

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

ALINE DELFINO GERMANO

**VARIABILIDADE ESPACIAL DO MICROCLIMA PROPORCIONADO POR
Eucalyptus grandis W. Hill x Maiden EM SISTEMA SILVIPASTORIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2015

ALINE DELFINO GERMANO

**VARIABILIDADE ESPACIAL DO MICROCLIMA PROPORCIONADO POR
Eucalyptus grandis W. Hill x Maiden EM SISTEMA SILVIPASTORIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Frederico Marcio Corrêa Vieira

DOIS VIZINHOS

2015

G373v Germano, Aline Delfino.

Variabilidade espacial do microclima proporcionado por *Eucalyptus gradis* W. Hill x Maiden em sistema silvipastoril. / Aline Delfino Germano – Dois Vizinhos: [s.n], 2015.

76f.:il.

Orientador: Frederico Marcio Corrêa Vieira

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2015.

Bibliografia p.65-73

Ficha catalográfica elaborada por Keli Rodrigues do Amaral CRB: 9/1559

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



TERMO DE APROVAÇÃO

VARIABILIDADE ESPACIAL DO MICROCLIMA PROPORCIONADO POR
Eucalyptus grandis W. Hill x Maiden EM SISTEMA SILVIPASTORIL
Por

ALINE DELFINO GERMANO

Este Trabalho de Conclusão de Curso II foi apresentado em 20 de novembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Frederico Marcio Corrêa Vieira

Prof. Dr. Américo Wagner Júnior
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. Paulo Fernando Adami
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. Edgar de Souza Vismara
Membro Suplente (UTFPR)

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso –

Aos meus pais Alexandre e Elisabete e
aos meus irmãos Anderson e Eduardo
que entraram comigo, de cabeça, em
meu sonho, fazendo o mesmo acontecer.

Dedico...

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a força divina que nunca me abandonou.

Aos meus pais Alexandre e Elisabete, por servirem de exemplos para que eu conseguisse alcançar minhas metas e que mesmo distantes apoiaram e incentivaram minha conquista particular a qual foi projetada exclusivamente a eles. Agradeço por estarem presente em minha vida, oferecendo amor absoluto. Vocês são meu mundo!

Aos meus irmãos Anderson e Eduardo por fazer de minha vida mais repleta de felicidade e por lutarem por mim. Apesar de sermos tão diferentes somos muitos iguais. Eu amo muito vocês!

A minha cunhada Thânia que entrou em nossa vida trazendo consigo paz, carinho e muito amor a esta família. Ao meu sobrinho Luã que nem chegou ao mundo, mas teu espírito já trouxe alegria, sabedoria e paixão para titia careta. Vocês já fazem parte da minha vida!

A Cátia Hermes, por sempre estar ao meu lado em situações boas e ruins, me aturando e principalmente me ensinando sabedorias que somente a vida pode ensinar. Meus leais agradecimentos por esta dedicação, alegria e amor que vem me proporcionando em busca de um final feliz. Obrigada por me mostrar o valor do companheirismo eterno. Sempre Juntas!

As minhas amigas Fernanda (Fer) e Ana Cláudia (Nana) que em toda esta trajetória, nunca me abandonaram. Férias após férias eram encontros realizados, os incentivos de vocês foram muito importantes para mim. Adoro vocês pestes!

Aos meus amigos de graduação os quais levarei para vida inteira, muito obrigada. O simples fato de estarem comigo festando ou estudando ou até mesmo os dois juntos fez da minha história exclusiva. Obrigada Aline Matos, Aline Ludvichak, Anderson Pires, Barbara Poretz, João Frigeri, Luisa Lelis, Matheus Diniz, Raquel Rutz, Sandra Krefta, Sandiane Krefta e Thayllane de Campos. Sempre ansiarei o bem de vocês!

Ao grupo de coletas, que sem muitos esforços o trabalho em equipe prevaleceu, meus sinceros agradecimentos Cátia Hermes e Matheus Diniz. Agradeço também ao Profº Edigar Vismara e ao amigo Vinícius Florêncio por me ajudarem diretamente na realização do coração do meu trabalho. Meus leais agradecimentos ao grupo!

Ao meu orientador, Frederico Vieira por toda a dedicação e ensinamentos fornecidos a mim e por colaborar com minha formação profissional e pessoal. Obrigada!

Ao Grupo PET Engenharia Florestal e ao professor Eleandro Brun, pelo aprendizado de conhecer o que é trabalho em equipe, de forma séria e eficaz. Muito Obrigada!

A todos que de maneira direta ou indireta ajudaram a tornar possível esta conquista.

Meus sinceros agradecimentos.

*"Podemos escolher o que semear, mas somos
obrigados a colher aquilo o que plantamos."
(Provérbio Chinês)*

RESUMO

GERMANO, Aline Delfino. **VARIABILIDADE ESPACIAL DO MICROCLIMA PROPORCIONADO POR *Eucalyptus grandis* W. Hill x Maiden EM SISTEMA SILVIPASTORIL.** 76 f. TCC II (Curso de Engenharia Florestal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

Estudos relacionados ao manejo sustentável de propriedades rurais são crescentes, pois uma das grandes preocupações é o desmatamento para a produção de alimentos pelo método convencional, sendo este um dos grandes contribuintes para as mudanças climáticas globais. Com a alta demanda de melhorias e preocupações com o meio ambiente, os sistemas de produção têm se adaptado para que sejam mais produtivos e ao mesmo tempo sustentáveis, preservando os mananciais e biomas existentes. Com a finalidade de diminuir impactos ambientais, os sistemas agroflorestais consistem em alternativas que abrangem a sustentabilidade e renda em um único espaço e tempo. Dentro destes, o sistema silvipastoril contribui para a produção de animais, forragens e árvores, trazendo diversas rendas e contribuindo para a sustentabilidade. Desta forma, objetivou-se por meio deste estudo avaliar a variabilidade espacial do microclima proporcionado pelo *Eucalyptus grandis* W. Hill x Maiden em sistema silvipastoril. A pesquisa foi realizada no município de Enéas Marques (PR) em uma propriedade com sistema silvipastoril para gado leiteiro nos meses de abril a setembro de 2015. A pesquisa foi analisada utilizando-se a inferência geoestatística, por meio do método de krigagem ordinária, em que foram escolhidos 96 pontos de amostragem. Os pontos foram amostrados em três horários distintos sendo eles 8, 12 e 16 horas, todavia a cada hora foi realizada uma mensuração a pleno sol. As variáveis amostradas foram: temperatura do ar e superfície, umidade relativa, velocidade do vento e luminosidade. Todas as variáveis foram medidas a 20 cm e 1,5 metros do solo. Os dados foram tabulados e analisados pelo *software* estatístico R. Os resultados obtidos demonstraram que para a altura 0,20 m do solo a intensidade luminosa, temperatura do ar e da superfície foram menores dentro do sistema silvipastoril, já a umidade relativa do ar foi maior dentro do sistema. Para a altura de 1,5 metros a luminosidade e umidade relativa apresentaram-se maior dentro do sistema, entretanto a temperatura apresentou-se inferior no sistema silvipastoril. O índice de temperatura e umidade encontrou-se dentro dos padrões desejáveis para o conforto térmico animal dentro do sistema silvipastoril. Os modelos testados obtiveram diferentes parâmetros e dependência espacial para variáveis microclimáticas, todavia o modelo circular ajustou-se melhor as estas variáveis: umidade relativa (0,20 m), velocidade do vento (0,20 e 1,5 m) temperatura da superfície e o índice de temperatura e umidade. A variabilidade espacial das variáveis microclimáticas ocorreu de acordo com o ângulo em que o sol se encontrava nos períodos mensurados. Portanto, recomenda-se realizar o manejo dos piquetes utilizando informações de variabilidade espacial, tanto para o conforto térmico animal quanto para a produção ótima de forragem em sistema silvipastoril.

Palavras-chave: Geoestatística. Sistema de produção. Conforto térmico.

ABSTRACT

GERMANO, Aline Delfino. **SPATIAL VARIABILITY OF PROPORTIONATE MICROCLIMATE BY *Eucalyptus grandis* w. Hill x Maiden IN SILVIPASTORAL SYSTEM.** 76 f. Work (Completion of coursework) - Graduate Program in Bachelor of Forestry, Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

Studies related to the sustainable management of farms are growing as a major concern is deforestation for food production by the conventional method, which is one of the major contributors to global climate change. With the high demand for improvement and concerns about the environment, production systems have been adapted to be more productive and at the same time sustainable, preserving water sources and existing biomes. In order to reduce environmental impacts, agroforestry systems consist of alternatives that cover sustainability and income in one space and time. Within these, the silvopastoral system contributes to the production of animal fodder and trees, bringing miscellaneous income and contributing to sustainability. Thus, the aim of this study by evaluating the spatial variability of microclimate provided by *Eucalyptus grandis* W. Hill x Maiden in silvopastoral system. The survey was conducted in the municipality of Enéas Marques (PR) in a property with silvopastoral system for dairy cattle in the months from April to September 2015. The survey was analyzed using the geostatistical inference, using the ordinary kriging method, 96 were chosen sampling points. The points were sampled at three times they are 8, 12 and 16 hours, but every time we carried out a measurement in full sun. The variables sampled were: air temperature and surface, relative humidity, wind speed and brightness. All variables were measured at 0.20 and 1.5 meters from the ground. Data were tabulated and analyzed by statistical software R. The results showed that for the height 0.20 m soil light intensity, air temperature and the surface were lower in the silvopastoral system, since the relative humidity was higher within the system. To the height of 1.5 meters the brightness and relative humidity had a higher within the system, but the temperature had to be lower than in the silvopastoral system. The temperature-humidity index was within the desirable standards for thermal comfort inside the silvopastoral system. The obtained different models tested parameters and spatial dependence for microclimatic variables, however the circular model best set of these variables: relative humidity (0,20 m), wind speed (0.20 and 1.5 m) surface temperature and the temperature and humidity index. The spatial variability of microclimatic variables occurred according to the angle at which the sun was in the measured periods. Therefore, it is recommended to carry out the management of pickets using spatial variability of information, both for the animal thermal comfort as to the optimal forage production in silvopastoral system.

Keywords: Geostatistics. Production system. Thermal comfort.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espécie <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill x Maiden; a) individuo completo; b) flor; c) fruto; d) casca	22
Figura 2: Demonstração de um Sistema silvipastoril	24
Figura 3: Métodos para transformar um sistema silvipastoril	25
Figura 4: Propriedade de estudo localizada no município de Enéas Marques- PR	29
Figura 5: Demonstração do levantamento das variáveis	31
Figura 6: Demonstração dos pontos que foram amostrados para o presente estudo	31
Figura 7: Equipamento GPS de navegação Modelo Etrex- Gamin	32
Figura 8: Distribuição de pontos amostrais e perímetro da área de estudo	32
Figura 9: Equipamentos que serão utilizados para mensuração das variáveis; a) luxímetro; b) anemômetro e termômetro; c) termômetro de infravermelho; d) termohigrômetro digital e anemômetro	33
Figura 10: Parâmetros para a estimação do melhor modelo matemático para cada variável microclimática avaliada	35
Figura 11: Média de luminosidade para a altura 0,20 metros do solo nos três diferentes horários	38
Figura 12: Luminosidade para o período das oito horas (8h00) a 0,20 metros de altura do solo.....	39
Figura 13: Luminosidade para o período das dezesseis horas (16h00) a 0,20 metros de altura do solo.....	40
Figura 14: Média de luminosidade para a altura 1,5 metros do solo nos três diferentes horários	41
Figura 15: Luminosidade para o período das oito horas (8h00) a 1,5 metros de altura do solo.....	41
Figura 16: Luminosidade para o período das dezesseis horas (16h00) a 1,5 metros de altura do solo.....	42
Figura 17: Média de temperatura do ar para a altura 0,20 metros do solo nos três diferentes horários	43
Figura 18: Temperatura do ar para o período das oito horas (8h00) a 0,20 metros de altura do solo.....	44

Figura 19: Temperatura do ar para o período das doze horas (12h00) a 0,20 metros de altura do solo.....	44
Figura 20: Temperatura do ar para o período das dezesseis horas (12600) a 0,20 metros de altura do solo	45
Figura 21: Média de temperatura do ar para a altura 1,5 metros do solo nos três diferentes horários	46
Figura 22: Temperatura do ar para o período das oito horas (8h00) a 1,5 metros de altura do solo.....	46
Figura 23: Temperatura do ar para o período das doze horas (12h00) a 1,5 metros de altura do solo.....	47
Figura 24: Temperatura do ar para o período das dezesseis horas (16h00) a 1,5 metros de altura do solo.....	47
Figura 25: Média da umidade relativa do ar para a altura 0,20 metros do solo nos três diferentes horários	48
Figura 26: Umidade relativa do ar para o período das oito horas (8h00) a 0,20 metros de altura do solo.....	49
Figura 27: Umidade relativa do ar para o período das doze horas (12h00) a 0,20 metros de altura do solo	49
Figura 28: Umidade relativa do ar para o período das dezesseis horas (16h00) a 0,20 metros de altura do solo	50
Figura 29: Média da umidade relativa do ar para a altura 1,5 metros do solo nos três diferentes horários	50
Figura 30: Umidade relativa do ar para o período das oito horas (8h00) a 1,5 metros de altura do solo.....	51
Figura 31: Umidade relativa do ar para o período das doze horas (12h00) a 1,5 metros de altura do solo.....	51
Figura 32: Umidade relativa do ar para o período das dezesseis horas (16h00) a 1,5 metros de altura do solo	52
Figura 33: Médias do índice de temperatura e umidade para a altura 1,5 metros do solo nos três diferentes horários	53
Figura 34: ITU para o período das oito horas (8h00) a 1,5 metros de altura do solo	54
Figura 35: ITU para o período das doze horas (12h00) a 1,5 metros de altura do solo ..	54
Figura 36: ITU para o período das dezesseis horas (16h00) a 1,5 metros de altura do solo	55

Figura 37: Média da velocidade do vento para a altura 0,20 metros do solo nos três diferentes horários	56
Figura 38: Velocidade do vento para o período das oito horas (8h00) a 0,20 metros de altura do solo.....	56
Figura 39: Velocidade do vento para o período das doze horas (12h00) a 0,20 metros de altura do solo.....	57
Figura 40: Velocidade do vento para o período das dezesseis horas (16h00) a 0,20 metros de altura do solo	57
Figura 41: Média da velocidade do vento para a altura 1,5 metros do solo nos três diferentes horários	58
Figura 42: Velocidade do vento para o período das oito horas (8h00) a 1,5 metros de altura do solo.....	59
Figura 43: Velocidade do vento para o período das doze horas (12h00) a 1,5 metros de altura do solo.....	59
Figura 44: Velocidade do vento para o período das dezesseis horas (16h00) a 1,5 metros de altura do solo	60
Figura 45: Média da temperatura de superfície para a altura 0,20 metros do solo nos três diferentes horários	61
Figura 46: Temperatura de superfície para o período das oito horas (8h00) a 0,20metros de altura do solo	61
Figura 47: Temperatura de superfície para o período das doze horas (12h00) a 0,20metros de altura do solo	62
Figura 48: Temperatura de superfície para o período das dezesseis horas (16h00) a 0,20metros de altura do solo	62

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
2.	OBJETIVOS	17
2.1.	OBJETIVO GERAL	17
2.2.	OBJETIVO ESPECÍFICO	17
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1.	CONCEITOS GERAIS DE AMBIÊNCIA.....	18
3.2.	VARIABILIDADE ESPACIAL.....	19
3.3.	ESPÉCIE ARBÓREA: <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill x Maiden	20
3.4.	SISTEMA SILVIPASTORIL	23
3.5.	MICROCLIMA EM SISTEMA SILVIPASTORIL	26
4.	MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1.	DESCRIÇÃO GERAL.....	29
4.2.	DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO	30
4.2.1.	Demarcação dos pontos amostrais	30
4.2.2.	Levantamento Planialtimétrico	31
4.2.3.	Variáveis microclimáticas	33
4.2.4.	Análise estatística	34
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1.	LUMINOSIDADE.....	37
5.1.1.	Luminosidade 0,20 metros de altura do solo	37
5.1.2.	Luminosidade 1,5 metros de altura do solo	40
5.2.	TEMPERATURA DO AR.....	42
5.2.1.	Temperatura do ar 0,2 metros de altura do solo	42
5.2.2.	Temperatura do ar 1,5 metros de altura do solo	45
5.3.	UMIDADE RELATIVA DO AR	47

5.3.1.	Umidade relativa do ar 0,2 metros de altura do solo	47
5.3.2.	Umidade relativa do ar 1,5 metros de altura do solo	50
5.4.	ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE (ITU)	52
5.4.1.	Índice de Temperatura e Umidade 1,5 metros de altura do solo	52
5.5.	VELOCIDADE DO VENTO	55
5.5.1.	Velocidade do vento 0,2 metros de altura do solo	55
5.5.2.	Velocidade do vento 1,5 metros de altura do solo	57
5.6.	TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE	60
5.6.1.	Temperatura de superfície 0,2 metros de altura do solo	60
6.	CONCLUSÕES	63
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
8.	REFERÊNCIAS	65
9.	ANEXOS	74

1. INTRODUÇÃO

O aumento da preocupação na agropecuária relacionada aos cuidados com o meio ambiente oportunizou novos estudos, para obtenção de métodos para o alcance da sustentabilidade. Atualmente, tem se empregado sistemas de produção que objetivam o desenvolvimento ambiental, econômico e social. Existem sistemas, como os agroflorestais, que englobam diferentes espécies vegetais e animais em único espaço e ao mesmo tempo.

Estes sistemas, além de serem considerados ecossustentáveis, necessitam de alternativas de baixo custo e que explorem todas as relações existentes. Os sistemas agroflorestais apresentam estas características desejáveis para sustentabilidade. Além disso, estes sistemas apresentam diversos estilos de implantação por meio dos quais podem oferecer diferentes tipos de produtos e rendas extras ao produtor. Os arranjos agroflorestais podem ser nominados de acordo com sua finalidade, como exemplo a agrofloresta, agrosilvipastoril, integração lavoura-pecuária e silvipastoril (SSP).

Nesse aspecto, salienta-se que o sistema silvipastoril consiste no consórcio com indivíduos arbóreos, animais e pastagem, manejados em mesmo espaço e tempo. Este sistema de produção é extremamente viável, pois permite a aquisição de dois ou mais produtos, motivando a renda e trazendo menor impacto ao meio ambiente.

Estudos vêm demonstrando que o sistema silvipastoril traz vantagens para o conforto animal, na qualidade de pastagem, nos multiprodutos como receita e auxiliam na regulação do microclima local. As desvantagens são vinculados aos danos causados aos indivíduos arbóreos pelos animais e densidade da sombra gerada sobre a forrageira causado pelas espécies arbóreas (AZAR et al., 2013, p. 2774 ; BOSI, 2014, p. 124 ; GUERREIRO; NICODEMO; PORFÍRIO-DA-SILVA, 2015, p. 4).

