



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-POSAGRO

MARCOS WANDERLEY DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO EUCALIPTO NA PRODUÇÃO DE MILHO EM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA – FLORESTA, NO CERRADO DE RORAIMA**

Boa Vista-RR

2015

MARCOS WANDERLEY DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO EUCALIPTO NA PRODUÇÃO DE MILHO EM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA – FLORESTA, NO CERRADO DE RORAIMA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Roraima em parceria com a EMBRAPA Roraima para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Pesq. Dr. Roberto Dantas de Medeiros

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Moura da Silva

Boa Vista-RR

2015

MARCOS WANDERLEY DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO EUCALIPTO NA PRODUÇÃO DE MILHO EM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA – FLORESTA, NO CERRADO DE RORAIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Roraima, área de concentração Produção Vegetal, em parceria com a Embrapa Roraima, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Aprovada em: ____/____/2015

Pesq. Dr. Roberto Dantas de Medeiros
Orientador – Embrapa/RR

Prof. Dr. Carlos Eduardo Moura da Silva
Coorientador - UERR

Prof. Dr. Leandro de Souza Torres
Membro – CCA/UFRR

Pesq. Dr. Antônio Carlos Centeno Cordeiro
Membro – Embrapa/RR

Aos meus pais Manoel Dantas da Silva e Ivanete Wanderley da Silva

Ao meu filho Davi Wanderley

À minha amada esposa Rosimeri Barroso

Dedico

Agradecimentos

Eu te louvarei, Senhor, com todo o meu coração; contarei todas as tuas maravilhas. Em ti me alegrarei e saltarei de prazer; cantarei louvores ao teu nome, ó Altíssimo. Ó Deus de meus pais, eu te dou graças e te louvo, porque me deste sabedoria e força (Salmos 9:1,2/ Daniel 2:23).

Aos meus pais, Manoel Dantas e Ivanete Wanderley, por terem me educado ensinando o caminho que devo andar, por suas orações intercessoras e aos meus irmãos Silas, Paulo, Chirley e Sirlene, pelo carinho, cuidado, suporte e motivação

A minha esposa Rosimeri Barroso, pela compreensão, pela ajuda nos trabalhos, pela amorosa atenção, te amo, ao meu filho Davi, que embora não compreendendo sua relevância, contribuiu com o que havia de melhor, amor, carinho, abraços e beijos, inspirando/impulsionando nessa árdua etapa e a querida Júlia Barroso, que contribuiu com sua forma meiga e simpática.

Ao Pastor Clodoaldo Alves da Costa e a Igreja Evangélica Assembleia de Deus das Nações pelo acolhimento e suporte espiritual.

A esta universidade e seu programa de Pós Graduação em Agronomia, UFRR/POSAGRO, seu corpo docente, gestores e colaboradores por proporcionarem condições para que esse trabalho fosse desenvolvido.

A Embrapa pelo apoio logístico, técnico e científico.

Ao meu Orientador Dr. Roberto Dantas, por ter me confiado este trabalho, orientando de forma concisa e direta.

Ao Professor Carlos Moura, pela coorientação e ensinamentos transmitidos.

A Universidade Estadual de Roraima, onde me graduei.

Ao amigo e Professor Nilton Barth, por ter direcionado meus primeiros passos na pesquisa.

Aos amigos Francisco Clemilto e Ruy Guilherme, pelo incentivo e oportunidade de ser inserido na pesquisa.

Aos amigos Ricardo Bardales e Carlos Abanto, pelo apoio e valiosas contribuições.

À minha turma de mestrado, Carla, Maysa, Paula, Denisson, Hipólito, Luis Melo e em especial os amigos Roberto Tadashi (o samurai da ciência) e o amigo Luiz Fernandes, meu parceiro florestal.

Aos amigos Dianaia, Elma, Maria Luiza, Róbson de Lima e Antônio José.

*“O sistema iLPF desenvolvido numa
sinergia entre produção e ecologia,
proporciona o desenvolvimento
socioeconômico da comunidade”.*

Marcos Wanderley da Silva

SILVA, Marcos Wanderley da. **Influência do eucalipto na produção de milho em sistema de integração lavoura – floresta, no cerrado de Roraima.** 2015. 57 p. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2015.

RESUMO

A rotação de culturas anuais com sistema de integração lavoura-floresta tem sido utilizada como uma das alternativas para a sustentabilidade econômica e ecológica dos sistemas de produção agropecuários. O milho é uma das principais culturas anuais utilizadas nestes sistemas de integração, isso se deve principalmente, à sua relevância econômica e diversidade de usos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do cultivo de eucalipto sob desbastes e sobre o desenvolvimento e produtividade de grãos de milho em sistema de integração Lavoura-Floresta, a partir do quinto e sexto anos de cultivos, no Cerrado de Roraima. O experimento foi conduzido no Campo Experimental Água Boa/Embrapa, Município de Boa Vista-RR. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso no modelo de parcelas subdivididas, sendo a variável principal o desbaste (D) com 3 níveis (D0: sem desbaste, D1: desbaste da primeira linha de eucalipto e D2: desbaste de duas linhas de eucalipto) e como variável secundária a distância (d) com 9 níveis (2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0; 17,5; 20,0 e 22,5 m) dispostos em faixas com três repetições, totalizando 81 unidades experimentais. As características do milho avaliadas foram: altura de planta, número de espigas, peso da espiga, fito massa seca, produtividade de grãos e massa de 1000 grãos. Foram analisadas as seguintes características químicas do solo: pH, P, K, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , matéria orgânica e umidade. A distância mínima de plantio do milho em relação ao eucalipto com 5 e 6 anos de idade em sistema iLF no cerrado de Roraima é 17 m. O arranjo espacial do eucalipto x milho influenciou nos teores pH, Ca^{2+} , Mg^{2+} , P e MO do solo. O desbaste de 1 e de 2 fileiras de eucalipto favorecem os teores de fósforo na camada de 10 a 30 cm de profundidade bem como os teores de matéria orgânica nas camadas de 5-10 e de 10-30 cm de profundidade. Maiores valores de pH, K e Mg^{2+} ocorrem na camada de 0-5 cm. O eucalipto em sistema de integração Lavoura-Floresta proporcionou menor desenvolvimento das plantas de milho, bem como menores valores nos componentes da produtividade de grãos.

Palavras-chave: Plantio direto, *Zea mays*, desbaste sistemático, Amazônia.

SILVA, Marcos Wanderley da. **Eucalyptus influence on maize production in integrated crop system - forest in Roraima savannah.** 2015. 57 p. Masters Dissertation in Agronomy - Federal University of Roraima, Boa Vista, 2015.

ABSTRACT

The rotation of annual cultures with pasturage and trees has been utilized as one of the alternatives for the economic and ecological sustainability of systems of agricultural production, with corn being one of the principle annual cultivations using the iPLF system, due principally to the tradition of cultivation, to the great number of commercial cultivation types adapted to the different regions of Brazil. The present work had as its objective the evaluation of interference of eucalyptus thinning and of the planting distance on the agronomic performance of corn in the iLF system, after the fifth and sixth years of cultivation, in the Roraima Savannah. The experiment was conducted in experimental unit in the 2013 and 2014 agricultural years, on the Água Boa/Embrapa experimental grounds, Boa Vista Municipality, RR. The experimental delimitation was done in blocks, in this instance, with the model of subdivided parcels, with (D) thinning, being the principle variable, with 3 levels (D0: without thinning, D1, thinning on the first line of eucalyptus and D2: thinning of two lines of eucalyptus) and as a second variable (d) the distance, with 9 levels (2.5; 5.0; 7.5; 10.0; 12.5; 15.0; 17.5; 20.0 and 22.5m) placed in rows with three repetitions, totaling 81 experimental units. The characteristics of the corn were evaluated, height of the plant, number of ears, plant dry mass, grain productivity and mass of 1000 grains. As well as chemical characteristics of pH, P, K, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, organic material and solid humidity.. The minimum distance of planting corn in relation to eucalyptus with 5 and 6 years old in ILF system in Roraima savannah is 17 m. The spatial arrangement of eucalyptus x corn influence the levels of pH, Ca²⁺, Mg²⁺, P and MO the Soil. Thinning of 1 and 2 rows eucalyptus favor the phosphorus content in the layer between 10 and 30 cm depth and the soil organic matter in layers 5-10 and 10-30 cm deep. Higher pH values, K and Mg²⁺ occur in the layer 0-5 cm. O eucalyptus in Crop- forest integration system provided less development of corn plants as well as lower values of the components of grain yield.

