



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**CARACTERIZAÇÃO DO SOLO E DO MICROCLIMA DE  
UM SISTEMA INTEGRAÇÃO PECUÁRIA-FLORESTA NA  
REGIÃO DO CERRADO**

**Leandro Coimbra Tedesco**

**Brasília, DF**  
**Dezembro de 2015**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**Leandro Coimbra Tedesco**

**CARACTERIZAÇÃO DO SOLO E DO MICROCLIMA DE  
UM SISTEMA INTEGRAÇÃO PECUÁRIA-FLORESTA NA  
REGIÃO DO CERRADO**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Profa. Dra. Selma Regina Maggiotto

**Brasília, DF**  
**Dezembro de 2015**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**Termo de Aprovação**

Autor: Leandro Coimbra Tedesco

Título: Caracterização do solo e do microclima de um sistema integração pecuária-floresta na região do Cerrado

Monografia de conclusão do Curso de Graduação em Agronomia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB.

Aprovado em: Brasília, 16 de dezembro de 2015.

Banca Examinadora:

---

Profa. Dra. Selma Regina Maggiotto  
Orientadora

---

Dra. Alessandra Duarte de Oliveira  
Examinadora Externa

---

Profa. Dra. Alessandra Monteiro de Paula  
Examinadora Interna

TEDESCO, L. C. Caracterização do solo e do microclima de um sistema integração pecuária-floresta na região do Cerrado. 2015. 35 p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília – UnB.

## RESUMO

Este trabalho teve o objetivo de caracterizar cinco áreas diferentes no município de Cristianópolis, GO (Lat. 17°11'S, Long. 48°42'W, altitude 768 m) quanto aos atributos do solo e microclima. Foram estudadas duas áreas silvipastoris, uma com plantio de acácia (A) e outra com eucalipto (E), e duas áreas de pastagem, uma delas onde houve o plantio de milho (PM) e outra com pasto contínuo (PD). A quinta área estudada foi uma mata nativa (MN). O solo foi analisado em duas profundidades (0-20 e 20-40 cm) quanto às características físicas (textura, densidade e porosidade) e químicas (fertilidade, nitrogênio total e carbono total). Em relação ao microclima, entre agosto e novembro de 2015 foram coletados dados de temperatura e umidade relativa, comparando uma área sob vegetação arbórea (Área A) e a pastagem aberta, sem nenhuma sombra (PM), pluviometria e temperatura do solo na pastagem. As análises texturais indicaram diferenças entre as áreas estudadas, o que dificulta a comparação entre elas. Os valores médios de densidade e porosidade indicam que não há compactação em nenhuma das áreas. Na análise química foi possível observar um incremento na quantidade de nitrogênio total no solo na Área A, chegando a valores iguais a 1,09 e 1,79 g kg<sup>-1</sup> de solo próximos à linha de plantio das acácias, enquanto nas outras áreas a média observada foi de 0,84 g kg<sup>-1</sup> de solo. Na avaliação do microclima, foram observadas diferenças na amplitude térmica entre a Área A quando comparada com pasto aberto, o que está de acordo com outros estudos feitos nesta área.

Palavras-chave: integração pecuária-floresta; sistemas silvipastoris; amplitude térmica; microclima.

## Abstract

This study had the objective of characterize five different areas in the municipality of Criatianópolis, GO (Lat. 17°11'S, Long. 48°42'W, elevation of 768 m) in terms of soil properties and microclimate. Two silvopastoral areas were studied, one with acacia plantation (A) and a second one with eucalyptus plantation (E), and two areas of pasture, one where corn was planted (PM) and a second one with continuous pasture (PD). The fifth area was a natural vegetation (MN). The soil was analyzed at two depths (0-20 and 20-40 cm) for physical (texture, density and porosity) and chemical characteristics (fertility, total nitrogen and carbon). Regarding the microclimate, temperature and relative humidity data were collected from August to November 2015, to compare the silvopastoral area and the open grassland, without shades (PM), rainfall and soil temperature in the pasture. The texture analyzes indicated differences among the studied areas, what complicates the comparisons. Average density and porosity values shows that there is no compaction in the studied areas. In chemical analysis it was possible to observe an increment of total nitrogen in Area A, reaching values equal to 1.09 and 1.79 g kg<sup>-1</sup> of soil near the tree row, while the average of all other areas was 0.84 g kg<sup>-1</sup> of soil. For the microclimate evaluation, differences in temperature range between Area A compared to the open pasture, what agree with the literature.

Keywords: livestock-forest integration; silvopastoral systems; temperature range; microclimate.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela vida, família, amigos, saúde e capacidade que Ele me deu e tem dado a cada dia. A Ele sou grato por tudo que sou e o que tenho.

Agradeço a minha família, meus pais, irmãs, cunhados e sobrinhos, que são responsáveis por toda educação e amor que recebi e cujo carinho e amor são recíprocos.

Agradeço a minha professora e orientadora Selma Regina Maggiotto por toda atenção, disposição, paciência e estímulo dado em todo o processo de realização desse trabalho.

Aos professores Cícero Célio de Figueiredo, Jader Galba Busato e Tairone Paiva Leão, por toda disposição e ajuda em suas áreas e também fora delas.

A todos aqueles que me ajudaram muito nos laboratórios: aos responsáveis técnicos Alan Ribeiro Mól, Carlos Alberto S. França e Priscila Ferreira Reis e aos estagiários Bruna Gehrke Schneider, Lucas Machado, Nicole Marie e Tulio.

A melhor turma que eu poderia fazer parte, com toda turma do Bola Murcha: Ana Paula Leite, André Osório, Bárbara Souza, Cassius Scolmeister, Catherine Mendes, Daniel Kudiess, Diego Andrade, Djane Leite, Erick Sabino, Guilherme Nogueira, Igor Bacon, Jasmim Teixeira, Karen Crystine, Kildery Reis (em memória), Lara Guedes, Lara Nesralla, Lucas Prado, Maíra Araújo Mariana Barbosa, Pedro Fiorese, Tailine Zils, Thalita Luzia e todos os outros, que mesmo não fazendo parte do grupo, fizeram parte da minha vida.

A todos, muito obrigado por tudo!

## Sumário

1	Introdução .....	1
2	Revisão de literatura .....	3
2.1	O Bioma Cerrado e seu histórico de ocupação.....	3
2.2	Importância da conservação do solo do Cerrado.....	4
2.3	Conforto animal.....	6
2.4	Integração lavoura-pecuária.....	7
2.5	Sistemas Agroflorestais (SAFs).....	8
2.5.1	Influências sobre o microclima.....	8
2.5.2	Temperatura .....	8
2.5.3	Vento.....	9
3	Objetivos .....	10
4	Material e Métodos .....	11
4.1	Caracterização e histórico da área de estudo.....	11
4.2	Amostragem e análises de solo.....	14
4.3	Avaliação do microclima.....	17
4.4	Apresentação dos resultados.....	18
5	Resultados e Discussão .....	19
5.1	Caracterização física do solo.....	19
5.2	Caracterização química do solo.....	23
5.3	Microclima.....	26
6	Conclusões .....	31
7	Referências Bibliográficas .....	32

## Índice de Tabelas

Tabela 1. Comparação do custo de produção de soja entre Brasil e Estados Unidos (em US\$ ha <sup>-1</sup> ).....	4
Tabela 2. Caracterização da textura (areia, argila e silte), classificação textural e densidade do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm nos solos estudados (ASSIS et al., 2009). .....	5
Tabela 3. Resumo do histórico de ocupação e de manejo de todas as áreas de estudo do trabalho, em Cristianópolis, GO.....	12
Tabela 4. Análise textural do solo das áreas estudadas: A: acácia + mogno; E: eucalipto + mogno; PD: pasto degradado; PM: pasto-lavoura; MN: mata nativa. Os valores apresentados são as médias de três amostras.....	19
Tabela 5. Densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total das áreas estudadas: A: acácia + mogno; E: eucalipto + mogno; PD: pasto degradado; PM: pasto-lavoura; MN: mata nativa. Os valores apresentados são as médias de três amostras.....	21
Tabela 6. Nitrogênio total (g kg <sup>-1</sup> ) em cada ponto de amostragem da Área A, nas profundidades 0-20 e 20-40 cm.....	23
Tabela 7. Valores médios de nitrogênio total, relação C/N e valores de estoque de carbono para as quatro áreas estudadas, nas duas profundidades. ....	24
Tabela 8. Valores de fertilidade para as áreas: fósforo (P), potássio (K), acidez potencial (H+Al <sup>3+</sup> ), cátions Ca+Mg e Al <sup>3+</sup> e pH em água .....	25
Tabela 9. Valores de soma de bases (SB), capacidade de troca de bases (CTC) e porcentagem de saturação por bases (V).....	25

## Índice de Figuras

- Figura 1. Quadro de índice de conforto térmico animal mostrando relação de temperatura e umidade com estresse animal. Apresentado no World Congress on Integrated Crop-Livestock-Forest Systems (2015). .....7
- Figura 2. Localização das áreas estudadas e dos equipamentos instalados para coleta de dados micrometeorológicos, em Cristianópolis, GO. (Fonte: Google Earth).....13
- Figura 3. Fotos das áreas de estudo: (A) Área A: acácia e mogno; (B) Área E: eucalipto e mogno; (C) Área PD: pasto degradado; (D) Área PM: lavoura-pasto; (E) Área MN: mata nativa. Fotos tiradas entre junho e novembro de 2015, Cristianópolis, GO. ....14
- Figura 4. Representação (sem escala) dos locais de amostragem de solo nas áreas silvipastoris.....15
- Figura 5. Abrigos para coleta de dados micrometeorológicos: (A) visão geral do abrigo; (B) visão interna do abrigo, com telado e o coletor de dados HOBO; (C) coletores de dados na área de acácia; (D) coletor de dados e estação WatchDog na área de pastagem. Fotos tiradas entre junho e novembro de 2015, Cristianópolis, GO. ....18
- Figura 6. Gráfico de textura dos solos das áreas estudadas: (A) 0-20 cm de profundidade; (B) 20-40 cm de profundidade. (legenda: área A: acácia; área E: eucalipto; área PD: pasto degradado; área PM: lavoura-pasto).....20
- Figura 7. Gráfico de densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total das áreas estudadas: (A) 0-20 cm de profundidade; (B) 20-40 cm de profundidade. (legenda: área A: acácia; área E: eucalipto; área PD: pasto degradado; área PM: lavoura-pasto). ....22
- Figura 8. Gráfico da concentração de nitrogênio total no solo das áreas estudadas: (A) 0-20 cm de profundidade; (B) 20-40 cm de profundidade. (legenda: área A: acácia; área E: eucalipto; área PD: pasto degradado; área PM: lavoura-pasto).....23
- Figura 9. Gráfico da porcentagem de carbono no solo das áreas estudadas: (A) 0-20 cm de profundidade; (B) 20-40 cm de profundidade. (legenda: área A: acácia; área E: eucalipto; área PD: pasto degradado; área PM: lavoura-pasto).....24
- Figura 10. Variação da temperatura do ar e da umidade relativa médias diárias na área com plantio de acácia e mogno, durante o período de 22/08/2015 (dia 234) e 13/11/2015 (dia 317) no município de Cristianópolis, GO. ....26
- Figura 11. Precipitação diária medida na área de estudo durante o período de 22/08/2015 (dia 234) e 13/11/2015 (dia 317) no município de Cristianópolis, GO. ....27
- Figura 12. Amplitude térmica diária nas áreas estudadas – A1: medições feitas na linha de plantio da acácia; A2: medições feitas a 2 m da linha de plantio da acácia; P: medições

feitas na área de pasto, durante o período de 22/08/2015 (dia 234) e 13/11/2015 (dia 317) no município de Cristianópolis, GO.....	28
Figura 13. Amplitude térmica diária no período mais seco nas áreas estudadas – A1: medições feitas na linha de plantio da acácia; A2: medições feitas a 2 m da linha de plantio da acácia; P: medições feitas na área de pasto, durante o período de 17/09/2015 (dia 260) e 22/10/2015 (dia 295) no município de Cristianópolis, GO.....	28
Figura 14. Umidade relativa média diária nas áreas estudadas – A1: medições feitas na linha de plantio da acácia; A2: medições feitas a 2 m da linha de plantio da acácia; P: medições feitas na área de pasto, durante o período de 17/09/2015 (dia 260) e 22/10/2015 (dia 295) no município de Cristianópolis, GO.....	29
Figura 15. Temperatura média diária do solo em três profundidades (°C) e precipitação diária (mm) durante o período de 05/10/2015 (dia 278) e 14/11/2015 (dia 318), medidos na área de lavoura-pasto (Área PM), em Cristianópolis, GO.....	29
Figura 16. Temperatura média diária do solo em três profundidades (°C) e precipitação diária (mm) após o início do período chuvoso, medidos na área de lavoura-pasto (Área PM) no período de 21/10/2015 (dia 294) e 02/11/2015 (dia 306), em Cristianópolis, GO.	30

# 1 Introdução

A região do Cerrado brasileiro é muito explorada por suas boas características de solo e clima. Porém, ela não deixa de ser uma região muito frágil. Por ter solos muito antigos e muito intemperizados, apresentam em geral pouca matéria orgânica, pH ácido, alta concentração de alumínio e ferro, tornando-se tóxicos para as plantas. Além disso, o Cerrado apresenta algumas características de solos tipicamente arenosos, com alta drenagem de água e pouca retenção de cargas. Isso pode representar um risco de perda de solo e matéria orgânica, dependendo do manejo do produtor.