Para que problemas como esses sejam evitados, deve-se realizar planejamento completo desde os estudos do solo a implantação e manutenção do sistema. A implantação das árvores neste sistema depende de diversos fatores, dentre os quais, têm-se o conhecimento da característica da espécie que irá ser implantada, a finalidade do produto final do constituinte florestal, características morfológicas da espécie e a densidade de copa da espécie arbórea que influenciará diretamente na quantidade de luz incidente na pastagem.

Uma das espécies arbóreas mais utilizadas para o sistema silvipastoril é o *Eucalyptus* sp. pois este gênero apresenta rápido crescimento e características morfológicas e qualidade para diferentes produtos madeiráveis desde madeira para serraria como para geração de energia.

Para aprimorar SSP quanto à qualidade oferecida para a pastagem e bem-estar animal visando à influência do microclima, estudos que relacionam a geoestatística visam caracterizar a área de estudo diante destas variáveis.

A geoestatística, por meio da krigagem ordinária, interpola os dados mensurados para toda a área de estudo, já que no espaço pontos próximos tendem a ser semelhantes do que pontos mais distantes. Deste modo, o modelo geoestatístico desenvolve informações importantes para ação de manejo dos sistemas estudados. Com esta análise completa, o microclima em SSP pode ser pesquisado a fundo quanto aos benefícios que ocorrem neste empreendimento.

As informações obtidas neste trabalho visam colaborar com os estudos nas áreas compreendidas pelos sistemas integrados. Os resultados obtidos poderão servir como delineamento do manejo do microclima, implantação, manejo arbóreo e de pastagem, assim como sua influência nos animais, a fim de sugerir melhor adequação desse sistema. Os sistemas integrados de produção necessitam de tecnologias que atualizem o assunto climático para evolução da produção quanto ao meio que estabelece.

Assim, o presente estudo é de grande importância não somente para o desenvolvimento deste sistema silvipastoril como também em nível regional em questões de conhecimento científico sobre a variabilidade espacial do microclima no sistema.

Sendo assim, o conhecimento sobre o comportamento das variáveis microclimáticas sobre sistema silvipastoril requer informações básicas passíveis de serem utilizadas para melhor manejo da propriedade.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a variabilidade espacial do microclima proporcionado pelo *Eucalyptus grandis* W. Hill x Maiden em sistema silvipastoril.

2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- a) Caracterizar o microclima proporcionado pelo *Eucalyptus grandis*;
- b) Analisar o microclima do sistema silvipastoril pela espécie arbórea ao longo do dia;
- c) Avaliar a variabilidade espacial quanto ao microclima em sistema silvipastoril em duas alturas diferentes do solo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. CONCEITOS GERAIS DE AMBIÊNCIA

As pesquisas têm demonstrado a relevância da ambiência, tanto para seres humanos quanto para a produção animal e vegetal (ABREU; LABAKI, 2010, p. 115; CASTRO et al., 2010, p.19; TOSETTO et al., 2014, p.10). Que de acordo com Baêta e Souza (2010, p.7) condições do meio ambiente são indispensáveis para que a produção atinja seu máximo, aliado ao bem-estar animal.

Desta forma o estresse pode perturbar o funcionamento fisiológico, sendo que um ambiente quente causa estresse significativo para todos os animais (KATARIA; KATARIA, 2010, p.13).

Para a produção vegetal, a ambiência exerce influência sobre a luminosidade, temperatura e umidade, o que resulta como consequência positiva ou negativa na qualidade e na produção da forragem quando analisado em sistema silvipastoril (GOBBI et al., 2007). Este fato ocasionou a necessidade de desenvolvimento de meios para garantir a produção com o auxílio da ambiência, cujo conceito pode ser descrito como sendo o meio físico, psicológico e social e tudo que está incluso no espaço em que se realizam atividades, inclusive os seres humanos (PARANHOS DA COSTA, 2000, p.34).

Segundo Barbosa Filo (2008, p. 20) a ambiência aparece como objeto importante principalmente pelos prejuízos existentes dentro dos processos produtivos e das requisições das boas práticas de manejo. Nas Ciências Agrárias, a ambiência é fundamentada em avaliar as características em função da zona de conforto animal associado às características fisiológicas que atuam na regulação da temperatura interna (NAZARENO, 2012, p 29).

Ela surgiu da necessidade de avaliar os impactos causados pelas condições climáticas, tanto na produção vegetal quanto no animal (BARBOSA FILHO, 2010, p. 1; IPCC, 2014, p. 12). Esta necessidade da produção animal acarretou nos usos de forrageiras adaptáveis com o ambiente e que, apresentem grande potencial produtivo e nutritivo (SILVA et al., 2010, p. 28).

Neste sentido, fazem-se necessários estudos aplicados a ambiência, pois todos estão expostos às condições climáticas que contribuem diretamente na qualidade e quantidade do produto final (RODRIGUES; SOUZA; PEREIRA FILHO, 2010, p. 21). Nenhum ambiente apresenta condições ideais sem nenhum tipo de estresse animal, pois mesmo quando planejado cuidadosamente sempre haverá algum componente que não deixará que o animal esteja totalmente em conforto (BARBOSA FILHO, 2008, p. 20).

O estresse térmico acontece quando uma combinação de condições ambientais faz com que a temperatura ambiente esteja maior do que a temperatura neutra do animal (ARMSTRONG, 1994, p. 2048). Decorrente do estresse térmico, o animal desencadeia adaptações fisiológicas e comportamentais e no sistema silvipastoril pode haver a diminuição destas adaptações (BOSI, 2014, p. 55). Todavia, as espécies forrageiras devem ser observadas, pois, cada uma possui habilidades diferentes para seu desenvolvimento dentro do sistema com variações microclimáticas (SOARES et al., 2009, p. 444).

Por isso, os conceitos de bem-estar animal e ambiência estão altamente correlacionados e são elementos importantes para as soluções de problemas da produção animal (SILVA; VIEIRA, 2010, p.114). Já nas espécies forrageiras deve-se observar a tolerância à sombra e a porcentagem de sombreamento que esta recebe, observando-se para um bom desenvolvimento recebe (GUENNI; SEITER; FIGUEROA, 2008, p. 75; SOARES et al., 2009, p. 444).

3.2. VARIABILIDADE ESPACIAL

A geoestatística apareceu na África do Sul, ao se trabalhar com dados de concentração de ouro, onde se notou que para descobrir o sentido da variância era preciso levar em conta as distâncias entre as amostras. Desde então, surgiu o conceito da geoestatística, que leva em consideração a localização geográfica e a conexão espacial (KRIGE 1951 apud GREGO; OLIVEIRA; VIEIRA, 2014, p.2)

Após sua descoberta, a Teoria das Variáveis Regionalizadas foi desenvolvida, definindo-se como função espacial numérica que varia de um local ao outro. Entretanto,

esta variação não pode ser apresentada por equação matemática simples, sendo estimada pelo semivariograma (MATHERON, 1963 apud GUEDES FILHO, 2009, p. 5).

Os estudos da geoestatística podem ser aproveitados para descrever padrões espaciais (variografia), para prognosticar valores não amostrados (krigagem), para visualizar erros associados a valores não amostrados (variância de krigagem) e para otimização das malhas de amostragem (ANDRIOTTI, 2003, p. 90)

Este método geoestatístico aproveita os dados duas vezes, uma para estimar e a outra para realizar a autocorrelação espacial. Ele também se baseia no conceito probabilístico e parte do princípio que as distâncias estudadas devem ser consistentes (ANDRIOTTI, 2002, p.4).

A descrição quantitativa da variabilidade espacial é característica desta modelagem geoespacial que estima de forma não tendenciosa os valores dos locais não amostrados. Deste modo, a variabilidade espacial é ferramenta de suporte às decisões de manejo (BOLFE; GOMES, 2015, p.1).

Uma das características da variabilidade espacial é sua relação com os fenômenos naturais, como por exemplo, se a localização espacial varia continuamente na área estudada tornando possível por meio de técnicas geoestatística determinar a variabilidade espacial. Atualmente, os métodos geoestatístico são utilizados em diversas áreas de aplicação, muito além do contexto de mineração, que foi o tema de origem (DIGGLE; JR., 2007, p. 4).

A aferição da variação espacial e temporal tem se tornado muito importante no setor agropecuário, principalmente por aproveitar melhor os recursos e conseqüentemente diminuir os custos (CARVALHO; SILVEIRA; VIEIRA, 2002, p.1). Para isso, os fundamentos da agricultura de precisão vêm se baseando na aplicação de novas tecnologias de acordo com a variabilidade espacial (GREGO et al., 2014, p. 2).

3.3. ESPÉCIE ARBÓREA: *Eucalyptus grandis* W. Hill x Maiden

A cobertura florestal mundial em 2001 totalizou 3,9 bilhões de hectares e 47% deste valor correspondem às florestas tropicais, 33% às boreais, 11% às temperadas e 9%

às subtropicais, com distribuição localizada na Europa e América do Sul no qual se concentram 50% das florestas mundiais (JUVENAL; MATTOS, 2002, p. 7).

Os destinos da madeira de plantios florestais são diversos, onde pode-se citar: produção de chapas, lâminas, compensados, aglomerados, carvão vegetal, madeira serrada, celulose e móveis, os quais também oferecem outros produtos como resinas, óleos essenciais e medicamentos (SOARES; CARVALHO; VALE, 2003, p. 689).

O cultivo de espécies florestais no Brasil tem aumentado devido à diversificação do uso e pela facilidade de adaptação às diferentes condições edafoclimáticas (PREVEDELLO et al., 2013, p. 130). Os plantios florestais brasileiros abrangem 6.515.844 ha, sendo 74,8% correspondente a plantios de espécies do gênero *Eucalyptus*, evidenciando a importância desse gênero para o segmento florestal (ABRAF, 2012, p.15).

No Brasil, este gênero foi introduzido em 1904 com o objetivo de abastecer as necessidades de lenha, postes e dormentes das estradas de ferro na região sudeste do país (DOSSA et al., 2002, p. 1). Além disso, esse gênero é um dos principais extratos florestais de produção do Brasil, utilizada para diversos produtos e subprodutos (TREVISAN et al., 2007, p. 378).

No ano de 2014 houve investimentos em mais de 350 mil hectares de florestas de pinus e eucalipto para atender à demanda das indústrias moveleiras, siderúrgica, construção civil, celulose e papel entre outros empreendimentos. Os Estados que mais investiram em florestas de eucalipto foram a Bahia, Espírito Santo, São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul (IBÁ, 2014, p. 24).

Mais de 600 espécies abrangem o gênero *Eucalyptus*, mas no Brasil apenas são conhecidas espécies que são usadas para a produção de madeira, papel e celulose, produtos florestais não madeireiros e ornamentação, sendo elas: *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. grandis*, *E. robusta*, *E. saligna*, *E. globulus*, *E. deglupta*, *E. tereticornis*, *E. pellita*, *E. moorei*, *E. smithii*, *E. urophylla* e *E. resinífera* (VITAL, 2007, p. 214).

O *Eucalyptus grandis* W. Hill x Maiden é originário do Norte dos Estados de Nova Gales do Sul - Austrália. Esta espécie apresenta crescimento em altitudes tanto ao nível médio do mar até 1.100 metros. É também encontrada em vários tipos de solo, mas, geralmente, em solos profundos, bem drenados, com fertilidade moderada (FONSECA et al., 2010, p. 17). O nome popular é eucalipto-rosa, sendo uma árvore perenifólia com variação de altura de 20-40 metros, com tronco retilíneo e casca pulverulenta. Quando

juvêns possui folhas opostas, depois alternas e quando adultas lanceoladas, com ápice agudo e margens levemente ondulada (Figura 1) (LORENZI et al., 2003, p. 272).

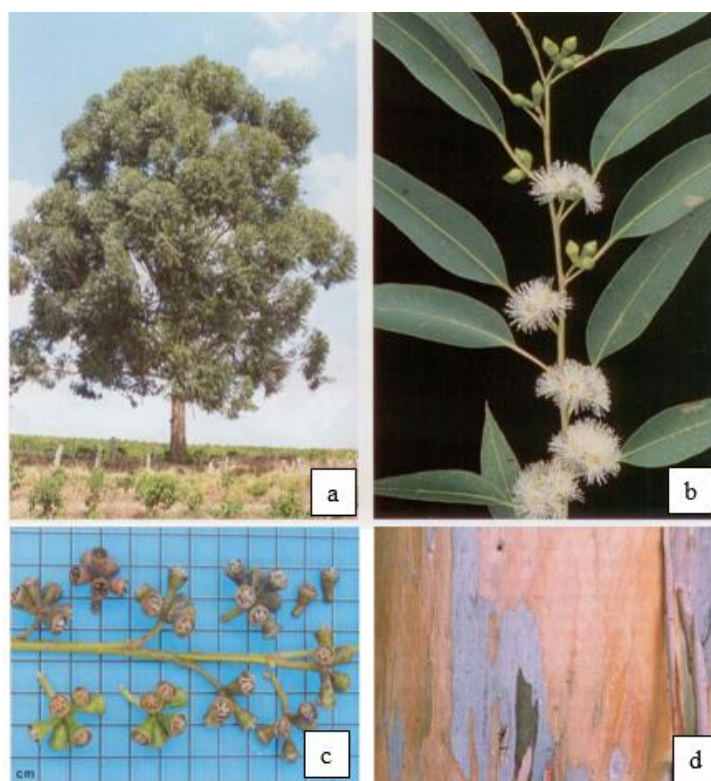


Figura 1: Espécie *Eucalyptus grandis* W. Hill x Maiden; a) indivíduo completo; b) flor; c) fruto; d) casca

Fonte: Lorenzi (2003)

O incremento médio anual do eucalipto é em torno de até 60 m³ por hectare ano. Todavia, em condições não manejadas este valor fica em torno de 35m³ por hectare ano. Esta alta produtividade fez com que o eucalipto conseguisse se expandir no mercado de papel e celulose e também para serraria (DOSSA et al., 2002, p. 2).

A espécie *Eucalyptus grandis* apresenta sua madeira com elevada plasticidade e boa relativa, apresentando destaque pelas altas taxas de produtividade, boa adaptação e disponibilidade considerável de florestas para pronto uso (SILVA, 2002 p.3). Uma das limitações do gênero *Eucalyptus* são as altas tensões de crescimento que resultam em rachaduras e empenamentos de peças de madeira, reduzindo a qualidade e grau de aproveitamento das toras (IWAKIRI et al., 2008, p.266).

A espécie *Eucalyptus grandis* tem sido estudada em diversos aspectos para ser utilizada em sistemas de produção agroflorestal, pois suas características de crescimento

e morfométricas tem se mostrado eficazes para o consórcio desta espécie com o arranjo implantado (KRUSCHEWSKY et al., 2007, p. 366).

3.4. SISTEMA SILVIPASTORIL

Para que uma propriedade seja sustentável a mesma deve ter como suporte três pilares, a biodiversidade, a ciclagem de nutrientes e o fluxo de energia. Para manter o solo produtivo, qualquer sistema deve incluir o maior número possível de espécies vegetais em mesmo cultivo ou em sucessão, mantendo altos níveis de matéria orgânica e sendo mais eficiente possível na utilização de água, luz e nutrientes (FRANCO et al., 2003, p. 3).

Em sistemas de cultivos agropecuários, a sustentabilidade e a manutenção podem ser avaliadas ao longo do tempo para que não ocorra à deterioração de recursos naturais de quem a produção é dependente (BERNARDINO; GARCIA, 2009, p. 77). Tendo em vista a sustentabilidade, os sistemas agroflorestais consistem em métodos que os agricultores encontraram para agregar à produção agrícola/pecuária/florestal à conservação ambiental, gerando produtividade e renda sem agredir a natureza (CALDEIRA; CHAVES, 2011, p. 3).

O respaldo que o agricultor possui encontra-se na Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente (MMA) nº 05 (2009, p. 3) que definiu sistemas agroflorestais como sistemas de uso e ocupação do solo onde plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, culturas agrícolas, forrageiras e animais em mesmo espaço e tempo.

Os sistemas agroflorestais são classificados em relação aos componentes de distribuição no tempo e no espaço e são estratificados em silvipastoril, taungya, agrosilvipastoril, quintais agroflorestais e os sistemas multiestratificados (VIEIRA et al. 2007, p. 550; SAN; AYANZ, 2008, p. 2).

O SSP consiste na modalidade dos sistemas agroflorestais (SAF's) em que ocorre interação de componentes arbóreos, pastagens e animais. Portanto, é o manejo integrado em uma mesma área ao mesmo tempo. Este surgiu como alternativa para incorporar a produção de madeira à ação pecuária, reunindo as vantagens econômicas que cada um

possui de forma independente (Figura 2) (PÉREZ et al., 2006, p. 126; PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010, p.7).

Os agricultores conservam indivíduos arbóreos no pasto para o fornecimento de sombra, madeira para lenha, proteção contra vento e fonte de forragem em épocas de escassez de pasto (HARVEY; HABER, 1998, p. 39). Além destas razões, trata-se de ferramenta para mitigação dos efeitos de mudanças climáticas, no qual oferecem vários benefícios à sociedade (FAO, 2006, p. 216).

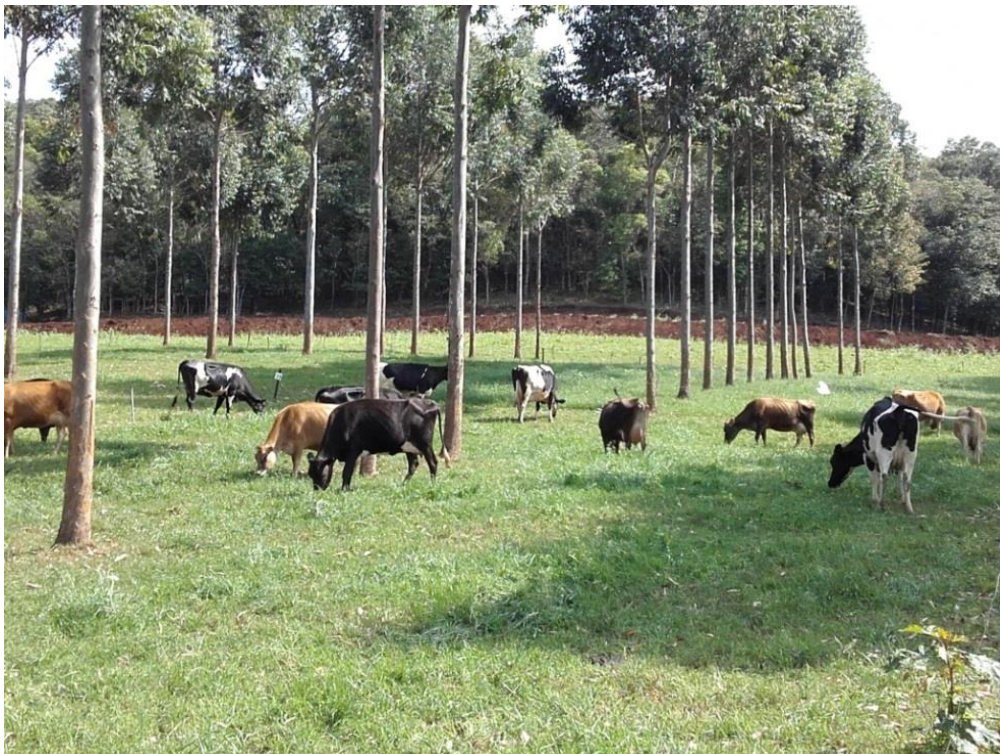


Figura 2: Demonstração de um Sistema silvipastoril

Fonte: Autor (2015)

Para a escolha das espécies florestais a serem implantadas em SSP é necessário optar por indivíduos de múltiplos usos e com potencial econômicos, apresentando sombreamento, proteção ao solo e que não apresentem efeitos tóxicos aos animais e que não sejam indivíduos invasores (OLIVEIRA et al., 2003, p. 14).