Keywords: Direct planting, systematic thinning, Amazonia.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Características químicas e pH dos solos do Campo Experimental Água Boa.....25
- Tabela 2.** Análise de variância conjunta para as características: Altura de planta (ALT), Número de espigas (NE), peso de espigas (PEP), produtividade de grãos (PROD), fito massa seca (FMS) e massa de 1000 grãos (M1000) do milho a diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto sob desbaste em sistema iLPF, nos anos agrícolas 2013 e 2014.....31
- Tabela 3.** Valores médios de altura de planta e massa de 1000 grãos referente à avaliação do milho em diferentes níveis de desbaste e das distâncias das linhas de plantio em relação ao eucalipto em sistema iLF, 2013 e 2014.....35
- Tabela 4.** Análise de variância para as características químicas de pH, P, K, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e da matéria orgânica (MO) do solo sob diferentes níveis de desbaste e distâncias das linhas de plantio de milho em relação ao eucalipto nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-3038
- Tabela 5.** Médias dos teores de potássio e magnésio do solo nas diferentes camadas do solo, em sistema iLF, 201440
- Tabela 6.** Desdobramento do efeito das camadas dentro dos níveis de desbaste e do desbaste dentro dos níveis das camadas nos teores de fósforo- P e da matéria orgânica- MO do solo em sistema iLF, 201443

LISTA DE FIGURA

- Figura 1.** Temperatura e precipitação pluviométrica mensal, durante os anos 2013 e 2014, Campo Experimental Água Boa, Embrapa/Boa Vista-RR.26
- Figura 2.** Efeito da distância da linha de plantio em relação à linha de desbaste do eucalipto sob a altura de planta e a massa de 1000 grãos da cultura de milho em sistema iLF, 2013 - 2014.33
- Figura 3.** Valores médios de número de espigas ha-1 e fito massa seca da cultura de milho em função da distância da linha de plantio do eucalipto em sistema iLF, 2013-2014.34
- Figura 4.** Efeito da distância da linha de plantio em relação ao eucalipto sob o peso de espigas parcela-1 e produção de grãos de milho em sistema iLF, nos anos agrícolas 2013 e 2014.35
- Figura 5.** Valores médios do pH do solo em diferentes distâncias da linha de plantio de milho em relação ao eucalipto na camada de 0-5 cm.39
- Figura 6.** Valores médios de Ca^{2+} e Al^{3+} no solo em diferentes distâncias da linha de plantio de milho em relação ao eucalipto nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-30 cm.41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO.....	15
2.1 Objetivo geral.....	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 Integração Lavoura-Floresta (iLF)	16
3.2 Contribuição dos sistemas iLF na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas	17
3.3 Escolha das espécies para compor o sistema.....	20
3.4 Componentes dos sistemas iLF:.....	21
3.4.1 Milho (<i>Zea mays</i>).....	21
3.4.2 Eucalipto urograndis (<i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake x <i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden).....	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 Local do experimento.....	25
4.2 Espécies utilizadas	26
4.3 Coleta e análise química do solo	27
4.4 Características avaliadas na cultura do milho.....	28
4.5 Delineamento experimental e análise estatística	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1 Altura de planta, massa de 1000 grãos, número de espigas e fito massa seca	32
5.2 Peso de espiga e Produtividade de grãos	35
5.3 Características químicas, matéria orgânica e umidade do solo.....	37
6 CONCLUSÕES.....	46
7 REFERÊNCIAS.....	47
APÊNDICES.....	54

1 INTRODUÇÃO

A busca por sistemas agroflorestais que sejam, ao mesmo tempo, produtivos, econômicos, intensivos e sustentáveis vem aumentando a cada ano. Nesse sentido, a proposta do Sistema Integração Lavoura-Floresta (iLF) vem ganhando adeptos interessados na diversificação de atividades e intensificação no uso da terra, como forma de reduzir custos e aumentar a renda. Soma-se a esses objetivos a possibilidade de agregar sustentabilidade aos empreendimentos agroflorestais, ao mesmo tempo, maximizar o uso da terra, levando em consideração sua aptidão agrícola, diversificação das culturas e o aumento da produtividade.

A integração lavoura-floresta consiste na implantação de diferentes sistemas produtivos de grãos, fibras, agroenergia, entre outros, na mesma área, em plantio consorciado, sequencial ou rotacional (MACEDO, 2009). O principal objetivo dos sistemas (iLF) é otimizar o uso da terra, de forma a conciliar a produção de alimentos, energia e serviços ambientais com a produção florestal, de forma a diminuir a pressão pelo uso da terra para a produção lavoura-floresta (BALBINO et al., 2011a). Em sistemas de iLF, em plantio direto, ocorre aporte diferenciado de resíduos vegetais em relação aos sistemas puros de produção de grãos, tanto na superfície quanto subsuperfície do solo (SALTON et al., 2011).

A introdução do componente florestal é uma evolução natural do sistema, que agrega valor e torna a produção diversificada e sustentável. O interesse, nesse modelo de exploração, apoia-se nos benefícios que podem ser auferidos pelo sinergismo entre árvores e culturas anuais, como: melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; quebra de ciclo de doenças e redução de insetos-pragas e de plantas daninhas e redução de riscos econômicos pela diversificação de atividades (MACEDO, 2009; VILELA et al., 2011).

Dentre as várias culturas anuais utilizadas em sistemas consorciados, o milho (*Zea mays* L.) tem se destacado em virtude de algumas características que potencializa sua produção. Dentre elas, está o rápido crescimento inicial e porte alto, o que facilita a competição com os outros componentes e a colheita mecanizada, além da tradição do cultivo e ao grande número de cultivares comerciais adaptadas às diferentes regiões do Brasil. (GONTIJO NETO et al., 2014).

A cultura do milho se destaca no contexto da integração do sistema iLF devido às inúmeras aplicações que esse cereal tem na propriedade agrícola, quer seja na alimentação animal na forma de grãos ou de forragem verde ou conservada (silagem), na alimentação humana ou na geração de receita mediante a comercialização da produção excedente (ALVARENGA et al., 2010).

Em locais onde o clima favorece o plantio do milho, este cereal tem sido recomendado para compor o sistema, pois consorcia bem tanto com o eucalipto quanto com as gramíneas forrageiras (MACEDO et al., 2006; VIANA et al., 2011; PACIULLO, 2011).

O eucalipto (*Eucalyptus* sp) vem sendo difundido para utilização no sistema iLF por apresentar rápido crescimento e por possuir uma arquitetura de copa compatível com a consorciação com outras culturas. Além do mais, esta espécie se destaca pela facilidade de cultivo, pela produção de madeira para usos múltiplos, por apresentar boa fonte de renda para o produtor e principalmente por sua capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, podendo ser plantado em todos os biomas brasileiros, sendo amplamente utilizado em reflorestamentos na região do cerrado (MACEDO et al., 2006; OLIVEIRA NETO et al., 2007a,b; OLIVEIRA NETO; PAIVA, 2010).

No sistema lavoura-floresta à medida que as árvores crescem ocorre redução na incidência de radiação solar sob o sub-bosque causando sombreamento, interferindo na produtividade primária da lavoura, influenciando assim na produção do sistema como um todo (OLIVEIRA et al., 2007a; PACIULLO et al., 2011).

No cerrado de Roraima não há estudos enfatizando a influência do sistema de integração lavoura-floresta na produtividade dos seus componentes de produção. Portanto a definição do arranjo espacial do eucalipto para compor o sistema de lavoura-floresta no cerrado faz-se importante, uma vez que permitirá obter alternativas sustentáveis e melhor aproveitamento das extensas áreas propícias à implantação de culturas agrícolas e florestais.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar a influência do eucalipto sobre o desenvolvimento e produtividade de grãos de milho em sistema de integração Lavoura - Floresta, no Cerrado de Roraima.

2.2 Objetivos específicos

Determinar a distância mínima de plantio de eucalipto para o cultivo de milho no sistema de integração Lavoura – Floresta, no Cerrado de Roraima.

Determinar a influência do arranjo espacial do eucalipto x milho nas características químicas, e físicas do solo em sistema de integração lavoura – floresta no cerrado de Roraima.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Integração Lavoura-Floresta (iLF)

A demanda crescente por alimentos, bioenergia e produtos florestais, em contraposição à necessidade de redução de desmatamento e mitigação da emissão de gases de efeito estufa, requer soluções que permitam incentivar o desenvolvimento socioeconômico, sem comprometer a sustentabilidade dos recursos naturais (VILELA et al., 2011). A intensificação do uso da terra em áreas agrícolas e o aumento da eficiência dos sistemas de produção podem contribuir para harmonizar esses interesses. De acordo com Wilkins (2008), os sistemas mistos de produção agrícola são mais sustentáveis do que os sistemas especializados em produção de grãos e fibra.

Os sistemas agrossilvipastoris, que integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais, são considerados, atualmente, inovadores no Brasil, embora vários tipos de plantios associados entre culturas anuais e culturas perenes ou entre frutíferas e árvores madeireiras sejam conhecidos na Europa desde a antiguidade (BALBINO et al., 2011a).

A integração Lavoura-Floresta (iLF), mais do que uma tecnologia ou “pacote” tecnológico, deve ser considerada como uma “estratégia que visa a produção sustentável por meio da integração de atividades agrícolas e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica” (BARCELLOS et al., 2011).

A inclusão do componente “florestal” aos subsistemas lavoura e pastagens representa um avanço inovador da iLP, surgindo o conceito de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF). Desta forma, podem-se classificar quatro modalidades de sistemas distintos de “integração”: (i) Integração Lavoura-Pecuária ou Agropastoril: sistema de produção que integra o componente agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão; na mesma área e em um mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos; (ii) Integração Pecuária-Floresta ou Silvicultura: sistema de produção que integra o componente pecuário e florestal, em consórcio; (iii) Integração Lavoura-Floresta ou Silviagrícola: Sistema de produção que integram o componente florestal e agrícola, pela consorciação de

espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes) e (iv) Integração Lavoura-Pecuária-Floresta ou Agrossilvipastoril: sistema de produção que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área. O componente “lavoura” restringe-se ou não a fase inicial de implantação do componente florestal. (BALBINO et al., 2011b; GOTINJO NETO et al., 2014).

A iLPF pode contribuir para a recuperação de áreas degradadas, manutenção e reconstituição da cobertura florestal, promoção e geração de emprego e renda, adoção de boas práticas agropecuárias (BPA), melhoria das condições sociais, adequação da unidade produtiva à legislação ambiental e valorização de serviços ambientais oferecidos pelos agroecossistemas. Assim, a iLF tem como principal objetivo a mudança do sistema de uso da terra, fundamentando-se na integração dos componentes do sistema produtivo, visando atingir patamares cada vez mais elevados de qualidade do produto, qualidade ambiental e competitividade (BALBINO et al., 2011b). Portanto apresenta-se como uma estratégia para maximizar efeitos desejáveis no ambiente, aliando o aumento da produtividade com a conservação de recursos naturais no processo de intensificação de uso das áreas já desmatadas no Brasil.