Outro problema que existe nessa região, são as grandes variações de temperatura e umidade do ar. O clima é caracterizado por apresentar seis meses de chuva e seis meses de seca (pode ter um maior tempo em seca, dependendo da localização geográfica). Isso é um problema quando se trata de criação animal. Para o produtor no Cerrado, isso significa ter mais de seis meses com pasto sem água da chuva, portanto, sem qualidade para seu rebanho. Além do fato de ter uma grande incidência de luz e calor, o que diminui a produção devido ao baixo conforto térmico.

Todos esses fatores levam a um grande risco de baixa produtividade no campo, associado aos danos já citados acima, dependendo do tipo de manejo do solo. Isso tem intensificado muito as pesquisas com novas formas de se trabalhar a terra visando melhorar a produtividade. Um grande avanço nesse sentido foi a técnica do plantio direto. Hoje, a nova área de pesquisa com promessa de bons resultados, é a integração de produção em uma mesma propriedade. Esse método tem apresentado como vantagens a diversidade de produção na propriedade, o aumento do conforto animal, a melhoria do solo, a diminuição de emissão de GEEs e a amortização dos custos do produtor.

Para o pecuarista, o modelo iLPF (integração lavoura-pecuária-floresta) significa uma renda a mais com a produção de madeira, pastagem renovada por um custo menor, um pasto com qualidade por mais tempo, menor perda de peso dos animais e, portanto, menor tempo do animal na propriedade. Para o agricultor, o modelo iLP (integração lavoura-pecuária) significa uma renda a mais com o gado ou o arrendo do pasto. Além dessas vantagens diretas para o produtor, tem-se muitas outras vantagens para o solo e microclima, como maior cobertura de solo no plantio direto, maior profundidade de raízes, matéria orgânica em camadas mais profundas e maior ciclagem de nutrientes.

O Brasil, e especificamente o Cerrado, apresenta uma região excelente para implantação desse modelo. Tem um ótimo clima para agricultura. É a região conhecida como o celeiro do mundo, com grandes áreas de diversos tipos de produção. Temos créditos bancários específicos para essa modalidade de produção (programa ABC, por exemplo). Ainda existe mão de obra disponível para trabalhar no campo. Existem órgãos governamentais, que podem auxiliar o pequeno e médio produtor. Portanto, incentivo não falta para se implantar esses modelos na propriedade.

Este trabalho tem o objetivo de fazer um estudo de caso em quatro áreas diferentes de três propriedades rurais no interior de Goiás. As áreas são divididas em duas partes de integração pecuária-floresta, uma de integração lavoura-pecuária e uma última só com pasto. As florestas são diferenciadas por uma espécie leguminosa (acácia) e outra não leguminosa (eucalipto). Foram feitas análises de solos, temperatura e umidade do ar, temperatura do solo e pluviometria como objetivo de avaliar as possíveis diferenças que cada manejo pode proporcionar na sua área específica, levando em consideração as diferenças dos solos.

## 2 Revisão de literatura

### 2.1 O Bioma Cerrado e seu histórico de ocupação

O Cerrado é considerado o segundo maior bioma da América do Sul, com 2.036.448 km<sup>2</sup>. Isso representa cerca de 22% do território nacional. Desse total, apenas 8,21% são protegidas por lei para conservação. É a savana mais rica do mundo, com 11.627 espécies de plantas nativas catalogadas, das quais 220 têm uso medicinal e mais de 416 podem ser usadas para recuperação de solos, barreira de vento, proteção contra erosão e hospedeira de predadores naturais de pragas (MMA, 2015). Esse é um motivo para que se preocupe com a sua ocupação. Segundo Jepson (2005), a modificação do Cerrado pelo homem já chega a 80% do total da sua área, sendo que a taxa anual de conversão do Cerrado para uso do solo entre 1999 e 2005 foi de 1,55%.

A região do Cerrado brasileiro foi, inicialmente, ocupada de maneira massiva por incentivo do governo. Isso aconteceu devido ao esgotamento de terras agrícolas nas regiões sul e sudeste e da necessidade de aumento da produção agrícola. Esse projeto se inicia no período Vargas, com a criação de colônias agrícolas como as de Dourados (MS) e Ceres (GO) ainda na década de 30, e posteriormente, com Juscelino Kubitschek através do Plano de Metas na década de 60. Por fim, a última grande ocupação acontece no período do regime militar, com expansão para as regiões Norte e Centro-Oeste nas décadas de 60 a 80. Esse incentivo veio em forma de desenvolvimento tecnológico em órgãos como a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais), EMGOPA (Empresa Agropecuária do Estado de Goiás), EMPA (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso) e EMPAER (Empresa de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul), e na maior divulgação dessas tecnologias e assistência aos produtores, pela EMATER (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural) e pela extinta EMBRATER (Empresa Brasileira de Tecnologia e Extensão Rural). Além disso, foram concedidos crédito rural, incentivos fiscais, seguros, etc. (SALIM, 1986; SILVA, 2000).

A partir de 1970, o Cerrado passou a ser uma região de pouco crescimento em abertura de novas áreas e passa a ser uma região de constante crescimento e melhoramento das áreas já abertas. Deixa de ser grandes áreas abertas de pasto natural com pecuária extensiva para se tornar uma das regiões mais produtoras de grãos do mundo (REZENDE, 2002).

Além de todo esse incentivo por parte do governo, ainda existia a grande vantagem do baixo custo da terra e, com ela, o baixo custo de produção comparado com outras regiões do Brasil e do mundo. Em 2001, por exemplo, o custo por hectare para produção de soja no Mato Grosso era de US\$ 386, enquanto que, no estado de Illinois, EUA, era de US\$ 798 (Tabela 1) (REZENDE, 2002). Com isso, a região Centro Oeste saiu de 3,5 toneladas de produção total de grãos em 1973 (HELFAND e REZENDE, 2003) para mais de 78 milhões de toneladas em 2013 (IBGE, 2014).

Tabela 1. Comparação do custo de produção de soja entre Brasil e Estados Unidos (em US\$ ha<sup>-1</sup>).

<b>Itens de custo</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>Brasil</b>
1 Custos variáveis	239,7	267,4
2 Custos fixos	271,8	81,7
3 Terra	286,6	37,2
<b>4 TOTAL</b>	<b>798,1</b>	<b>386,2</b>

*Fonte:* Resende (2002).

## 2.2 Importância da conservação do solo do Cerrado

Como efeito do aumento de produção, o grande aumento do número de produtores nessa região, incentivos fiscais e a valorização das terras fizeram com que áreas com solos de baixa aptidão para o uso na agropecuária fossem ocupadas com manejos inadequados. Um bom exemplo são os solos do tipo Neossolo Quartzarênico, que representam 15% da área do Cerrado, entre outros tipos como Latossolos com textura arenosa (KLUTHCOUSKI et al., 2015). A consequência dessa ocupação com manejos adequados para texturas que não correspondem à realidade local é a alteração dos atributos físico-hídricos, tais como a macro e microporosidade, densidade do solo e condutividade hidráulica (SALES et al., 2010), alterações na biodiversidade e na qualidade dos solos para qualquer uso. O uso inadequado desses solos, com sistemas criados para solos argilosos, aumenta a decomposição da matéria orgânica, que provoca a redução da fertilidade do solo, aumenta a emissão de gases como CO<sub>2</sub> e interrompe a deposição de serapilheira (ROSOLEN et al., 2012).

Segundo Sousa e Lobato (2004), dentre os diversos tipos de solos existentes no Cerrado, somente 45,7% deles são representados por Latossolos. Porém, a maioria dos manejos que se faz no campo, são baseados nesta classe de solo, indicando falta de informação do produtor e aumentando o risco de danos permanentes ao solo ou

simplesmente o desperdício de dinheiro em manejos desnecessários. Para quatro solos, três deles Latossolos, com diferentes classificações texturais, Assis et al. (2009) obtiveram quatro diferentes valores de densidade do solo em áreas com cobertura natural, planas e sem mobilização ou alteração das propriedades físicas do solo (Tabela 2). Em outro estudo, Mello et al. (2004) apresentaram uma comparação de solos do tipo Latossolo com diferentes texturas, indicando variações significativas na porosidade. Tais estudos mostram a necessidade de estudar e manejar cada solo conforme suas características específicas e não de forma generalizada.

Tabela 2. Caracterização da textura (areia, argila e silte), classificação textural e densidade do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm nos solos estudados (ASSIS et al., 2009).

Tipo de solo*	Prof. Cm	g kg <sup>-1</sup>			Classificação textural	Densidade do solo Mg m <sup>-3</sup>
		Areia**	Argila	Silte		
LVd	0-20	750	250	45	franco-argilo-arenosa	1,51
	20-40	740	200	60	franco-argilo-arenosa	1,56
NVdf	0-20	503	440	57	argilo-arenosa	1,50
	20-40	450	460	90	argilo-arenosa	1,47
LVdf	0-20	410	488	102	Argilosa	1,57
	20-40	415	450	135	Argilosa	1,54
NVd	0-20	280	658	62	muito argilosa	1,43
	20-40	290	630	80	muito argilosa	1,47

\*Latossolo Vermelho distrófico (LVd), Nitossolo Vermelho distroférico (NVdf), Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) e Nitossolo Vermelho distrófico (NVd).

\*\*Médias de quatro repetições.

Para qualquer uso da terra na agricultura, a degradação da estrutura do solo se faz presente. A compactação do solo nas camadas mais superficiais causada pelo gado (FIGUEIREDO et al., 2009) e o aumento da massa e frequência de tráfego de máquinas agrícolas agrava o problema. Isso afeta negativamente o desenvolvimento vegetal, além de representar um risco a erosão hídrica (STONE e GUIMARÃES, 2005).

Para se minimizar os efeitos dessa degradação, a rotação de culturas se faz necessária. Rotação de grãos com pastagens tem se mostrado muito eficiente com o maior aporte de matéria orgânica no solo (STONE e GUIMARÃES, 2005) e maior conteúdo de lignina, aumentando a estruturação e estabilidade dos agregados do solo (FASSBENDER e BORNEMISZA, 1994). Isso os torna menos suscetíveis a compactação.

Além dos danos físicos-hídricos e compactação que o uso do solo pode causar em comparação a solos com vegetação natural, o decréscimo nos estoques de matéria orgânica também é considerável. Seja pelo processo erosivo de alguns manejos inadequados,

aceleração de decomposição (aração por exemplo), redução da contribuição de material vegetal ou nas diferenças das qualidades dos resíduos. Porém, vários fatores podem aumentar a relevância e a velocidade com que essas mudanças virão. O tipo de uso, tipo de solo (textura), clima e tipo de vegetação original são alguns exemplos (PAUL et al., 2002). A biomassa microbiana (em áreas de plantio de Eucalipto) também apresenta pouca eficiência na conservação do carbono, devido à diminuição da diversidade local e pela presença de substâncias antimicrobianas encontradas na serapilheira da área, quando comparado ao Cerrado preservado e com um manejo não muito adequado de plantas forrageiras (FERNANDES et al., 2012).

