,90 b	16,30 b	18,00a	9,60a
	SSP-SR	16,00 b	16,50 b	16,80a	8,00a
<i>Ataenius sp.2</i> (Endocoprídea)	PANA	28,30a	20,20a	26,90a	12,70a
	SSP-ER	18,60a	19,80a	17,10ab	8,80a
	SSP-SR	17,60a	20,00a	16,00 b	7,10a

¹médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de comparação das médias (GOMES, 1990) correspondente ao teste de Bonferroni.

Porém dentre as espécies que apresentaram diferenças significativas no total de espécimes coletados entre os habitats durante todo o período amostral: *Digitonthophagus gazella* e *Onthophagus hirculus* (paracoprídeas), *Aphodius lividus*, *Ataenius sp.2* e *Ataenius sculptor* (endocoprídeas), somente *A. sculptor* deixou de apresentar diferenças significativas entre os valores amostrados nas diferentes condições de habitat, quando as estações do ano foram consideradas individualmente (Anexo 2).

Segundo HILL (1996) a ecologia das espécies de besouros coprófagos nativos é pobremente compreendida particularmente em zonas de clima tropical, sendo esperado portanto que haja um efeito pronunciado sobre as comunidades de besouros coprófagos pela cobertura vegetal, a qual se

constitui em importante fator de distribuição local, bem como microespacial dos escarabeídeos coprófagos conforme dados de diversos pesquisadores (DOUBE, 1983; GALANTE *et alli*, 1991; VAN RENSBURG *et alli*, 1999; VERDÚ *et alli*, 2000; ESCOBAR & CHACÓN de ULLOA, 2000).

Na tentativa de compreender o que ocorreu com os besouros coprófagos nos diferentes habitats, verificou-se que originalmente a região noroeste do Estado do Paraná era coberta por florestas do tipo tropical subperenifólia na maior parte de sua área antes do desenvolvimento da agricultura, cujas florestas por sua vez eram habitadas em grande parte por espécies de besouros coprófagos predominantemente silvícolas.

Mesmo assim poucas poderiam ser as espécies exclusivas de habitats florestais, considerando terem sido as florestas verdadeiras “colchas de retalhos” ao longo de grandes extensões geográficas, isto é, um mosaico de diferentes coberturas vegetais e estágios de desenvolvimento interrompidos por inúmeras clareiras naturais.

A partir do desenvolvimento da agricultura na região noroeste do PR com suas culturas e pastagens houve provavelmente uma modificação na distribuição espacial dos escarabeídeos coprófagos, cujas espécies estritamente silvícolas e intolerantes às novas condições de habitat que passaram a imperar nas áreas desmatadas, responderam negativamente às mudanças microclimáticas resultantes da transformação e fragmentação dos habitats originais.

Essa idéia é corroborada por ESTRADA *et alli* (1998), cujas coletas realizadas na borda de uma floresta no México indicaram a ausência de 57% das espécies detectadas no interior dos fragmentos florestais, sugerindo que a transição abrupta da floresta para a pastagem vinculada a uma alta exposição à radiação solar resultou condições microclimáticas inadequadas para a subsistência das espécies silvícolas de besouros coprófagos.

Segundo DOUBE (1983), das espécies que apresentaram predileção por uma determinada condição de habitat (aberta ou sombreada), algumas foram caracterizadas pela preferência por habitats com intensidades particulares de luz, uma vez que em dias nublados alguns besouros coprófagos estenderam suas abrangências, devido à intensidade de luz por eles

experimentada ter sido mais difusa na fronteira entre os diferentes habitats do que em dias ensolarados.

Convém ressaltar que o mecanismo desempenhado pela luminosidade em relação à distribuição espacial dos coleópteros coprófagos é observado basicamente em espécies de comportamento diurno e caracteristicamente silvícolas, não sendo portanto totalmente apropriado para explicar diretamente a distribuição dos besouros coprófagos capturados nas diferentes condições de habitat em Tapejara/PR, uma vez que esses insetos são fundamentalmente de hábito noturno e caracteristicamente pratícolas (pratenses).

Isso significa portanto que a luminosidade foi um parâmetro importante apenas para descrever os microclimas dos diferentes habitats. Contudo, os maiores níveis de radiação solar tanto da PANA como da posição SSP-ER podem ter promovido uma maior volatilização dos odores fecais, os quais juntamente com os ventos favoreceram uma maior atratividade das placas fecais, principalmente daquelas bostejadas próximas ao final de tarde nesses habitats em relação à posição SSP-SR.

Com relação aos deslocamentos de ar no sentido horizontal verificou-se que os ventos foram mais constantes e intensos na PANA do que no SSP, bem como a velocidade do vento aumentou com a altura (vide item 4.2.6.).

Desde HALFFTER & MATTHEWS (1966) reconhece-se o efeito considerável que os ventos fortes têm sobre a redução da atividade dos besouros coprófagos, visto que nos insetos em geral, principalmente naqueles de tamanho grande e maior área de exposição do tórax, o vento faz cair a temperatura de seus corpos e em conseqüência impede a movimentação de seus músculos alares (GALLO *et alli*, 1988).

ESTRADA *et alli* (1998) verificaram que grande parte das espécies capturadas em fragmentos florestais, mas que não foram amostradas nas pastagens, decorreu em parte da alta exposição ao vento que prejudicou o estabelecimento daqueles besouros coprófagos na nova condição de habitat.

Porém pôde-se constatar que os ventos em relação às suas velocidades, durações e direções registradas para cada uma das quatro estações do ano, não atingiram valores suficientemente altos a ponto de

impedir os besouros coprófagos de ocuparem quaisquer uma das diferentes condições de habitat em Tapejara/PR.

As diferenças significativas observadas entre as quantidades de besouros coprófagos capturados nos três habitats (vide Tabelas 15, 16 e 18), com exceção da espécie *Onthophagus hirculus* na estação da primavera (Tabela 18), sempre mostraram um número significativamente maior de espécimes na condição de habitat da PANA frente às duas condições de habitat do SSP, demonstrando que os ventos registrados naquele habitat nem ao menos suprimiram em termos quantitativos a sua ocupação pelos escarabeídeos.

No caso da espécie *Onthophagus hirculus* que ocorreu em maior quantidade na condição de habitat SSP-SR durante a estação da primavera, época em que foram registrados os ventos de maior velocidade e duração (Figuras 17 e 18, Tabela 8), poder-se-ia atribuir essa distribuição ao fenômeno dos ventos que, devido às suas maiores velocidades e durações nas condições de habitat da PANA e SSP-ER, restringiu a ocupação desses habitats por essa espécie.