Além da melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, a quebra de ciclos bióticos (pragas, doenças) contribui para aumentar a produtividade do sistema. A redução do uso de agroquímicos em razão da quebra dos ciclos de pragas, doenças e plantas daninhas é outro benefício potencial ao meio ambiente dos sistemas mistos, como a iLF (VILELA et al., 2008).

3.2 Contribuição dos sistemas iLF na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas

A manutenção e/ou melhoria da qualidade do solo em sistemas de cultivo contínuo é fundamental para garantir a produtividade agrícola e a qualidade ambiental dentro do sistema de produção. Assim, a matéria orgânica do solo (MO) desempenha um papel importante, sendo considerada a principal indicadora da qualidade do solo, servindo de base para sustentabilidade agrícola (LAL, 2004).

Dentre as práticas alternativas de manejo conservacionistas que priorizam o aporte de MO, podendo contribuir para o sequestro de carbono (C) destacam-se

os sistemas de integração lavoura pecuária, plantio direto, a utilização de culturas de cobertura e pousio, rotação de culturas e sistemas agroflorestais, entre outros (LAL, 2004; FERREIRA et al., 2012; PAUL et al., 2013), que a longo prazo, podem aumentar e/ou manter a quantidade e a qualidade da MO, tendo como consequência a melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (LAL, 2004).

Nos agroecossistemas, os estoques de MOS podem ser influenciados por diversas práticas de manejo. O preparo do solo executado com aração e, ou, gradagem, aumenta o potencial de perda de MO por erosão hídrica e decomposição microbiana, sendo a última a principal forma de perda de MOS afetada pela utilização de máquinas agrícolas (BAYER et al., 1999).

O sistema de plantio direto é uma das mais efetivas práticas de conservação, contribuindo para a redução das perdas de solo e de carbono orgânico, principalmente, devido à manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo e à proteção física da matéria orgânica em agregados (COSTA et al., 2013). O não revolvimento do solo leva a uma decomposição mais lenta e gradual do material orgânico, tendo como consequência a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, que irão repercutir em sua fertilidade e na produtividade das culturas (PAUL et al., 2013).

CORAZZA et al. (1999) avaliando o comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de C em relação à vegetação de cerrado verificaram que os solos sob plantio direto, pastagem cultivada e reflorestamento de eucalipto funcionaram como depósito e os solos sob preparo com grade pesada e preparo com arado de discos como fonte de CO₂. No referido estudo foi demonstrado que enquanto no solo sob plantio direto, houve um aumento, em relação ao solo sob cerrado nativo, de 21,4 Mg ha⁻¹ de C, em 15 anos, o que corresponde a uma taxa anual de acúmulo de C no solo de 1,43 Mg ha⁻¹, o solo cultivado com grade pesada apresentou uma perda de 8,3 Mg ha⁻¹, em 12 anos.

BAYER et al. (1999), avaliando o efeito da utilização do preparo convencional, preparo reduzido e plantio direto, desenvolvidos durante nove anos, sobre as características químicas de um Cambissolo Húmico Álico, com ênfase à matéria orgânica, na região do Planalto Serrano de Santa Catarina, concluíram que o plantio direto e o preparo reduzido resultaram em aumento nos conteúdos de C e N no solo, em relação ao preparo convencional, a capacidade de troca de

cátions (CTC) efetiva relacionou-se significativamente com o teor de C e com o pH do solo e as concentrações de cálcio, potássio e fósforo apresentaram maior estratificação em profundidade no plantio direto do que nos sistemas de preparo reduzido e convencional.

XAVIER et al. (2006), estudando o efeito de sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba (CE) em relação a biomassa microbiana e matéria orgânica leve do solo, concluíram que o manejo de áreas sob cultivo orgânico e pastagem contribuiu para a manutenção e recuperação dos conteúdos de C e N dessas frações da MO, constituindo estratégias de manejo importantes a serem consideradas para a conservação e, ou, aumento da matéria orgânica e, conseqüentemente, para a melhoria da qualidade do solo e para a implementação do sequestro de C na região em que foi conduzido o estudo.

Alguns trabalhos têm enfatizado que o sistema iLF tem potencial para aumentar a produtividade e reduzir os riscos de degradação, ao melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas e o potencial produtivo do solo (MACEDO, 2009). Em sistemas de iLF, em plantio direto, ocorre aporte diferenciado de resíduos vegetais em relação aos sistemas puros de produção de grãos, tanto na superfície quanto subsuperfície do solo (SALTON et al., 2011). Em alta intensidade de pastejo, ocorre maior crescimento radicular tanto da pastagem quanto da cultura de grãos integrante do sistema e, com isso, o aporte de matéria orgânica em profundidade será influenciado (SOUZA et al., 2008).

Várias culturas têm sido utilizadas nos sistemas de ILP, entre as quais se destacam: soja, milho, milheto, sorgo, nabo forrageiro, girassol, algodão e gramíneas forrageiras tropicais, principalmente as braquiárias (*Urochloa* sp.), consorciadas ou não (LOSS et al., 2011). A utilização de pastagens em áreas degradadas de lavouras para a melhoria das propriedades edáficas, pela presença de palha e raízes da pastagem, aumenta os teores de C e melhora significativamente as condições de aeração e capacidade de infiltração de água no solo (LOSS et al., 2011).

SALTON et al. (2011), avaliando a capacidade de sistemas de manejo do solo (vegetação natural, pastagens, lavouras anuais em preparo convencional e em plantio direto e rotação de pastagem com lavoura) alteraram os teores e a dinâmica do carbono no solo, em experimentos de longa duração conduzidos em Dourados, Maracaju e Campo Grande (MS), concluíram que as maiores taxas de

acúmulo e os maiores estoques de carbono no solo ocorrem nos sistemas com pastagem permanente, enquanto os menores valores ocorrem nos sistemas com lavouras e os valores intermediários nos sistemas com integração lavoura-pastagem.

3.3 Escolha das espécies para compor o sistema

Um dos principais fatores para o sucesso de um cultivo consorciado se baseia na complementação entre as espécies envolvidas, uma vez que, durante parte de seu ciclo existe uma competição/interação pelos fatores de produção (luz, água e nutrientes), o que vai interferir no resultado obtido ao final do ciclo da cultura anual. Dessa maneira é importante caracterizar as espécies que irão compor o sistema (GONTIJO NETO et al., 2014).

As alternativas de culturas para compor o sistema de iLF são várias. A escolha vai depender de fatores tais como a adaptação às condições climáticas, características da propriedade (tradição de cultivo, nível tecnológico, assistência técnica, infraestrutura e logística), mercado para os produtos e adaptação das espécies ao cultivo consorciado, pois a maioria das culturas é altamente exigente em luz e não toleram sombreamento (VENTURIN, 2012; GONTIJO NETO et al., 2014).

A escolha da cultura a ser implantada no Sistema iLF depende de diversos fatores e deve levar em consideração a adaptação às condições ambientais, mercado, características da propriedade, e principalmente a adaptação ao cultivo consorciado com espécies arbóreas e forrageiras (BALBINO et al., 2011).

As culturas de milho, feijão, arroz, sorgo, soja e milheto têm sido empregadas nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. Entre as várias culturas anuais utilizadas em sistemas consorciados, o milho tem se destacado em virtude de algumas características que potencializa sua produção. Dentre elas, está o rápido crescimento inicial e porte alto, o que facilita a competição com os outros componentes e a colheita mecanizada (GONTIJO NETO et al., 2014).

As lavouras e forrageiras devem ser produtivas, parcialmente tolerantes ao sombreamento e adaptadas às condições edafoclimáticas do local de implantação. Isto se torna mais relevante em se tratando de áreas de cerrado,

com características particulares de solos ácidos de baixa fertilidade e estação seca bem definida e prolongada. As culturas do feijão (SILVA et al., 2006) e do milho (VIANA et al, 2011, MACEDO et al., 2006,) atendem a estes requisitos, além de consorciarem bem com as forrageiras do gênero *Brachiaria*, por fecharem rapidamente o solo, causando redução da luz disponível para a forrageira, diminuindo sua taxa de crescimento.

3.4 Componentes dos sistemas iLF:

3.4.1 Milho (*Zea mays*)

A cultura do milho (*Zea mays*) se destaca no contexto da integração lavoura-floresta (iLF) devido às inúmeras aplicações que esse cereal tem na propriedade agrícola, quer seja na alimentação animal na forma de grãos ou de forragem verde ou conservada (silagem), na alimentação humana ou na geração de receita mediante a comercialização da produção excedente, além da ampla adaptação geográfica (ALVARENGA et al., 2010).

Esta cultura é particularmente interessante para a formação de sistemas consorciados com florestas devido à simplicidade de condução e amplitude de utilização diante de diversidades climáticas, sendo o seu sistema de produção bem difundido entre os produtores. Soma-se a isto a existência de um grande número de cultivares comerciais adaptados às diferentes regiões do Brasil. Em locais onde o clima favorece o plantio de milho, este cereal tem sido recomendado para compor o sistema, pois consorcia bem tanto com o eucalipto quanto com as gramíneas forrageiras (MACEDO et al., 2006; VIANA et al., 2011; PACIULLO, 2011). Outra vantagem do uso desta cultura é a existência de herbicidas gramínicos seletivos ao milho, o que contribui para o controle de plantas daninhas, facilitando os tratos culturais (GONTIJO NETO et al., 2014).

As produções intermediárias de grãos, fibras, carne, leite etc. possibilitam renda e o custeio do povoamento florestal que, normalmente apresenta prazo de

maturação mais longo. A diversificação das atividades também contribui para a fixação do homem no campo devido ao melhor aproveitamento da mão-de-obra durante todo o ano. Neste sentido, a lavoura anual, além da produção de grãos ou forragem, gera renda no curto prazo que contribui para a amortização do investimento de implantação do sistema iLF (GONTIJO NETO et al., 2014).