### 2.3 Conforto animal

Para os rebanhos, principalmente o de produção leiteira, o conforto animal é um fator essencial a se providenciar. Rebanhos de búfalos na região Norte (GARCIA et al., 2011), ovinos na região Nordeste e bovinos no Centro Oeste apresentam menores valores de produtividade em razão das altas temperaturas. O fato da maioria dos melhoramentos para algumas raças terem sido feitas para regiões de clima temperado se mostra como um grande problema na produtividade desses animais nos nossos climas. Por isso, buscar melhorar as condições térmicas nas regiões de clima tropical e subtropical é fundamental e tem mostrado melhorias diretas no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais (LEME et al., 2005).

Na produção de leite, em alguns trabalhos, a vaca pode deixar de produzir até 35% de leite, dependendo do volume de produção e o estresse animal (PORCIONATO et al., 2009; RHOADS et al., 2010). Além da menor produção de leite, causada pela redução de glicose disponível para síntese da lactose (BAUMGARD e RHOADS, 2012), existe também uma menor qualidade do leite com redução nos teores de gordura, proteína, cálcio-lactose, ácido cítrico e potássio (PORCIONATO et al., 2009). Um dos fatores de queda de glicose está na maior energia gasta para manter a homeotermia e o menor consumo de alimento causado pelo desconforto térmico do animal, que o desestimula a procurar pelo alimento. Para manter a temperatura corporal, o animal deveria aumentar seu consumo de 18,19 para 19,41 kg dia<sup>-1</sup>, porém a ingestão cai para 16,69 kg dia<sup>-1</sup> (para vaca com produção de 27 kg de leite a 20 °C) (STAPLES, 2009).

O nível de conforto do animal depende da combinação da temperatura e da umidade relativa do ar. No quadro apresentado na Figura 1 vê-se as faixas de conforto animal,

indicando que valores acima de 90 na relação temperatura e umidade são considerados estresse severo. Tais valores levam a grande declínio na produtividade, podendo inclusive levar a morte dos animais.

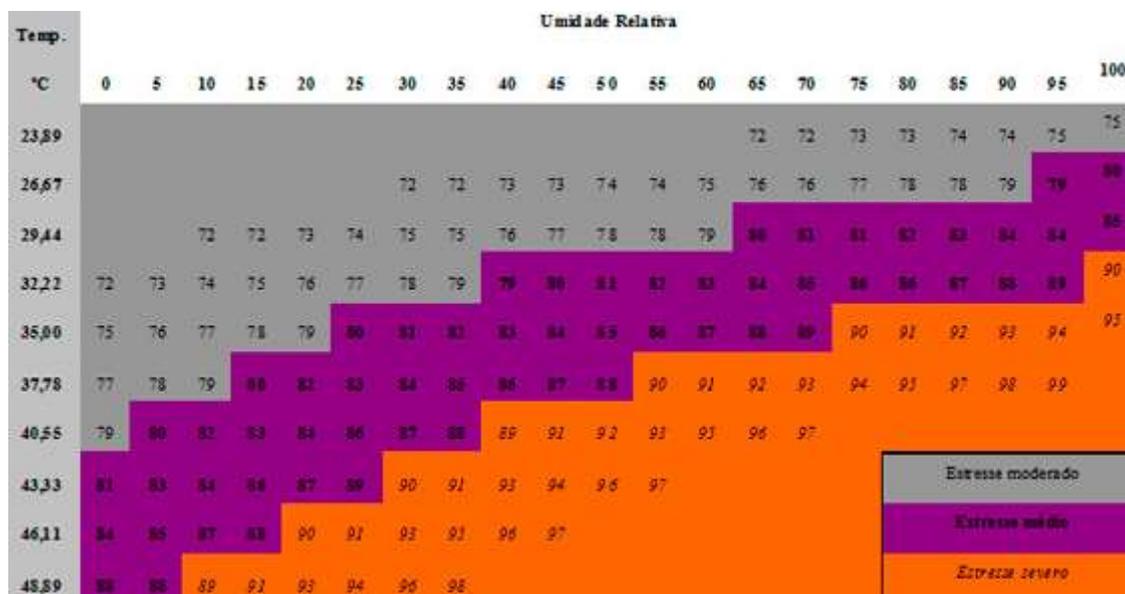


Figura 1. Quadro de índice de conforto térmico animal mostrando relação de temperatura e umidade com estresse animal. Apresentado no World Congress on Integrated Crop-Livestock-Forest Systems (2015).

Além desses fatores anteriores, o desconforto térmico é responsável de forma bem significativa pelo aumento da frequência cardíaca, respiratória, aumento da temperatura retal (CERUTTI et al., 2013) e do consumo de água (PERISSINOTTO et al., 2005).

## 2.4 Integração lavoura-pecuária

A integração lavoura-pecuária é um sistema definido por integrar as duas atividades para maximizar o uso da terra, da infraestrutura e mão de obra da propriedade, diversificar a produção do agricultor, minimizar custos, diluir os riscos dos preços da produção e agregar valores aos produtos por meio dos benefícios que a atividade proporciona. Dessa forma, as áreas de lavoura dão suporte a pecuária com alimentação, por meio dos grãos, silagem e feno, e aumenta a capacidade da propriedade, permitindo a comercialização dos animais na entressafra e, portanto, uma melhor distribuição de receita durante o ano (MELLO et al., 2004).

## 2.5 Sistemas Agroflorestais (SAFs)

Sistemas agroflorestais são definidos por uso e manejo da terra, conciliando pelo menos uma espécie florestal arbórea ou arbustiva simultaneamente combinada com uma ou mais espécie agrícola e/ou animal (YOUNG, 1991). Entre os benefícios do uso desse sistema, pode-se citar: os benefícios agrônômicos, por recuperar e manter as características produtivas do solo; os benefícios econômicos, por diversificar a produção e ter a possibilidade de obtenção de maiores rendimentos; os benefícios ecológicos, com redução de microrganismos patogênicos às espécies cultivadas sem uso de defensivos agrícolas, redução de erosão e aumento da biodiversidade comparada a monocultivos; os benefícios sociais, com a geração de mais empregos e geração de tributos; e por fim, o ganho zootécnico, com pastos de melhor qualidade e valor nutritivo (SANTOS et al., 2008).

Os SAFs podem ser classificados em três tipos: sistemas silviagrícolas (árvores ou arbustos com agricultura); silvipastoris (combinação de árvores ou arbustos com forrageiras e animais) e sistemas agrossilvipastoris (com criação de animais em consórcio silviagrícola) (DANIEL et al., 1999).

### 2.5.1 Influências sobre o microclima

Um dos reflexos da influência da integração é a disponibilidade de forragem verde por mais tempo, resultado da alteração do microclima sob as árvores e em seus arredores, que podem favorecer a retenção de umidade e enriquecimento de nutrientes (SILVA, 1994 citado por PARMEJANI, 2012). Entretanto, muitos fatores podem modificar esse microclima e causar efeitos positivos ou negativos. O tipo de região por exemplo, pode causar competição por água nas regiões mais secas ou, em regiões mais úmidas, a competição pode ser por luz. Isso vai depender dos inúmeros tipos de interações entre forragens e árvores e estudos sobre espaçamento (PARMEJANI, 2012).

### 2.5.2 Temperatura

O uso de sombra das árvores em sistemas de integração lavoura pecuária podem reduzir os extremos das temperaturas diárias, o que pode significar uma redução de custos metabólicos para adaptação desses extremos pelas forrageiras (FELDHAKE, 2001 citado por PARMEJANI, 2012). Temperaturas muito altas prejudicam o crescimento de forrageiras, mas o principal problema relacionado as forrageiras tropicais são as baixas temperaturas. Pedro Jr. et al. (1990) (citado por PORFÍRIO-DA-SILVA, 1994) concluiu que

a temperatura de 10 °C, 32 espécies de forrageiras tropicais tiveram sua produção de matéria seca quase nula. Essa produção pode ser mais afetada com o acúmulo de horas anuais com temperatura de 10 °C. Porfírio-da-Silva et al. (1998) (citado por PARMEJANI, 2012) registraram uma temperatura 2 °C maior sob as copas das árvores de um sistema silvipastoril durante o inverno no noroeste paranaense, minimizando o problema com as baixas temperaturas.

Outro benefício do estrato arbóreo está na barreira que este faz contra a perda de radiação de ondas longas durante a noite, impedindo a formação de geadas e ventos gélidos e dessecantes, conservando assim o calor do solo e do ar. Isso significa um pasto mais verde durante o inverno (SILVA, 1994 citado por PORFÍRIO-DA-SILVA, 1994).

### 2.5.3 Vento

Outro fator microclimático afetado pelo sistema agrossilvipastoril é a velocidade do vento. Pastos abertos podem ter seu crescimento afetado por consequência dos danos físicos que a agitação do vento causa em suas folhas. A fricção das folhas, dobramento, rotações frequentes sobre seu eixo são exemplos de ações causadas por ventos fortes. Dependendo da intensidade, podem causar fraturas, murchamento e queima das folhas (PORFÍRIO-DA-SILVA, 1994). Para a maioria das forrageiras, ventos acima de 3,5 m s<sup>-1</sup> já começam a causar danos microscópicos nas folhas (PARMEJANI, 2012).

A diminuição da velocidade do vento pode representar:

- Maior economia de água (com a menor evaporação);
- Maior teor de umidade no ar, diminuindo oscilações muito rápidas da temperatura;
- Otimiza o suprimento de CO<sub>2</sub>;
- Resulta em maior área fotossintética, por diminuir danos físicos nas plantas;
- Previne contra ventos frios e ventos quentes e secos (PORFÍRIO-DA-SILVA,

1994).

Por todo o mundo, resultados práticos e pesquisa mostram o efeito benéfico da redução do vento em cultivos agrícolas. Na China, houve um aumento de produção do trigo (de 10 a 25%), de cevada (de 6 a 14%), arroz (de 5 a 15%) e no milho (20%). Na antiga URSS, conseguiram aumento de 29 a 41% na produção de forrageiras e de 20 a 26% em citros. Também foi registrado aumento de 22% na produção de trigo e 47% em aveia (BIRD et al., 1992 citado por PORFÍRIO-DA-SILVA, 1994).

### 3 Objetivos

O objetivo geral do presente trabalho foi caracterizar o solo e o microclima de três pequenas propriedades rurais localizadas na região do Cerrado, onde o sistema de manejo pecuária-floresta está em implantação.

Cinco áreas de três propriedades, com diferentes tipos de ocupação, foram estudadas (duas áreas silvipastoris, duas áreas de pastagem e uma área de vegetação natural do tipo cerradão), e os objetivos específicos foram: i) descrever fisicamente o solo, quanto à textura, densidade e porosidade; ii) caracterizar a fertilidade e os conteúdos de carbono e nitrogênio do solo; iii) caracterizar o microclima, comparando a temperatura e a umidade relativa do ar em duas das áreas estudadas.

## 4 Material e Métodos

### 4.1 Caracterização e histórico da área de estudo

As avaliações foram realizadas em três pequenas propriedades rurais situadas no município de Cristianópolis-GO (Lat. 17°11'S, Long. 48°42'W, altitude 768 m). O clima da região é definido como Aw, segundo classificação de Köppen, com precipitações anuais de 1600 a 1900 mm, temperatura média anual de 22 a 24 °C, e períodos bem definidos de chuva e seca, com o inverno seco (ALVARES et al., 2013).

As áreas estudadas têm diferentes tamanhos e diferentes formas de exploração, e podem ser vistas na Figura 2. Anteriormente, toda a região era coberta por cerrado, vegetação típica da região. De maneira geral, por volta de 1990, em grande parte da região o Cerrado foi substituído por pastagens, visando a exploração de gado leiteiro Girolando. A Área E foi a primeira a ser aberta ainda na década de 60 para plantio de arroz e pasto nativo. Entre 2010 e 2011, nessa área que tem 8,32 ha, ou 0,24 módulos fiscais, foram plantados eucalipto (*Eucalyptus* sp.) e mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*), em linhas intercaladas, distanciadas em 4 m entre si. A distância das árvores de eucalipto nas linhas é de 2 m, enquanto que a distância entre as árvores de mogno nas linhas é de 5 m. No meio das linhas florestais, foi formado pasto com *Brachiaria* spp. As linhas de plantio das árvores foram colocadas no sentido Leste-Oeste para maior incidência do sol na pastagem.