Contudo, conforme GALLO *et alli* (1988) o vento inibe mais facilmente o vôo de insetos de grande porte do que o vôo de insetos de corpo pequeno, os quais se protegem mais facilmente da corrente aérea. Tal fato constitui-se num aspecto que não permitiu inferir aos ventos a distribuição apresentada pela espécie *Onthophagus hirculus* nos diferentes habitats durante a primavera, uma vez que essa espécie, mesmo sendo paracoprídea (constituída geralmente por besouros de grande tamanho), apresenta um porte similar às espécies de hábito endocoprídeo, ou seja, de pequeno porte.

Além do vento a temperatura do ar também é um fator ecológico importante para a vida desses insetos, sendo determinante na distribuição das espécies de besouros coprófagos nos diversos habitats (RIDSDILL-SMITH, 1986; RODRIGUES, 1996; STEENKAMP & CHOWN, 1996; ESTRADA *et alli*, 1998).

GALANTE *et alli* (1991), estudando os besouros coprófagos da área mediterrânea oeste da Península Ibérica, verificaram que o aumento da temperatura do ar numa pastagem aberta promoveu o deslocamento de

algumas espécies para uma pastagem arborizada, visto que essa área propiciou menores amplitudes de temperatura do ar próximas às árvores durante a estação de verão (clima quente e seco).

Da mesma forma RODRIGUES (1996) observou em Piracicaba/SP médias mais elevadas de temperatura do ar, bem como maiores oscilações térmicas numa área de pastagem em relação a uma área de eucaliptos com sub-bosque, mas contrariamente verificou grandes quantidades de determinadas espécies no habitat pastoril, cujos besouros coprófagos parecem ter suportado melhor as condições microclimáticas presentes naquela área.

GUPPY (1982) que estudou besouros fitófagos do gênero *Phyllophaga* no oeste de Quebec/Canadá, constatou uma inibição da emergência (saída) do solo e do voo desses coleópteros, quando as temperaturas do ar estiveram abaixo de 10°C, sugerindo haver portanto um limiar mínimo de temperatura do ar necessário às suas atividades.

Em nenhuma das quatro campanhas de coleta dos dados microclimáticos realizadas nos três habitats de Tapejara/PR foram registradas temperaturas mínimas do ar semelhantes ou inferiores a 10°C (vide Figuras 13, 14 e 15), as quais pudessem ter impedido de alguma forma qualquer tipo de atividade dos besouros.

Entretanto durante a campanha de inverno, as temperaturas mínimas do ar atingiram os valores mais baixos, ou seja, entre 11,7°C e 12,4°C a 0,5m de altura nas condições de habitat da PANA e SSP-SR respectivamente.

Todavia verificou-se que as quantidades amostradas de espécimes de hábito endocoprídeo (Tabela 16), bem como as espécies de indivíduos da espécie *Aphodius lividus* (Tabela 18) foram significativamente maiores na condição de habitat da PANA em relação aos habitats do SSP durante a estação de inverno, mostrando que a temperatura do ar, mesmo tendo sido mais elevada nesses últimos, não foi um fator determinante sobre a distribuição espacial dos besouros coprófagos entre os diferentes habitats em Tapejara/PR. Resultados semelhantes foram encontrados na estação de outono.

Esses resultados concordam com os obtidos por outros autores, os quais constataram que o gênero *Aphodius* constitui um grupo de espécies

típicas de pastagens abertas (FLOATE & GILL, 1998; ESCOBAR & CHACÓN de ULLOA, 2000).

De acordo com MONTES de OCA & HALFFTER (1995; 1998) a espécie *Digitonthophagus gazella* coloniza áreas de campo, áreas sub-arbustivas e formações florestais abertas, estando melhor adaptada aos habitats abertos, devido principalmente à sua grande tolerância às variações de habitat. Por outro lado um certo grau de cobertura vegetal pode representar uma barreira para a espécie, a qual nunca foi coletada em florestas fechadas.

Concordando com esses autores, constatou-se que a espécie *D. gazella* ocupou preferencialmente a condição de habitat da PANA, uma vez que suas quantidades foram significativamente maiores nesse habitat em relação aos dois habitats do SSP, o que coincidiu também com as temperaturas máximas do ar, as quais foram as mais elevadas tanto a 0,5m como a 2,0m de altura na posição de PANA durante as estações de outono, primavera e verão. No inverno essa espécie foi capturada em pequena quantidade, não apresentado portanto diferenças significativas entre o número de indivíduos capturados nos diferentes habitats.

Onthophagus hirculus foi capturado em quantidade significativamente maior na condição SSP-SR frente à quantidade de indivíduos coletados na PANA, mostrando que essa espécie teve maior preferência pelos habitats do SSP, cujas temperaturas do ar foram até 2,5°C mais baixas nessas posições frente àquelas registradas a 2,0m acima da superfície do solo na condição de habitat da PANA durante a estação da primavera.

Esses resultados são discordantes de BAZ (1988) e ESCOBAR & CHACÓN de ULLOA (2000), os quais encontraram certas espécies do gênero *Onthophagus* associadas exclusivamente às áreas de pastagem, isto é, formando um grupo de espécies típicas de pastagem, quando comparadas com áreas florestais.

Isto denota que a densidade e a disposição de árvores do SSP não pode ser comparada necessariamente a uma área florestal, porém as suas condições microclimáticas foram mais favoráveis ao estabelecimento da espécie *O. hirculus* em comparação à condição de habitat da PANA, principalmente no que se refere à temperatura do ar mais amena do SSP.

MONTES de OCA & HALFFTER (1998), estudando o domínio da região central de Vera Cruz/México pela espécie exótica *Digitonthophagus gazella* e a sua associação com a marginalização de uma espécie nativa do gênero *Onthophagus*, verificaram haver mais provavelmente uma segregação espacial, onde *D. gazella* ocupa locais a pleno sol, enquanto *O. batesi* sobrevive em locais parcialmente sombreados, não havendo necessariamente uma exclusão competitiva.

Os resultados encontrados em Tapejara/PR são concordantes com os resultados obtidos em locais sombreados no México, onde a espécie *Onthophagus hirculus* apareceu em maior quantidade na condição de habitat SSP-SR, principalmente durante a estação da primavera.

Por fim a espécie *Ataenius* sp.2 apresentou um número de indivíduos significativamente maior na condição de habitat da PANA frente à posição SSP-SR durante a estação da primavera, o que é confirmado pelos resultados obtidos por RODRIGUES (1996) em Piracicaba/SP, onde uma espécie do gênero *Ataenius* suportou bem as condições de uma área de pastagem, ocorrendo em grande quantidade naquele habitat.

Com relação à umidade relativa do ar não se verificou uma forte influência sobre a distribuição dos besouros coprófagos nos diferentes habitats em Tapejara/PR, pois na estação de inverno quando os níveis de umidade relativa do ar apresentaram as maiores diferenças entre as três condições de habitat, ou seja, quando o ar chegou a estar 6,0% mais úmido nos dois habitats do SSP em relação à PANA, os besouros coprófagos de hábito endocoprídeo, bem como a espécie *Aphodius lividus* foram significativamente mais numerosas nesse último habitat comparativamente às demais condições.