Estes sistemas podem ser classificados como eventuais ou verdadeiros. Eventuais é a associação árvore, pasto e animal que se constitui a partir de um determinado momento, mas não prejudica o produto principal. Entretanto, nos sistemas verdadeiros, a associação destes elementos é considerada integrante do sistema desde o planejamento e

são plantios regulares feito em espaçamentos com a possibilidade de supressão de um ou outro (BERNARDINO; GARCIA, 2009 p. 78).

Outra classificação do SSP é quanto à definição do espaçamento e arranjos das árvores, isto determinará as condições do ambiente luminoso, sendo que, quanto maior o espaçamento entre linhas e indivíduos, maior será a penetração de radiação e luminosidade no substrato inferior do sistema (RIBASKI et al., 2009, p. 3).

O plantio dos indivíduos arbóreos pode ser realizado através de sementes, mudas ou estacas, como dependente do modo de reprodução que o produtor pretende. Existem seis métodos de espaçamentos ou arranjos espaciais, sendo eles denominados como: método de linha simples, de linha dupla, bosquete, disperso, cerca e regeneração natural (OLIVEIRA et al., 2003, p. 16) (Figura 3).

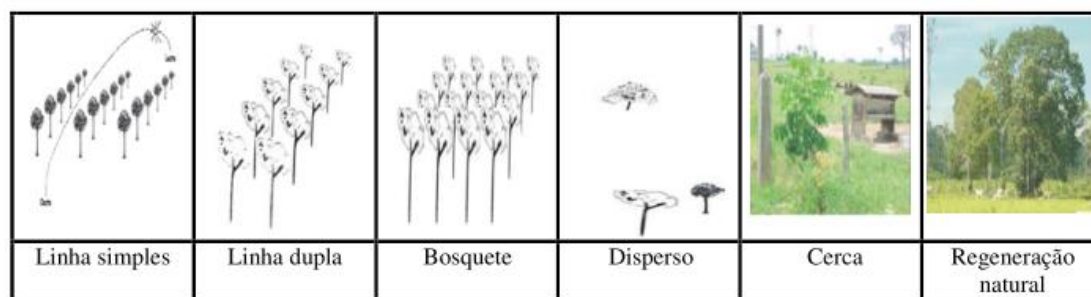


Figura 3: Métodos para transformar um sistema silvipastoril

Fonte: Adaptado por Oliveira et al. (2003)

Os sistemas integrados apresentam vantagens e desvantagens e seu sucesso desses sistemas vai depender do equilíbrio das interações entre seus principais componentes, a árvore, a pastagem e o animal (VEIGA et al., 2000, p. 51).

Dentre as vantagens estão às melhorias para a pastagem e para o rendimento animal, benefícios que as árvores proporcionam à proteção do solo e disponibilidade de nutrientes que favorecem a atividade microbiana do solo e trazem como consequência o aumento da capacidade do sequestro de carbono (PORFÍRIO DA SILVA, 1998, p.2; GATTO et al., 2010 p. 1070).

Além destes benefícios, os SPP's buscam atender a várias necessidades dos produtores rurais (alimento, madeira, lenha, forragem, plantas medicinais e fibras), podem auxiliar na conservação dos solos, recomposição ordenada de áreas florestais, e manutenção da biodiversidade e é um sistema trabalhado de forma alternativa para a

recuperação de pastagens (NICODEMO et al., 2004, p. 7 ; NAIR; KUMAR; NAIR, 2009, p. 16).

As desvantagens estão relacionadas aos danos aos indivíduos arbóreos, pois os animais podem ingerir as folhas e galhos ou até mesmo pisotear as mudas destruindo o sistema. Outro fato importante está relacionado com a taxa de passagem da radiação, luminosidade e umidade provocadas pela copa dos indivíduos arbóreos alterando o microclima que pode modificar-se o crescimento e o desenvolvimento das plantas forrageiras (LIN et al., 1998, p. 118; MARIN et al., 2006, p. 562; PACIULLO et al., 2008 p. 923; DIAS FILHO, 2011, p. 26; PORFÍRIO DA SILVA et al., 2012, p. 185).

Para os SSP's, o consórcio de produção madeireira e produção animal tem um fundamento de origem sustentável, pois considera os aspectos ambientais, sociais e econômicos e deste modo é passível de processo de certificação (PORFÍRIO DA SILVA, 2009, p. 3). Atualmente o marketing ambiental para produtos orgânicos faz do SSP importante, pois ele é capaz de contribuir com a fixação de gás carbônico (CO₂), com a menor emissão de óxido nitroso (N₂O), além de mitigar a emissão de gás metano (CH₄) pelos ruminantes, fazendo do sistema uma estratégia para o mercado sendo um passivo potencial econômico para os setores envolvidos (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2009, p. 4).

As informações científicas e práticas no que diz respeito dos sistemas agroflorestais são insuficientes, o que pode ser resultado da complexidade e da longa duração para informações (BERNARDINO; GARCIA, 2009, p. 78). Sendo assim, existe a necessidade de pesquisas que possam esclarecer as dúvidas para sua implantação correta, para que haja maior aproveitamento de sua capacidade, apresentando maior retorno sustentável e lucrativo (BOSI, 2014, p. 140).

3.5. MICROCLIMA EM SISTEMA SILVIPASTORIL

Os estudos relacionados à dinâmica da atmosfera são constituídos pelo conjunto de elementos da natureza que convivem ao mesmo tempo e no mesmo espaço com trocas recíprocas e interdependentes (RIBEIRO, 1993, p.1).

O microclima é a interação entre os sistemas ambientais modificados pelos fluxos de energia, umidade, massa e momento. A possibilidade de interação ao longo do tempo

e do espaço podem apresentar três níveis interativos. Sendo assim, as seguintes subdivisões da climatologia podem ser reconhecidas como macroclimatologia, mesoclimatologia e microclimatologia (RIBEIRO, 1993, p. 2). A microclimatologia relaciona-se como o estudo do clima próximo à superfície ou de áreas com menos de 100 metros (AYOADE, 1996, p.4). Ele corresponde às condições climáticas de uma superfície realmente pequena (TONIETTO; MANDELLI, 2003, p.1).

O microclima pode alterar a combinação dos elementos climáticos, como temperatura do ar e do solo, radiação solar, umidade relativa do ar e vento, que é um dos principais responsáveis pelo estresse (TOSETTO et al., 2014 p.6).

Em uma floresta, o microclima se caracteriza pela modificação sofrida da luz que penetra através da copa dos indivíduos arbóreos (SCHUMACHER; POGGIANI, 1993, p.10). O microclima em SSP é alterado mesmo quando o sistema utiliza indivíduos arbóreos caducifólios ou perenifólios, embora a intensidade varie de acordo com a espécie (BENAVIDES; DOUGLAS; OSORO, 2009, p. 328).

A diminuição da incidência de luminosidade sobre a pastagem pode prejudicar o crescimento forrageiro caso essa não seja resistente ao excesso de sombreamento (SINGH et al., 2012, p. 194). Sendo assim, a densidade de copa das árvores em sistemas silvipastoris é diferente para cada espécie, pois as mais densas permitem menos luminosidade à forragem (PORFÍRIO DA SILVA, 1998, p. 36).

O sistema silvipastoril demonstrou a capacidade de reduzir a incidência de geadas sobre a pastagem em baixo das copas das árvores. Este fato pode ser explicado porque a copa das árvores é capaz de reter a radiação de ondas longas, assim conservando assim maior calor dentro do sistema (FELDHAKE, 2001, p. 302). Quando a pastagem se encontra a céu aberto não há retenção de calor gerada pela radiação de ondas longas. Portanto, neste local haverá um resfriamento maior da pastagem e está ficará suscetível à ação da geada (SINGH et al., 2012b, p. 194). Este também favorece o aumento da produção das forrageiras devido à menor perda de água, isto porque o sistema proporciona redução da velocidade do vento e exposição à luminosidade e radiação, assim evitando o estresse hídrico das plantas (PARMEJANI, 2012, p. 29).

A umidade relativa do ar pode alterar o sistema de forma conjunta com demais variáveis e isto pode afetar positivamente ou negativamente a forragem ou o conforto animal. A proteção que indivíduos arbóreos promovem que o sistema gere maior umidade para área quando comparado à outra condição a céu aberto (GREGORY, 1995, p. 424). Em um estudo realizado com três níveis de sombreamento não foram observadas

diferenças entre os mesmos em época úmida, entretanto em época de seca o nível de maior sombreamento apresentou menor umidade relativa durante o período noturno e maior umidade durante o dia (LIN, 2007, p. 93).

A temperatura do ar e do solo sofrem influência em sistemas agroflorestais (SANCHEZ, 1995, p. 40), sendo que a copa das árvores oferecem temperaturas menores e isto faz com que o déficit hídrico seja reduzido. Assim, a temperatura do ar em SAF's diminui o estresse térmico das culturas vegetais e animais (SINGH et al., 2012, p. 195). Em relação à umidade, SAF's promoveram mais umidade no interior do sistema do que na área em céu aberto (MONTEITH; ONG; CORLETT, 1991, p. 34).

Em estudo realizado no município de Tapejara- PR notaram que houve diferença de temperatura entre áreas sombreadas e ensolaradas atingindo 3,5 °C no inverno e 8,0 °C no verão (PORFÍRIO-DA-SILVA, 1998, p. 23).

A umidade relativa e temperatura do ar são fatores ambientais que quando está fora do mínimo e do máximo pode prejudicar o conforto térmico animal, assim ocasionando perdas energéticas e resultando em estresse animal o que levará na queda da produção do mesmo (FERRO, 2011, p. 25). E através destes valores bases foram desenvolvido índice de conforto térmico para a quantificação e caracterização das zonas de conforto para diferentes espécies de animais (PERISSINOTTO et al., 2005, p. 290). O índice de conforto térmico mais utilizado é o ITU – Índice de Temperatura e Umidade (INMET, 2015, p. s/n).

Os indivíduos arbóreos alteram o comportamento de ventos na superfície de uma área e este efeito combinado atua sobre o balanço de energia disponível para o meio como no uso da água pelas plantas e também sobre o componente animal (GREGORY, 1995, p. 428). Isto pode implicar no incremento do rendimento das pastagens devido à redução da evapotranspiração e da amplitude térmica diária. Verificou que a cada unidade de área sombreada, o sistema silvipastoril necessitaria de 4,6 unidades de céu aberto para que o sistema apresentasse condições mínimas de desenvolvimento (PORFÍRIO-DA-SILVA, 1998, p. 36).

Como alternativa para a diminuição de estresse e melhorias microclimáticas para áreas de produção rural, os sistemas agroflorestais consistem em alternativas para minimizar estes efeitos e conseqüentemente aumentar a produtividade animal e vegetal.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. DESCRIÇÃO GERAL

O estudo foi desenvolvido em propriedade rural no município de Enéas Marques, localizado no Sudoeste do Paraná entre as coordenadas geográficas 25°58'2,95" de latitude Sul e 53° 9'2,80" de latitude Oeste, com altitude de 692 metros do nível médio do mar. O clima é classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa) com verões quentes com faixa de temperatura mínima entre -3°C e 18°C e máxima $\geq 22^{\circ}\text{C}$ e com faixa de precipitação média de > 40 mm, segundo a classificação de Alvares et al. (2013, p. 715) (Figura 4).



Figura 4: Propriedade de estudo localizada no município de Enéas Marques- PR

Fonte: Google Earth (2015)

A área de estudo envolve sistema silvipastoril com consórcio da forrageira Tifton 85 (*Cynodon dactylon*) para estação de verão e para o inverno, aveia preta (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum*) e ervilhaca (*Vicia sativa* L.) para manutenção do

gado leiteiro. O integrante arbóreo é da espécie *Eucalyptus grandis*, com espaçamento aproximado entre indivíduos de 2,5 metros e entre as linhas de 20 metros.

O sistema silvipastoril foi implantado em outubro de 2011, com replantio trinta dias após, sendo que as mudas utilizadas foram provenientes de viveiro de sementes do município de Guarapuava-PR. O plantio foi realizado pelo próprio proprietário que realizou correção de calcário na área e adubação de cobertura, estes tratamentos e adubação do solo foi realizado com auxílio de técnicos da Emater, todavia não se sabe o valor exato utilizado por hectare de calcário e nem o valor utilizado para adubação por planta no plantio.

Referente aos tratamentos silviculturais, ressalta-se que foi realizada desrama com dois anos de idade dos indivíduos arbóreos sendo que foi o próprio proprietário realizou sem ajuda técnica, assim não se sabe a intensidade da desrama realizada.

4.2. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

4.2.1. Demarcação dos pontos amostrais

A propriedade apresenta 3,7 hectares de sistema silvipastoril, mas para o presente estudo utilizou-se um hectare, no qual realizou-se a caracterização do microclima proporcionado pelo indivíduo arbóreo. Os pontos de amostragem foram identificados com estacas de 30 centímetros para que as mensurações das variáveis sempre ocorressem nas mesmas coordenadas.

Para que não ocorresse interferência do horário nos dados das variáveis ambientais, em cada coleta iniciou-se as mensurações pelo lado oposto ao que foi iniciado no mês anterior (Ex.: se no primeiro mês se iniciou pelo ponto A, no mês seguinte as medições começaram pelo ponto B) (Figura 5).

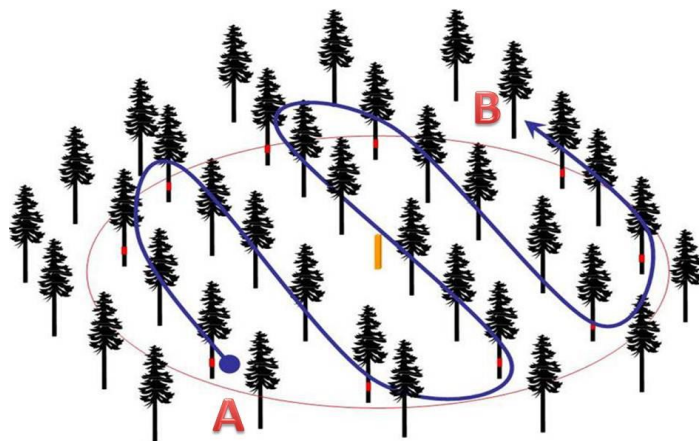


Figura 5: Demonstração do levantamento das variáveis

Fonte: Google Imagens (2015)

Os pontos amostrais foram pré-estabelecidos, sendo oito em cada lado da linha do plantio dos indivíduos arbóreo. Também foi determinada a distância dos pontos amostrais em relação à linha dos indivíduos arbóreos, apresentando média de 4,5 metros para cada lado da linha arbórea (Figura 6).

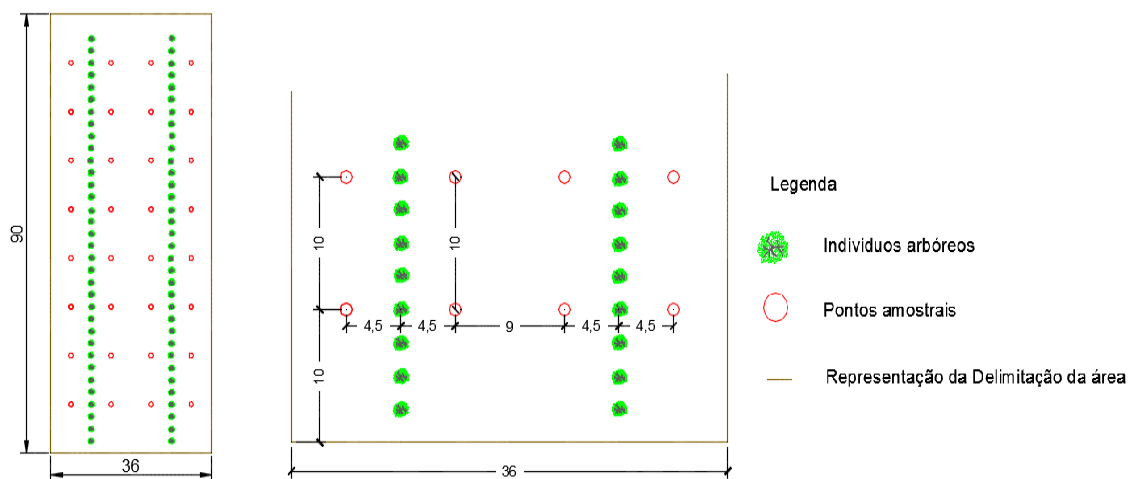


Figura 6: Demonstração dos pontos que foram amostrados para o presente estudo

Fonte: Autor (2015)

4.2.2. Levantamento Planialtimétrico

Para localização de coordenada e altimetria de cada indivíduo, área do piquete e demarcação de pontos, foi realizado levantamento planialtimétrico com auxílio do GPS de navegação Modelo Etrex- Gamin (Figura 7).

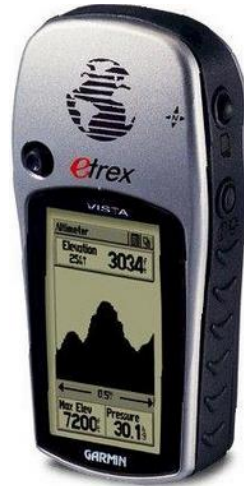


Figura 7: Equipamento GPS de navegação Modelo Etrex- Gamin
Fonte: Google Imagens (2015)

Os dados coletados em campo foram descarregados e processados no software AutoCAD 2015. Os mapas que foram gerados tiveram como sistema de referência o SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) e como sistema de projeção a Universal Transversa de Mercator (UTM), Fuso 22S. Através deste levantamento obteve-se a distribuição dos pontos em relação à área completa (Figura 8).