A Área A foi primeiramente usada no final da década de 90 para retirada de cascalho e, posteriormente, formado o mesmo pasto da área E. Entre os anos de 2011 e 2012, na Área A, que possui 2,10 ha, ou 0,06 módulos fiscais, foram plantados acácia (*Acacia mangium*) e mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*), também em linhas intercaladas, seguindo os mesmos espaçamentos da Área E. Da mesma forma que na Área E, pasto com *Brachiaria* sp. foi formado nas entrelinhas, e as linhas de plantio foram colocadas no sentido Leste-Oeste.

A Área PD, de 8,9 ha, ou 0,25 módulos fiscais, é de pasto contínuo, aqui considerado como pasto degradado, que foi formado em 1999 e desde então se mantém sem nenhuma intervenção e com uma quantidade de animais variando de 0,81 a 1,01 cabeças ha<sup>-1</sup>.

A Área PM, com 3,7 ha ou 0,11 módulos fiscais, tem ocupação desde 1990, quando a vegetação natural foi derrubada. Após abertura da área, plantou-se arroz, seguido de soja em 1992. Em 2000 plantou-se milho consorciado com braquiária, e manteve-se a pastagem de braquiária. No ano de 2008, plantou-se milho e mudas de eucalipto, porém em parte da

área o eucalipto não se desenvolveu. O sistema de consórcio milho-braquiária foi novamente plantado em 2012, e desde então a pastagem é utilizada para a criação de gado Nelore adulto, com ocupação de 1,03 cabeças ha<sup>-1</sup>.

A Área MN, denominada mata nativa, tem 1,13 ha ou 0,03 módulos fiscais, e é uma das áreas de mata nativa, que nunca foi alterada para uso agropecuário, na propriedade. Um resumo do histórico de ocupação e manejo das áreas é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Resumo do histórico de ocupação e de manejo de todas as áreas de estudo do trabalho, em Cristianópolis, GO.

Áreas	Descrição
Área 1 ou E	Área plantada com eucalipto e mogno no ano de 2010/11, com coroamento das árvores usando glifosato e roçagem nas entre linhas. Adubação feita nas covas, que tinham 0,4x0,4x1 metro de dimensão e calagem antes do plantio. A adubação foi feita com aproximadamente 5 kg de cama de frango, 200 g de supersimples e 50 g de Yoorin.
Área 2 ou A	Área plantada com acácia e mogno no ano de 21011/12, com coroamento das árvores usando glifosato e roçagem nas entre linhas. Adubação feita na cova, que tinham 0,4x0,4x1 metro de dimensão e calagem feita antes do plantio. A adubação foi feita com aproximadamente 5 kg de cama de frango, 200 g de supersimples e 50 g de Yoorin.
Área 3 ou PD	Área formada com pasto <i>Brachiaria</i> sp. desde 1999.
Área 4 ou PM	Área formada com <i>Brachiaria</i> sp. logo após plantio de milho na safra 2012/13.
Área 5 ou MN	Área de mata nativa.



Legenda:

Área 1 - E: eucalipto + mogno  
Área 2 -A: acácia + mogno  
Área 3 - PD: pasto contínuo  
Área 4 - PM: lavoura-pasto  
Área 5 - MN: mata nativa

Equipamentos instalados:

● HOBO 1  
● HOBO 2  
● HOBO 3 + WatchDog

Figura 2. Localização das áreas estudadas e dos equipamentos instalados para coleta de dados micrometeorológicos, em Cristianópolis, GO. (Fonte: Google Earth)

Em 14/11/2015 foram feitas medidas do diâmetro a altura do peito (DAP) de 25 árvores de cada espécie, nas Áreas E e A, e a média foi calculada segundo metodologia apresentada pela Embrapa (2012). Fotos das áreas são apresentadas na Figura 3.



Figura 3. Fotos das áreas de estudo: (A) Área A: acácia e mogno; (B) Área E: eucalipto e mogno; (C) Área PD: pasto degradado; (D) Área PM: lavoura-pasto; (E) Área MN: mata nativa. Fotos tiradas entre junho e novembro de 2015, Cristianópolis, GO.

#### 4.2 Amostragem e análises de solo

A amostragem de solo foi definida de forma a retirar amostras das entrelinhas das árvores que pudessem representar toda a área estudada. Uma linha de aproximadamente dez metros foi traçada na diagonal entre as filas de árvores nas áreas silvipastoris e em um lugar representativo nas áreas de pastagem. Nessa linha, foram marcados cinco pontos equidistantes (Figura 4), de onde foram coletadas amostras de solo em duas profundidades: 0-20 cm e 20-40 cm. Na Área MN, foi coletado em um único ponto, as três amostras indeformadas para cada profundidade.

Nas áreas silvipastoris, foi retirada uma amostra indeformada de cada profundidade nos pontos 2 e 4, com uso de anéis de Kopeccky (volume médio igual a  $97,13 \text{ cm}^3$ ), com três repetições de cada amostra. Nas pastagens, as amostras indeformadas foram retiradas do ponto 3 das linhas marcadas. Desta forma, foram retiradas, no total, doze amostras indeformadas por profundidade nas áreas silvipastoris e seis amostras por profundidade nas áreas de pasto (EMBRAPA, 1997).

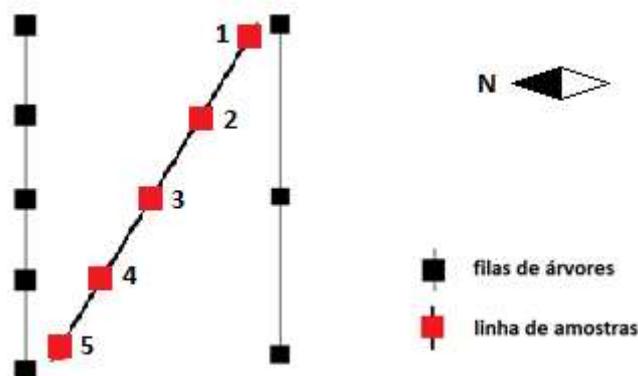


Figura 4. Representação (sem escala) dos locais de amostragem de solo nas áreas silvipastoris.

Para as análises de textura, amostras foram coletadas com uso do trado Holandês em cada um dos cinco pontos das linhas marcadas. Foram coletadas três subamostras de solo em cada uma das profundidades. Portanto, em cada área estudada foram coletadas cinco amostras deformadas por profundidade. Para análise de fertilidade, foram retiradas dezesseis subamostras de cada área, a uma distância de cinquenta metros uma da outra de forma aleatória, seguindo metodologia EMBRAPA (1997 e 2009). Não foi feita amostragem da fertilidade da Área MN.

As análises de fertilidade do solo foram feitas no Laboratório de Química do Solo da FAV. Foram avaliados: pH em  $\text{H}_2\text{O}$ ; fósforo, usando fotocolorímetro, e potássio, com fotômetro de chama, usando extração com solução de Mehlich 1; acidez potencial ( $\text{H} + \text{Al}^{3+}$ ); e os cátions  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ .

As análises físicas descritas a seguir foram feitas no Laboratório de Física do Solo da FAV. A determinação da densidade do solo foi feita utilizando as amostras indeformadas que foram deixadas em estufa por 24 horas a  $105 \text{ }^\circ\text{C}$ . O método usado para determinação da

densidade do solo foi o anel volumétrico, usando a equação:  $DS = Ms/Vt$ , onde  $Ms$  é o valor da massa do solo seco em estufa (em g), e  $Vt$  o volume do anel de Kopecky (em  $cm^3$ ).

Para densidade de partículas, foram separadas 10 a 20 g de solo obtidos das amostras indeformadas (menos da Área MN). A variação do peso se deve à grande massa da fração grosseira da amostra, que reduziu a massa de solo das frações mais finas (peneira de 2 mm) utilizadas nesta análise. Após secas e peneiradas, as amostras foram colocadas em balões volumétricos de 50 ml, onde adicionou-se álcool etílico até completar o volume do balão, de modo a preencher todos os espaços vazios do solo, sem sobrar bolhas. Para o cálculo da densidade de partículas foi utilizada a fórmula:  $DA = Ms/(50 - Va)$ , onde  $Ms$  é a massa de solo (em g), e  $Va$  é o volume de álcool etílico utilizado para completar o volume do balão volumétrico (em  $cm^3$ ). O cálculo da porosidade total, em porcentagem, a fórmula usada foi:  $Pt = 100(DS - DA)/DS$ , onde  $DS$  é densidade do solo e  $DA$  a densidade de partículas.

A textura do solo foi feita usando o princípio da lei de Stokes, que considera a velocidade de sedimentação das partículas de diferentes diâmetros. Primeiramente foram peneirados 30 a 40 g de solo seco em estufa em peneira de dois milímetros de cada ponto amostrado, dependendo da quantidade de solo fino que sobrava após retirada da fração grosseira. Depois de ficar em repouso por 24 horas com água destilada e 10 ml de NaOH, as amostras foram agitadas por 15 minutos no agitador mecânico e depois colocadas em provetas para leituras de densidade e temperatura. As leituras foram feitas com 40 segundos e 7 horas. Para determinação das frações granulométricas, foram utilizadas as fórmulas:

$$\text{Areia total (\%)} = 100 - (1^{\text{a}} \text{ leitura corrigida/massa de solo seco})$$

$$\text{Argila (\%)} = (2^{\text{a}} \text{ leitura corrigida} \times 100/\text{massa de solo seco})$$

$$\text{Silte (\%)} = 100 - (\% \text{ Argila} + \% \text{ Areia})$$

A correção da leitura é feita na leitura do densímetro, adicionando a esse valor 0,36  $g L^{-1}$  a cada grau acima de 20°C.

As análises de matéria orgânica no solo e nitrogênio total foram feitas no Laboratório de Matéria Orgânica do Solo da FAV. Para análise de matéria orgânica, foi utilizado o método Walkey-Black, descrito em Gatto et al. (2009). De amostras compostas por três subamostras de cada ponto, foram utilizados 0,5 g de solo seco e peneirado com peneira de 0,5 mm para a análise. Na avaliação do nitrogênio total foi utilizado o método de destilação e titulação (Kjeldahl) com os mesmos valores de peso e peneira da matéria orgânica.

O cálculo do estoque de carbono no solo, foi feito utilizando a fórmula:  $Ct = DS \times C\% \times z$ , onde DS é a densidade do solo (em  $g\ cm^{-3}$ ), C% é a porcentagem de C da amostra, e z é a profundidade do solo (em cm).

Para todas as análises, os valores foram encontrados para fração fina do solo, sendo desconsiderada as frações grosseiras (>2 mm), encontradas em grande quantidade principalmente nas Áreas A e MN.

### 4.3 Avaliação do microclima

Para avaliar a temperatura máxima, mínima e média do ar e a umidade do ar, foram utilizados três coletores de dados da marca HOBO®. Os coletores de dados foram instalados em abrigos feitos com cano de PVC de 150 mm de diâmetro e 0,5 m de comprimento, com furos na lateral para permitir a ventilação e fechados na parte superior. (Figura 5A). Telados foram colocados no interior do abrigo para impedir a entrada de insetos (Figura 5B). Na coleta de dados, foram registradas a cada cinco minutos todas as informações. O registro de dados foi iniciado o dia 22/08/2015 (dia do ano = 234) e se encerrou na data 14/11/2015 (dia do ano = 318). Dois coletores de dados foram instalados na Área A: um na linha de plantio das acácias (A1) e o outro entre as linhas de acácia e mogno (A2) (Figura 5C), e o terceiro coletor de dados foi instalado na área de pastagem (PM) (Figura 5D).

Foram coletados dados de temperatura do solo a três profundidades (5,0, 8,5 e 12 cm) e pluviometria usando uma estação meteorológica portátil modelo WatchDog 900ET. Os dados foram armazenados a cada trinta minutos para todas as informações. A estação foi instalada junto ao terceiro coletor de dados HOBO®, na área de pastagem, onde não havia interferência de nenhuma árvore (Figura 5D). Na Figura 2 tem-se uma visão geral da distribuição dos equipamentos na área.