Nas demais épocas do ano a umidade relativa do ar não ultrapassou 3,7% de diferença entre as três condições de habitat, o que dirimiu ainda mais uma provável influência desse fator sobre a distribuição dos besouros coprófagos nos diversos habitats.

Esses resultados foram concordantes com GUPPY (1982). Há que se ressaltar que os valores máximos de umidade relativa do ar foram sempre elevados (superiores a 80%) em todos os habitats, o que pode ter gerado a

diferença entre os resultados aqui obtidos e aqueles encontrados por GALANTE *et alli* (1991) e LOBO (1996).

Vários autores comentam também que o tipo de solo é um dos fatores do habitat que desempenha importante papel na determinação da distribuição dos besouros coprófagos (DOUBE, 1983; VAN RENSBURG *et alli*, 1999; VERDÚ *et alli*, 2000).

DOUBE (1983) verificou uma maior diversidade e um número maior de besouros coprófagos sobre solos arenosos e em contrapartida, um número menor de espécies e uma menor biomassa sobre solos argilosos.

Por outro lado espécies de hábito endocoprídeo não são afetadas diretamente pelo tipo de solo, porque elas se alimentam e se desenvolvem no interior da placa fecal, enquanto espécies de hábito paracoprídeo têm suas distribuições favorecidas em áreas caracterizadas por solos arenosos, pois elas cavam diversos centímetros abaixo da superfície do solo para depositar pêras de nidificação (FLOATE & GILL, 1998).

Digitonthophagus gazella mostrou-se mais favorável para ocupar as condições de habitat, onde a temperatura do solo e a umidade do solo foram geralmente as mais elevadas principalmente durante as estações de outono, primavera e verão, quando essa espécie foi coletada em quantidades significativamente superiores na PANA e na posição SSP-ER.

Conforme MONTES de OCA & HALFFTER (1995) *D. gazella* emerge do solo, quando a temperatura do solo e a umidade do solo aumentam na primavera em Vera Cruz/México, mostrando o quão importante se fazem as condições microclimáticas do solo para a espécie em questão, bem como para as demais espécies paracoprídeas.

Em contrapartida a espécie *Onthophagus hirculus* teve uma distribuição contrária àquela da espécie *Digitonthophagus gazella* durante a estação da primavera, quando foi coletada em um número significativamente maior na posição SSP-SR, onde por sua vez a temperatura do solo e a umidade do solo foram as mais baixas dentre os três habitats.

Muito embora as variáveis microclimáticas tenham interferido na flutuação e dinâmica populacional dos besouros coprófagos, não foi possível elaborar conclusões sobre o efeito preponderante de uma variável sobre outra,

cabendo lembrar que existiu um efeito combinado entre as variáveis microclimáticas, as quais atuaram de maneira conjunta sobre a distribuição do besouros nas diferentes condições de habitat e que em nenhum momento um fator microclimático atuou isoladamente sobre os escarabeídeos.

6. CONCLUSÕES

O componente arbóreo modificou as condições microclimáticas do SSP, alterando a incidência de radiação solar, a intensidade dos ventos, o conteúdo de água no solo, bem como a temperatura do solo em relação às variáveis microclimáticas da PANA.

As radiações solar global (RSG) e fotossinteticamente ativa (RFA) foram modificadas pelos renques de árvores através do sombreamento imposto pelas suas copas e por outro lado, pela reflexão de suas folhas, o que causou variações na temperatura do solo. Além disso, ocorreram inversões nos padrões dos perfis verticais de temperatura do ar, tendo ambos sido influenciados pela direção dos ventos e nebulosidade.

A velocidade e a duração dos ventos tanto a 0,5m como a 2,0m de altura foram menores no SSP do que na PANA, tendo os renques arbóreos modificado a direção dos ventos principalmente nas direções N/NO e S/SE.

Durante os períodos diurnos a temperatura do ar, bem como a amplitude térmica foram maiores na condição de habitat SSP-ER com relação à PANA e em contrapartida, a temperatura do ar e as amplitudes térmicas foram mais elevadas na condição de habitat SSP-SR, quando comparada à posição SSP-ER durante os períodos noturnos.

A umidade relativa do ar ocorreu de forma semelhante nos três habitats, enquanto a temperatura do solo foi mais baixa na posição SSP-SR do que nas condições de habitat da PANA e SSP-ER.

A umidade do solo, ou seja, o conteúdo de água no solo foi menor na condição de habitat SSP-SR do que nos habitats da PANA e SSP-ER, provavelmente devido à evapotranspiração e partição da água das chuvas especialmente no que se refere ao processo de interceptação.

A radiação solar global (RSG) e fotossinteticamente ativa (RFA), a velocidade dos ventos, bem como a temperatura do ar e a umidade relativa do ar não foram preponderantes, quanto à distribuição espacial dos besouros coprófagos nas diferentes condições de habitat estudadas.

Temperatura e umidade do solo mais altas nas condições de habitat da PANA e SSP-ER podem ter determinado a dinâmica populacional de algumas

espécies como, por exemplo, *Digitonthophagus gazella*, a qual necessita de umidade no solo, além de temperaturas do solo mais elevadas para emergir.

As estações do ano diferenciaram significativamente o número de besouros coprófagos nos diferentes habitats, ocorrendo as maiores quantidades durante a estação quente e chuvosa e as menores quantidades durante a estação mais fria.

Espécies de hábito endocoprídeo, as quais cumprem todo o seu ciclo de vida no interior das placas fecais, foram coletadas em grande quantidade (*Trichillum externepunctatum*) e também durante os meses mais frios do ano (*Aphodius lividus* e *Ataenius sculptor*).

Espécies nativas de besouros coprófagos paracoprídeos, principalmente aquelas dos gêneros *Dichotomius* e *Ontherus* em função de suas abundâncias relativas e biomassas, constituem-se em importantes agentes de remoção das placas fecais tanto na PANA como em ambos habitats do SSP.

A espécie introduzida *Digitonthophagus gazella* de hábito paracoprídeo também contribuiu com a desestruturação e incorporação das massas fecais ao solo, devido à sua abundância relativa e biomassa, bem como apresentou uma maior preferência pelas condições de habitat da PANA e SSP-ER, enquanto a espécie paracoprídea *Onthophagus hirculus* mostrou-se mais favorável em ocupar o habitat SSP-SR.

O índice de diversidade estimado para as condições de habitat do SSP mostrou que esse sistema pode contribuir na melhoria da biodiversidade em agroecossistemas e conseqüentemente, no decréscimo do uso de pesticidas para combater os insetos indesejáveis que têm parte dos seus ciclos de vida no esterco dos bovinos, acarretando assim uma economia de recursos financeiros, além de uma não contaminação ambiental.