No entanto, vale ressaltar que a utilização do componente lavoura no sistema de iLF pode ser transitória, uma vez que, depende da densidade e arranjo espacial das árvores. A partir do segundo ano a maioria das culturas é altamente exigente em luz e não toleram sombreamento (GONTIJO NETO et al., 2014).

Resultados obtidos na região Central de Minas demonstraram que o milho consorciado com o eucalipto plantado no arranjo de linhas duplas (3 x 2) + 20, (2 x 2) + 9 e em linha simples: 9 x 2 e com o pasto de capim-braquiária não influenciou a produtividade e qualidade do milho e do capim-braquiária, no primeiro ano. No entanto, a partir do segundo ano, a produtividade tanto do pasto quanto do milho para ensilagem foi reduzida pelo sombreamento causado pelo eucalipto no espaçamento mais adensado (2 x 2) + 9, com maiores produções de massa de forragem seca no espaçamento de (3 x 2) + 20 (CARLOS et al., 2012).

3.4.2 Eucalipto urograndis (*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden)

O gênero *Eucalyptus* apresenta grande potencial para a indústria da madeira, devido ao seu rápido crescimento e boa adaptação às condições ambientais brasileiras, podendo ser produzidas a baixos custos, madeiras de cores agradáveis que contribuem para destacar e valorizar algumas espécies desse gênero (LIMA; GARIA, 2011).

Nos últimos anos, verificou-se um gradativo aumento da utilização da madeira de árvores de plantações florestais, especialmente as do gênero *Eucalyptus* na indústria moveleira (LOPES et al., 2011). Nesse sentido, para a produção de madeira de qualidade de *Eucalyptus* tem-se adotado práticas de manejo como o desbaste (DOBNER et al., 2012), que promove a abertura do dossel e conseqüentemente o desenvolvimento de ramos epicórnicos, promovendo a retomada do crescimento e expansão da copa (SILVA et al., 2012). O desbaste aplicado na época e na intensidade adequada pode provocar

alteração na tendência de crescimento pós-desbaste (CAMPOS; LEITE, 2006). O eucalipto (*Eucalyptus* sp) vem sendo difundido para utilização no sistema de integração iLF por apresentar rápido crescimento, característica esta importantíssima quando se considera a liberação da área para o pastejo e por possuir uma arquitetura de copa compatível com a consorciação com outras culturas. Além do mais, esta espécie se destaca pela facilidade de cultivo, pela produção de madeira para usos múltiplos, por apresentar boa fonte de renda para o produtor e principalmente por sua capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, podendo ser plantada em todos os biomas brasileiros, sendo amplamente utilizado em reflorestamentos na região do cerrado (MACEDO et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007a,b; OLIVEIRA NETO; PAIVA, 2010).

De acordo com Lopes (2008), *Eucalyptus urograndis* é um híbrido desenvolvido no Brasil, através do cruzamento do *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, sendo que os primeiros plantios com *E. urograndis* ocorreram no estado do Espírito Santo em 1979, porém, foi na década de 90 que essa espécie impulsionou o ritmo de crescimento florestal, bem como a qualidade mais homogênea das florestas plantadas.

O *E. urograndis* apresenta ótimo comportamento em viveiro, destacando-se pelos altos índices de enraizamento (70%) e no campo destaca-se pela resistência ao fungo *Puccinia psiidi*, causador da ferrugem (RUY, 1998). Além disso, possui madeira de maior densidade em relação a espécie que o originou, sendo um dos clones mais plantados no Brasil, devido a sua grande capacidade de produção de celulose (COSTA, 2011).

No sistema iLF a espécie florestal deve ser selecionada levando-se em consideração os aspectos relacionados à silvicultura da espécie, produção de bens e serviços, ausência de efeitos alelopáticos e de toxidez, arquitetura da copa que deve ser preferencialmente menos densa e morfologia do sistema radicular, dentre outros (MACEDO et al., 2010).

No caso da implantação do componente florestal o espaçamento tem uma série de implicações, do ponto de vista silvicultural, tecnológico e econômico, pois influencia a taxa de crescimento, a qualidade da madeira, a idade de corte e conseqüentemente, os aspectos econômicos do investimento, além da limitação física que é imposta aos outros componentes do sistema (VIANA et al, 2011).

No sistema iLF à medida que as árvores crescem ocorre redução na radiação que incide sob o sub-bosque causando sombreamento do componente lavoura, influenciando na produção do sistema como um todo. Portanto, a definição do arranjo espacial do eucalipto para compor o sistema de iLF é de fundamental importância uma vez que o sombreamento pode restringir a penetração de luz no sub-bosque, interferindo na incidência da radiação fotossinteticamente ativa, refletindo na fotossíntese (OLIVEIRA et al., 2007a; PACIULLO et al., 2011).

Em relação aos arranjos espaciais, o plantio mais adensado do eucalipto, nos espaçamentos de 3 x 2m e 3 x 3m, a partir de certa idade, apresentam limitações para o cultivo de lavouras tendo em vista a competição por água e nutrientes e pela redução na disponibilidade de luz. No entanto, em arranjos mais amplos, as lavouras podem se estabelecer nas faixas de plantio ou na entrelinha do eucalipto (OLIVEIRA et al., 2007a).

De acordo com Viana et al. (2012), no primeiro ano de implantação do eucalipto com a cultura do milho, não foi observado diferença significativa na produção de forragem de milho para silagem nos diversos arranjos estruturais do eucalipto. Isto ocorreu porque no início do desenvolvimento do eucalipto a concorrência com a cultura foi pequena. A partir do segundo ano de consórcio foi observado redução na produtividade do milho em consequência do sombreamento do eucalipto nos arranjos mais adensados.

Ainda segundo os autores citados acima a maior produtividade do milho para silagem ocorreu no arranjo com maior espaçamento entre as leiras de eucalipto, indicando que nesse arranjo há uma maior disponibilidade de radiação solar. Vários autores têm descrito sobre a influência da radiação solar e o efeito do sombreamento sobre as características agrônômicas e as produtividades de milho e de outras culturas exploradas em sistemas agroflorestais, sob diversos arranjos (OLIVEIRA et al., 2007a; PACIULLO et al., 2011; VIANA et al., 2012).

(i). Conforme Balbino et al. (2011), os arranjos de sistemas de iLF que têm sido trabalhados na Amazônia integram, principalmente, os seguintes componentes: (i) florestal, com mogno-africano (*Khaya ivorensis*), teca (*Tectona grandis* L.), eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) e paricá (*Schizolobium amazonicum*); (ii) agrícola, com milho e feijão-caupi; e (iii) forragem, com *Urochloa. ruziziensis* (Germain & Evrard) Morr. & Zulaoga.

Observa-se pelos resultados de pesquisas anteriores que, a depender dos espaçamentos utilizados no plantio entre o componente florestal e a cultura agrícola, os resultados têm influências direta na produtividade de ambos, sendo que o componente agrícola é mais influenciado pela competição existente, quer seja por água, luz ou nutrientes (OLIVEIRA et al., 2007a; CARLOS et al., 2012; VIANA et al., 2012; GONTIJO NETO et al., 2014).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento

O experimento foi desenvolvido nos anos agrícolas 2013 e 2014 na unidade experimental de Sistemas de Integração Lavoura- Pecuária--Floresta (iLPF), em área de Cerrado, no Campo Experimental Água Boa-RR/Embrapa, Município de Boa Vista, localizado nas coordenadas geográficas: 2°39'49.6" de latitude norte, 60°50'01.9" longitude oeste e 90 m de altitude (ARAÚJO et al, 2001).

O solo da área em estudo é classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrófico (LAdx) de textura média, corrigido em 2008 com 1500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de FTE BR12, cujas características químicas estão descritas na tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e pH dos solos do Campo Experimental Água Boa.

Profundidade	pH	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	T	t	V	m
cm	H ₂ O	mg dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----				-----			-----	%	----
0 – 20	6,7	18,90	1,31	0,39	0,06	0,01	1,25	1,76	3,01	1,77	58,00	1,00
20 – 40	5,7	7,62	0,68	0,20	0,03	0,03	1,37	0,91	2,28	0,94	40,00	3,00

Fonte: Laboratório de análise de solos da Embrapa Roraima, 2013.

A área do Campo Experimental Água Boa encontra-se sob características gerais de clima quente e úmido, podendo a temperatura média oscilar entre 26 e 28°C, média anual da umidade relativa do ar 70% e a precipitação pluviométrica

média anual é de 1667 mm, com distribuição irregular, mostrando a ocorrência de dois períodos bem definidos, um período com maiores índices pluviométricos registrados nos meses de maio a agosto, encontrando cerca de 70% do total anual e outro seco, de outubro a maio.

A classificação climática da região, segundo Köppen, caracteriza-se por apresentar o tipo climático Aw, tropical chuvoso que possui uma estação seca bem acentuada, apresentando total mensal de chuvas durante pelo menos três meses inferior a 60 mm (EWERTON et al., 2000).

A precipitação no período de implantação dos sistemas de cultivos no Campo Experimental Água Boa foi de aproximadamente 1437 mm (maio a novembro de 2013), e de 851 mm (maio a novembro de 2014). As precipitações e temperatura mensais/anuais estão contidas na Figura 1.