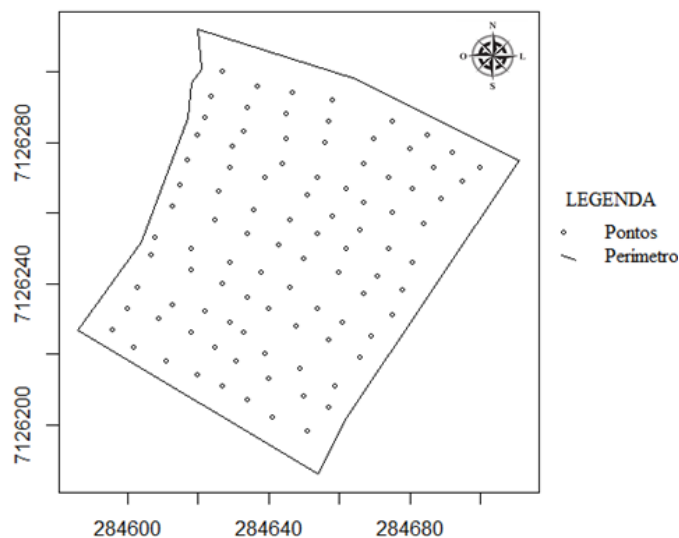


Figura 8: Distribuição de pontos amostrais e perímetro da área de estudo
Fonte: Autor (2015)

4.2.3. Variáveis microclimáticas

As variáveis medidas neste estudo foram referentes aos fatores de influência no microclima proporcionado pelo indivíduo arbóreo, tais como: temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), temperatura de superfície (°C), iluminância (lux) e velocidade do vento (m/s).

A temperatura do ar foi obtida com auxílio de termohigrômetro digital, a temperatura de superfície, com auxílio do termômetro de infravermelho, a intensidade de luminosidade aferida através do luxímetro digital. Os dados de iluminância foram coletados em unidade de medida lux e transformados em footcandle $1\text{fc} = 10,764\text{luxes}$ e a velocidade do vento aferida com auxílio do anemômetro. As medições aconteceram nesta mesma ordem e nos pontos precisos de amostragem (Figura 9).



Figura 9: Equipamentos que serão utilizados para mensuração das variáveis; a) luxímetro; b) anemômetro e termômetro; c) termômetro de infravermelho; d) termohigrômetro digital e anemômetro

Fonte: Autor (2015)

As medidas das variáveis microclimáticas foram realizadas na seguinte ordem: Luminosidade, temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e temperatura de superfície. Este procedimento foi realizado nas duas alturas. As mensurações foram realizadas a 0,20 e a 1,5 metros do solo, uma vez por mês, entre os meses de abril a setembro de 2015.

Para a verificação do conforto térmico animal foi realizado através das variáveis mensuradas o índice de temperatura e umidade (ITU) através da fórmula (PIRES et al., 2002, p. 60)

$$ITU = \frac{0,8 * Tbs + UR * (Tbs - 14,3)}{100 + 46,3}$$

Sendo que:

Tbs = temperatura do termômetro de bulbo seco, °C;

UR = umidade relativa do ar, %.

Para o regime diário da caracterização do sistema foram realizadas as mensurações em três intervalos das 8 às 10, 12 às 14 e 16 às 18 horas.

4.2.4. Análise estatística

Para o período do estudado foram analisados os dados para avaliação e caracterização da influência do sistema sobre as variáveis microclimáticas. Também foi avaliado as variáveis microclimáticas comparando o Sistema silvipastoril e a testemunha através do teste Scott- Knott.

Os dados de umidade relativa do ar, temperatura de superfície e do ar, velocidade do vento e luminosidade foram analisados utilizando a geoestatística (krigagem ordinária) para a obtenção dos demais pontos não foram amostrados e para a avaliação da dependência espacial das variáveis ambientais.

Para análises dos dados foi estabelecido o modelo matemático descrito como:

$$y(x) = \mu(x) + S(x) + e(x) ; \text{onde:}$$

$y(x)$ é a variável ambiental média que será medida na posição x ;

$\mu(x)$ é a média do processo na posição x ;

$S(x)$ é o processo espacial subjacente na posição x ;

E (x) é o erro aleatório na posição x.

O modelo matemático acima apresenta alguns pressupostos que foram definidos para que fossem estabelecidos. Em seguida da determinação do modelo pressuposto, foi realizado a modelagem seguindo os seguintes passos:

1- Os dados foram explorados e analisados.

2- Estimadores dos parâmetros para o modelo- devido aos números de parâmetros o estudo levou em consideração os estimadores de máxima verossimilhança. Estes parâmetros foram adquiridos através do ajuste dos elementos da curva para os dados testados (Figura 10).

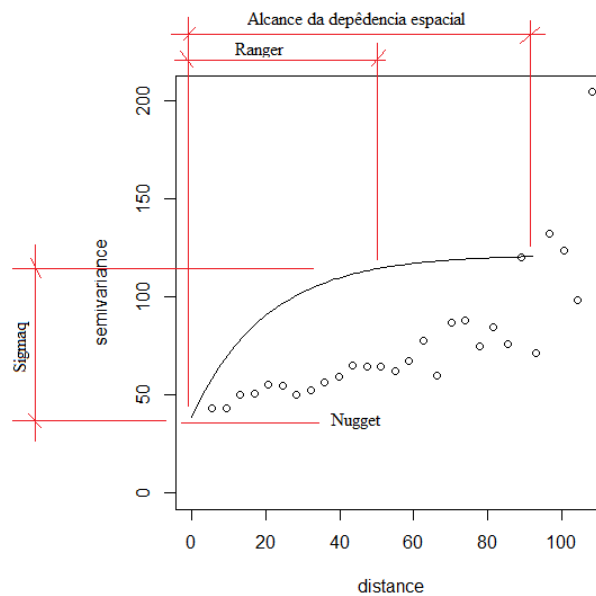


Figura 10: Parâmetros para a estimação do melhor modelo matemático para cada variável microclimática avaliada

Fonte: Autor (2015)

Os modelos testados foram:

2.1- Circular

$$\rho(h) = 1 - \gamma(h)$$

2.2- Cúbico

$$\rho(h) = 1 - \left(7 * \left(\left(\frac{h}{\phi} \right)^2 \right) - 8,75 * \left(\left(\frac{h}{\phi} \right)^3 \right) + 3,5 * \left(\left(\frac{h}{\phi} \right)^5 \right) - 0,75 * \left(\left(\frac{h}{\phi} \right)^7 \right) \right)$$

2.3- Gaussiano

$$\rho(h) = \exp\left(-\left(\frac{h}{\phi}\right)^2\right)$$

2.4- Matern com três variações de Kappa (0,5; 1 e 2)

$$\rho(h) = \left(\frac{1}{2^{(\kappa-1)}}\right) * \Gamma(\kappa) * \left(\frac{h}{\phi}\right)^\kappa * K_{\{\kappa\}}\left(\frac{h}{\phi}\right)$$

3- *Confirmação do modelo escolhido*- Para que tivéssemos certeza que o modelo escolhido é o adequado se utilizou o Critério da Informação de Akaike (AIC), que complementam o método de máxima verossimilhança. Este critério avaliou o quão grandemente este modelo está explicando a variabilidade dos dados comparado com o número de parâmetros envolvidos no modelo. Portanto quanto menor o AIC melhor é o modelo escolhido.

4- *Prognósticos dos pontos realizados pelo método de krigagem ordinária*- Com o modelo já estabelecido foram realizadas previsões dos pontos não amostrados dos piquetes, para isso utilizamos o método de krigagem ordinária, o que permite medir valores desconhecidos das variáveis em regiões não amostradas.

O método de krigagem ordinária possibilitou a realização de mapas com variações de cores que corresponderam os prognósticos das variáveis ambientais mensuradas. E através da variância dos dados foram realizados variogramas ajustado pela interpolação dos dados gerados pelo método geoestatístico que avaliou a análise de dependência espacial dos dados (ANDRIOTTI, 2010, p. 89).

Para todas as etapas das análises geoestatística foi utilizado o software estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015) e para a comparação dos dois modelos estudados (Sistema silvipastoril e convencional) foi utilizado o Assistat 7®.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico as variáveis microclimáticas (luminosidade, temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e temperatura de superfície) serão detalhadas, bem como a caracterização do ambiente do sistema silvipastoril, por meio da abordagem geoestatística.

5.1. LUMINOSIDADE

5.1.1. Luminosidade 0,20 metros de altura do solo

Para esta variável microclimática (0,20 m) a melhor equação escolhida foi o modelo matemático cúbico que apresentou menor AIC, tornando-se assim o melhor para a representação da krigagem para este conjunto de dados. Este modelo escolhido foi atribuído para esta variável em todos horários seguindo os parâmetros de estimativa (Anexo 1).

Ao comparar a intensidade luminosa entre o SSP e o sistema convencional de produção, notou-se que no período do meio dia o SSP apresentou valores semelhantes ao sistema convencional, fato que se explica pela orientação do sol que neste período se encontrava perpendicular (90°) às copas dos indivíduos arbóreos. Neste estudo a krigagem não apresentou nenhuma variação neste horário, pois não foram coletados pontos amostrais sob a copa (Figura 10).

Nos horários das oito e dezesseis horas a luminosidade sofreu redução de 46% e 55,5% respectivamente no interior do SSP, demonstrando que este sistema é modificado sobre a influência da orientação solar (Figura 10). Em um estudo realizado com a gramínea *B. decumbens* cv. *Basilisk* e leguminosas em SSP, foi observado que sob sombreamento de 50% as taxas de alongamento foliar foram maiores do em pleno sol (PACIULLO et al., 2008, p. 920).

Em trabalho analisando a massa de matéria seca (MS) de espécies forrageiras incluindo a Tifton 85, presente neste estudo, Soares et al.(2009, p. 446) concluíram que esta variável decresceu com a intensidade luminosa em diferentes espaçamentos dos indivíduos arbóreos. Porém algumas espécies forrageiras como *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*, *Tanzânia* e *Mombaça* mantiveram a produção de MS tanto em pleno sol como

no SSP. Isto demonstra a importância de um bom planejamento para escolha das espécies forrageiras e espaçamentos arbóreos a serem utilizados neste sistema.

No Rio Grande do Sul foi demonstrado que entre os horários de 11:30 e 13:30h houve diminuição da luminosidade em 25% e 66% e este fato aumentou o rendimento de aveia preta e branca, entretanto para a espécie azevém houve um decréscimo na produção de 45,8% e 37,5% de luminosidade (BARRO et al., 2008, p. 1723). De forma diferente, o trabalho conduzido por Kirchner et al. (2010, p. 2373) com cinco espécies anuais de inverno demonstrou que o azevém, a aveia-branca, o trigo duplo propósito e a ervilhaca apesar de terem reduzido suas produções em relação a céu aberto, foram as cultivares que mais produziram com a diminuição da luminosidade de 30%. Já com restrição de 60% de luminosidade, a espécie que menos produziu foi à aveia preta (Figura 11).

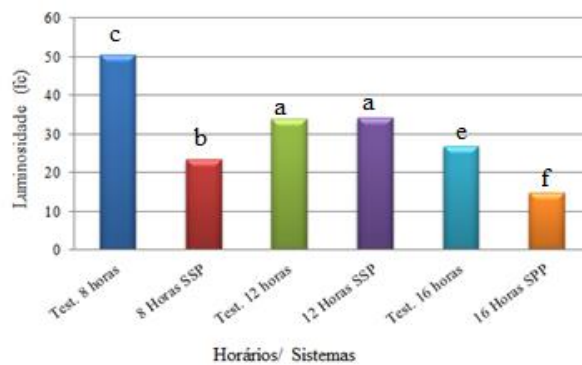


Figura 11: Média de luminosidade para a altura 0,20 metros do solo nos três diferentes horários

No período das oito horas da manhã a luminosidade se apresentou com alta variabilidade dentro do SSP. A variável proporcionou valores inferiores no sentido da sombra (sudoeste) e na extremidade nordeste apresentou maiores valores de luminosidade. Todavia, na região noroeste do sistema foram encontrados valores intermediários, pois esta área sofre influência da continuidade do sistema silvipastoril se prolongando na direção norte do sistema (Figura 12).

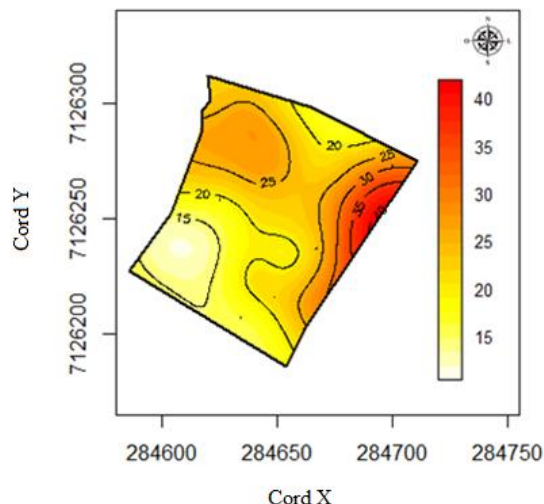


Figura 12: Luminosidade para o período das oito horas (8h00) a 0,20 metros de altura do solo

No período das doze horas esta variável se apresentou bastante homogênea, pois neste horário o sol está em ângulo de $\pm 90^\circ$ com a superfície da copa dos indivíduos arbóreos e como não foram coletados pontos amostrais na base dos indivíduos não houve diferença na dependência espacial dos dados modelados.

Para a krigagem desta variável a 0,20 e 1,5 metros notou-se que nos modelos matemáticos estimados para estes horários não houve diferenças na dependência espacial dos dados modelados, pois com valor do processo espacial subjacente e o erro aleatório muito parecido com zero, fez com que a média do processo se destacasse, sendo assim, o mapa gerado apresentou homogeneidade em todo o sistema.

No período das dezesseis horas esta variável se apresentou com pontos específicos de alta intensidade luminosa. Notou-se que a maior concentração de alta luminosidade foi no sentido noroeste do sistema sendo este contrário ao de projeção da sombra dos indivíduos arbóreos que se encontra no sentido leste (Figura 13).

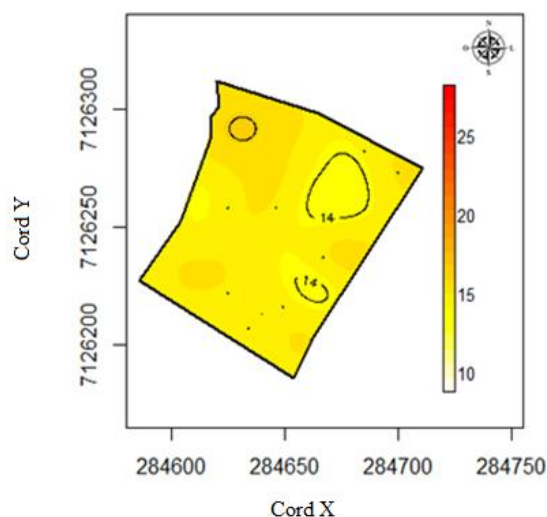


Figura 13: Luminosidade para o período das dezesseis horas (16h00) a 0,20 metros de altura do solo

5.1.2. Luminosidade 1,5 metros de altura do solo

Para a luminosidade (1,5 m) o melhor modelo matemático comparado pelo método de AIC foi o Matern ($K=0,5$) o qual ajustou melhor o conjunto de dados para a krigagem desta variável. Este modelo escolhido foi atribuído para esta variável em todos horários seguindo os parâmetros para as estimativas (Anexo 1).

Quando comparado cada horário com sua respectiva testemunha, a luminosidade foi maior fora do SSP, exceto no horário das doze horas. Este fato pode ser explicado pela intensidade de pastejo e relevo de cada área. O piquete testemunha sofria uma frequência de pastejo ligeiramente inferior ao do SSP. Portanto seu dossel forrageiro por vezes acabava permanecendo maior quando comparado ao do SSP. Estudos relacionam que o solo descoberto reflete mais luminosidade em relação aos solos cobertos por vegetação (PREVEDELLO, 1996; BRAGAGNOLO; MIELNICZUK, 1990 apud CHECHETTO et al., 2010, p. 41).

O relevo da área estudada tinha como característica uma inclinação decrescente do sentido oeste-leste e o piquete testemunha se encontrava abaixo do SSP (leste), ou seja, na área mais baixa do sistema. Este fato influenciou nos resultados, porque na parte oeste do sistema, existe uma Área de Preservação Permanente (APP) que projetava sua sombra dentro do SSP (Figura 14).

De acordo com Miller et al. (2000, p. 964) em pelo sol ou no SSP a intensidade luminosa é capaz de estimular a produção de leite e o aumento da luminosidade aumentou a produção de prolactina, que é o hormônio responsável pelo estímulo na produção de leite. Isto significa que vacas submetidas a um aumento da luminosidade no pré-parto tem a tendência de aumentarem a produção de kg de leite por lactação e que o aumento nas horas de luminosidade sobre vacas secas é capaz de aumentar os níveis não só de prolactina, mas também de IGF-1. Os autores indicam que um período entre 40 e 60 dias de estímulo por aumento de luminosidade já é capaz de atribuir este efeito positivo sobre a produção de leite (VELASCO et al., 2008, p. 3467).

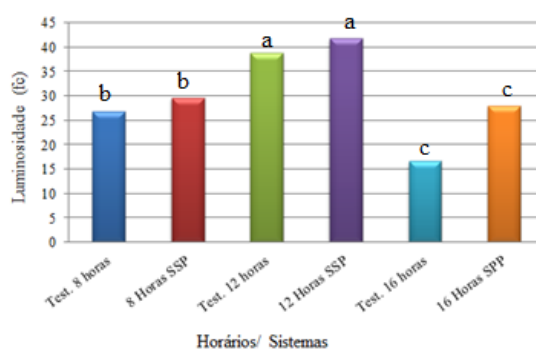


Figura 14: Média de luminosidade para a altura 1,5 metros do solo nos três diferentes horários

No período das oito horas da manhã a variável microclimática demonstrou alta variabilidade dentro do sistema, apresentando valores inferiores no sentido da sombra (sudoeste) e maiores na extremidade nordeste (Figura 15).

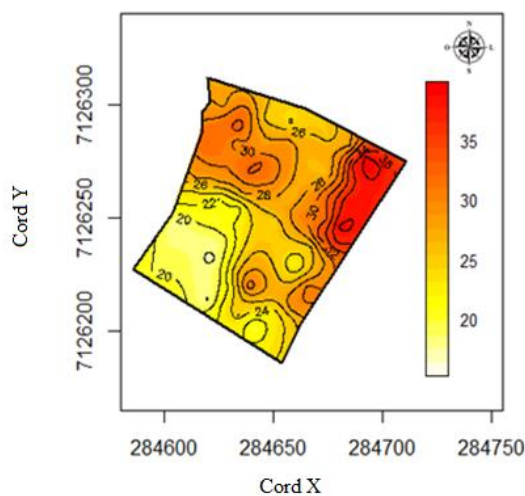


Figura 15: Luminosidade para o período das oito horas (8h00) a 1,5 metros de altura do solo

No período das doze horas a luminosidade proporcionou homogeneidade em toda a extensão da área, fato explicado pela orientação do sol no horário do meio dia. Esta homogeneidade dentro do SSP ocorreu porque não foram coletados pontos amostrais no colo dos indivíduos arbóreos. Todavia, o mesmo ocorreu para a mesma variável a 0,2 m, pois, não houve diferenças na dependência espacial dos dados modelados.