Uma visão mais sistêmica de todos os processos envolvidos na produção pecuária, fomentando-se principalmente aqueles mais próximos da agroecologia como, por exemplo, os Sistemas Silvopastoris (SSP's) propriamente ditos, poderá melhorar as possibilidades de sobrevivência dos besouros coprófagos, visto que a manutenção de renques arbóreos nas pastagens e conseqüentemente de solos leves, descompactados e ricos em matéria orgânica serão fundamentais à maior diversidade desses insetos.

7. SUGESTÕES

Dentre as diversas possibilidades de pesquisa alguns estudos são sugeridos a fim de melhor compreender e explicar a atuação do componente arbóreo associado às pastagens (sistemas silvipastoris) sobre a comunidade dos besouros coprófagos.

Pesquisar as modificações microclimáticas em sistemas silvipastoris decorrentes dos diferentes arranjos espaciais e densidades de árvores existentes nas pastagens, objetivando verificar suas influências na dinâmica populacional dos besouros coprófagos.

Determinar a quantidade e a distribuição da oferta de alimento (massas fecais) no campo, visando correlacioná-las ao total de indivíduos coletados tanto em sistemas arborizados como em sistemas não arborizados de pastagens.

Estudar as perdas de atratividade das massas fecais (qualidade), bem como a duração da condição mais favorável ao uso dessas massas, quando submetidas às distintas condições microclimáticas existentes entre pastagens sombreadas e pastagens abertas.

Estudar a influência das perdas de atratividade e das diferentes condições de uso das massas fecais sobre a dinâmica populacional dos besouros coprófagos.

Verificar juntamente com a quantidade e a qualidade dos recursos tróficos disponíveis a relação existente entre a variação espacial das populações de besouros coprófagos e a quantidade de gado presente nas diferentes áreas.

Comparar diferentes concentrações animais (pastoreios extensivos ou intensivos) em pastagens arborizadas e convencionais, bem como os seus períodos de permanência nas áreas a fim de determinar suas influências na distribuição dos escarabeídeos coprófagos.

Monitorar as populações de besouros coprófagos periodicamente, objetivando reconhecer os fatores que controlam as suas associações, isto é, a existência ou de processos de exclusão competitiva ou de segregação espacial entre as diversas espécies, além de possíveis fluxos migratórios.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ART, H. W. **Dicionário de ecologia e ciência ambiental**. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 583p., 1998.

ASSIS JÚNIOR, S. L.; ZANUNCIO, J. C.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; COUTO, L.; MELIDO, R. C. N. Especificidade e Preferência Alimentar de Besouros Escarabeídeos (Coleoptera, Scarabaeidae) no Noroeste de Minas Gerais. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE SACARABAEIDOLOGIA, 4. Viçosa, 1999. **Memórias**. Londrina: Embrapa Soja, p.72-73, 1999.

BAGGIO, A. J. & CARPANEZZI, O. B. Resultados preliminares de um estudo sobre arborização de pastagem com mudas de espera. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, (18/19), 1988.

BAGGIO, A. J. & PORFÍRIO da SILVA, V. Métodos de implantação de sistemas silvipastoris na região do arenito Caiuá, Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2. Belém, 1998. No contexto da qualidade ambiental e competitividade: **Resumos expandidos**. Belém: Embrapa Trópico Úmido, p.189-191, 1998.

BAZ, A. Selección de macrohábitat por algunas especies y análisis de una comunidad de escarabeidos coprófagos (Coleoptera) del macizo de Ayllón (sistema central, Espana). **Annales de la Societé Entomologique de France**, v.24, n.2, p.203-210, 1988.

BIANCHIN, I.; HONER, M. R.; GOMES, A.; KOLLER, W. W. Efeito de alguns carrapaticidas / inseticidas sobre *Onthophagus gazella*. Campo Grande: Embrapa CNPGC, 7p., 1992. (**Embrapa CNPGC, Comunicado Técnico, 45**).

BIRD, P. R.; BICKNELL, D.; BULMAN, P. A.; BURKE, S. J. A.; LEYS, J. F.; PARKER, J. N.; VAN DER SOMMEN, F. J.; VOLLER, P. The role of shelter in Australia for protecting soils, plants and livestock. **Agroforestry Systems**, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, v.20, p.59-86, 1992.

BREYTENBACH, W & BREYTENBACH, G. J. Seasonal patterns in dung feeding Scarabaeidae in the southern Cape. **Journal of the Entomological Society of Southern Africa**., v.49, n.2, p.359-366, 1986.

BROWER, J. E. & ZAR, J. H. **Field & Laboratory Methods for General Ecology**. Second Edition, Wm. C. Brown Publishers, Dubuque/Iowa, 226p., 1984.

BUDOWSKI, G.; KASS, B. C. L.; RUSSO, R. O. Leguminous trees for shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.2, p.205-222, 1984.

CAMBEFORT, Y. Body size, abundance, and geographical distribution of Afrotropical dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). **Acta Oecologica**, v.15, n.2, p.165-179, 1994.

CARVALHO, M. M. O papel da árvore em sistemas de produção animal a pasto. **O Produtor de Leite**, Rio de Janeiro, v.24, n.147, p.56-59, 1994.

CASTRO, C. R. T. de; CARVALHO, M. M. Sistemas Silvopastoris: relatos de pesquisa e de seu uso no Brasil. Juiz de Fora: Embrapa CNGL, 24p., 1999. (**EMBRAPA CNGL, Circular Técnica, 53**).

DALY, J. J. Cattle need shade trees. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, v.110, n.1, p.21-24, 1984.

DANTAS, M. Aspectos ambientais dos sistemas agroflorestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1. Porto Velho, 1994. **Anais**. Colombo: EMBRAPA CNPF, v.1, p.433-453, 1994.

DOUBE, B. M. The habitat preference of some bovine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in Hluhluwe Game Reserve, South Africa. **Bulletin of Entomological Research**, n.73, p.357-371, 1983.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 412p., 1999.

ESCOBAR, F.; CHACÓN de ULLOA, P. Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de coleópteros coprófagos (Scarabaeinae, Aphodiinae) en un bosque tropical montano, Nariño – Colombia. **Rev. Biol. Trop.**, v.48, n.4, p.961-975, 2000.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R.; DADDA, A. A.; CAMMARANO, P. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, n.14, p.577-593, 1998.

FAO. **FAOSTAT Agriculture Data**, Agricultural Production, Live Animals. Roma: FAO, 2002. Disponível em: <http://apps.fao.org>. Acesso em: 09/02/2003.