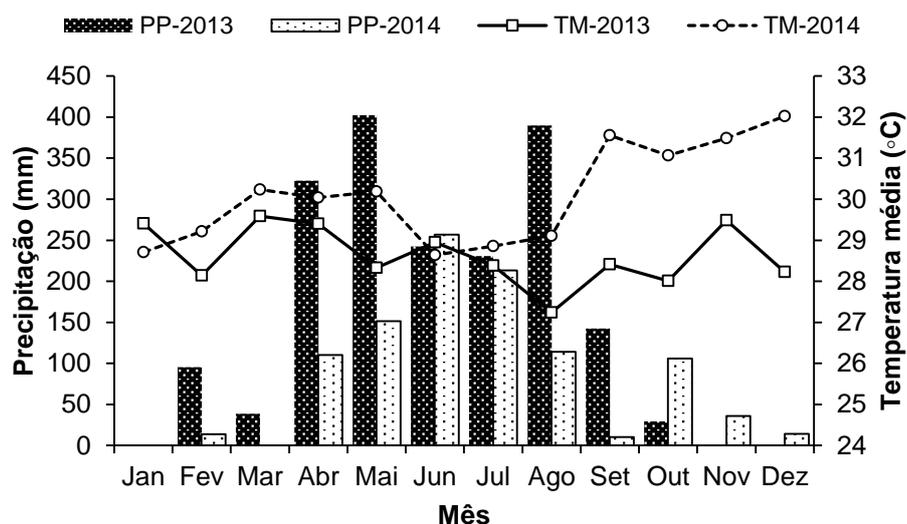


Figura 1. Temperatura e precipitação pluviométrica mensal, durante os anos 2013 e 2014, Campo Experimental Água Boa, Embrapa/Boa Vista-RR.

4.2 Espécies utilizadas

O cultivar de milho utilizado foi o Pioneer 30F85Y (Híbrido simples de ciclo precoce) o qual, foi plantado em 26 de maio de 2013 e, 14 de maio no ano de 2014 na unidade do componente florestal do *Eucalyptus grandis* (W.Hill ex Maiden), cujas médias de altura de planta e do diâmetro altura do peito (DAP)

foram de 15,52 m e 12,53 cm no ano 2013 e de 16,26 m e 14,65 cm no ano 2014, respectivamente.

O cultivar de milho P30F85Y, foi semeada no sistema de plantio direto solo, utilizando o espaçamento de 0,6 m entre linhas com 3 sementes por metro linear. A área para o cultivo de milho conta com um histórico de sucessão de plantios das culturas anuais de soja, milho e braquiária (*Brachiaria brizantha*). A palhada de braquiária foi dessecada aos 20 dias antes da semeadura, aplicando-se 4,0 L ha⁻¹ de glifosato 480, posteriormente aos 15 dias após a emergência do milho foi aplicado 1,0 L ha⁻¹ do herbicida Sanson na forma de pulverização sobre o solo, com umidade próxima à saturação.

A adubação de base para a cultura de milho foi de 500 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16 + micro, com adubação em cobertura de 250 kg ha⁻¹ de ureia (45% de N) aplicada em duas coberturas aos 15 e 30 dias após emergência, e 150 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio na segunda cobertura para cada ano agrícola.

4.3 Coleta e análise química do solo

Amostras de solo foram coletadas nas parcelas do cultivo do milho a 5, 10, 15, e 20 m de distância em relação à linha de desbaste e dentro do plantio do eucalipto (0 m) em cada parcela, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-30 cm. Foram coletadas três amostras simples na direção das parcelas do milho, as quais foram reunidas, separadamente, para formar uma amostra composta para cada amostragem.

As amostras de solo foram obtidas com trado holandês (10 cm de diâmetro por 30 cm de altura), em período seco. As amostras de solos foram secas ao ar, peneiradas (peneira de malha de 2,0 mm), homogeneizadas e caracterizadas quimicamente, conforme Embrapa (1997). Determinaram-se: pH em água (relação solo: solução 1:2,5); P e K disponíveis, extraídos com Mehlich⁻¹; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis, extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ e a matéria orgânica do solo (MO) através da oxidação Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N.

Para determinar a umidade do solo, coletaram-se amostras do solo desformadas nas camadas 0-10 e de 10-30 cm no período de julho (V9: estágio vegetativo da nona folha) e agosto (VT: estágio vegetativo do pendoamento) no ano 2014, tomando-se medidas da massa úmida do solo e posteriormente seca

em estufa (105°C) até massa constante, pesando-a novamente, obtendo-se a massa de sólidos secos para assim, obter a umidade gravimétrica do solo a base da massa expressa em porcentagem (Ug), conforme Klein (2008).

As características químicas e da matéria orgânica do solo, foram avaliados no delineamento de blocos ao acaso no modelo de parcelas sub-subdivididas (*split-split plot*), sendo o fator desbaste (D) com 3 níveis (D0: sem desbaste, D1: desbaste da primeira linha de eucalipto e D2: desbaste de duas linhas de eucalipto) considerado como a parcela ou variável principal, o fator distancia (d) com 9 níveis (2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0; 17,5; 20,0 e 22.5 m) e as subparcelas ou variável secundária e as camadas (C) com 3 níveis (0-5, 5-10 e 10-30 cm) considerada como sub-sub-parcela ou variável terciária.

Para a umidade do solo (Ug), considerou-se como sub-subparcelas as camadas de 0-10 e de 10-30 cm.

4.4 Características avaliadas na cultura do milho

Foram avaliadas as seguintes características do milho: altura de planta (ALT, cm); número de espigas ha⁻¹ (NE); peso de espiga parcela⁻¹ (PEP, g); fito massa seca por (FMS, kg ha⁻¹), Produtividade de grãos (PROD, kg ha⁻¹) em massa de 1000 grãos (M1000, g).

Altura de plantas: medida do nível do solo até a extremidade da panícula, em seis plantas da área útil das parcelas, na época da colheita e expressa em centímetros.

Número de espigas: obtida contando-se o total de espigas por parcelas, após a contagem, os valores médios foram estimados em hectares.

Peso de espiga: obtida a través da pesagem do número total de espigas por parcelas.

Fito massa: obtida através da amostragem das plantas (quantas plantas ou área) dentro de 6 m² de cada parcela, posteriormente secadas em estufa a 65°C por 48 horas, logo foram pesado e os valores médios foram estimados em quilogramas por hectares.

Massa de 1000 grãos: foram pesadas 4 amostras de 100 grãos por repetição e a média foi estimada para 1000 grãos e expressa em gramas.

Produtividade de grãos: realizada pesando-se os grãos colhidos no total de espigas da área útil de cada parcela, após debulha das espigas, limpos e secos.

No solo foram avaliados: pH, P, K, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, assim como, a matéria orgânica (MO) e a umidade gravimétrica do solo (Ug).

4.5 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi composto pela combinação de três níveis de desbaste do tipo sistemático e nove distâncias de plantio do milho em relação às fileiras de plantas de eucalipto com três repetições, nos anos agrícolas 2013 e 2014. Neste caso, o delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso no modelo de parcelas sub- subdivididas, adaptado ao modelo conjunto temporal por ter sido considerado o fator quantitativo ano (A) como a variável principal ou fator A (anos agrícolas 2013 e 2014), como variável secundária ou fator B o desbaste (D) com 3 níveis (D0: sem desbaste, D1: desbaste da primeira linha de eucalipto e D2: desbaste de duas linhas de eucalipto) e como variável terciária ou fator C: a distancia de plantio (d) com 9 níveis (2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0; 17,5; 20,0 e 22,5 m) dispostos em faixas com três repetições, totalizando 81 unidades experimentais.

O modelo matemático utilizado foi realizado conforme descrito por Zimmermann (2004):

$$Y_{ijkl} = m + b_j + A_i + ea_{ij} + B_k + AB_{ik} + eb_{ijk} + C_l + AC_{il} + BC_{kl} + ABC_{ikl} + ec_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = valor medido no campo,

b_j = é o efeito da repetição j,

A_i = é o efeito do tratamento i, pertencente ao fator quantitativo A ano (A) alocado nas parcelas principais,

ea_{ij} = é o efeito da interação do fator A com repetições ou erro (a) associado às parcelas principais,

B_k = é o efeito do tratamento k, pertencente ao fator quantitativo B desbaste (D) alocado nas sub-parcelas,

AB_{jk} é o efeito da interação do tratamento i pertencente ao fator quantitativo A com o tratamento j pertencente ao fator quantitativo B,

$e_{b_{ijk}}$ é o efeito da interação do fator B com repetições ou erro (b) associado a cada parcela ijk ,

C_l é o efeito do tratamento l , pertencente ao fator quantitativo C distância (d) alocado nas sub-subparcelas,

AC_{il} é o efeito da interação do tratamento i pertencente ao fator quantitativo A com o tratamento l pertencente ao fator C,

BC_{kl} é o efeito da interação do tratamento k pertencente ao fator quantitativo B com o tratamento l pertencente ao fator C,

ABC_{ikl} é o efeito das interações do tratamento j pertencente ao fator quantitativo A com os tratamentos k e l pertencentes aos fatores quantitativos B e C,

$e_{c_{ijkl}}$ é o efeito do erro aleatório associado a cada parcela $ijkl$ ou erro (c).

As dimensões das parcelas foram de 159,96 m² (13,33 m x 12,0 m), constituídas por seis linhas de plantas de eucalipto, plantadas no espaçamento (3,0 m x 2,0 m) e as parcelas do milho de 12,0 m² (2,4m x 5,0m).

Os dados coletados foram submetidos a teste de normalidade (Lilliefors) e homogeneidade de variâncias. Os dados dos teores de cálcio, magnésio e alumínio foram transformados a raiz quadrada de $\sqrt{x} + 0,5$ e os teores de fósforo e potássio ao $\log_{10} x$. Para a comparação das estimativas das médias das características avaliadas foi utilizado o Teste de Tukey em nível de 5% de significância. Para verificar o efeito das distâncias de plantio em relação às linhas de eucalipto, foi realizada a análise de regressão. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às análises de variância das características agrônômicas do milho indicaram efeito significativo das distâncias das linhas de plantio de milho em relação às de eucalipto para as características de altura da planta, número de espigas, peso de espigas, produtividade de grãos, fito massa seca e massa de 1000 grãos ao nível de 1 e 5% de probabilidade (Tabela 2).