Figura 5. Abrigos para coleta de dados micrometeorológicos: (A) visão geral do abrigo; (B) visão interna do abrigo, com telado e o coletor de dados HOBO; (C) coletores de dados na área de acácia; (D) coletor de dados e estação WatchDog na área de pastagem. Fotos tiradas entre junho e novembro de 2015, Cristianópolis, GO.

#### 4.4 Apresentação dos resultados

Os resultados das análises físicas e químicas do solo são apresentados em gráficos do tipo *box-plot* feitos em Excel com análise descritiva dos resultados, enquanto que os dados microclimáticos são apresentados em séries temporais.

## 5 Resultados e Discussão

### 5.1 Caracterização física do solo

Os resultados das análises de textura dos solos de cada uma das áreas são apresentados na Tabela 4. Os valores indicam que as cinco áreas são diferentes quanto à textura, o que leva a dificuldades na comparação dos atributos físicos e químicos entre as áreas. Os valores médios encontrados mostram que de 0 a 20 cm de profundidade, as áreas de mata nativa (MN), acácia (A) e eucalipto (E) têm seus valores próximos para as três frações do solo estudadas. Já as áreas de pasto degradado (PD) e pasto-lavoura (PM) tiveram valores correspondentes apenas na fração silte. Quando na profundidade 2, a Tabela 4 mostra uma diferença com relação a primeira profundidade: as Áreas E e MN mantêm altos valores de areia e baixos de argila, mas não é seguida pela Área A, que tem uma diminuição de 16% da areia em relação a profundidade de 0 a 20 cm, se aproximando dos valores de PM nessa fração. A Área PD se distingue das demais, mostrando ser o solo mais argiloso do estudo. As Áreas A, E, PM e MN são classificadas como classes de solo franco-argilo-arenosa em ambas as profundidades. Já a área PD é classificada como argilo-arenosa na profundidade 1 e franco-argilosa na profundidade 2.

Na Figura 6 é possível observar a diferença significativa entre a área PD e as demais áreas, já que 100% dos valores das análises na fração areia das duas profundidades estudadas não estão correspondidas nas áreas A, E, PM e MN.

Tabela 4. Análise textural do solo das áreas estudadas: A: acácia + mogno; E: eucalipto + mogno; PD: pasto degradado; PM: pasto-lavoura; MN: mata nativa. Os valores apresentados são as médias de três amostras.

área de estudo	areia (%)	argila (%)	silte (%)	classificação textura.
	0 – 20 cm			
A	66,07	24,23	9,68	franco-argilo-arenosa
E	67,92	22,48	9,57	franco-argilo-arenosa
PD	51,07	35,73	13,13	argilo-arenosa
PM	59,73	27,63	12,63	franco-argilo-arenosa
MN	67,80	23,22	8,98	franco-argilo-arenosa
20 – 40 cm				
A	56,52	32,17	11,28	franco-argilo-arenosa
E	66,58	22,53	10,88	franco-argilo-arenosa
PD	45,77	32,70	21,57	franco-argilosa
PM	55,77	27,97	16,17	franco-argilo-arenosa
MN	64,87	26,36	8,78	franco-argilo-arenosa

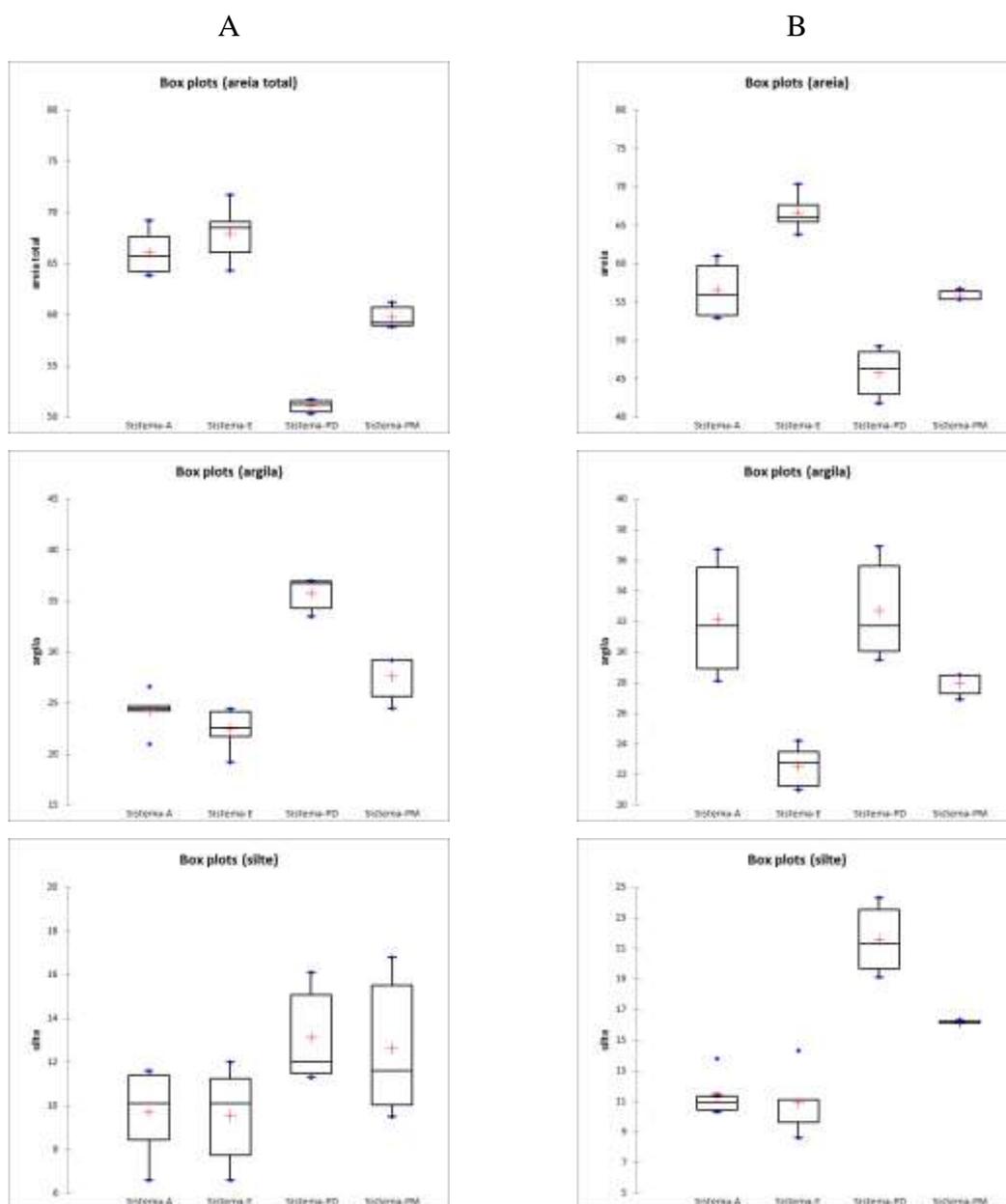


Figura 6. Gráfico de textura dos solos das áreas estudadas: (A) 0-20 cm de profundidade; (B) 20-40 cm de profundidade. (legenda: área A: acácia; área E: eucalipto; área PD: pasto degradado; área PM: lavoura-pasto).

Os valores médios da densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total das áreas estudadas são apresentados na Tabela 5. No parâmetro da densidade do solo, o valor médio aceito na agricultura em solos mais argilosos de maneira geral é de  $1,40 \text{ g cm}^{-3}$  (SOUZA et al., 2005; FREDDI et al., 2009). Acima desse valor o solo é considerado compactado e existe perda de produtividade na lavoura. Porém, esse valor é usado para uma textura não correspondida as amostras analisadas nesse trabalho. Conforme mostrado na Tabela 2 (ASSIS et al., 2009), os valores obtidos no experimento mostram que a

compactação em todas as áreas é muito baixa, o que também fica claro na comparação com a densidade do solo da mata nativa. Os valores de densidade do solo na camada superficial (0-20cm) nas áreas A, E, PM e MN, são elevados para solos de textura argilosa, o que não representa a área que tem classe de solo do tipo franco-argilo-arenosa. Para a camada de 20-40 cm foi registrado valores médios da densidade abaixo de valores de campo nativo (LIMA et al., 2008), que são menores que áreas de cultivo.

Tabela 5. Densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total das áreas estudadas: A: acácia + mogno; E: eucalipto + mogno; PD: pasto degradado; PM: pasto-lavoura; MN: mata nativa. Os valores apresentados são as médias de três amostras.

área estudada	densidade do solo	densidade de partículas		porosidade total cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>
		g cm <sup>-3</sup>		
0-20 cm				
A	1,44	2,51	0,43	
E	1,51	2,57	0,41	
PD	1,36	2,46	0,45	
PM	1,54	2,52	0,39	
MN	1,64	-	-	
20-40cm				
A	1,39	2,45	0,43	
E	1,34	2,52	0,47	
PD	1,21	2,50	0,52	
PM	1,35	2,55	0,47	
MN	1,70	-	-	

Pode-se observar valores mais altos de densidade do solo no primeiro quartil das Áreas A e E e em mais de 50% das amostras de PM para primeira profundidade (Figura 7). Na área das acácias, uma possível razão para se ter menos de 25% dos valores tão altos na profundidade 0-20 cm (Figura 7. Gráfico de densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total das áreas estudadas: (A) 0-20 cm de profundidade; (B) 20-40 cm de profundidade. (legenda: área A: acácia; área E: eucalipto; área PD: pasto degradado; área PM: lavoura-pasto)., pode ser a grande movimentação de maquinário agrícola na área, para contenção da *Braquiaria* spp, já que o componente animal ainda não foi incorporado na área. Em PM, a taxa de lotação animal da área pode ser o motivo do valor um pouco acima do dado na Tabela 2. Já na área dos Eucaliptos, a forte presença inicial de trator de menor tamanho, resultando em mais passadas por fila, e a não observação das boas práticas de conservação do solo (sem intervalos de entrada das máquinas depois de chuvas que encharcavam o solo) podem ser a explicação de alguns valores das amostras serem tão altos.

Para os resultados de porosidade total do solo, as médias apresentam valores próximos ao recomendado, que é por volta de 50% ou  $0,50 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  (BORGES et al.,1999; ASSIS et al., 2009).