FINCHER, G. T. Sustained-release bolus for horn fly (Diptera; Muscidae) control: effects of methoprene and diflubenzuron on some nontarget species. **Environmental Entomology**, v.20, n.1, p.77-82, 1991.

FLECHTMANN, C. A. H. & RODRIGUES, S. R. Insetos fimícolas associados a fezes bovinas em Jaraguá do Sul/SC. 1. Besouros coprófagos (Coleoptera, Scarabaeidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.39, n.2, p.303-309, 1995.

FLOATE, K. D.; GILL, B. D. Seasonal activity of dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) associated with cattle dung in southern Alberta and their geographic distribution in Canada. **The Canadian Entomologist**, n.130, p.131-151, 1998.

GALANTE, E.; GARCIA-ROMAN, M.; BARRERA, I.; GALINDO, P. Comparison of Spatial Distribution Patterns of Dung-Feeding Scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae, Geotrupidae) in Wooded and Open Pastureland in the Mediterranean "Deheuse" Area of the Iberian Peninsula. **Environmental Entomology**, v.20, n.1, p.90-97, 1991.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D. **Manual de Entomologia Agrícola**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 2ª edição, 649p., 1988.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, S. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920p. 2002.

GUPPY, J. C. Effects of temperature and light intensity on nocturnal activity patterns of the northern June beetle, *Phyllophaga fusca*, and the common June beetle, *P. anxia* (Coleoptera: Scarabaeidae). **The Canadian Entomologist**, n.114, p.1151-1157, 1982.

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

HALFFTER, G. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera; Scarabaeidae; Scarabaeinae). **Folia Entomologica Mexicana**, n.82, p.195-238, 1991.

HALFFTER, G.; MATTHEWS, E.G. The natural history of dung beetle of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). **Folia Entomologica Mexicana**, n.12/14, 312p., 1966.

HALFFTER, G.; FAVILLA, M. E.; HALFFTER, V. A. A comparative study of the structure of the scarab guild in mexican tropical rain forests and derived ecosystems. **Folia Entomológica Mexicana**, n.84, p.131-156, 1992.

HERNÁNDEZ, M. I. M.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. Levantamento de Espécies de Scarabaeidae S. Str. (Coleoptera) na Serra do Japi, SP. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE SACARABAEIDOLOGIA, 4. Viçosa, 1999. **Memórias**. Londrina: Embrapa Soja, p.143-144, 1999.

HILL, C. J. Habitat specificity and food preferences of an assemblage of tropical Australian dung beetles. **Journal of Tropical Ecology**, n.12, p.449-460, 1996.

HILL, C. J.; CERMARK, M. A New Design and some Preliminary Results for a Flight Intercept Trap to Sample Forest Canopy Arthropods. **Australian Journal of Entomology**, n.36, p.51-55, 1997.

HILLERTON, J. E.; BRAMLEY, A. J.; YARROW, N. H. O controle da mosca-do-chifre em novilhas de raça leiteira. **A Hora Veterinária**, v.10, n.55, p.7-12, 1990.

HONER, W. W.; GOMES, A. O manejo integrado da mosca-dos-chifres, berne e carrapato em gado de corte. Campo Grande: Embrapa CNPGC, 60p. 1990. (**Embrapa CNPGC, Circular Técnica, 22**).

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

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

KLEIN, B. C. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. **Ecology**, v.70, n.6, p.1715-1725, 1989.

KOLLER, W.; GOMES, A.; FLECHTMANN, C. A. H.; RODRIGUES, S. R.; BIANCHIN, I.; HONER, M. R. Ocorrência e sazonalidade de besouros copro/necrófagos (Coleoptera; Scarabaeidae), em massas fecais de bovinos, na região de Cerrados do Mato Grosso do Sul. Campo Grande: Embrapa CNPGC, 5p., 1997. (**Embrapa CNPGC, Pesquisa em Andamento, 48**).

KOLLER, W. W.; GOMES, A.; RODRIGUES, S. R.; ALVES, R. G. de O. Besouros Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) Coletados em Campo Grande, MS, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. V.28, n.3, p.403-412, 1999.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 531p., 2000.

LIMA, W. de P. **Impacto Ambiental do Eucalipto**. São Paulo: Edusp, 301p., 1996.

LOBO, J. M. Diversity, biogeographical considerations and spatial structure of a recently invaded dung beetle (Coleoptera: Scarabaeoidea) community in the Chihuahuan desert. **Global Ecology and Biogeography Letters**, n.5, p.342-352, 1996.

LOBO, J. M.; LUMARET, J. P.; JAY-ROBERT, P. Sampling dung beetles in the French Mediterranean area: effects of abiotic factors and farm practices. **Pedobiologia**, n.42, p.252-266, 1998.

LOPES, P. P.; LOUZADA, J. N. C.; VAZ-DE-MELLO, F.Z. Reconstrução da Comunidade de Scarabaeidae em Áreas de Regeneração de Vegetação. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE SACARABAEOIDOLOGIA, 4. Viçosa, 1999. **Memórias**. Londrina: Embrapa Soja, p.74-75, 1999a.

LOPES, V. A.; LOPES, F.S.; LOUZADA, J. N. C. Comparação Preliminar das Comunidades de Scarabaeidae em Quatro Tipos de Vegetação do Pantanal Sul-Matogrossense. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE SACARABAEIDOLOGIA, 4. Viçosa, 1999. **Memórias**. Londrina: Embrapa Soja, p.142-143, 1999b.

LOUZADA, J. N. C.; DE SOUZA, O. F. F. Ecologia de Paisagens Tropicais: Fragmentação de Ecossistemas e a Conservação de Espécies de Scarabaeidae. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE SACARABAEIDOLOGIA, 4. Viçosa, 1999. **Memórias**. Londrina: Embrapa Soja, p.21-26, 1999.

LUMARET, J. P.; KADIRI, N.; BERTRAND, M. Changes in resources: consequences for the dynamics of dung beetle communities. **Journal of Applied Ecology**, n.29, p.349-356, 1992.

LUMARET, J. P.; KIRK, A. Ecology of dung beetles in the french mediterranean region (Coleoptera; Scarabaeidae). **Acta Zoologica Mexicana**, n 24, p.1-55, 1987.

MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; TSUKAMOTO FILHO, A. A. Princípios de Agrossilvicultura como subsídio ao manejo sustentável. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.21, n.202, p.93-98, 2000.

MARCHINI, L. C.; RODRIGUES, S. R.; GALVÃO, J. A. Efeito da ação de *Aphodius (Labarrus) pseudolividus* Blt. na emergência de *Musca domestica*, em massas fecais de bovinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16. Salvador, 1997. **Anais**. Salvador, p.207, 1997.

MARTÍNEZ, M. I. Datos sobre la Biología y la Reproducción en Aphodiinae (Coleoptera: Scarabaeidae): Revision. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE SACARABAEIDOLOGIA, 4. Viçosa, 1999. **Memórias**. Londrina: Embrapa Soja, p.27-34, 1999.