Os valores encontrados para os coeficientes de variação das características avaliadas oscilaram entre 2,90 e 20,17% nas parcelas (CVa), de 14,06 e 32,99% nas subparcela (CVb), e de 7,66 a 26,13% nas subsubparcelas (CVc), conferindo boa precisão experimental, os quais são classificados como médios, sendo considerados habituais para ensaios em campo para a cultura de milho (LÚCIO; STORCK e BANZATTO, 1999; CARGNELUTTI FILHO; STORCK, 2007).

Tabela 2. Análise de variância conjunta para as características: Altura de planta (ALT), Número de espigas (NE), peso de espigas (PEP), produtividade de grãos (PROD), fito massa seca (FMS) e massa de 1000 grãos (M1000) do milho a diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto sob desbaste em sistema iLPF, nos anos agrícolas 2013 e 2014.

FV	GL	Quadrados Médios					
		ALT	NE	PEP	PROD	FMS	M1000
Bloco	2	1140,42 **	22650892 ns	409,56 *	510,17 *	618,14 ns	22289,51 **
Ano (A)	1	519,52 **	107013031 ns	3070,30 **	2159,60 *	471,23 ns	4252,47 **
Resíduo a	2	8,27	74399863	10,10	13,74	46,96	6,17
Desbaste (D)	2	991,12 ns	85202332 ns	72,39 ns	116,12 ns	137,69 ns	3750,62 ns
D x A	2	0,60 ns	38803155 ns	157,41 ns	157,77 ns	159,19 ns	2,47 ns
Resíduo b	8	669,96	78772291	129,61	208,11	172,66	1439,51
Distância (d)	8	12046,25 **	615757888 **	2943,54 **	3803,67 **	1844,32 **	12406,17 **
A x d	8	9,57 ns	190423525 ns	118,49 **	245,80 **	94,30 ns	2,47 ns
D x d	16	264,55 *	110028721 ns	41,73 ns	51,91 ns	68,65 ns	1006,17 *
D x A x d	16	0,24 ns	56762260 ns	36,18 ns	61,76 ns	51,84 ns	2,47 ns
Resíduo c	96	141,20	124862826	36,91	56,85	120,10	427,47
Total	161	-	-	-	-	-	-
CVa (%)		6,4	20,17	7,86	8,48	10,50	2,9
CVb (%)		18,24	20,75	28,15	32,99	20,14	14,06
CVc (%)		8,37	26,13	15,02	17,24	16,80	7,66
Média		141,92	42767,49	1849,02	2189,93	4457,61	269,94

* e ** significativo a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F. ^{ns} - não significativo.

Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) na fonte de variação desbaste (D) e nas interações desbaste x ano, como também, para desbaste x distância x ano em nenhuma das características avaliadas. No entanto, verificaram-se diferenças significativas ($p < 0,01$) para a fonte de variação distância (d) em todas as características avaliadas.

Para a fonte de variação ano (A), evidenciou-se efeitos significativos sobre a maioria das características avaliadas ($p < 0,05$ e $p < 0,01$), excetuando o número de espigas e a fito massa seca ($p > 0,05$).

Efeitos significativos foram evidenciados na fonte de variação ano x distância para o peso de espigas parcela⁻¹ e a produção de grãos ($p < 0,01$) e na interação desbaste x distância para altura de planta e massa 1000 grãos ($p < 0,05$) demonstrando a existência de comportamentos diferentes para essas características em função das distâncias da linha de plantio do eucalipto sob desbaste nos anos agrícolas 2013 e 2014.

5.1 Altura de planta, massa de 1000 grãos, número de espigas e fito massa seca

A estimativa das médias para altura de planta e a massa de 1000 grãos do milho cultivar Pioneer 30F83Y5 em função das distâncias das linhas de plantio em relação à linha de desbaste do eucalipto nos anos agrícolas 2013 e 2014 está representado na figura 2.

Nota-se que os resultados, ajustaram-se ao modelo de regressão linear para altura de planta sob as diferentes linhas de desbastes (D0= controle, sem desbaste, D1= desbaste da primeira linha e D2= desbaste das duas primeiras linhas), sendo significativas ao nível de 0,1% de probabilidade pelo teste F, proporcionando ajustes com coeficientes de determinação (R^2) de 92%, 97%, 93%, respectivamente. Assim como também, para a massa 1000 grãos, as médias do D1 e D2, ajustaram-se ao modelo de regressão linear, e o D0, ajustou-se ao modelo de regressão quadrática, sendo significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, proporcionando ajuste com coeficientes de determinação (R^2) de 83, 82 e 92%.

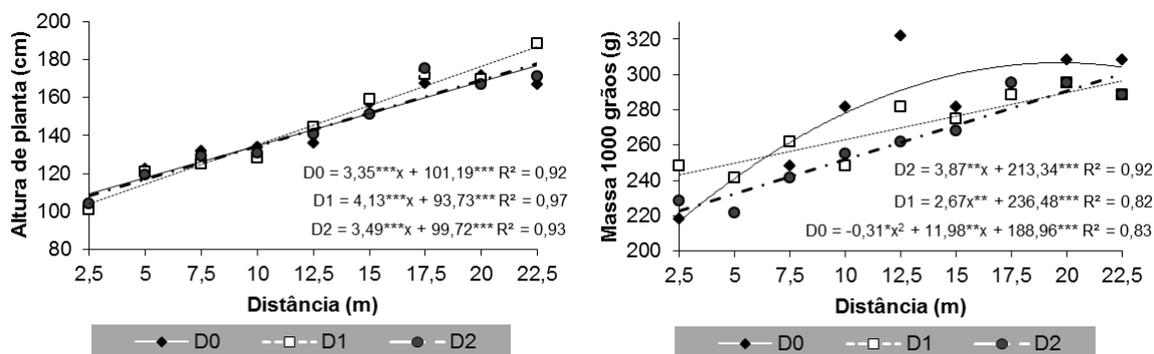


Figura 2. Efeito da distância da linha de plantio em relação à linha de desbaste do eucalipto sob a altura de planta e a massa de 1000 grãos da cultura de milho em sistema iLF, 2013 - 2014.

Nota-se, pelos coeficientes de regressão incrementos na altura de planta de 3,35 cm para D0, 4,13 cm para D1 e 3,49 cm no D2 para cada 2,5 m de distância da linha de cultivo em relação à linha de desbaste do eucalipto, nos anos agrícolas 2013 e 2014.

Para a massa de 1000 grãos, o D1 e D2 apresentaram incrementos de 2,67 e 3,87 g, para cada 2,5 m de distância da linha de cultivo em relação à linha de desbaste. O desbaste controle (D0), apresentou incrementos na massa de 1000 grãos atingindo o valor máximo de 304,70 g na distância de 19,32 m.

À medida que aumenta a distância entre a linha de plantio do milho e as linhas de desbaste do eucalipto, observou-se maiores incrementos para altura de planta e massa de 1000 grãos, que de acordo com Oliveira et al. (2007) pode ser explicado pela maior luminosidade incidente no centro das faixas e também a uma menor competição por água e nutrientes com o eucalipto.

A estimativa das médias para número de espigas ha^{-1} e a fito massa seca ha^{-1} da cultura de milho em função das distâncias das linhas de plantio em relação ao eucalipto está representado na figura 3.

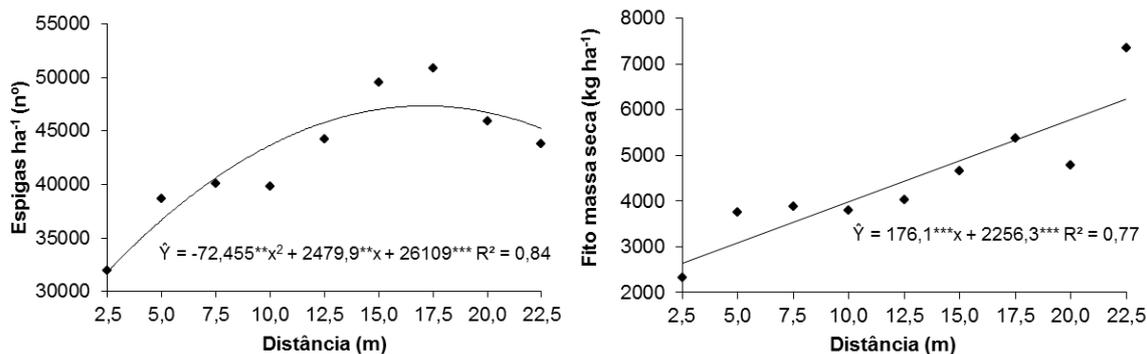


Figura 3. Valores médios de número de espigas ha⁻¹ e fito massa seca da cultura de milho em função da distância da linha de plantio do eucalipto em sistema iLF, 2013-2014.

As médias dos anos agrícolas 2013 e 2014 para o número de espigas ha⁻¹ (NE) da cultura de milho cultivar Pioneer 30F83Y5, apresentou ajuste do tipo quadrático. Verificaram-se incrementos no NE conforme se aumentou a distância da linha do plantio de eucalipto, atingindo o máximo de 47.328,74 espigas ha⁻¹ na distância de 17,11 m.

Para a fito massa seca, nota-se, pelo coeficiente de regressão incrementos de 176,1 kg ha⁻¹ para cada 2,5 m de distância de cultivo em relação à linha de desbaste do eucalipto.