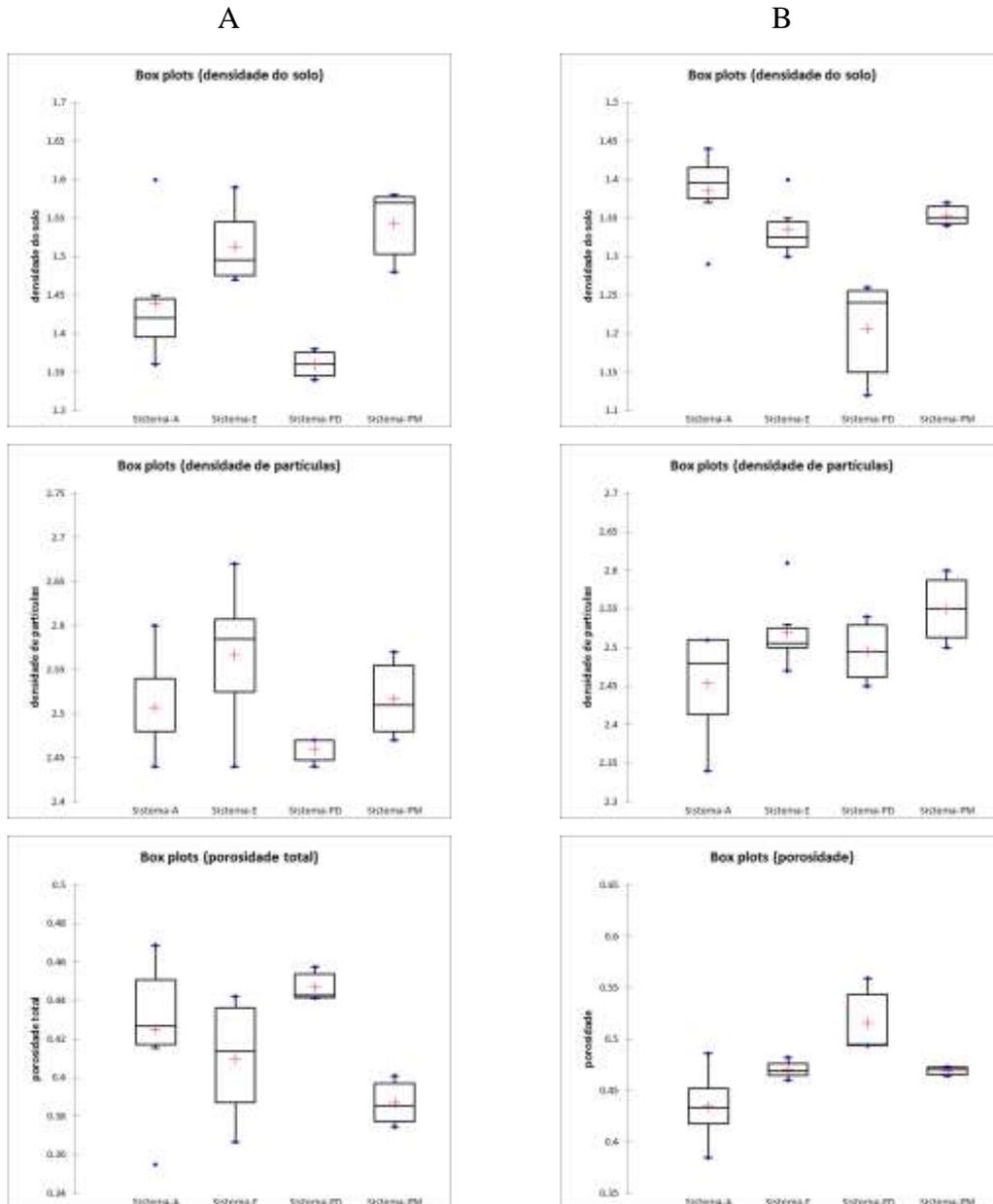


Figura 7. Gráfico de densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total das áreas estudadas: (A) 0-20 cm de profundidade; (B) 20-40 cm de profundidade. (legenda: área A: acácia; área E: eucalipto; área PD: pasto degradado; área PM: lavoura-pasto).

## 5.2 Caracterização química do solo

Para os valores de nitrogênio total no solo, pode-se notar os valores mais altos na Área A (Figura 8), o que pode ser explicado por se tratar de uma área plantada com leguminosa. No geral, foram observados valores de N total muito próximos, mas que na profundidade de 0-20 cm existem alguns dados muito diferentes comparados com a área A. Observando os dados da Tabela 6, pode-se inferir que o nitrogênio da área é proveniente da fila de acácias, uma vez que os pontos 4 e 5 estão próximos da fila dessa leguminosa. Porém essa observação de valores não é tão correspondida na profundidade de 20-40 cm. Esse resultado está condizente com a literatura, que mostra valores de N maiores nas camadas mais superficiais do solo em áreas florestais.

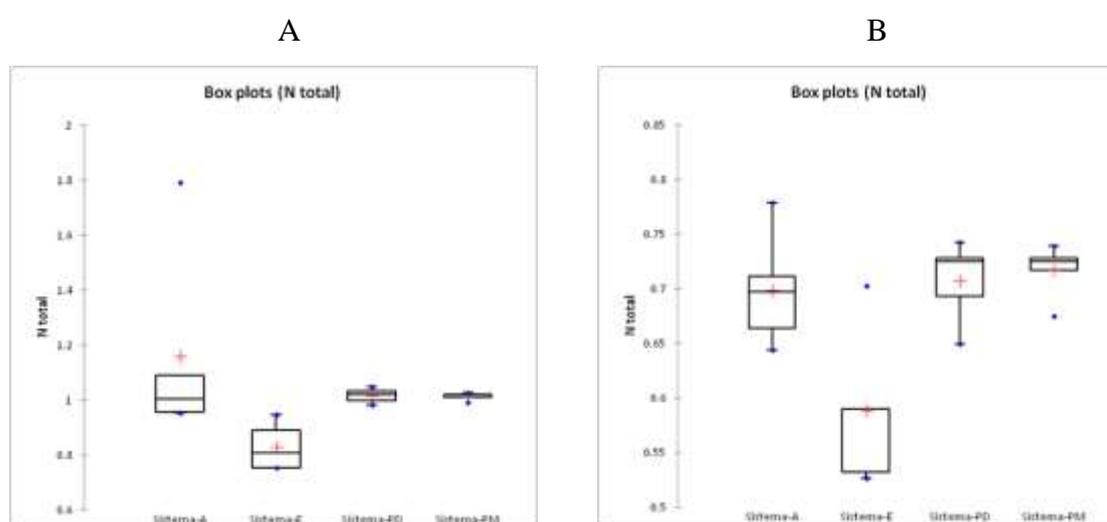


Figura 8. Gráfico da concentração de nitrogênio total no solo das áreas estudadas: (A) 0-20 cm de profundidade; (B) 20-40 cm de profundidade. (legenda: área A: acácia; área E: eucalipto; área PD: pasto degradado; área PM: lavoura-pasto).

Tabela 6. Nitrogênio total ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em cada ponto de amostragem da Área A, nas profundidades 0-20 e 20-40 cm.

ponto de amostragem	N total ( $\text{g kg}^{-1}$ )	
	0-20 cm	20-40 cm
A1	1,01	0,64
A2	0,96	0,71
A3	0,95	0,66
A4	1,79	0,70
A5	1,09	0,78

Os resultados da análise de C total são apresentados na Figura 9. Na camada mais superficial pode-se observar uma maior porcentagem de C em todas as áreas estudadas. Os mais altos valores de N total na Área A resultaram em uma menor relação C/N quando comparada com as outras áreas estudadas (Tabela 7). Mesmo sua área tendo pouca porcentagem de carbono (Figura 9) e o menor estoque desse elemento em relação as áreas PD e PM, o valor da relação C/N foi o que mais se aproximou de valores encontrados em áreas nativas com texturas próximas as encontradas nesse trabalho para profundidade 1 (Tabela 7).

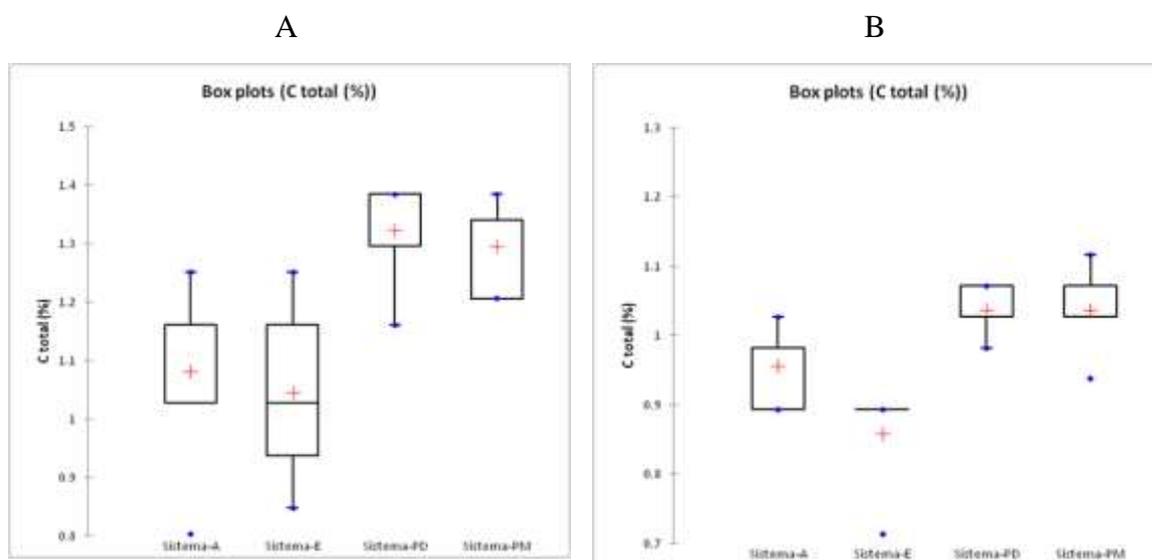


Figura 9. Gráfico da porcentagem de carbono no solo das áreas estudadas: (A) 0-20 cm de profundidade; (B) 20-40 cm de profundidade. (legenda: área A: acácia; área E: eucalipto; área PD: pasto degradado; área PM: lavoura-pasto).

Tabela 7. Valores médios de nitrogênio total, relação C/N e valores de estoque de carbono para as quatro áreas estudadas, nas duas profundidades.

Áreas	N total g kg <sup>-1</sup>	Relação C/N	Estoque de C T ha <sup>-1</sup>
0-20 cm			
A	1,16	10,08	30,61
E	0,83	12,53	31,61
PD	1,02	12,99	35,96
PM	1,01	12,81	40,34
20-40 cm			
A	0,70	13,74	26,77
E	0,59	14,67	23,36
PD	0,71	14,67	26,11
PM	0,72	14,48	28,39

Para as análises de fertilidade, nota-se a quase ausência de alumínio nas Áreas A, E e PM, causada por calagens recentes, que também pode ser observado pelos valores de Ca+Mg mais elevados e pH (mesmo o pH dando valores adequados para todas as áreas) (Tabela 8). Segundo Sousa e Lobato (2004), os valores de potássio das Áreas A e E não são adequados. A Área A está com valor alto e E, com valor médio. Já o resultado de fósforo revelou valores baixos para todas as áreas, uma vez que na parte florestal não houve adubação nas entre linhas das árvores e na área de lavoura, certamente não está havendo adubação de reposição desse nutriente. Um referencial que mostra que esse valor é baixo está descrito em Sousa e Lobato (2004), que em tabela mostra que para solos com argila entre 16 e 35%, valores de potássio abaixo de 10 mg dm<sup>-3</sup> são considerados muito baixos. Os resultados das análises indicam que os valores não chegam nem na metade do valor considerado limite de muito baixo.

A Tabela 9 mostra que os solos estão com boa fertilidade, podendo ser chamados de solos eutróficos, uma vez que os valores de V estão todos acima de 50%. O valor de PD é o mais baixo provavelmente resultado do alto valor de Al<sup>3+</sup> encontrado na área. Esse resultado de alumínio mostra um possível erro na análise do pH, uma vez que não houve calagem recente na área e, com o valor acima de 5 para pH, todo alumínio se precipita e seu resultado é quase nulo, como visto nas outras amostras.

Tabela 8. Valores de fertilidade para as áreas: fósforo (P), potássio (K), acidez potencial (H+Al<sup>3+</sup>), cátions Ca+Mg e Al<sup>3+</sup> e pH em água

Área	P mg dm <sup>-3</sup> (ppm)	K	H+Al <sup>3+</sup>	Ca+Mg cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Al <sup>3+</sup>	pH
A	0,83	91,12	0,15	3,4	0,1	5,92
E	1,55	38,39	0	2,9	0,05	6,06
PD	1,69	77,12	0,75	1,15	0,3	5,73
PM	3,20	73,90	0,15	2,85	0,05	5,88

Tabela 9. Valores de soma de bases (SB), capacidade de troca de bases (CTC) e porcentagem de saturação por bases (V).

Áreas	SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	V (%)
A	3,63	4,11	88,3
E	3,00	3,05	98,3
PD	1,35	2,40	56,2
PM	3,04	3,24	93,8

### 5.3 Microclima

Os resultados das medições de temperatura do ar e umidade relativa na Área A são apresentados na Figura 10, e a precipitação medida durante o período é apresentada na Figura 11. Observa-se que as altas temperaturas são sempre acompanhadas de baixa umidade, como bem demonstrado nos dias próximos a 17/10/2015 (dia do ano = 290), quando a maior temperatura média do ar chegou a 30 °C, e umidade relativa média era de 29%. Porém esses valores logo em seguida se invertem, com o início do período de chuvas (dia 296 ou 23/10), que começou um pouco mais tarde que o comum para região (início de outubro).