MC ARTHUR, A. J. Forestry and shelter for livestock. **Forest Ecology and Management**, n.45, p.59-70, 1991.

MIRANDA, C. H. B.; NASCIMENTO, Y. A. do; BIANCHIN, I. Desenvolvimento de um programa integrado de controle de nematódeos e a mosca-dos-chifres na região dos Cerrados. Fase 3. Contribuição de *Onthophagus gazella* à fertilidade do solo pelo enterrio de fezes bovinas. Campo Grande: Embrapa CNPQC, 5p., 1990. (**Embrapa CNPQC, Pesquisa em Andamento, 42**).

MONTEITH, J. L.; ONG, C. K.; CORLETT, J. E. Microclimate interactions in agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, n.45, p.31-44, 1991.

MONTES DE OCA, E.; HALFFTER, G. Daily and seasonal activities of a guild of the coprophagous, burrowing beetle (Coleoptera Scarabaeidae Scarabaeinae) in tropical grassland. **Tropical Zoology**, n.8, p.159-180, 1995.

MONTES DE OCA, E.; HALFFTER, G. Invasion of Mexico by Two Dung Beetle Previously Introduced into the United States. **Stud Neotrop Fauna & Environm**, n.33, p.37-45, 1998.

MONTOYA, L. J. & BAGGIO, A. J. Estudo econômico da introdução de mudas altas para sombreamento de pastagens. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2. Curitiba, 1992. **Anais**. Colombo: Embrapa CNPF, v.1, p.171-191, 1992.

MONTOYA, L. J. & MAZUCHOWSKI, J. Z. Estado da arte dos SAF's na região sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1. Porto Velho, 1994. **Anais**. Colombo: Embrapa CNPF, v.1, p.77-96, 1994.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. Porto Alegre: Ed. Sulina, 3ª ed. rev. atual., 262p., 1989.

NAÃS, I. de A. **Princípios do conforto térmico na produção animal**. Porto Alegre, Editora Sulina, 3ª ed. Atualizada, 262 p., 1989.

PECK, S. B.; FORSYTH, A. Composition, structure, and competitive behaviour in a guild of Ecuatorian rain forest dung beetles (Coleoptera; Scarabaeidae). **Canadian Journal of Zoology**, v.60, n.7, p.1624-1634, 1982.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba, ESALQ – USP, 13ª edição, 467p., 1990.

PORFÍRIO da SILVA, V. Sistema Silvipastoril (Grevílea + Pastagem): uma proposição para o aumento da produção no arenito Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1. Porto Velho, 1994. **Anais**. Colombo: Embrapa CNPF, v.2, p.291-297, 1994.

PORFÍRIO da SILVA, V. Modificações Microclimáticas em Sistema Silvipastoril com *Grevillea robusta* A. Cunn. Ex. R. Br. na Região Noroeste do Paraná. **Dissertação (Mestrado)**, CCA – UFSC, 128 p., 1998.

PORFÍRIO da SILVA, V.; MAZUCHOWSKI, J. Z. Sistemas Silvipastoris: paradigma dos pecuaristas para agregação de renda e qualidade. Curitiba: Emater-PR, 52p., 1999. (**Emater, Série Informação Técnica, 50**).

RIDSDILL-SMITH, T. J. The effect of seasonal changes in cattle dung on egg production by two species of dung beetle (Coleoptera; Scarabaeidae) in south-western Australia. **Bulletin of Entomological Research**, v.76, n.1, p.63-68, 1986.

RIDSDILL-SMITH, T. J.; HALL, G. P. Seasonal patterns in adult dung beetle activity in south-western Australia. **Proceedings of the 4th international conference on mediterranean ecosystems**. Univ. Of Western Australia, Perth, Medecos IV Ed. B. Dell, 1984.

RIDSDILL-SMITH, T. J.; MATTHIESSEN, J. N. Controlling cattle dung and the bush fly. **Journal of Agriculture of Western Australia**, v.22, n.2, p.76-77, 1981.

RIVERA-CERVANTES, L. E.; HALFFTER, G. Aspectos Ecológicos e Biogeográficos de los Canthon Subgenero *Glaphyrocantion* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Mexico. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE SACARABAEIDOLOGIA, 4. Viçosa, 1999. **Memórias**. Londrina: Embrapa Soja, p.50-54, 1999.

RODRIGUES, L. C. E. Análise econômica de Sistemas Agroflorestais: uma revisão de literatura e das técnicas de tomada de decisão. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2. Curitiba, 1992. **Anais**. Colombo: Embrapa CNPF, v.1, p.317-327, 1992.

RODRIGUES, L. R. A. Aspectos comportamentais dos besouros coprófagos em pastagens. In: ENCONTRO PAULISTA DE ETOLOGIA, 3. Ribeirão Preto, 1985. **Anais**. Ribeirão Preto: AZESP, p.95-103, 1985.

RODRIGUES, L. R. A. Os besouros coprófagos em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS. Jaboticabal, 1989. **Anais**. Jaboticabal: FUNEP, p.97-133, 1989.

RODRIGUES, S. R. Ocorrência de Besouros Coprófagos e Avaliações Microclimáticas em Massas Fecais de Bovinos, Visando ao Controle Biológico de *Haematobia irritans* (LINNÉ, 1758) (Diptera; Muscidae) em Piracicaba / SP. **Dissertação (Mestrado)**, ESALQ – USP, 87p., 1996.

RODRIGUES, S. R.; FLECHTMANN, C. A. H. Comparação da fauna de besouros coprófagos em área de mata ciliar, de transição e de pastagem em Selvíria/MS, Resultados Preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14. Piracicaba, 1993. **Resumos**. Piracicaba, 134p., 1993.

RODRIGUES, S. R.; MARCHINI, L. C. Besouros coprófagos (Coleoptera; Scarabaeidae) coletados em Piracicaba, SP. **Sci. agric.**, Piracicaba, v.55, n.1, p.53-58, 1998.

RODRIGUES, S. R.; MARCHINI, L. C. Estudo das Espécies de Besouros Coprófagos e de Ácaros da Família Macrochelidae Associados aos Besouros, em Piracicaba/SP. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE SACARABAEIDOLOGIA, 4. Viçosa, 1999. **Memórias**. Londrina: Embrapa Soja, p.63, 1999.

RUIZ DIAZ, V. M. A.; MARCHINI, L. C.; RODRIGUES, S. R.; SILVEIRA NETO, S. Horário de Atividade de Besouros Coprófagos (Coleoptera, Scarabaeidae) em Área de Pastagem e Mata. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE SACARABAEIDOLOGIA, 4. Viçosa, 1999. **Memórias**. Londrina: Embrapa Soja, p.68-69, 1999.