Macedo et al. (2006), avaliando o consórcio com diferentes clones de eucalipto e das distâncias das linhas de plantio em relação ao eucalipto, observaram superioridade das características altura de plantas, peso de espigas e rendimento de grãos da cultura de milho nas maiores distâncias. Viana et al. (2012), avaliando a cultura do milho em sistema iLF, também encontraram interações significativas entre o arranjo espacial do eucalipto e a distância de amostragem para as características altura de plantas, produtividade e produção de milho e matéria seca nas amostras coletadas no centro da faixa e sob a copa do eucalipto.

Considerando os efeitos significativos da fonte de variação ano (A) para as características altura de planta, e a massa de 1000 grãos, no ano agrícola 2013, estas apresentaram valores médios superiores aos registrados no ano 2014, o qual pode ter sido influenciado pelos volumes contrastantes nas precipitações pluviométricas registrados em ambos os períodos de avaliação (Tabela 3, Figura 1).

Tabela 3. Valores médios de altura de planta e massa de 1000 grãos referente à avaliação do milho em diferentes níveis de desbaste e das distâncias das linhas de plantio em relação ao eucalipto em sistema iLF, 2013 e 2014.

Ano	ALT (cm)	M1000 (g)
2013	143,72 a	275,06 a
2014	140,11 b	264,81 b

Médias seguidas da mesma letra diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.2 Peso de espiga e Produtividade de grãos

As médias para o peso de espigas da cultura de milho cultivar Pioneer 30F83Y5 nos anos agrícolas 2013 e 2014 apresentaram ajustes lineares positivos. Verificou-se incrementos com coeficientes de regressão de 126,76 e 145,45 g parcela⁻¹ para cada 2,5 m de distância de cultivo em relação à linha de desbaste do eucalipto.

As médias para a produtividade de grãos, em função das distâncias das linhas de plantio em relação ao eucalipto, ajustaram-se aos modelos de regressão do tipo linear e quadrático, sendo estes significativos a 1% de probabilidade pelo teste F ou t proporcionando ajustes de regressão com R² de 92% (ano 2013) e 89% (ano 2014) (Figura 4).

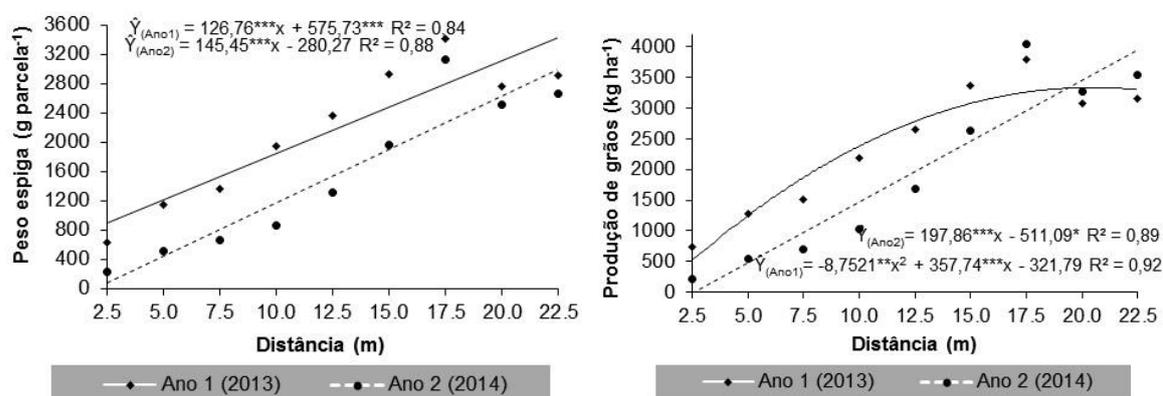


Figura 4. Efeito da distância da linha de plantio do milho em relação ao eucalipto sob o peso de espigas parcela-1 e produtividade de grãos de milho em sistema iLF, nos anos agrícolas 2013 e 2014.

A produtividade de grãos (PROD) da cultura de milho cultivar Pioneer 30F85Y em 2013 apresentou incrementos conforme se aumentou a distância da linha do plantio de eucalipto, atingindo produção máximo de 3.333,84 kg ha⁻¹ na distância de 20,44 m. Já no segundo ano (2014) apresentou acréscimos de 197,86 kg ha⁻¹ para cada 2,5 m de distância da linha de cultivo do milho em relação ao plantio do eucalipto, atingindo uma produção de 4962,94 kg ha⁻¹ aos 22,5 m. As diferentes tendências de produtividade, podem ser atribuídas ao maior volume de precipitação pluviométrica registrado no ano de 2013 com relação ao ano 2014, com uma diferença marcante de 60% a mais no volume de precipitação (Figura 1).

Observou-se maior produtividade do milho nas maiores distâncias da linha do eucalipto nos dois anos de cultivo. Neste caso, a maior disponibilidade de luz existente no centro do plantio, decorrentes das maiores distâncias de afastamento das linhas de eucalipto, provavelmente foi responsável pelo maior rendimento das características agrônômicas avaliadas. Não será em função, principalmente pela maior disponibilidade de água (figura 6 e 7).

Segundo Didonet et al. (2002), a menor produtividade nas áreas mais sombreadas decorre do fato de o número de grãos e da produtividade do milho serem determinados primordialmente pela temperatura e pela radiação solar global incidente.

Vários autores têm descrito sobre a influência da radiação solar e o efeito do sombreamento sobre as características agrônômicas e as produtividades de milho e de outras culturas exploradas em sistemas agroflorestais, sob diversos arranjos (OLIVEIRA et al., 2007a; PACIULLO et al., 2011; VIANA et al., 2012; GONTIJO NETO et al., 2014).

Atualmente não existem recomendações na literatura de distanciamentos de início de plantios para culturas anuais como o milho com respeito às linhas do plantio de eucalipto. No entanto, Perim et al. (2011), estudando o efeito do sombreamento na produtividade de milho em associação com Mogno (*Swietenia macrophylla*), em sistema agrossilvipastoris, reportaram ajuste linear na produtividade de milho, atingindo uma produtividade média de 2.200 kg ha⁻¹.

Os mesmos autores concluíram que, a baixa oferta de luz nas proximidades das linhas das árvores afetou negativamente a produtividade do

milho em sistemas agrossilvipastoris com árvores de grande porte já muito desenvolvidas.

Resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo, foram descritos por Azevedo et al. (2010a) com teca (*Tectonia grandis* L.) e Azevedo et al. (2010b) com Mogno Africano (*Khaya ivorensis*) obtendo valores de 3.500 e 3.000 kg ha⁻¹ em Terra Alta, PA, embora, o espaçamento utilizados nestes sistemas entre as linhas das árvores foram de 50 m, permitindo teoricamente maior penetração de luz.

É importante mencionar que, os valores obtidos neste trabalho podem ser considerados como adequados às condições em que foi conduzido o experimento, tendo em conta que, o componente florestal (eucalipto) apresentou em média uma altura de 15,52 m no período de 2013 e de 16,26 m de altura no período de 2014, fazendo referência ao quinto e sexto ano após sua instalação, revelando uma forte interferência no desenvolvimento produtivo do milho por efeitos da luminosidade e da umidade, coincidindo com Perim et al, (2011).

5.3 Características químicas, matéria orgânica e umidade do solo

Na tabela 4, estão contidos os dados referentes à análise de variância para as principais características químicas do solo em função dos fatores em estudo (desbaste, distância e camada), onde foram detectadas diferenças significâncias para as diferentes fontes de variação ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

Os valores dos coeficientes de variação das características avaliadas oscilaram entre 1,24 e 24,02% nas parcelas (CVa), de 1,10 a 28,10% nas subparcela (CVb) e de 1,60 a 15,44% nas sub-sub-parcelas, conferindo boa precisão experimental.

Tabela 4. Análise de variância para as características químicas de pH, P, K, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e da matéria orgânica (MO) do solo sob diferentes níveis de desbaste e distâncias das linhas de plantio de milho em relação ao eucalipto nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-30

FV	GL	Quadrados Médios						
		pH	P ----- g dm ⁻³ -----	K	Ca ²⁺ ----- cmolc dm ⁻³ -----	Mg ²⁺	Al ³⁺	MO mg dm ⁻³
Bloco	2	0,14 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	0,00011 ^{ns}	0,174 ^{ns}
Desbaste (D)	2	0,41 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,0010 ^{ns}	0,00021 ^{ns}	0,00008 ^{ns}	0,100 ^{ns}
Resíduo a	4	0,43	0,11	0,15	0,0004	0,00023	0,00008	0,057
Distância (d)	4	0,14 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,00015 ^{ns}	0,00006 ^{ns}	0,013 ^{ns}
D*d	8	0,37 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,0014 [*]	0,00005 ^{ns}	0,00021 ^{**}	0,002 ^{ns}
Resíduo b	24	0,20	0,15	0,15	0,0004	0,00009	0,00006	0,005
Camada (C)	2	4,25 ^{**}	0,17 ^{ns}	1,68 ^{**}	0,0166 ^{**}	0,00111 ^{**}	0,00098 ^{**}	0,135 ^{**}
C*D	4	0,13 ^{ns}	0,16 [*]	0,04 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	0,002 ^{**}
C*d	8	0,12 [*]	0,06 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	0,003 ^{ns}
C*D*d	16	0,10 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	0,003 ^{ns}
Resíduo c	60	0,06	0,05	0,02	0,0002	0,00003	0,00002	0,008
Total	134							
CVa(%)		13,06	23,83	24,02	2,53	2,09	1,24	22,18
CVb(%)		8,86	28,10	24,08	2,66	1,27	1,10	6,47
CVc(%)		4,78	15,44	9,22	1,88	1,78	1,60	8,34
Média geral		5,03	30,28	53,28	0,080	0,026	0,020	12,41

* e ** significativo a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F. ns - não significativo.

Não foram detectadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para os fatores desbaste (D) e distância (d), como também para a interação camada x desbaste x distância (CxDxd).