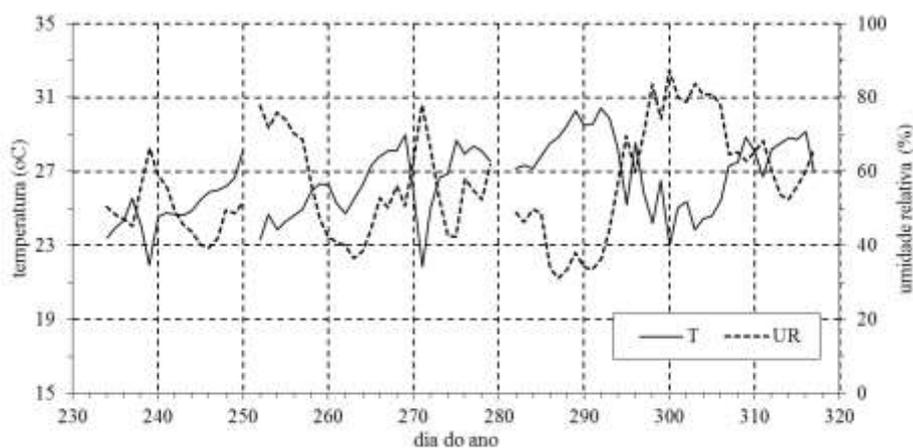


Figura 10. Variação da temperatura do ar e da umidade relativa médias diárias na área com plantio de acácia e mogno, durante o período de 22/08/2015 (dia 234) e 13/11/2015 (dia 317) no município de Cristianópolis, GO.

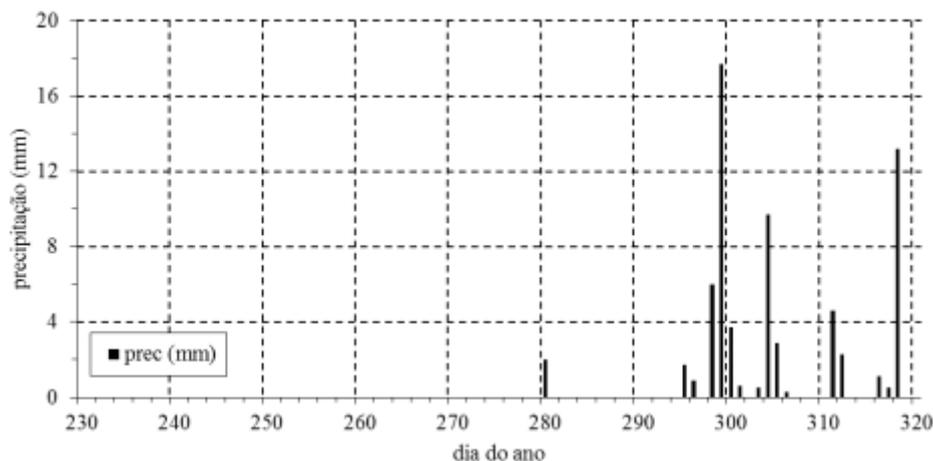


Figura 11. Precipitação diária medida na área de estudo durante o período de 22/08/2015 (dia 234) e 13/11/2015 (dia 317) no município de Cristianópolis, GO.

As diferenças entre os ambientes estudados podem ser mais facilmente observadas analisando a amplitude térmica medida (Figura 12). Porfírio-da-Silva (1994) e Parmejiani (2012) mostram em seus trabalhos que em sistemas agroflorestais, as temperaturas mínimas são mais altas e as máximas são menores, quando comparadas com áreas de campo aberto (pastagens contínuas ou lavouras). Conforme apresentado pelos autores, pode-se observar nos dados coletados nas áreas de acácia e pasto aberto que a amplitude térmica na área silvipastoril é menor, mesmo essa área não tendo o componente florestal tão consolidado (com idade de quatro anos, DAP médio da acácia igual a 9,52 cm e DAP médio do mogno igual a 4,8 cm). Outra inferência que se pode fazer dos dados está no fato dessa amplitude ter sido menor na área silvipastoril quando comparada à amplitude no pasto, no período de maior seca do ano (observado entre 17/09/2015 ou dia 260, e 22/10/2015 ou dia 295 – Figura 13), não tendo muita diferença no início do período de precipitações, que também se inicia no dia 295 (Figura 11).

Durante a coleta dos dados, dois dos coletores de dados apresentaram mal funcionamento em alguns dias e essas leituras foram retiradas das análises, o que explica as falhas no gráfico. Outra consideração que se pode fazer, e que é citada nos trabalhos referidos acima, é sobre a umidade do ar. Porfírio-da-Silva (1994) e Parmejiani (2012) mostraram que as áreas florestais mantêm a UR mais alta comparando com a área de pastagem, o que também foi observado neste estudo no período mais seco (Figura 14).

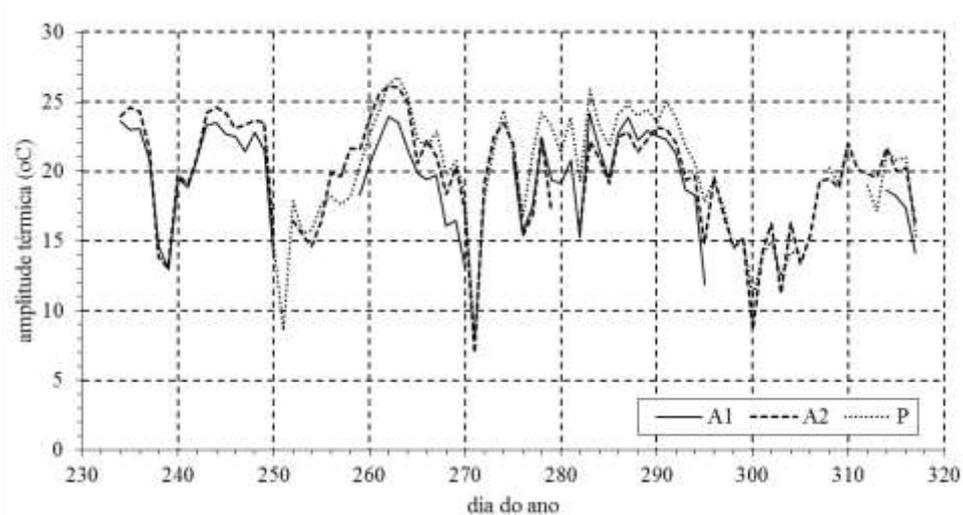


Figura 12. Amplitude térmica diária nas áreas estudadas – A1: medições feitas na linha de plantio da acácia; A2: medições feitas a 2 m da linha de plantio da acácia; P: medições feitas na área de pasto, durante o período de 22/08/2015 (dia 234) e 13/11/2015 (dia 317) no município de Cristianópolis, GO.

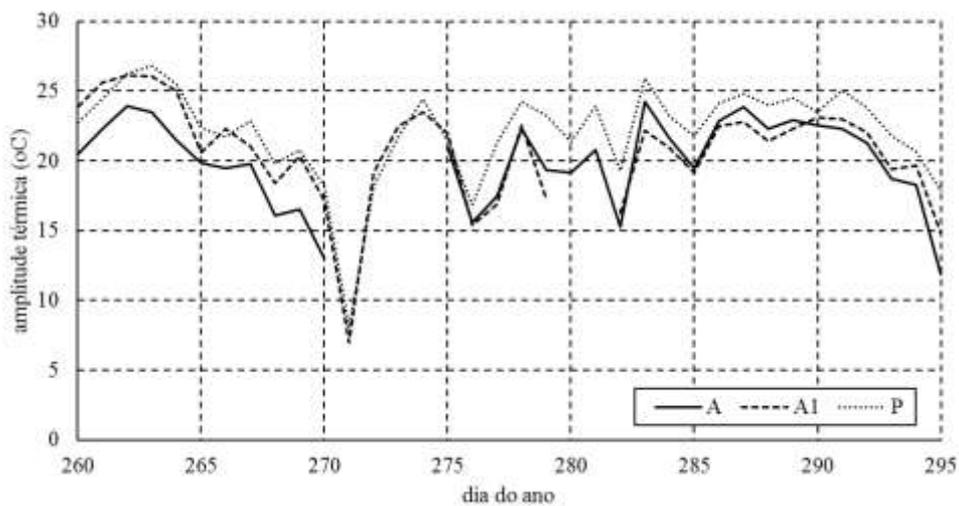


Figura 13. Amplitude térmica diária no período mais seco nas áreas estudadas – A1: medições feitas na linha de plantio da acácia; A2: medições feitas a 2 m da linha de plantio da acácia; P: medições feitas na área de pasto, durante o período de 17/09/2015 (dia 260) e 22/10/2015 (dia 295) no município de Cristianópolis, GO.

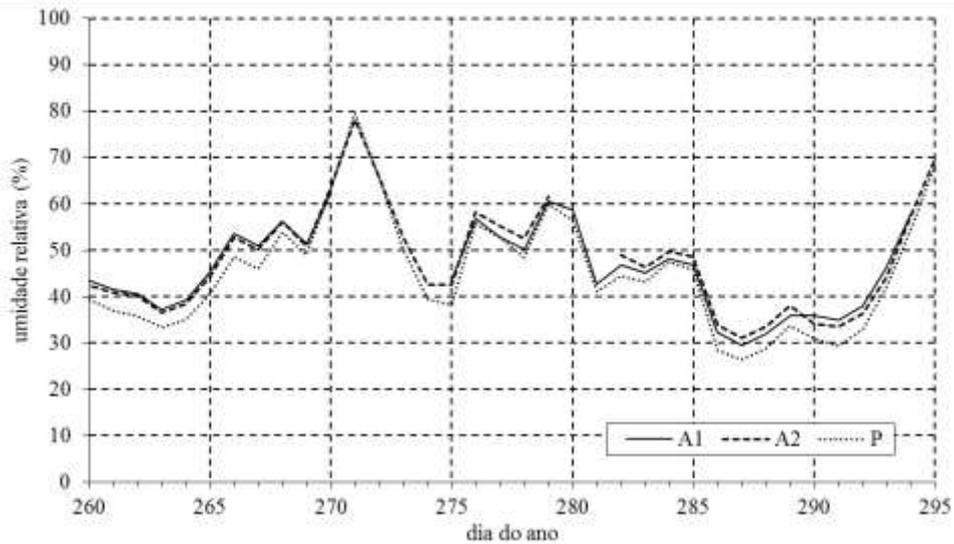


Figura 14. Umidade relativa média diária nas áreas estudadas – A1: medições feitas na linha de plantio da acácia; A2: medições feitas a 2 m da linha de plantio da acácia; P: medições feitas na área de pasto, durante o período de 17/09/2015 (dia 260) e 22/10/2015 (dia 295) no município de Cristianópolis, GO.

Os dados de temperatura do solo coletados permitem observar que as temperaturas foram mais altas nas camadas mais superficiais, conforme esperado (Figura 15). No entanto, os valores de temperatura da camada mais superficial tiveram uma redução mais rápida do que as camadas mais profundas do solo, após o início das chuvas. Isso mostra que o efeito da chuva não é imediato nas camadas mais profundas, podendo demorar até cinco dias para que todas as camadas tenham valores semelhantes (Figura 16).

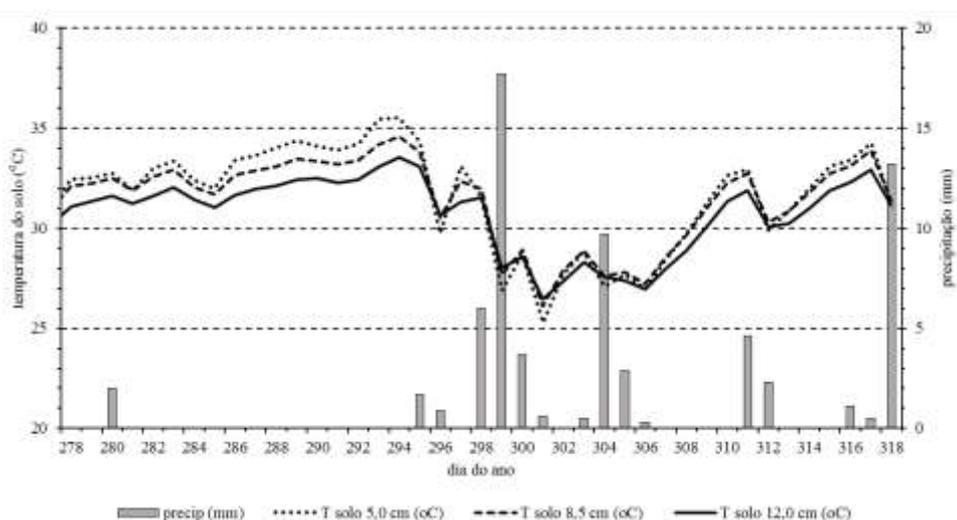


Figura 15. Temperatura média diária do solo em três profundidades (°C) e precipitação diária (mm) durante o período de 05/10/2015 (dia 278) e 14/11/2015 (dia 318), medidos na área de lavoura-pasto (Área PM), em Cristianópolis, GO.