SÁ, T. D. de A. Aspectos climáticos associados a sistemas agroflorestais: implicações no planejamento e manejo em regiões tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1. Porto Velho, 1994. **Anais**. Colombo: EMBRAPA CNPF, v.1, p.391-431, 1994.

SAUERESSIG, T. M. Mosca-dos-chifres, *Haematobia irritans*: diagnóstico e controle. Planaltina: Embrapa CPAC, 9p., 1992. (**Embrapa CPAC, Documentos, 43**).

SCHREINER, H. G Viabilidade dos sistemas agroflorestais no sul do Brasil. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2. Curitiba, 1991. **Anais**. Colombo: Embrapa CNPF, v.1, p.123-137, 1992.

SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R. **Meteorologia Agrícola**. Piracicaba, 3ª edição, 172p., 2000.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; NOVA, N. A. V. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 419p., 1976.

SILVER, B. A. Shade is important to milk production. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, v.113, n.2, p.95-96, 1987.

SIMÓN, L.; HERNADEZ, I.; DUQUESNE, P. Efecto del pastoreo de *Albizia lebbek* (Benth) - Algarrobo de olor - en el comportamiento de hembras bovinas em crescimento. **Pastos y Forrajes**, Matanzas, v.18, n.1, p.67-72, 1995.

STEENKAMP, H. E.; CHOWN, S. L. Influence of dense stands of an exotic tree, *Prosopis glandulosa* Benson, on a savanna dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) assemblage in southern Africa. **Biological Conservation**, n.78, p.305-311, 1996.

STURROCK, J. M. Shelter: its management and promotion. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n.22/23, p.1-13, 1988.

TANAGRO – Equipe Técnica. Aspectos técnicos e econômicos do sistema agrossilvipastoril com acácia negra no Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2. Curitiba, 1991. **Anais**. Curitiba: Embrapa CNPF, p.211-219, 1991.

TORQUEBAU, E. Ecological Evaluation of Agroforestry. ICRAF, **Lecture Notes**, 1991.

URRETABIZKAYA, N.; MARIATEGUI, P. G.; SPEICYS, C.; FERNADÉZ, E. Incorporación de Bosta Bovina por *Ontherus sulcator* F. (Coleóptera: Scarabaeidae). In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE SACARABAEIDOLOGIA, 4. Viçosa, 1999. **Memórias**. Londrina: Embrapa Soja, p.64, 1999.

VAN RENSBURG, B. J.; MCGEOGH, M. A.; CHOWN, S. L.; VAN JAARSVELD, A. S. Conservation of heterogeneity among dung beetles in the Maputaland Centre of Endemism, South Africa. **Biological Conservation**, n.88, p.145-153, 1999.

VEIGA, J. B. da; SERRÃO, E. A. S. Sistemas silvopastoris e produção animal nos trópicos úmidos: a experiência da Amazônia brasileira. In: PEIXOTO, A. M. *et al.* (Eds.). **Pastagens: Fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 2ª ed., 908p, 1994.

VERDÚ, J. R.; CRESPO, M. B.; GALANTE, E. Conservation strategy of a nature reserve in Mediterranean ecosystems: the effects of protection from grazing on biodiversity. **Biodiversity and Conservation**, n.9, p.1707-1721, 2000.

WASSMER, T. Selection of the spatial habitat of Coprophagous beetles in the Kaiserstuhl area near Freiburg (SW-Germany). **Acta Oecologica**, v.16, n.4, p.461-478, 1995.

WILSON, J. R. The Eleventh Hypothesis: Shade. **Agroforestry Today**, v.2, n.1, p.14-15, 1990.

WILSON, J. R. Shade stimulates pasture growth. **International AG-Sieve**, v.5, n.5, 1993.

9. ANEXOS

Anexo 1 – Número da coleta de besouros coprófagos com suas respectivas datas de instalação e recolhimento das armadilhas no campo (em negrito) realizadas durante o período compreendido entre os dias 02 de março de 2001 e 17 de janeiro de 2002.

Coleta N°	Mês	D	S	T	Q	Q	S	S
01	Fevereiro-Março/2001	25	26	27	28	01	02	03
02	Março/2001	04	05	06	07	08	09	10
03	Março/2001	11	12	13	14	15	16	17
-	Março/2001	18	19	20	21	22	23	24
04/05	Março/2001	25	26	27	28	29	30	31
06	Abril/2001	01	02	03	04	05	06	07
07	Abril/2001	08	09	10	11	12	13	14
08	Abril/2001	15	16	17	18	19	20	21
09	Abril/2001	22	23	24	25	26	27	28
10	Abril-Maio/2001	29	30	01	02	03	04	05
11	Maio/2001	06	07	08	09	10	11	12
12	Maio/2001	13	14	15	16	17	18	19
13	Maio/2001	20	21	22	23	24	25	26
14	Maio-Junho/2001	27	28	29	30	31	01	02
15	Junho/2001	03	04	05	06	07	08	09
16	Junho/2001	10	11	12	13	14	15	16
17	Junho/2001	17	18	19	20	21	22	23
18	Junho/2001	24	25	26	27	28	29	30
19	Julho/2001	01	02	03	04	05	06	07
20	Julho/2001	08	09	10	11	12	13	14
21	Julho/2001	15	16	17	18	19	20	21
22	Julho/2001	22	23	24	25	26	27	28
23	Julho-Agosto/2001	29	30	31	01	02	03	04
24	Agosto/2001	05	06	07	08	09	10	11
25	Agosto/2001	12	13	14	15	16	17	18
26	Agosto/2001	19	20	21	22	23	24	25
27	Agosto-Setembro/2001	26	27	28	29	30	31	01
28	Setembro/2001	02	03	04	05	06	07	08
29	Setembro/2001	09	10	11	12	13	14	15
30	Setembro/2001	16	17	18	19	20	21	22
31	Setembro/2001	23	24	25	26	27	28	29
32	Setembro-Outubro/2001	30	01	02	03	04	05	06
33	Outubro/2001	07	08	09	10	11	12	13
34	Outubro/2001	14	15	16	17	18	19	20
35	Outubro/2001	21	22	23	24	25	26	27
36	Outubro-Novembro/2001	28	29	30	31	01	02	03
37	Novembro/2001	04	05	06	07	08	09	10
38	Novembro/2001	11	12	13	14	15	16	17
39	Novembro/2001	18	19	20	21	22	23	24
40	Novembro-Dezembro/2001	25	26	27	28	29	30	01
41	Dezembro/2001	02	03	04	05	06	07	08
42	Dezembro/2001	09	10	11	12	13	14	15
43	Dezembro/2001	16	17	18	19	20	21	22
44	Dezembro/2001	23	24	25	26	27	28	29
-	Dezembro/2001-Janeiro/2002	30	31	01	02	03	04	05
45	Janeiro/2002	06	07	08	09	10	11	12
46	Janeiro/2002	13	14	15	16	17	18	19

Anexo 2 – Valores médios dos postos atribuídos ao número total de besouros coprófagos, de hábito paracoprídeo, coletados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) em relação às estações do ano, em Tapejara/PR.