No período das dezesseis horas, a luminosidade exibiu-se bastante heterogênea, com pontos de maiores e menor intensidade luminosa. É notório que a maior concentração foi no sentido noroeste e menor no sentido sudeste, sendo que neste horário a sombra dos indivíduos arbóreos está no sentido nordeste, onde foram encontrados os valores medianos dentro do sistema (Figura 16).

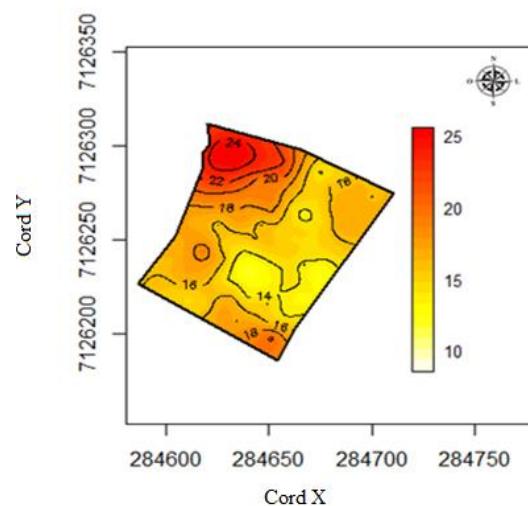


Figura 16: Luminosidade para o período das dezesseis horas (16h00) a 1,5 metros de altura do solo

5.2. TEMPERATURA DO AR

5.2.1. Temperatura do ar 0,2 metros de altura do solo

Para a temperatura do ar (0,20 m) o melhor modelo matemático comparado pelo método de AIC foi o Cúbico que ajustou melhor o conjunto de dados para a krigagem desta variável. Este modelo escolhido foi atribuído para esta variável em todos horários (Anexo 1).

Nota-se que as médias da temperatura do ar em todos os horários dentro do SSP estão menores que a céu aberto, que de acordo com Porfírio-Da-Silva (1998, p. 12) temperaturas altas podem representar fator de estresse no desenvolvimento das espécies

forrageiras assim como as baixas temperaturas que também são fator de estresse para espécies forrageiras de inverno (Figura 17).

Para a aveia preta pesquisas demonstram que as temperaturas baixas em sua fase inicial de crescimento favorecem o perfilhamento e temperaturas acima de 32°C provocam esterilidade e aceleram a maturação dos grãos (CARVALHO et al., 1996, p. 5). Temperatura base inferior é a temperatura abaixo da qual o crescimento das plantas cessa. Em estudo realizado com gramíneas perenes do gênero *Cynodon* a temperatura base encontrada foi de 12°C (VILLA NOVA et al., 2007, p. 548). Este resultado demonstra que no SSP avaliado, as médias de temperaturas dentro e fora do sistema são maiores, o que é um benefício, porque mesmo em época de outono e inverno, período do experimento, a grama Tifton 85 (*Cynodon*) que compõe o SSP, permaneceu em crescimento aumentando a disponibilidade de forragem para as vacas.

Como se pode observar, em todos os horários as temperaturas estavam adequadas também para o estabelecimento e o desenvolvimento desta espécie de gramínea, demonstrando o benefício que o SSP tem em manter uma temperatura mais adequada para as culturas estabelecidas sob a copa das árvores que mantém as temperaturas médias mais elevadas no inverno e protegem forragens e animais de geadas (SANTOS et al., 2000, p. 90).

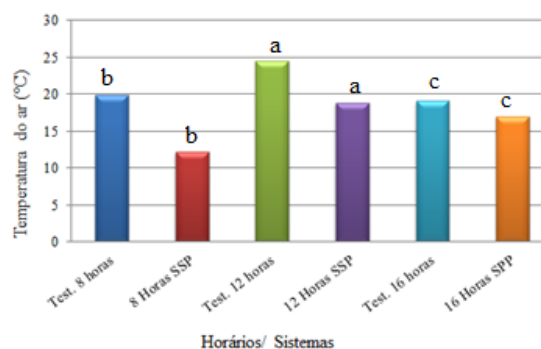


Figura 17: Média de temperatura do ar para a altura 0,20 metros do solo nos três diferentes horários

No período das oito horas notou-se que no interior do sistema a temperatura do ar diminuiu quando comparado as extremidades, demonstrando eficiência do conjunto de árvores para a amenização da temperatura do ar local. Na extremidade oeste do sistema também apresentou temperaturas mais amenas, fato esclarecido com a APP que está localizada próxima (Figura 18).

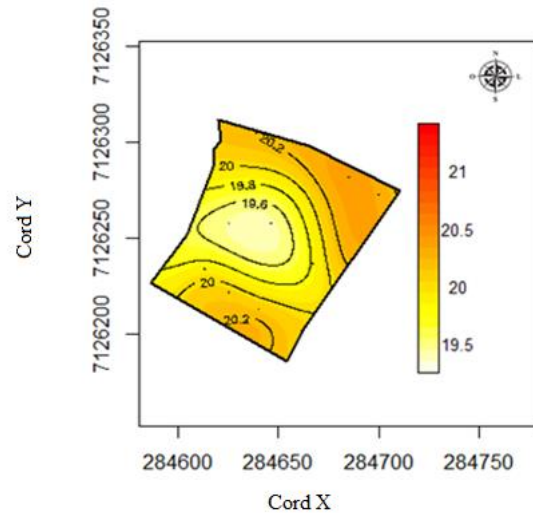


Figura 18: Temperatura do ar para o período das oito horas (8h00) a 0,20 metros de altura do solo

No horário das doze horas a variável microclimática exibe-se heterogênea em todo o sistema. Notou-se que a temperatura do ar está mais elevada no Sudoeste e Sul do sistema, o que pode ser explicado pela altimetria do terreno, mais alto neste local. (Figura 19).

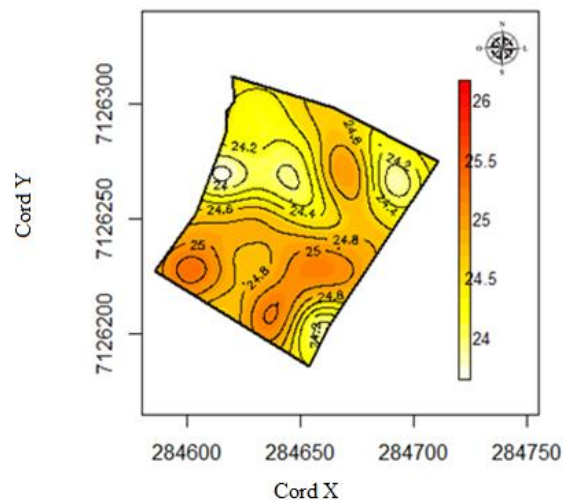


Figura 19: Temperatura do ar para o período das doze horas (12h00) a 0,20 metros de altura do solo

A temperatura do ar às 16h diminuiu de acordo com a orientação da sombra, pois as temperaturas menores estavam ao nordeste do sistema e as mais elevadas ao sudoeste (Figura 20). Este fato pode ser atribuído pela influência do ambiente externo ao sistema, pois próximo a este local se encontra estrada e sala de ordenha.

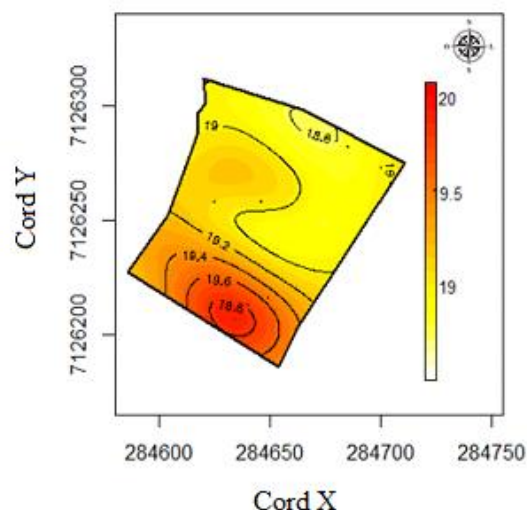


Figura 20: Temperatura do ar para o período das dezesseis horas (12600) a 0,20 metros de altura do solo

5.2.2. Temperatura do ar 1,5 metros de altura do solo

Para a temperatura do ar (1,5 m) o melhor modelo matemático comparado pelo método de AIC foi o Cúbico o qual ajustou melhor o conjunto de dados para a krigagem desta variável. Este modelo foi atribuído para esta variável em todos horários (Anexo 1).

A temperatura do ar mantida ente -5 a 23,9°C não altera a produção e composição de leite, sendo assim este valor torna-se referência para conforto térmico de vacas em lactação ao contrário das temperaturas acima de 23,9°C que diminuem a porcentagem de lactose, proteína e gordura do leite (COLLIER et al., 2012, p. 76). A temperatura média deste estudo em SSP durante todo o dia se apresentou menor que as temperaturas médias do sistema convencional (Figura 21).

Apesar de haver diferenças nos resultados citados por diversos autores quanto à temperatura ótima para vacas leiteiras, este estudo demonstrou que o SSP avaliado proporciona conforto às vacas leiteiras em lactação porque em todos os horários a média da temperatura do ar não ultrapassou os 25°C (NÃÃS, 1989, p. s/n; SILVA et al., 2002, p. 2037; MARTELLO et al., 2004, p. 187; LEME et al., 2005, p. 670; NASCIMENTO et al., 2013, p. 32).

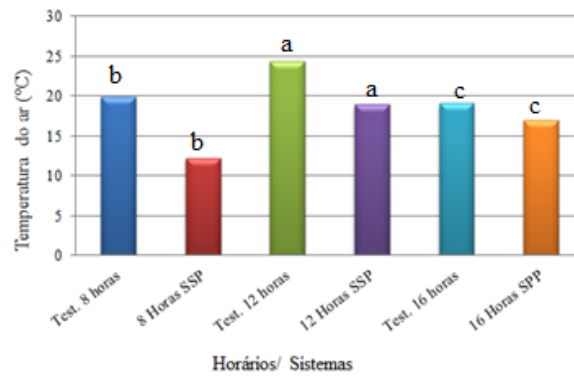


Figura 21: Média de temperatura do ar para a altura 1,5 metros do solo nos três diferentes horários

Para esta variável notou-se que no interior do sistema silvipastoril, a temperatura do ar reduziu quando comparada à extremidade do sistema. Todavia, isto pode ter ocorrido pelo fato de existir área de preservação permanente (APP) que se localiza a noroeste do SSP e que pode interferir na temperatura do ar dentro deste (Figura 22).

Observa-se que no interior do SSP houve uma diferença de 1°C menor que nas extremidades, esta constatação indica que o interior do SSP sofre menor influência do ambiente externo, diferente das extremidades que sofrem ação diretamente do ambiente externo. Desta forma torna-se mais impactante a temperatura nas extremidades que no interior do SSP.

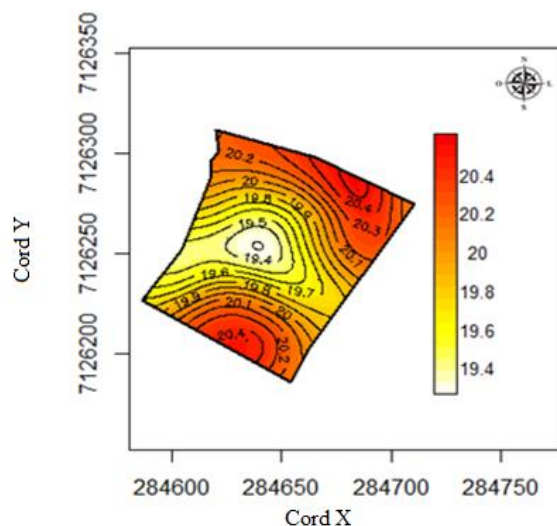


Figura 22: Temperatura do ar para o período das oito horas (8h00) a 1,5 metros de altura do solo

No horário do meio dia notou-se que a temperatura do ar está com pouca variação de valores, apresentando média de 24,5 °C (Figura 23).

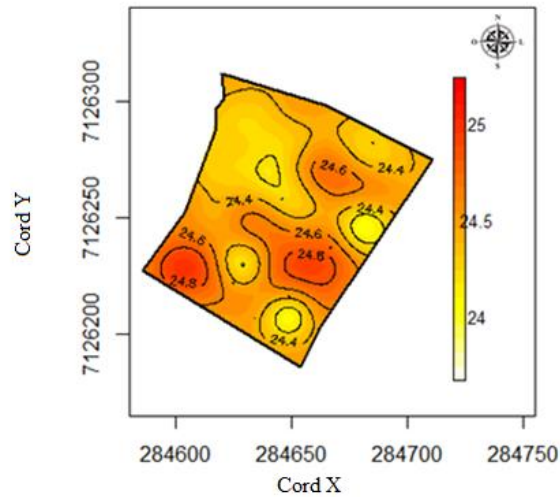


Figura 23: Temperatura do ar para o período das doze horas (12h00) a 1,5 metros de altura do solo

No horário das dezesseis horas as temperaturas mais elevadas encontram-se ao sul do sistema, sendo o inverso ao norte. Este fato se explica pela orientação da sombra neste horário que se encontra na região norte e nordeste do SSP (Figura 24).

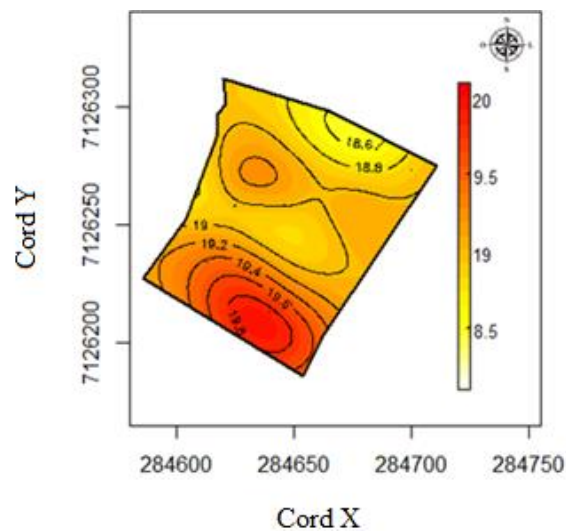


Figura 24: Temperatura do ar para o período das dezesseis horas (16h00) a 1,5 metros de altura do solo

5.3. UMIDADE RELATIVA DO AR

5.3.1. Umidade relativa do ar 0,2 metros de altura do solo

Para a umidade relativa o melhor modelo matemático comparado pelo método de AIC foi o Circular que ajustou melhor o conjunto de dados para a krigagem desta variável. Este modelo foi atribuído para esta variável em todos horários (Anexo 1).

Nota-se que dentro do SSP a umidade relativa do ar (UR) é maior em todos os períodos em relação ao sistema convencional (Figura 25). Estudos constataam que durante o dia a UR é maior dentro do SSP quando comparado ao ambiente externo. De acordo com Porfírio-Da-Silva (1998, p. 18) durante a noite, ocorre uma inversão nos valores de umidade, pois os indivíduos arbóreos formam barreiras contra perdas de radiação de ondas longas e este fato diminui o valor da UR e aumenta a temperatura dentro do SSP.

Os resultados no período do meio dia estão acima dos resultados descobertos por pesquisadores no Paraná, onde encontraram valores mínimos para UR de 54,8% no SSP e 54,6% a céu aberto, sendo que no presente estudo se encontrou 56% (BALISCEI et al., 2013, p. 51).

O piquete testemunha (céu aberto) sofreu menos pastejos quando comparado ao SSP, o que gera valores com poucas diferenças. Este fato ocorre porque a massa de forragem do piquete testemunha era maior que a do SSP. O solo coberto (testemunha) apresenta maior teor de umidade e se aquece menos que um solo sem cobertura (SSP) (BRAGAGNOLO; MIELNICZUK, 1990 apud CHECHETTO et al., 2010, p. 41).

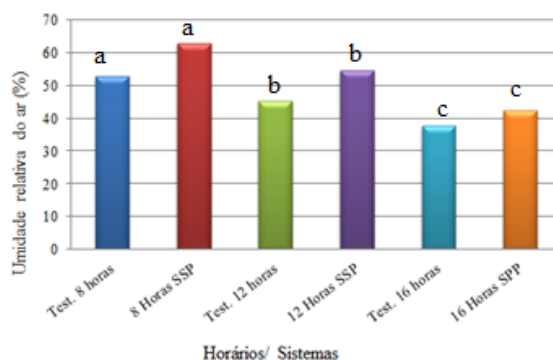


Figura 25: Média da umidade relativa do ar para a altura 0,20 metros do solo nos três diferentes horários

No período das oito horas da manhã notou-se que nas extremidades do sistema registraram-se menores valores de UR quando comparado ao interior do sistema (Figura 26).

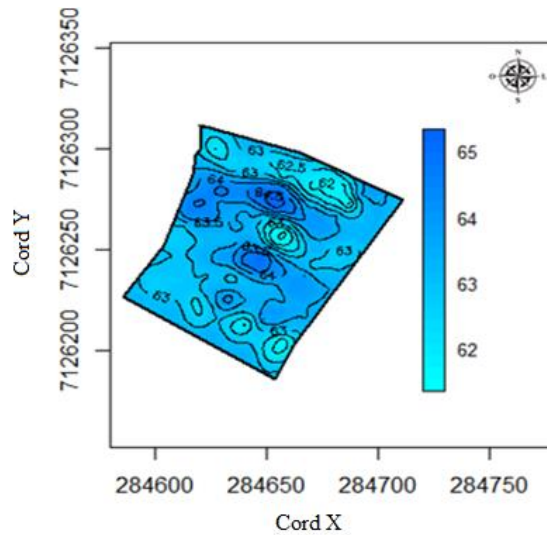


Figura 26: Umidade relativa do ar para o período das oito horas (8h00) a 0,20 metros de altura do solo

A UR esteve homogênea no período do meio dia, apresentando-se maior ao sul e noroeste do SSP e menor a noroeste que pode ser explicado por serem os pontos amostrais de menores altimetrias (Figura 27).

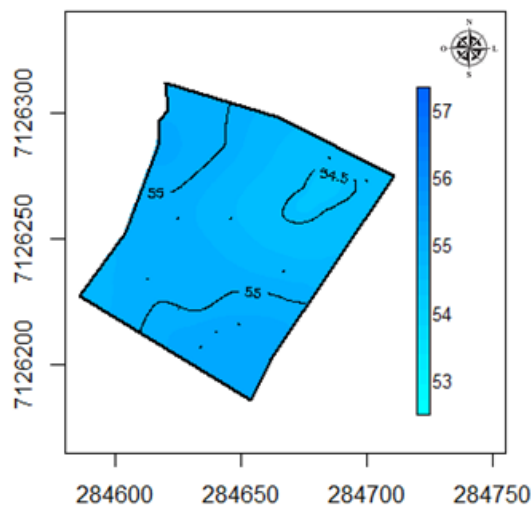


Figura 27: Umidade relativa do ar para o período das doze horas (12h00) a 0,20 metros de altura do solo

No horário das dezesseis horas a UR apresentou valores maiores nas extremidades do SSP quando comparado com seu interior. Notou-se que os maiores valores de UR encontraram-se na região norte sendo que neste horário os indivíduos arbóreos projetam sua sombra para esta região (Figura 28).