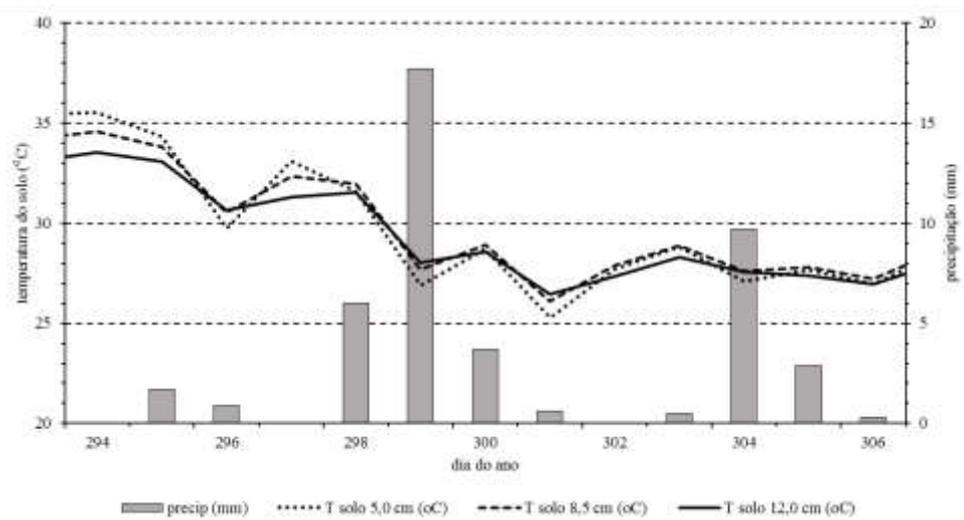


Figura 16. Temperatura média diária do solo em três profundidades (°C) e precipitação diária (mm) após o início do período chuvoso, medidos na área de lavoura-pasto (Área PM) no período de 21/10/2015 (dia 294) e 02/11/2015 (dia 306), em Cristianópolis, GO.

## 6 Conclusões

1. As áreas estudadas apresentam texturas e granulometrias diferentes, com resultado de textura franco-argilo-arenosa nas Áreas A, E, PM e MN e classificação de argilo-arenosa e franco-argilosa para Área A nas profundidades de 0-20 e 20-40, respectivamente. Isso dificultou a comparação real da física e química dos solos.

2. Para fertilidade do solo, os resultados mostraram valores muito baixos de fósforo para todas as áreas estudadas (abaixo de  $10 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e valores de potássio entre o adequado para área PD e PM, elevado para A e médio para E. Os valores de V% foram muito altos para as Áreas A, E e PM e valores bons para PD, mostrando que as áreas têm uma fertilidade muito boa, com pouco alumínio ocupando as cargas negativas do solo. A área silvipastoril com o plantio de acácias apresentou valores mais altos na concentração de nitrogênio no solo e um valor maior de N próximo à linha de árvores, provavelmente por ser uma planta leguminosa.

3. Todas as observações de microclima estão de acordo com a literatura encontrada, mostrando que as variações de temperatura e umidade na área florestal são menores do que na pastagem. Para o dia de mais amplitude térmica, dia 21/09/2015 (dia 264), os valores da área florestal chegaram a  $23,5 \text{ }^\circ\text{C}$  e para o pasto,  $26,8 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## 7 Referências Bibliográficas

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22(6): 711-728, 2013.
- ASSIS, R.L.; LAZARINI, G.D.; LANÇAS, K.P.; CARGNELUTTI FILHO, A. Avaliação da resistência do solo à penetração em diferentes solos com a variação do teor de água. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, 29(4): 558-568, 2009.
- BAUMGARD, L.; RHOADS, R. Efeito do estresse calórico no metabolismo e na produção de leite, e estratégias para minimizar efeitos negativos. In: Anais do XVI Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos-2012.
- BORGES, E.N.; NETO, F.L.; CORRÊA, G.F.; BORGES, E.V.S. Alterações físicas introduzidas por diferentes níveis de compactação em latossolo vermelho-escuro textura média. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 34(9): 1663-1667, 1999.
- CERUTTI, W.G.; BERMUDEZ, R.F.; VIÉGAS, J.; MARTINS, C.M.M.R. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas ou não a sombreamento e aspersão na pré-ordenha. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, 14(3): 406-412, 2013.
- DANIEL, O.; COUTO, L.; SILVA, E.; PASSOS, C.A.M.; JUCKSH, I.; GARCIAS, R. Sustentabilidade em sistemas agroflorestais: indicadores biofísicos. **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n. 3, p. 367-370. 1999.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Editor técnico, Fábio Cesar da Silva, - 2, ed. rev. Ampl.-Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.
- EMBRAPA. **Manual de campo**. Serviço Florestal Brasileiro, Brasília, DF. 2012. 63p.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análises do solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.
- FASSBENDER, H.W.; BORNEMISZA, E. **Química de suelos: com énfasis en suelos de América Latina**. 2. ed. San José: IICA, 1994. 420p.
- FERNANDES, M.M.; CARVALHO, M.G.C.; ARAUJO, J.M.R.; MELO, F.R.; SILVA, C.A.; SAMPAIO, F.M.T.; LOBATO, M.G.R. Matéria Orgânica e Biomassa Microbiana em Plantios de Eucalipto no Cerrado Piauiense. **Floresta e Ambiente**, 19(4): 453-459, 2012.

- FIGUEIREDO, C.C.; SANTOS, G.G.; PEREIRA, S.; NASCIMENTO, J.L.; JÚNIOR, J.A. Propriedades físico-hídricas em Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 13(2): 146-151, 2009.
- FREDDI, O.S.; CENTURION, J.F.; DUARTE, A.P.; PERES, F.S.C. Compactação do dolo e produção de cultivares de milho em latossolo vermelho. II – Intervalo hídrico ótimo e sistema radicular. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33: 805-818, 2009.
- GARCIA, A.R.G.; MATOS, L.B.; JÚNIOR, J.B.L.; NAHÚM, B.S.; ARAÚJO, C.V.; SANTOS, A.X. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 46(10): 1409-1414, 2011.
- GATTO, A.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S.; VILLANI, E.M.A. Comparação de métodos de determinação do carbono orgânico em solos cultivados com eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33(3): 735-740, 2009.
- HELFAND, S.M.; REZENDE, G.C. Padrões regionais de crescimento da produção de grãos no Brasil e o papel da região Centro-Oeste. In: **Região e espaço no desenvolvimento agrícola brasileiro**. IPEA, (5): 151-172, 2003.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2013/default\\_temp\\_perm\\_xls.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2013/default_temp_perm_xls.shtm)> Acesso em: 05 de novembro de 2015.
- JEPSON, W.A. disappearing bioma? Reconsidering land-use cover change in the Brazilian savanna. **The Geographical Journal**, London, 171(2): 99-111, 2005.
- KLUTHCOUSKI, J.; CORDEIRO, L.A.M.; MARCHÃO, R.L. Potencial para adoção da estratégia de integração lavoura-pecuária-floresta para o uso sustentável de solos arenosos. In: CORDEIRO, L.A.M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R.L. (Eds.) **O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa. (17): 319-332, 2015
- LIMA, C.L.R.; DILLON, C.N.; SUZUKI, L.E.A.S.; CRUZ, L.E.C. Atributos físicos de um planossolo háplico sob sistemas de manejo comparados aos do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32: 1842-1855, 2008
- LEME, T.M.S.P.; PIRES, M.F.A.; VERNEQUE, R.S.; ALVIM, M.J.; AROEIRA, L.J.M. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, 29(3): 668-675, 2005.

- MELLO, L.M.M.; YANO, E.H.; NARIMATSU, K.C.P.; TAKAHASHI, C.M.; BORGHI, E. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Revista Engenharia Agrícola**, 24:121-129, 2004.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente, 2015). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>> Acesso em: 03 de nov. de 2015.
- PARMEJANI, R.S. **Microclima e características agronômicas de *Brachiaria decumbens* em um sistema silvipastoril**. 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – ESALQ/USP, Piracicaba, SP.
- PAUL, K.I.; POLGLASE, P.J.; NYAKUENGAMA, J.G.; KHANNA, P.K. Change in soil carbon following afforestation. **Forest Ecology and Management**, 168:241-257, 2002.
- PERISSINOTTO, M.; MOURA, D.J.; SILVA, I.J.O.; MATARAZZO, S.V. Influência do ambiente na ingestão de água por vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 9(2): 289-294, 2005.
- PORCIONATTO, M.A.F.; FERNANDEZ A.M.; SARAN NETTO A.; SANTOS M.V. Influência do estresse calórico na qualidade e na produção de leite. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, 7: 483-490, 2009.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Modificações microclimáticas em sistema silvipastoril com *Grevillea robusta* A. Cunn. Ex. R. Br. na região nordeste do Paraná**. 1998. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- REZENDE, G.C. **Ocupação agrícola e estrutura agrária no Cerrado: o papel do preço da terra, dos recursos naturais e da tecnologia**. IPEA, texto para discussão | 913 | 2002.
- RHOADS, M.L.; KIM, J.W.; COLLIER, R.J.; CROOKER, B.A.; BOISCLAIR, Y.R.; BAUMGARD, L.H.; RHOADS, R.P. Effects of heat stress and nutrition on lactating Holstein cows: II. Aspects of hepatic growth hormone responsiveness. **Journal of Dairy Science**, 93(1): 170-179, 2010.
- ROSOLEN, V.; RESENDE, T.M.; BORGES, E.N.; FRARE, C.T.; MACHADO, H.A. Variações nos teores do C total e isotópico do solo após substituição do Cerrado em sistemas agrícolas no Triângulo Mineiro. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 24(1): 157-168, 2012.
- SALES, L.E.O.; CARNEIRO, M.A.C.; SEVERIANO, E.C.; OLIVEIRA, G.C.; FERREIRA, M.M. Qualidade física de neossolo quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 34(3): 667-674, 2010.

- SANTOS, M.V.; MOTA, V.A.; TUFFI SANTOS, L.D.; OLIVEIRA, N.J.F.; GERASEEV, L.C.; DUARTE, E.R. Sistemas agroflorestais: potencialidades para produção de forrageiras no norte de Minas Gerais. In: **Recomendações técnicas para vencer o desafio nutricional no período da seca**. Montes Claros: UFMG; ICA, 2008. P. 99-109.
- SALIM, C.A. As políticas econômica e tecnológica para o desenvolvimento agrário das áreas de Cerrados no Brasil: avaliação e perspectivas. **Cadernos de Difusão de Tecnologia**, Brasília, 3(2):297-342, 1986.
- SILVA, F.C. da (ed.) **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Informação Tecnológica. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos. 2009.
- SILVA, L.L. **O papel do Estado no processo de ocupação das áreas de Cerrado entra as décadas de 60 e 80**. 2000. Dissertação (Mestrado em geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.
- SOUSA, D.M.G; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. – 2. ed. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.
- SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINO, H.B. Atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 40(11): 1135-1139, 2005.
- STAPLES, C.R. Alimentação de vacas leiteiras sob estresse térmico. In: Anais do 13º Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos; 2009, Uberlândia. Uberlândia: Conapec Jr, 2009. p.42-58.
- STONE, L.F.; GUIMARÃES, C.M. Influência de sistemas de rotação de culturas nos atributos físicos do solo. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 15p. 2005.
- YOUNG, A. **Agroforestry of soil conservation**. Nairobi: ICRAF, 1991. 276 p.