Espécie	Habitat	Estação do ano			
		Outono	Inverno	Primavera	Verão
<i>Canthidium megathopoides</i> .	PANA	23,00a ¹	19,00a	20,50a	10,50a
	SSP-ER	21,60a	19,00a	17,50a	9,00a
	SSP-SR	19,90a	22,00a	22,50a	9,00a
<i>Dichotomius bos</i>	PANA	27,50a	20,10a	21,70a	11,80a
	SSP-ER	20,00a	21,40a	19,90a	8,30a
	SSP-SR	17,10a	18,50a	18,40a	8,40a
<i>Dichotomius carbonarius</i>	PANA	20,50a	-	15,70a	7,40a
	SSP-ER	22,00a	-	19,00a	9,20a
	SSP-SR	22,00a	-	25,30a	11,90a
<i>Dichotomius crinicollis</i>	PANA	-	19,00a	19,50a	-
	SSP-ER	-	22,00a	19,50a	-
	SSP-SR	-	19,00a	21,00a	-
<i>Dichotomius nisus</i>	PANA	25,30a	20,20a	17,30a	8,80a
	SSP-ER	21,80a	20,00a	20,50a	10,30a
	SSP-SR	17,50a	19,90a	22,20a	9,50a
<i>Digitonthophagus gazella</i>	PANA	27,80a	21,20a	28,00a	14,40a
	SSP-ER	22,90ab	21,00a	19,80a	9,80ab
	SSP-SR	13,80 b	17,90a	12,20 b	4,30 b
<i>Ontherus appendiculatus</i>	PANA	23,60a	19,20a	18,80a	10,30a
	SSP-ER	20,80a	20,40a	20,00a	9,10a
	SSP-SR	20,00a	20,40a	21,20a	9,10a
<i>Ontherus sulcator</i>	PANA	18,20a	18,20a	16,20a	10,00a
	SSP-ER	20,10a	20,80a	18,00a	9,10a
	SSP-SR	26,20a	21,00a	25,80a	9,40a
<i>Onthophagus hirculus</i>	PANA	18,20a	17,70a	13,10a	6,50a
	SSP-ER	23,10a	22,20a	18,80ab	8,90a
	SSP-SR	23,20a	20,10a	28,10 b	13,10a

¹médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de comparação das médias (GOMES, 1990) correspondente ao teste de Bonferroni.

Anexo 3 – Valores médios dos postos atribuídos ao número total de besouros coprófagos de hábito endocoprídeo coletados nos três habitats (PANA, SSP-ER e SSP-SR) em relação às estações do ano em Tapejara/PR.

Espécie	Habitat	Estação do ano			
		Outono	Inverno	Primavera	Verão
<i>Agamopus viridis</i>	PANA	24,50a ¹	-	22,50a	-
	SSP-ER	20,00a	-	19,50a	-
	SSP-SR	20,00a	-	18,00a	-
<i>Aphodius infuscatipennis</i>	PANA	23,00a	17,50a	16,80a	9,30a
	SSP-ER	18,00a	20,40a	21,10a	8,60a
	SSP-SR	23,50a	22,10a	22,00a	10,70a
<i>Aphodius lividus</i>	PANA	32,70a	27,30a	25,20a	10,90a
	SSP-ER	15,90 b	16,30 b	18,00a	9,60a
	SSP-SR	16,00 b	16,50 b	16,80a	8,00a
<i>Ataenius sp.1</i>	PANA	24,90a	21,00a	22,80a	10,30a
	SSP-ER	23,90a	19,50a	20,90a	9,60a
	SSP-SR	15,80a	19,40a	16,30a	8,70a
<i>Ataenius sp.2</i>	PANA	28,30a	20,20a	26,90a	12,70a
	SSP-ER	18,60a	20,00a	17,10ab	8,80a
	SSP-SR	17,60a	19,80a	16,00 b	7,10a
<i>Ataenius picinus</i>	PANA	-	21,00a	-	-
	SSP-ER	-	19,50a	-	-
	SSP-SR	-	19,50a	-	-
<i>Ataenius sculptor</i>	PANA	25,10a	23,60a	21,60a	10,80a
	SSP-ER	24,00a	21,60a	21,20a	9,80a
	SSP-SR	15,40a	14,80a	17,20a	8,00a
<i>Pedaridium sp.</i>	PANA	20,50a	-	14,30a	10,20a
	SSP-ER	24,00a	-	23,30a	9,50a
	SSP-SR	20,00a	-	22,40a	8,80a
<i>Trichillum externepunctatum</i>	PANA	28,50a	21,00a	21,80a	11,80a
	SSP-ER	18,40a	19,50a	19,90a	8,90a
	SSP-SR	17,50a	19,50a	18,20a	7,80a

¹médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de comparação das médias (GOMES, 1990) correspondente ao teste de Bonferroni.

Anexo 4 – Limites para a caracterização das espécies de besouros coprófagos coletados com armadilhas “pitfall” em relação às três condições de habitat.

Estação	Índice	Classificação	Limites		
PANA	Frequência	Muito Freqüente (MF)	>9,98		
		Freqüente (F)	<9,98>1,79		
		Pouco Freqüente (PF)	<1,79		
	Abundância	Muito Abundante (MA)	>1.021,44		
		Abundante (A)	<1.021,44>884,28		
		Comum (C)	<884,28>158,19		
		Disperso (D)	<158,19>21,03		
		Raro (R)	<21,03		
		SSP ER	Frequência	Muito Freqüente (MF)	>9,32
				Freqüente (F)	<9,32>2,44
Pouco Freqüente (PF)	<2,44				
Abundância	Muito Abundante (MA)		>552,31		
	Abundante (A)		<552,31>484,71		
	Comum (C)		<484,71>126,82		
SSP SR	Frequência	Muito Freqüente (MF)	>9,76		
		Freqüente (F)	<9,76>2,74		
		Pouco Freqüente (PF)	<2,74		
	Abundância	Muito Abundante (MA)	>496,46		
		Abundante (A)	<496,46>436,47		
		Comum (C)	<436,47>122,78		
		Disperso (D)	<122,78>62,79		
		Raro (R)	<62,79		

Heverly Morais



Anexo 5 – Locação da estação meteorológica automática de coleta dos dados microclimáticos na condição de habitat SSP-ER.

Heverly Morais



Anexo 6 – Locação da estação meteorológica automática de coleta dos dados microclimáticos na condição de habitat SSP-SR.