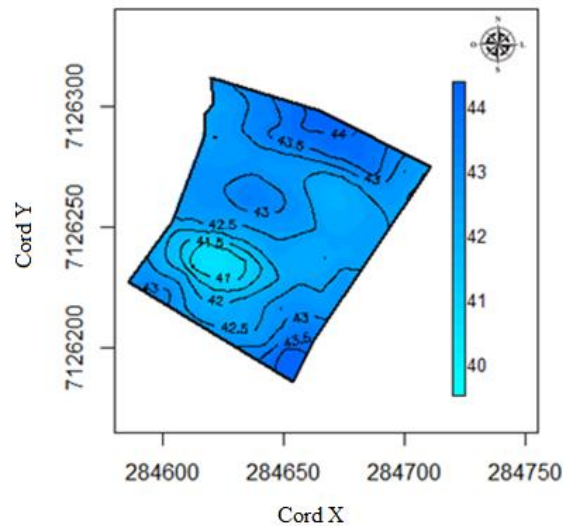


Figura 28: Umidade relativa do ar para o período das dezesseis horas (16h00) a 0,20 metros de altura do solo

5.3.2. Umidade relativa do ar 1,5 metros de altura do solo

Para a umidade relativa o melhor modelo matemático comparado pelo método de AIC foi o Gaussiano que ajustou melhor o conjunto de dados para a krigagem desta variável. Este modelo foi atribuído para esta variável em todos horários (Anexo 1).

São aceitáveis para umidade relativa do ar de 60 a 70% para que o ambiente se apresente adequado aos animais (PIRES et al., 2003). O presente estudo a umidade relativa do ar apresentou em alguns horários valores inferiores ao desejado ao céu aberto, sendo que somente no horário das oito horas esta variável (Figura 29).

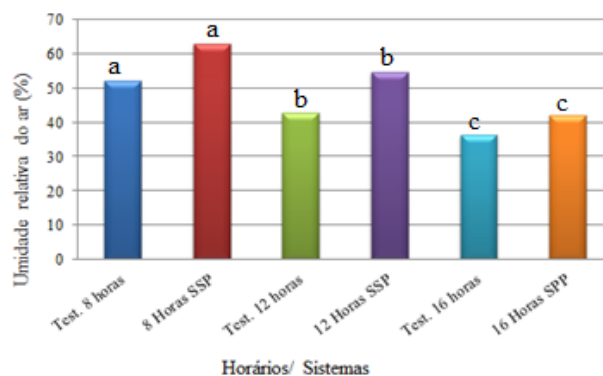


Figura 29: Média da umidade relativa do ar para a altura 1,5 metros do solo nos três diferentes horários

No período das oito horas da manhã notou-se a UR apresentou valores heterogêneos, sendo que no interior foram encontrados os maiores valores e na

extremidade nordeste houve redução. Isso também pode ser relacionado, como já mencionado, a umidade relativa dentro do SSP no período noturno ser menor que fora do sistema. Neste caso, o horário da mensuração é ao amanhecer o que pode gerar influência direta desta troca de umidade (Figura 30).

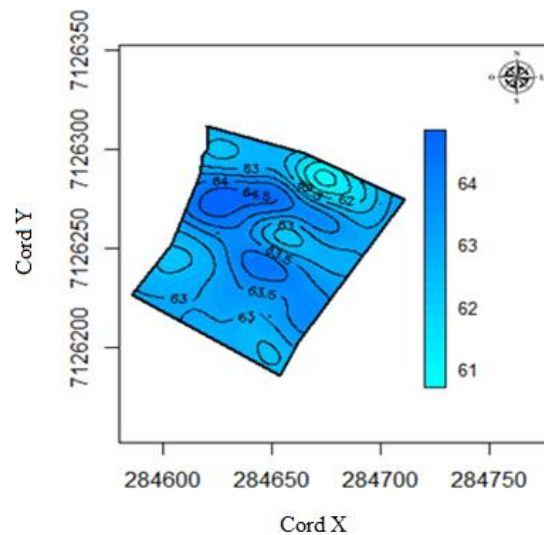


Figura 30: Umidade relativa do ar para o período das oito horas (8h00) a 1,5 metros de altura do solo

A UR ao meio dia apresentou-se homogênea. Isto pode ocorrer pelo equilíbrio de temperatura, velocidade do vento e entre as outras variáveis microclimáticas que ajudam na redução ou no aumento da umidade e também pelo fato do sol estar perpendicular a copa das árvores (Figura 31).

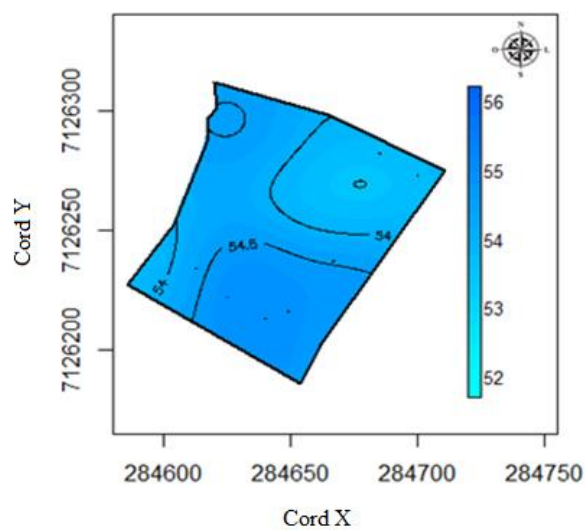


Figura 31: Umidade relativa do ar para o período das doze horas (12h00) a 1,5 metros de altura do solo

Às dezesseis horas a esta variável se apresentou menor no sentido noroeste e no sentido sudeste proporcionou a maior UR. Nota-se que a umidade está diminuindo em todo o sistema quando comparado aos horários de coletas, o que correlacionado a umidade mais baixa ao anoitecer (Figura 32).

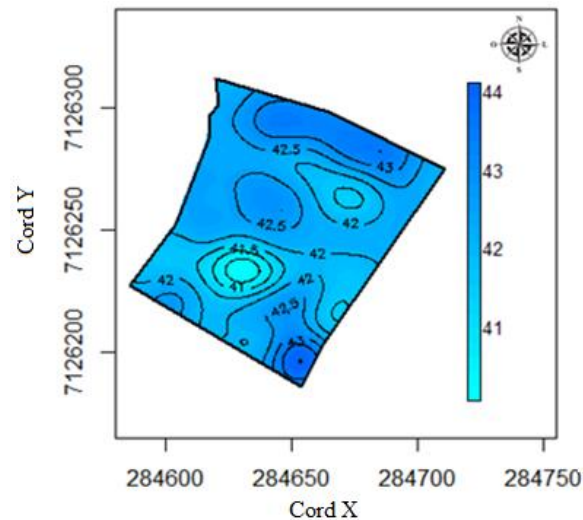


Figura 32: Umidade relativa do ar para o período das dezesseis horas (16h00) a 1,5 metros de altura do solo

5.4. ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE (ITU)

5.4.1. Índice de Temperatura e Umidade 1,5 metros de altura do solo

Para a o índice de temperatura e umidade o melhor modelo matemático comparado pelo método de AIC foi o Circular que se ajustou melhor ao conjunto de dados para a krigagem desta variável. Este modelo foi atribuído para esta variável em todos horários (Anexo 1).

Notou-se que no horário das oito e doze horas dentro do SSP o ITU foi maior que fora do sistema, todavia no período das dezesseis horas ocorreu o inverso (Figura 33). Os dois valores estão de acordo com o desejável indicando que o animal exposto a este ambiente não está em estresse (ARMSTRONG, 1994, p. 2045).

O recomendado é que o ITU deva ser menor que 74 para conforto de bovinos, entre 74-78 gera-se um estado de alerta, 79-84 torna-se perigoso e quando maior que 84 entende-se como uma emergência (BAÊTA, 1985 apud TOSETTO et al., 2014, p. 9).

Neste estudo o SSP e a testemunha apresentaram-se dentro dos valores que proporcionam conforto térmico animal.

Em pesquisa em Coronel Pacheco – MG realizada por Azevedo et al. (2005, p. 2003) registraram-se valores de ITU superiores aos encontrados nesta pesquisa, sendo que na estação de inverno permaneceram abaixo do valor crítico de 72 para a produção de leite em dois períodos do dia, mas a tarde, constatou-se valor médio máximo de 76, acima do valor crítico.

Para o estabelecimento do conforto térmico animal de várias espécies faz-se necessária a análise do conjunto de variáveis ambientais e não apenas de avaliações isoladas de temperatura ambiente, umidade relativa e radiação, entre outros (SILVA, 2000).

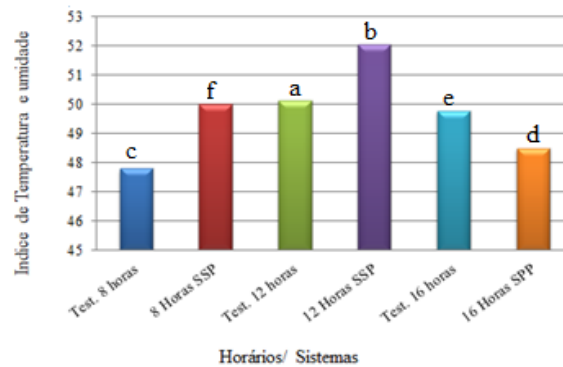


Figura 33: Médias do índice de temperatura e umidade para a altura 1,5 metros do solo nos três diferentes horários

Os valores de ITU no horário das oito horas dentro do SSP foram os menores encontrados e nenhum valor foi maior que o indesejável para o conforto térmico animal (Figura 34).

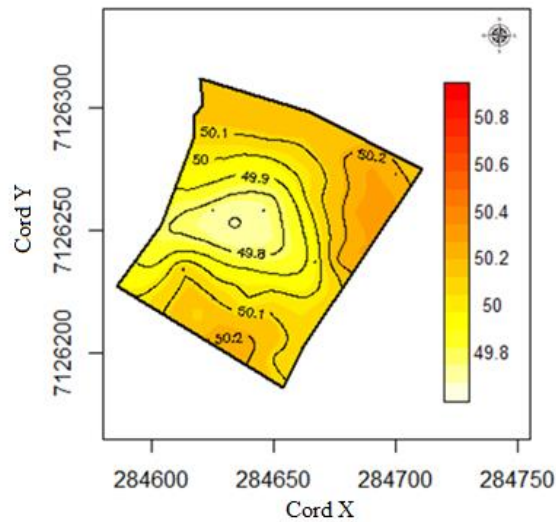


Figura 34: ITU para o período das oito horas (8h00) a 1,5 metros de altura do solo

O horário das doze horas apresentou maiores índices ao sudoeste do sistema e menores ao nordeste e noroeste deste (Figura 35).

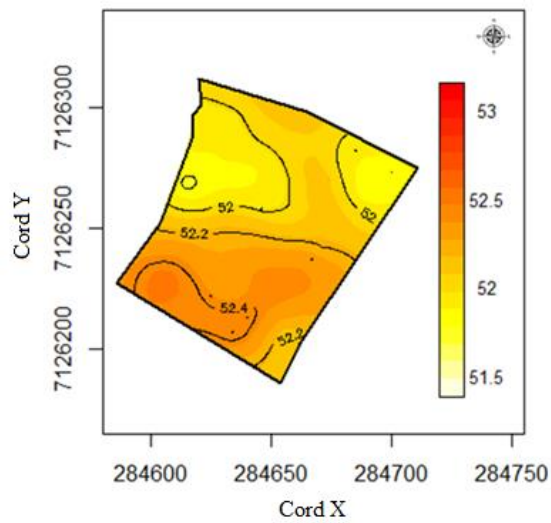


Figura 35: ITU para o período das doze horas (12h00) a 1,5 metros de altura do solo

Para o horário das dezesseis horas verificou-se um índice mais elevado ao sul do sistema, todavia estes valores foram menores que nos demais horários (Figura 36).

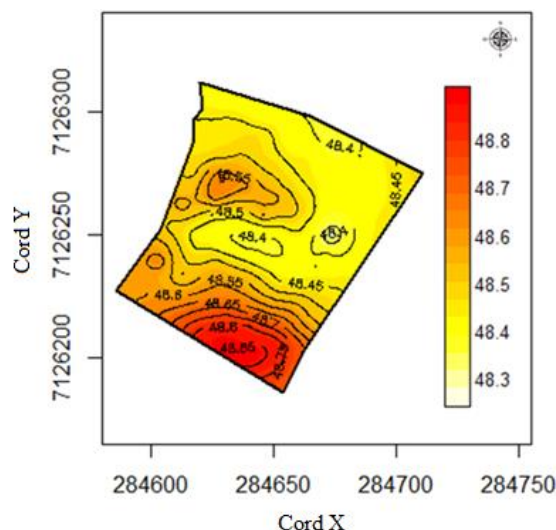


Figura 36: ITU para o período das dezesseis horas (16h00) a 1,5 metros de altura do solo

5.5. VELOCIDADE DO VENTO

5.5.1. Velocidade do vento 0,2 metros de altura do solo

Para esta variável o melhor modelo matemático comparado pelo método de AIC foi o Circular que ajustou melhor o conjunto de dados para a krigagem desta variável. Este modelo foi atribuído para esta variável em todos horários (Anexo 1).

No horário das oito horas a velocidade do vento (VV) dentro e fora do SSP foi semelhante, entretanto no horário das doze horas a VV dentro do SSP foi superior ao da testemunha. No horário das dezesseis horas dentro do SSP a VV foi menor quando comparado à testemunha (Figura 37).

Apesar da variabilidade dos dados de VV, mesmo no horário das 12h, quando a VV atingiu seu maior valor, este não foi capaz de gerar danos às forragens estabelecidas dentro do SSP, pois os valores encontrados estão dentro dos limites descritos por outros autores que estabeleceram que VV inferiores a 6 m/s não tem potencial de provocar danos às árvores, animal ou forrageiras (PORFÍRIO-DA-SILVA, 1998, p. 63; GREGORY, 1995, p. 426)

Segundo Nicodemo et al. (2004, p. 18) quando a VV atinge valores superiores a estes as folhas das pastagens movimentam-se umas nas outras elas, dobram-se, e frequentemente, sofrem rotação sobre o eixo longitudinal de suas hastes. Desta forma a

planta se torna suscetível a infecções e frequentemente não se recuperam, apresentando murchamento, dessecação e necroses.

Em um trabalho realizado por Soares et al. (2009, p. 446) em um SSP composto por *Pinus taeda* em espaçamentos de plantio de 15x3 e 9x3 no período entre outono e inverno, obtiveram-se valores de VV de 1,11 e 0,76 m/s.

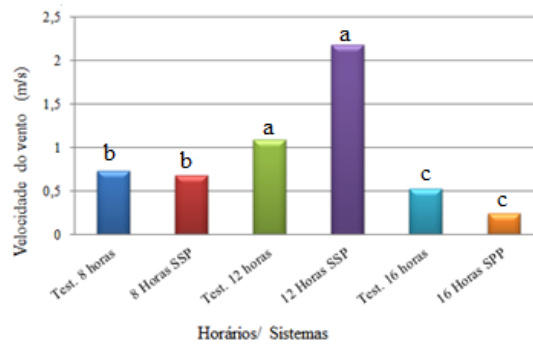


Figura 37: Média da velocidade do vento para a altura 0,20 metros do solo nos três diferentes horários

O vento ofereceu maior velocidade ao sudeste do SSP, sendo que neste horário as oito horas da manhã foi onde encontrava-se a sombra, sabendo-se que pode ou não haver relação, pois o vento é a variável microclimática mais instantânea da série de dados (Figura 38).

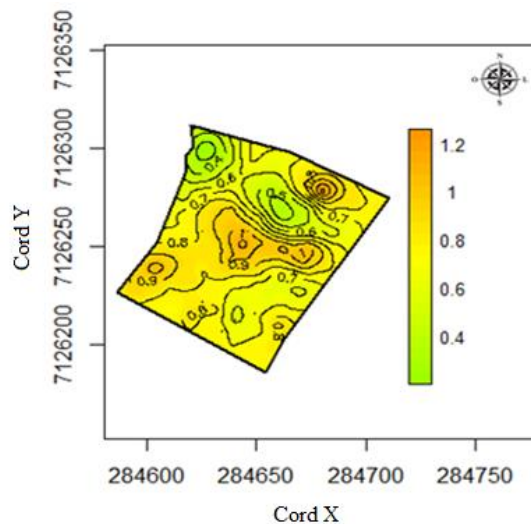


Figura 38: Velocidade do vento para o período das oito horas (8h00) a 0,20 metros de altura do solo

No período de meio dia a VV se apresentou heterogênea em regiões com alta intensidade como ao sul, centro e noroeste e nordeste do sistema SSP (Figura 39).

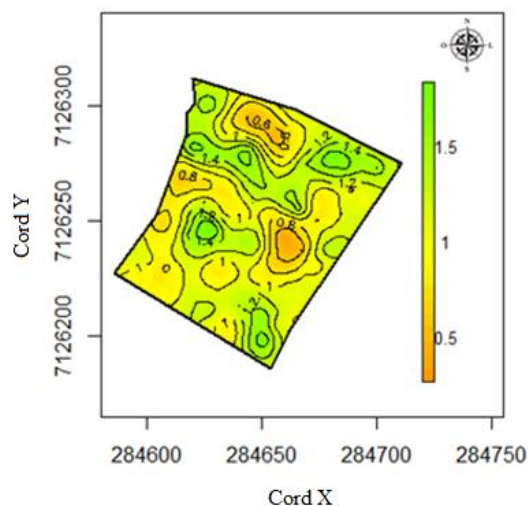


Figura 39: Velocidade do vento para o período das doze horas (12h00) a 0,20 metros de altura do solo

Às dezesseis horas a VV exibiu-se de forma homogênea no SSP, porém esta variável aumentou gradativamente no sentido sudeste-nordeste (Figura 40).

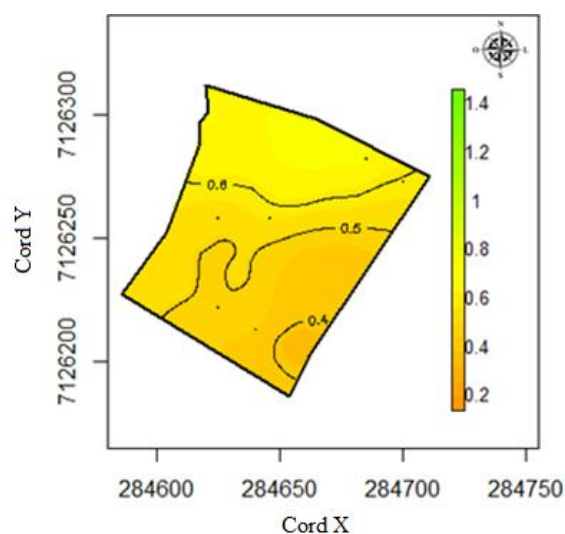


Figura 40: Velocidade do vento para o período das dezesseis horas (16h00) a 0,20 metros de altura do solo

5.5.2. Velocidade do vento 1,5 metros de altura do solo

Para a velocidade do vento o melhor modelo matemático comparado pelo método de AIC foi o Circular que ajustou melhor o conjunto de dados para a krigagem desta variável. Este modelo foi atribuído para esta variável em todos horários (Anexo 1).

Os bovinos possuem alguns mecanismos básicos de perda de calor como a convecção. Em dias quentes os animais tendem a permanecerem distantes uns dos outros, deitados no chão para aumentar a superfície de contato do corpo com uma superfície mais fria e em alguns casos os animais buscam sombra e se posicionam de costas para o sentido do vento, fazendo com que seus pelos sejam eriçados e o calor retido seja levado com a brisa (BLACKSHAW; BLACKSHAWB, 1994, p. 292; PIRES, 2015, p. 21)

A velocidade do vento para os três horários manteve-se entre 0 e 3 m/s, entretanto ao meio dia houve um pico de VV que chegou a 25m/s no tratamento testemunha enquanto no SSP a VV foi de 3m/s. Este fato demonstra a proteção que o componente arbóreo produz ao sistema (Figura 41) (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2001, p. 4).

Estudos de Blackshaw e Blackshawb (1994, p. 292) mostrou que, quando a temperatura do pêlo de bovinos japoneses pretos em pastejo sob radiação solar direta foi maior que 40°C por aproximadamente por 30 minutos, o pastejo parou e os animais procuraram sombra. Entretanto, quando houve a presença de nuvens e a velocidade dos ventos passou a ser de 2 a 3 m/s reduzindo a temperatura da superfície dos pelos, os bovinos reiniciaram o pastejo.

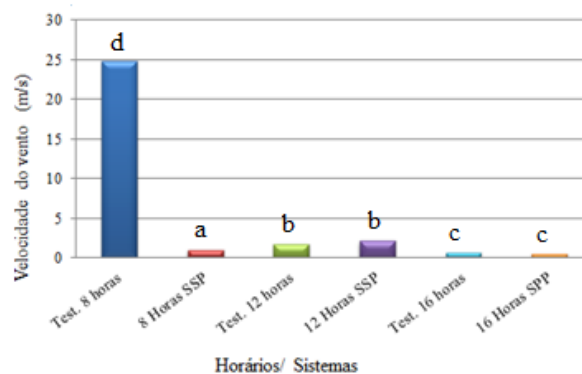


Figura 41: Média da velocidade do vento para a altura 1,5 metros do solo nos três diferentes horários

No período das oito horas a VV foi maior na região sudoeste. Já no sentido noroeste obtiveram-se menores valores. Sendo assim, a VV apresentou diminuição decrescente no sentido sudoeste, leste e noroeste do SSP (Figura 42).

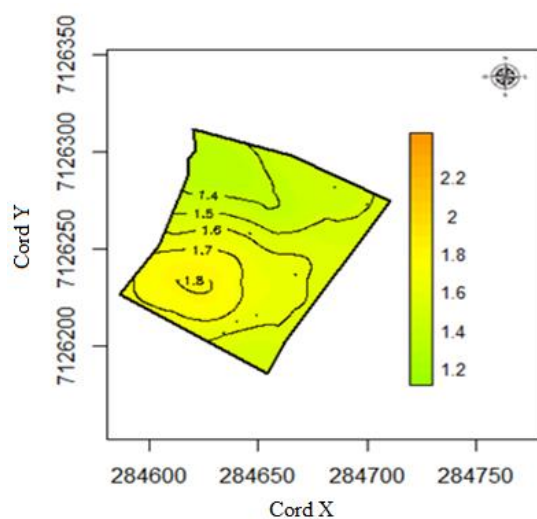


Figura 42: Velocidade do vento para o período das oito horas (8h00) a 1,5 metros de altura do solo

O vento se comportou de forma homogênea às 12h. Todavia ao sudeste do SSP houve aumento na velocidade do vento, sendo maior em 2,5 m/s que no restante da área (Figura 43).

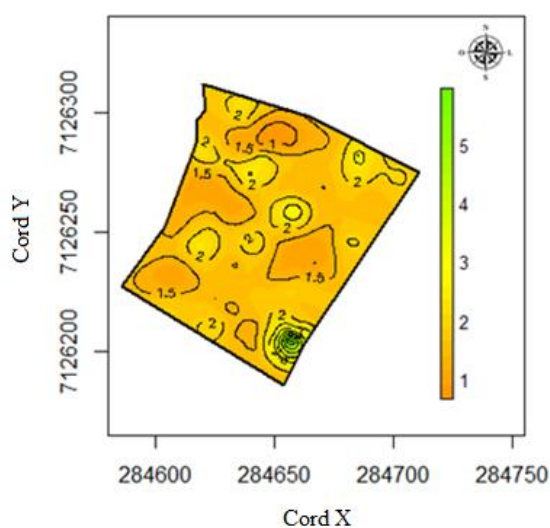


Figura 43: Velocidade do vento para o período das doze horas (12h00) a 1,5 metros de altura do solo

A velocidade do vento às dezesseis horas se apresentou extremamente homogênea tendo leve tendência para ventos mais fortes na direção noroeste do SSP (Figura 44).

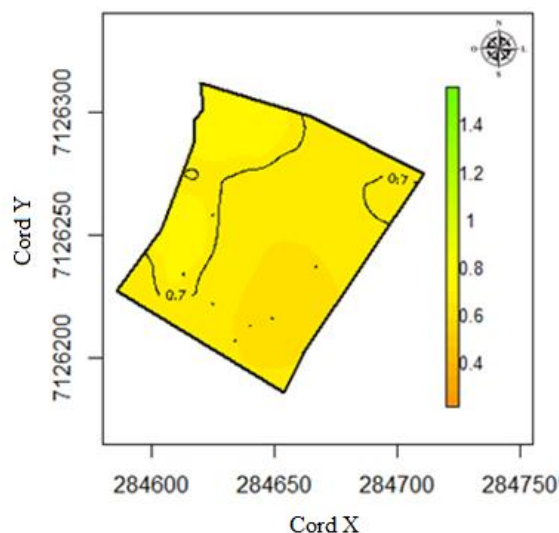


Figura 44: Velocidade do vento para o período das dezesseis horas (16h00) a 1,5 metros de altura do solo

5.6. TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE

5.6.1. Temperatura de superfície 0,2 metros de altura do solo

Para a temperatura de superfície o melhor modelo matemático comparado pelo método de AIC foi o Circular que ajustou melhor o conjunto de dados para a krigagem desta variável. Este modelo foi atribuído para esta variável em todos horários (Anexo 1).

Através dos resultados obtidos nos três horários mensurados, a temperatura de superfície sempre se mostrou menor dentro do SSP quando comparada à testemunha. A redução foi de 4°C nos horários das 8 e 12h e 2°C no horário das 16h (Figura 45).

Estes resultados estão de acordo com os encontrados por pesquisa realizada por EMBRAPA Amazônia cujos pesquisadores registraram uma redução de 1,63°C nos termômetros de bulbo seco e 4,3°C nos termômetros de globo negro quando compararam as temperaturas a pleno sol, sob seringal adulto e bosque de espécies florestais nativas com 10% de sombreamento (WILSON; LUDLOW, 1991, p.13).

De acordo com Reynolds (1996, p. s/n) a temperatura de superfície do solo diminui em SSP, algumas pesquisas têm demonstrado que esta diminuição pode chegar a 9,5°C, como os resultados encontrados pela divisão da FAO na Ásia e no Pacífico e estes resultados são o mesmo encontrados na presente pesquisa.

Em trabalho com menor espaçamentos largos em cultura do soja, onde se fez comparação de posição sombreada e ensolarada entre as linhas de plantio registrou grande diferença na temperatura de relva, entre 2°C a 4°C sendo maior na posição ensolarada (HAM; KLUITENBERG, 1993, p. 75).

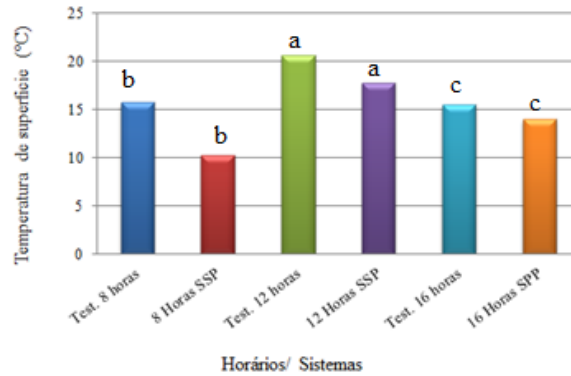


Figura 45: Média da temperatura de superfície para a altura 0,20 metros do solo nos três diferentes horários

Para esta variável às oito horas da manhã a temperatura foi menor ao sudeste do sistema, acompanhando a projeção da sombra. Outro fato que pode ter influenciado é a APP que sem encontra nas proximidades (Figura 46).

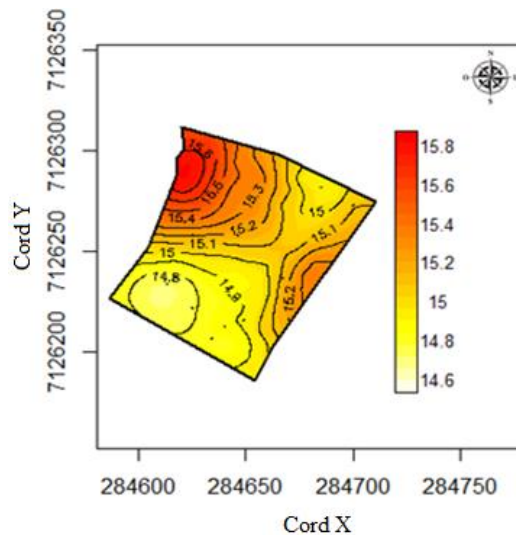


Figura 46: Temperatura de superfície para o período das oito horas (8h00) a 0,20metros de altura do solo

A temperatura de superfície ao meio dia foi bastante homogênea acompanhando a inclinação do sol que se encontrava a 90° das copas das árvores. Também se pôde

observar que a temperatura de superfície apresentou diminuição no sentido norte-sul do sistema (Figura 47).

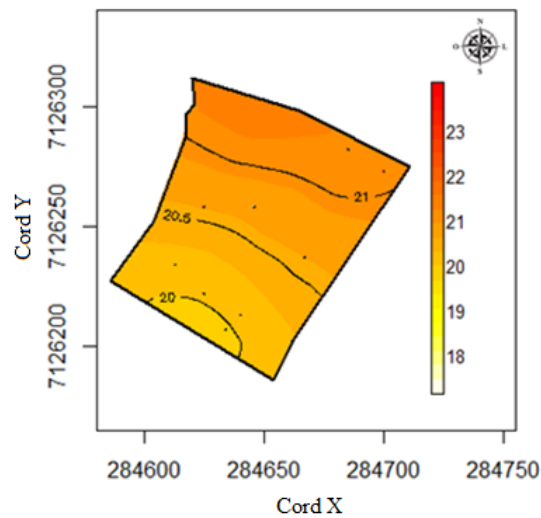


Figura 47: Temperatura de superfície para o período das doze horas (12h00) a 0,20metros de altura do solo

A temperatura de superfície às 16h demonstrou redução no interior do SSP e valores maiores ao nordeste do sistema. Observou-se que a temperatura encontrada em toda a extensão da área ofereceu redução de 1,5 °C quando comparada ao horário das 12 horas (Figura 48).

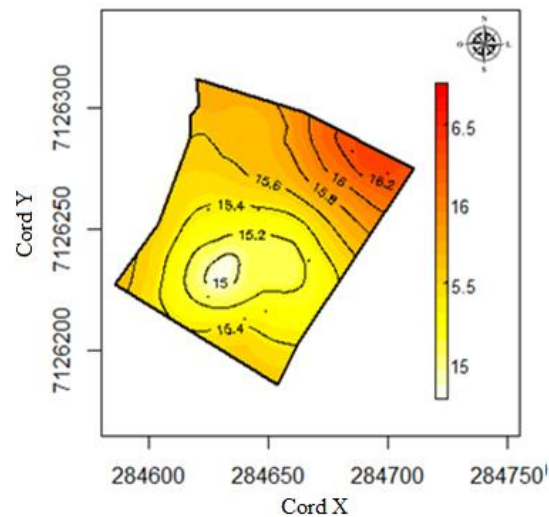


Figura 48: Temperatura de superfície para o período das dezesseis horas (16h00) a 0,20metros de altura do solo

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitiram concluir:

- A caracterização do microclima proporcionado pelo *Eucalyptus grandis* é satisfatória, pois as variáveis mensuradas estão dentro dos padrões desejados.
- Para a avaliação da variabilidade espacial do microclima no SSP notou-se que houve alta diversificação entre as alturas de mensurações das variáveis microclimáticas. Estas variáveis microclimáticas nitidamente se alteravam no sistema de acordo com o ângulo em que o sol se encontrava no horário das medições.
- Ao analisar a 0,20 m do solo a luminosidade apresentou-se menor que em um sistema convencional, a temperatura do ar em todos horários apresentou-se menor em sistema convencional, a umidade relativa ficou maior fora do sistema que dentro e a velocidade do vento apresentou-se bastante variável entre os horários.
- A luminosidade na altura 1,5 m do solo apresentou-se maior dentro do SSP que em um sistema convencional, a temperatura do ar em todos horários apresentou-se menor dentro do SSP que em um sistema convencional, a umidade relativa do ar ficou menor fora do sistema, o índice de temperatura e umidade foi maior dentro do SSP, a velocidade do vento permaneceu baixa dentro e fora do SSP e a temperatura de superfície apresentou-se menores em todos os horários dentro do SSP.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para os sistemas silvipastoris a contribuição da geoestatística foi de suma importância para a qualificação e quantificação das variáveis microclimáticas em pontos específicos dentro do sistema. Assim, se demonstra que outros estudos podem ser realizados utilizando esta ferramenta estatística para a identificação de pontos específicos de ocorrência de problemas em propriedades rurais.

Os modelos geoestatísticos gerados nesta pesquisa comprovaram que para cada variável microclimática os modelos testados obtiveram dependência espacial e parâmetros diferentes em cada situação, todavia o modelo que se destacou foi a circular que ajustou melhor os dados das variáveis.

Desta forma, este estudo realizado com a ferramenta geoestatística, pode-se recomendar ao produtor rural o manejo de rotação de piquetes adequado para a qualidade e bem-estar animal de acordo com a influência do ambiente em um determinado ponto.

Assim, recomenda-se um manejo de rotação de piquetes diferenciado, soltando-se os animais nos piquetes que melhor atingem os níveis tanto para o conforto térmico animal quanto para a maior produtividade de forragem dentro do SSP.

8. REFERÊNCIAS

- ABRAF. **Anuário Estatístico da ABRAF 2010 - Ano base 2009**. Brasília: [s.n.], 2010.
- ABREU, Loyde Vieira; LABAKI, Lucila Chebel. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. **Ambiente Construído (Online)**, v. 10, p. 103–117, 2010.
- ALVARES, Clayton Alcarde *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ANDRIOTTI, José Leonardo Silva. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. UNISINOS. São Leopoldo- RS, 2003.
- ANDRIOTTI, José Leonardo Silva. Notas De Geoestatística. **Acta Geologica Leopoldensia**, p. 3–14, 2002.
- ARMSTRONG, D V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of dairy science**, v. 77, n. 7, p. 2044–2050, 1994.
- AUCHTUNG, T L *et al.* Effects of photoperiod during the dry period on prolactin, prolactin receptor, and milk production of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 88, n. 1, p. 121–127, 2005.
- AYOADE, J O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Bertrand B. Rio de Janeiro -RJ: [s.n.], 1996.
- BAÊTA, Fernando da Costa; SOUZA, Cecília de Fátima. **Ambiência em Edificações Rurais: Conforto Animal**. UFV. Viçosa- MG: [s.n.], 2010.
- Baêta, Fernando da Costa. **Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season**. Tese, University of Missouri, 1985, apud TOSETTO, M. R. *et al.* Influência do macroclima e do microclima sobre conforto térmico de vacas leiteiras. **J. Anim Behav Biometeorol**, v. 2, p. 6–10, 2014.
- BALISCEI, Marcio Antonio *et al.* Microclimate without shade and silvopastoral system during summer and winter. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 2009, p. 49–56, 2013.

BARBOSA FILHO, Jad. Caracterização quantiquantitativa das condições bioclimáticas e produtivas nas operações pré-abate de frangos de corte. **Tese apresentada á Universidade de São Paulo**, p. 174, 2008.

BARRO, Raquel Santiago *et al.* Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p. 1721–1727, 2008.

BENAVIDES, Raquel; DOUGLAS, Grant B.; OSORO, Koldo. Silvopastoralism in New Zealand: Review of effects of evergreen and deciduous trees on pasture dynamics. **Agroforestry Systems**, v. 76, n. 2, p. 327–350, 2009.

BERNARDINO, Fernando Salgado; GARCIA, Rasmô. Sistemas Silvopastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 0, n. 2, p. 77–88, 2009.

BRAGAGNOLO. N., MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, Campinas, v. 14, p. 369-374, 1990 apud BLACKSHAW, Judith K; BLACKSHAWB, A W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour : a review. 1994.

BOGNOLA, I. A. et al. Modelagem Da Variabilidade Espacial Do Rendimento Produtivo De *Pinus Taeda L.* Com Uso Da Geoestatística. **Simpósio de Geoestatística Aplicada em Ciências Agrárias**, p. 2–5, 2009.

BOLFE, ÉDSON LUIS; GOMES, João BOSCO VASCONCELLOS. **Geoestatística Como subsídio á implantação de agricultura de precisão**. [s.l.: s.n.], 2015.

BOSI, Cristiam. Interações em sistema silvipastoril : microclima , produção de forragem e parametrização de modelo para estimativa da produtividade de pastagens de *Brachiaria*. **Dissertação de mestrado em ciencias. Universidade de São Paulo**, p. 140, 2014.

CALDEIRA, Patrícia Yamamoto Costa; CHAVES, Rafael Barreiro. Sistemas agroflorestais em espaços protegidos. **cbrn - Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais**, p. 38, 2011.

CARVALHO, José Ruy Porto De; SILVEIRA, Pedro Marques Da; VIEIRA, Sidney Rosa. Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8,

p. 1151–1159, 2002.

CARVALHO, Paulo César de Faccio *et al.* Forrageiras De Clima Temperado. *In: UFRGS - Capítulo 16.* [s.l.: s.n.], 1996, p. 64.

CASTRO, Carlos Renato Tavares *et al.* Características Agronômicas, Massa de Forragem e Valor Nutritivo de *Brachiaria decumbens* em Sistema Silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 0, n. 1, p. 19–26, 2010.

CHECHETTO, Rodolfo Glauber *et al.* Influence of surface temperature and soil humidity on deposits of pesticides application. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 17, n. 2, p. 40–46, 2010.

COLLIER, Robert J *et al.* Quantifying heat stress and its impact on metabolism and performance. **MidSouth Ruminant Nutrition Conference - Animal Sciences**, p. 74–84, 2012.

DIAS FILHO, Moacyr Bernardino. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 40, p. 243–252, 2011.

DIGGLE, Peter J.; JR., Paulo J. Ribeiro. **Springer Series in Statistics**. New York: Springer Science + Business Media, 2007.

DOSSA, Derli *et al.* Produção e Rentabilidade do Eucaliptos em Empresas Florestais. **Comunicado Técnico 83 - EMBRAPA FLORESTAS**, v. 1, p. 4, 2002.

FAO. Livestock's long shadow - environmental issues and options. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, v. 3, n. 1, p. 1–377, 2006.

FARIA, Leonardo Avanzzi Nunes *et al.* Produto à base de própolis (LLOS) na dieta de bovinos inteiros confinados: comportamento animal e respostas sanguíneas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 79–85, 2011.

FELDHAKE, C. M. Microclimate of a natural pasture under planted *Robinia pseudoacacia* in central appalachia, West Virginia. **Agroforestry Systems**, v. 53, n. 3, p. 297–303, 2001.

FERRO, Diogo Alves da Costa. Efeito Dos Elementos Climáticos Na Produção E Reprodução de Vacas Leiteiras. **Programa D E Pós-graduação em Ciencia Animal**,

2011.

FILHO, José Antonio Delfino Barbosa. **O que é Ambiência Agrícola ?** . Dia de Campo. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?secao=Colunas e Artigos&id=23683>>. Acesso em: 23 abr. 2015.

FILHO, Osvaldo Guedes. Variabilidade Espacial E Temporal De Mapas De Colheita E Atributos Do Solo Em Um Sistema De Semeadura Direta. **Dissertação em Agricultura Tropical e Subtropical- Instituto Agrônômico**, p. 97, 2009.

FONSECA, Sebastião Machado de *et al.* **Manual Pático de Melhoramento Genético do Eucalipto**. ufv. Viçosa- MG: [s.n.], 2010.

FRANCO, Avílio Antônio; RESENDE, Alexander Silva De; CAMPELLO, Eduardo Francia Carneiro. Importância das Leguminosas Arbóreas na Recuperação de Áreas Degradadas e na Sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais. **Seminário “Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável”**, n. 21, p. 1–24, 2003.

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO A.F.; PEREIRA, O.G.; ROCHA, G.C. Valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk submetida ao sombreamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007. Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: UNESP, 2007.

GREGO, Célia Regina; OLIVEIRA, Ronaldo Pereira de; VIEIRA, Sidney Rosa. Geoestatística aplicada a Agricultura de Precisão. **Embrapa Monitoramento por Satélite-Capítulo em livro técnico-científico (ALICE)**, p. 74–83, 2014.

GREGORY, N. G. The role of shelterbelts in protecting livestock: A review. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 38, n. 4, p. 423–450, 1995.

GUENNI, O; SEITER, S; FIGUEROA, R. Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity. **Tropical Grasslands**, v. 42, n. 1, p. 75–87, 2008.

GUERREIRO, Maria Fernanda; NICODEMO, Maria Luiza Franceschi; PORFÍRIO-DA-SILVA, Vanderley. Vulnerability of ten eucalyptus varieties to predation by cattle in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, 2015.

HAM, J M; KLUITENBERG, G J. Positional Variation in the Soil Energy-Balance beneath a Row-Crop Canopy. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 63, n. 1-2,

p. 73–92, 1993.

HARVEY, C. a.; HABER, W. a. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. **Agroforestry Systems**, v. 44, n. 1, p. 37–68, 1998.

IBÁ, Industria Brasileira de árvores-. Industria Brasileira De Árvores- IBÁ. **IBÁ 2014**, p. 100, 2014.

INMET. **Índice de conforto bovino e perda de produção leiteira**. INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/agrometeorologia/IndProd.php>>. Acesso em: 3 nov. 2015.

Instrução Normativa MMA nº 05/09 – Dispõe sobre procedimentos metodológicos para a restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal sob regime de manejo florestal sustentável, e dá outras providências. n. 4, p. 9, 2009.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

IWAKIRI, Setsuo *et al.* Utilização de madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* para produção de painéis de partículas orientadas - OSB. **Ciencia Florestal**, v. 18, n. 2, p. 265–270, 2008.

JUVENAL, Thais Linhares; MATTOS, Rné Luiz Grion. **O setor Florestal no Brasil e importância do reflorestamento**. Rio de Janeiro -RJ: [s.n.], 2002.

KATARIA, N; KATARIA, a K. Assessment of stress due to hot ambience in donkeys from arid tracts in India. **Journal of Stress Physiology & Biochemistry**, v. 6, n. 4, p. 12–17, 2010.

KIRCHNER, Roque *et al.* Desempenho de forrageiras hibernais sob distintos níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2371–2379, 2010.

KRUSCHEWSKY, Gabriel Corrêa *et al.* Structural arrangement and growth dynamics of *Eucalyptus* spp., in an agrosilvipastoral system on the cerrado-MG. **Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de Eucalyptus spp., em sistema agrossilvipastoril no cerrado**, v. 13, n. 4, p. 360–367, 2007.

LEME, T. M. S. P. et al. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 668–675, 2005.

LIN, Brenda B. Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 144, n. 1-2, p. 85–94, 2007.

LORENZI, Harri *et al.* **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa - SP: Instituto Plantarum, 2003.

MILLER, A R E *et al.* Effects of Photoperiodic Manipulation During the Dry Period of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 5, p. 962–967, 2000.

MONTEITH, J.L.; ONG, C.K.; CORLETT, J.R. Microclimatic interactions in agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, v. 45, n. 1-4, p. 31–44, 1991.

NASCIMENTO, G. V. DO et al. Indicadores produtivos , fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. **Agropecuária Científica no semiárido**, v. 9, p. 28–36, 2013.

NAZARENO, Aérica Cirqueira. **Ambiência pré-porteira: avaliação das condições bioclimáticas e das operações pré-eclosão na qualidade de pintos de corte**. Piracicaba: Tese(Doutorado em ciência: Física do Ambiente Agrícola), 2012.

NICODEMO, Maria Luiza Franceschi *et al.* **Sistemas Silvistoris- Introdução de árvores na Pecuária do Centro-Oeste Brasileiro**. [s.l.: s.n.], 2004.

OLIVEIRA, Tadário Kamel de *et al.* Sugestões para Implantação de Sistemas Silvistoris- Documentos 84. **Embrapa- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, n. 0104-9046, 2003.

PACIULLO, Domingos Sávio Campos *et al.* Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 917–923, 2008.

PARANHOS-DA-COSTA, Mateus J.R. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. **Anais de Etologia**, v. 18, p. 26–42, 2000.

PARMEJANI, Renan Suaiden. Microclima e características agronômicas de *Brachiaria decumbens* em um sistema silvipastoril. **Dissertação (Mestrado) -- Escola Superior de**

Agricultura “ Luiz De Queiroz”, p. 96, 2012.

PENNING-VRIES, F.W.T. *et al.* **Simulation of Ecophysiological processes of growth in several annual crops**. Center Fpr. Netherlandes: [s.n.], 1989.

PERERA, K. S.; AGRICULTURAL, V.; STATION, E. Effect of Season and Stage of Lactation on Performance of Holsteins. **Journal Of Dairy Science**, v. 69, p. 228–236, 1986

PERISSINOTTO, Maurício *et al.* Influência do ambiente leiteiras na ingestão de água por vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 1, p. 289–294, 2005.

PIRES, M. F. A. *et al.* Taxa de gestação em fêmeas da raça Holandesa confinadas em free stall, no verão e inverno. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, n. 1, p. 57–63, 2002.

PORFÍRIO-DA-SILVA, Vanderley. Arborização De Pastagens Como Prática De Manejo Ambiental E Estratégia Para O Desenvolvimento Sustentável Do Brasil- Pecuário. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 53, n. 6, p. 1689–1699, 2001.

PORFÍRIO-DA-SILVA, Vanderley. Modificações Microclimáticas Em Sistema Silvopastoril Com Grevillea Robusta. **Dissertação - EMATER**, v. UNICO, p. 128, 1998.

PORFÍRIO-DA-SILVA, Vanderley. O sistema silvipastoril e seus benefícios para a Sustentabilidade da pecuária. **Palestra no Simpósio ABCZ-CNPC Pecuária Sustentável**, p. 1–11, 2009.

PORFÍRIO-DA-SILVA, Vanderley *et al.* Cartilha de arborização de pastagens com espécies florestais madeiras: implantação e manejo. p. 48, 2010.

PREVEDELLO, C.L. **Física do Solo**. UFPR. Curitiba: [s.n.], 1996.

PREVEDELLO, Juliana *et al.* Manejo Do Solo E Crescimento Inicial De Eucalyptus Grandis Hill Ex Maiden Em Argissolo. **Ciencia Florestal**, v. 23, n. 1, p. 129–138, 2013.

REYNOLDS, Stephen G. Pasture-Cattle-Coconut Systems. **FAO - Field Operations Division**, p. 1–13, 1996.

RIBASKI, Jorge *et al.* Sistemas Silvopastoris No Bioma Pampa. **VII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais**, p. 4, 2009.

RIBEIRO, Antonio Giacomini. As escalas do clima. **Boletim de geografia teoretica**, v. 23, n. 45-46, p. 288–294, 1993.

SÁ, Cristiane Otto De *et al.* Influência do fotoperíodo no consumo alimentar, produção e composição do leite de ovelhas Bergamácia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 1, p. 601–608, 2005.

SAN, Alfonso; AYANZ, Miguel. Sistemas Agroforestales Tropicales. **Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural pesca y alimentacion**, p. 8, 2008.

SANCHEZ, P. a. Science in agroforestry. **Agroforestry Systems**, v. 30, n. 1-2, p. 5–55, 1995.

SANTOS, Anadalvo Juazeiro dos *et al.* Viabilidade Econômica do sistema agroflorestal grevilea x café na região norte do Paraná. **Revista Cerne**, v. 6, p. 89–100, 2000.

SCHUMACHER, Mauro Valdir; POGGIANI, Fabio. Caracterização Microclimática No Interior Dos Talhões De Eucalyptus Camaldulensis Dehn, Eucalyptus Grandis Hill Ex Maiden E Eucalyptus Torelliana F. Muell, Localizados Em Anhembi, Sp. **CI. Flor**, v. 3, n. 1, p. 9–20, 1993.

SILVA, Janaina Januário Da *et al.* Produção de leite de animais criados em pastos no Brasil. **Veterinária e Zootecnia**, v. 17, n. 1, p. 26–36, 2010.

SILVA, Iran José Oliveira; VIEIRA, Frederico Márcio Corrêa. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pre-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. **Archivos De Zootecnia**, v. 59, n. R, p. 113–131, 2010.

SILVA, José De Castro. Caracterização Da Madeira De Eucalyptus Grandis Hill Ex Maiden, De Diferentes Idades, Visando A Sua Utilização Na Indústria Moveleira. **tese universidade federal do paraná em ciencias florestais**, p. 181, 2002.

SILVA, G.R. Introdução à Bioclimatologia Animal. São Paulo - Ed.:Nobel, 2000

SINGH, Anil Kumar *et al.* Dynamics Of Tree-Crop Interface In Relation To Their Influence On Microclimatic Changes — A Review. **HortFlora Research Spectrum**, v. 1, p. 193–198, 2012.

SOARES, André Brugnara *et al.* Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 443–

451, 2009.

SOARES, Thelma Shirlen; CARVALHO, Rosa Maria Miranda Armond; VALE, Antonio Bartolomeu Do. Avaliação econômica de um povoamento de *Eucalyptus grandis* destinado a multiprodutos. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 689–694, 2003.

TONIETTO, Jorge; MANDELLI, Francisco. Uvas Americanas e Híbridas para Processamento em Clima Temperado. **Embrapa Uva e Vinho**, p. 1–7, 2003.

TOSETTO, Martirli Regina *et al.* Influência do macroclima e do microclima sobre conforto térmico de vacas leiteiras. **J. Anim Behav Biometeorol**, v. 2, p. 6–10, 2014.

TREVISAN, Rômulo *et al.* Efeito Da Intensidade De Desbaste Nas Características Dendrométricas E Tecnológicas Da Madeira De *Eucalyptus grandis*. **Ciencia Florestal**, v. 17, p. 377–387, 2007.

VEIGA, Jonas Bastos da *et al.* Sistema Silvipastoris na Amazônia Oriental. (**Embrapa Amazônia Oriental. Documentos Nº 56**), p. 63, 2000.

VELASCO, J.M. *et al.* Short-Day Photoperiod Increases Milk Yield in Cows with a Reduced Dry Period Length. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 9, p. 3467–3473, 2008.

VILLA NOVA, Nilson Augusto *et al.* Método alternativo para cálculo da temperatura base de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 545–549, 2007.

VITAL, Marcos H F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. **Revista o BNDES**, v. 14, n. 28, p. 235–276, 2007.

WILSON, J.R.; LUDLOW, M.M. Forages for Plantation Crops. Proceeding of a workshop, Sanur Beach - The Plantation Crop Environment. **ACIAR Proceedings**, n. 32, p. 168, 1991.

9. ANEXOS

Variáveis	Modelo	Média	AIC	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}^2$	ϕ	λ	a
Lux 0,20 metros	Circular	22,69	657,40	0,259	0,22	78,20	0,183	78,20
	Cubico	22,69	657,37	0,286	0,214	110,26	0,183	110,27
	Gaussiano	22,69	657,55	0,289	0,207	46,89	0,183	81,15
	Matern (K= 0,5)	22,69	658,86	0,251	0,243	46,97	0,184	140,70
	Matern (K= 1)	22,69	658,15	0,274	0,236	30,11	0,185	120,40
	Matern (K= 2)	22,69	657,74	0,285	0,225	18,56	0,186	99,63
Lux 1,5 metros	Circular	26,74	657,43	0,193	0,283	91,29	0,197	91,28
	Cubico	26,74	658,33	0,213	0,151	76,78	0,188	76,78
	Gaussiano	26,74	657,39	0,213	0,146	34,85	0,186	60,31
	Matern (K= 0,5)	26,74	657,16	0,175	0,249	26,65	0,21	79,84
	Matern (K= 1)	26,74	657,97	0,205	0,198	18,43	0,204	73,68
	Matern (K= 2)	26,74	658,51	0,213	0,17	12,76	0,197	68,52
Tar 0,2 metros	Circular	19,93	97,31	0	0	95,71	-3	95,71
	Cubico	19,93	94,68	0	0	76,88	-3	76,88
	Gaussiano	19,93	96,22	0	0	33,73	-3	58,37
	Matern (K= 0,5)	19,93	95,72	0	0	27,38	-3	82,02
	Matern (K= 1)	19,93	95,01	0	0	19,68	-3	78,70
	Matern (K= 2)	19,93	96,84	0	0	13,32	-3	71,48
Tar 1,5 metros	Circular	19,92	15,79	0	0,002	80,67	0,261	80,67
	Cubico	19,92	9,38	0,166	0,6	78,01	1,251	78,02
	Gaussiano	19,92	14,72	8,856	30,459	35,55	1,903	61,49
	Matern (K= 0,5)	19,92	12,72	0	0,002	36,28	0,224	108,67
	Matern (K= 1)	19,92	11,50	0	0,002	23,59	0,246	94,30
	Matern (K= 2)	19,92	14,72	0,002	0,008	14,38	0,514	77,17
UR 0,20 metros	Circular	63,25	245,73	1,82E+09	1,16E+10	1,62E+04	3,00E+03	16,20
	Cubico	63,25	246,91	4,21E+09	9,16E+09	2,27E+04	3,00E+03	22,70
	Gaussiano	63,25	247,15	4,64E+09	8,88E+09	1,01E+04	3,00E+03	17,46
	Matern (K= 0,5)	63,25	249,24	0,000e+00	1,35E+10	7,18E+03	3,00E+03	21,51
	Matern (K= 1)	63,25	248,50	4,41E+08	1,32E+10	4,67E+03	3,00E+03	18,66
	Matern (K= 2)	63,25	248,09	2,85E+09	1,08E+10	3,55E+03	3,00E+03	19,03
UR 1,5 metros	Circular	63,18	259,18	8866,085	75146,543	96,40	2,239	96,40
	Cubico	63,18	251,32	2,398	4,508	34,54	1,226	34,54
	Gaussiano	63,18	252,05	10,493	17,971	15,13	1,396	26,20
	Matern (K= 0,5)	63,18	256,54	0	0,463	10,72	0,898	32,11
	Matern (K= 1)	63,18	253,23	0,107	0,425	7,91	0,9153	31,64
	Matern (K= 2)	63,18	252,89	0,741	1,719	5,71	1,099	30,64
ITU 1,50 metros	Circular	50,01	129,49	2,575	33,684	88,53	1,25	88,53
	Cubico	50,01	130,35	1,282	2,554	56,28	1,2385	56,28
	Gaussiano	50,01	133,39	9,674	24,215	25,34	1,6495	43,84
	Matern (K= 0,5)	50,01	134,63	0	0,2325	23,50	0,561	70,39
	Matern (K= 1)	50,01	132,37	0,053	0,2135	15,75	0,58065	62,97
	Matern (K= 2)	50,01	133,81	0,371	0,8635	10,04	0,8065	53,91

Continua

Variáveis	Modelo	Média	AIC	$\hat{\delta}^2$	$\hat{\sigma}^2$	ϕ	λ	a
VV 0,20 metros	Circular	0,74	67,03	0,109	0,099	23,87	0,39	23,87
	Cubico	0,74	67,54	0,128	0,079	33,17	0,391	33,18
	Gaussiano	0,74	67,78	0,131	0,077	14,61	0,39	25,29
	Matern (K= 0,5)	0,74	68,72	0,083	0,126	9,95	0,391	29,80
	Matern (K= 1)	0,74	68,55	0,112	0,098	7,62	0,391	30,48
	Matern (K= 2)	0,74	68,34	0,123	0,085	5,49	0,39	29,47
VV 1,50 metros	Circular	1,57	175,69	0,261	0,033	61,33	0,797	61,33
	Cubico	1,57	175,87	0,267	0,027	85,65	0,797	85,65
	Gaussiano	1,57	175,98	0,267	0,027	36,46	0,796	63,11
	Matern (K= 0,5)	1,57	176,27	0,25	0,041	17,51	0,791	52,45
	Matern (K= 1)	1,57	176,21	0,259	0,032	14,28	0,792	57,09
	Matern (K= 2)	1,57	176,15	0,264	0,028	11,22	0,794	60,23
TBS 0,20 metros	Circular	15,1	249,96	22,651	5,602	65,71	1,66	65,71
	Cubico	15,1	250,18	19,43	3,86	88,53	1,626	88,53
	Gaussiano	15,1	250,34	18,445	3,608	38,30	1,616	66,29
	Matern (K= 0,5)	15,1	251,08	14,382	3,658	22,66	1,583	67,87
	Matern (K= 1)	15,1	250,86	16,358	3,452	17,70	1,599	70,76
	Matern (K= 2)	15,1	250,67	17,428	3,439	12,96	1,607	69,56