Houve diferença significativa ($p < 0,01$) para a fonte de variação camada (C) na maioria das características avaliadas (pH, K, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e MO). Para a fonte de variação desbaste x distância (Dxd) foram detectadas diferenças significativas para os teores de cálcio- Ca²⁺ ($p < 0,05$) e de Alumínio- Al³⁺ ($p < 0,01$). Também, verificou-se diferença significativa para a fonte de variação camada x desbaste (CxD) no teor de fósforo- P ($p < 0,05$) e da matéria orgânica do solo- MO ($p < 0,01$). Por outro lado, só foi detectada diferença significativa ($p < 0,05$) para a fonte de variação camada x distância (Cxd) no teor de pH.

Os efeitos das interações demonstram a existência de comportamentos divergentes para as principais características químicas e da matéria orgânica do solo em função da distância das linhas de plantio do milho em relação ao

eucalipto, manejado com diferentes tipos de desbaste nas camadas de solo avaliadas.

Os valores do pH do solo sob plantio do milho e eucalipto sob desbastes em sistema iLF, apresentou ajuste ao modelo de regressão polinomial quadrático na camada de 0-5 cm, sendo significativo ao 1% de probabilidade pelo teste F ou t proporcionando ajuste de regressão com R^2 de 90%. Houve incrementos significativos nos teores de pH conforme a distancia à linha do plantio de eucalipto, atingindo o valor máximo de 5,2 no pH na distância de 9,17 m (Figura 5).

Estes resultados encontrados para os valores do pH, podem estar relacionados com a maior disponibilidade da matéria orgânica do solo (MO) na camada mais superficial, conforme estudos realizados por Iwata et al. (2012). Segundo Pavinato (2008), a MO possui a função de complexar os cátions H^+ e Al^{+3} livres com compostos orgânicos aniônicos dos resíduos e adicionar bases (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+) que reduzem a acidez do solo e aumentam o pH.

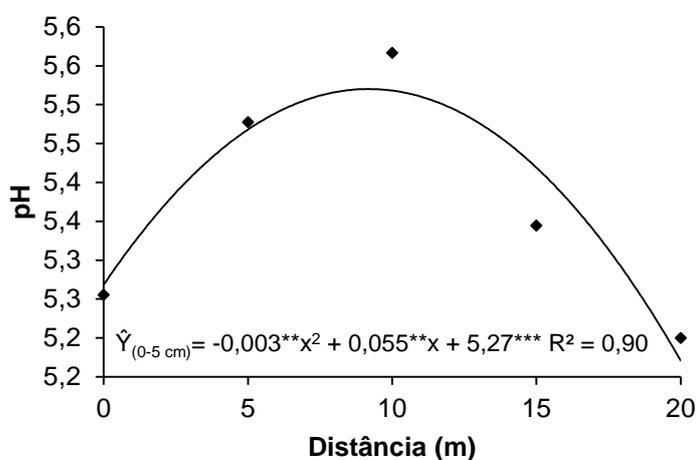


Figura 5. Valores médios do pH do solo em diferentes distâncias da linha de plantio de milho em relação ao eucalipto na camada de 0-5 cm.

Esta mesma tendência foi observada por Faria et al. (2009) na camada de 0-10 cm num Argissolo Amarelo distrófico em Espírito Santo. Onde, menores valores de pH foram observados próximos do tronco das árvores do eucalipto do que a maiores distâncias em plantas com 31 e 84 meses de idade.

Os mesmos autores registraram efeitos inversos aos 54 meses de idade do mesmo plantio, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, atingindo valores abaixo de 4,6 de pH quanto maior distância do troco. Menores valores de pH mais próximos das árvores do que a maiores distâncias têm sido relatados na literatura em outras espécies como: *Pinus resinosa* Ait., *Picea abies* L. (Karst.) (RIHA et al., 1986; PALLANT; RIHA, 1990) e *Pinus radiata* D. (AMIOTTI et al., 2000).

Nas camadas de 5-10 e de 10-30 cm, não foram observados efeitos significativos conforme a distância das linhas de plantio do milho em relação ao eucalipto, apresentando médias de 5,0 e 4,8 de pH, respectivamente.

Iwata et al. (2012) estudando sistemas agroflorestais (SAFs) e seus efeitos sobre os atributos químicos em um Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense, reportou valores superiores no pH com médias entre 5,32 a 6,10 dentro dos SAFs nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40, sendo estes superiores aos encontrados dentro das linhas de plantios de milho e arroz em sucessão nos períodos seco e chuvoso. Atribuindo este fato à relação com a maior disponibilidade da matéria orgânica do solo produto da decomposição das folhas e ramos do componente florestal no sistema SAFs.

Os teores de K e Mg^{2+} na camada de 0-5 cm foram significativamente superiores aos teores das camadas de 5-10 e 10-30 cm. Assim, o teor de K na camada de 0-5 cm foi de $82,27 \text{ mg dm}^{-3}$, representando de 91 a 137% a mais nos valores registrados nas camadas de 5-10 e 10-30 cm, respectivamente (Tabela 5).

Enquanto que, os teores de Mg^{2+} na camada de 0-5 cm superou de 36 a 70% os valores observados nas camadas 5-10 e 10-30 cm.

Tabela 5. Médias dos teores de potássio e magnésio do solo nas diferentes camadas do solo, em sistema iLF, 2014

Camada (cm)	K mg dm^{-3}	Mg^{2+} $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$
0-5	82,27 a	0,034 a
5-10	43,00 b	0,025 b
10-30	34,58 b	0,020 c

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Reduções nos teores de K e Mg^{2+} em profundidade têm sido observadas em plantios de eucalipto por Gatto et al. (2003), Cavichiolo, Dedecek e Gava (2004) e Faria et al. (2009). Maiores teores de nutrientes na camada superficial do solo podem ser decorrentes da aplicação de fertilizante e cinza de biomassa dos componentes do sistema iLF, em área total, ainda, da permanência dos restos culturais provenientes da colheita dos cultivos em sucessão característico nos sistemas em plantio direto e do componente florestal sobre a superfície do solo.

As estimativas das médias dos teores de Ca^{2+} e Al^{3+} no plantio do milho e eucalipto sob desbaste em sistema iLF, ajustaram-se ao modelo de regressão polinomial linear, sendo estes significativos a 1% de probabilidade pelo teste F proporcionando ajustes de regressão com R^2 de 58 a 69% no Ca^{2+} e de 53 a 63% no Al^{3+} (Figura 6).

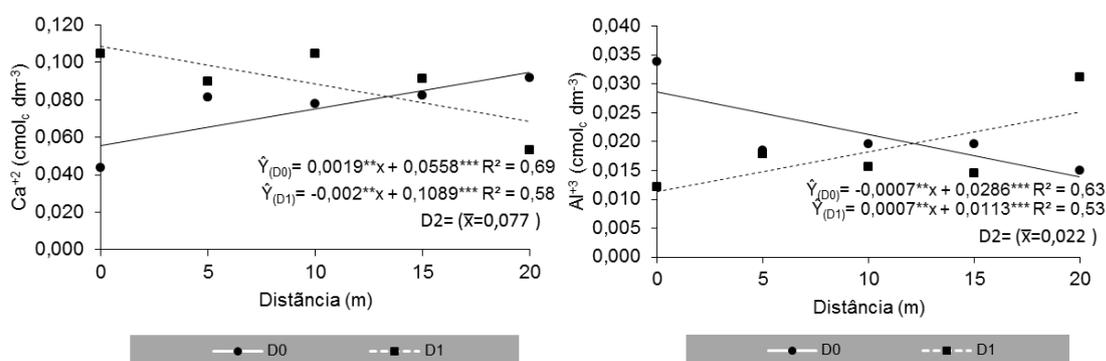


Figura 6. Valores médios de Ca^{2+} e Al^{3+} no solo em diferentes distâncias da linha de plantio de milho em relação ao eucalipto nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-30 cm.

Considerando os efeitos significativos dos teores da Ca^{2+} e Al^{3+} sob o desbaste controle (D0) nas camadas amostradas, verifica-se incremento de 0,0019 cmol_c dm⁻³ nos teores de Ca^{2+} e a diminuição de 0,0007 cmol_c dm⁻³ nos teores de Al^{3+} para cada 5 m de distância da linha de cultivo do milho em relação ao plantio de eucalipto (0 m). Efeito contrário foi evidenciado sob o desbaste da primeira linha (D1) onde, pelos coeficientes de regressão, mostra-se a diminuição de 0,002 cmol_c dm⁻³ nos teores de Ca^{2+} e o incremento 0,0007 cmol_c dm⁻³ nos teores de Al^{3+} para cada 5 m de distância da linha do milho em relação faixas de plantas (as aleias) de eucalipto.

Efeitos antagônicos entre Ca^{2+} e Al^{3+} com efeitos sob o desenvolvimento e produção de cultivos têm sido pesquisados por diversos cientistas (FOY; FLEMING; ARMIGER, 1969; PAVAN, 1982; PAVAN; BINGHAM, 1982; VELOSO et al., 1995; 2000), os quais revelam que, concentrações altas de alumínio podem causar diversas interferências na absorção, translocação e uso de cálcio assim como de outros nutrientes nas plantas.

Esta tendência provavelmente esteja também relacionada à distribuição espacial heterogênea do sistema radicular do eucalipto no sistema, pois de acordo com Bouillet et al. (2002), maiores volumes de raízes são encontrados próximos ao tronco, o qual indica a possibilidade de as mesmas terem contribuído para a maior absorção de Ca^{2+} nas menores distâncias do tronco de eucalipto sem desbaste (D0) nas diferentes camadas, por conseguinte, terem expressado maiores acúmulos de Al^{3+} nessa distância e mostrado efeito contrário sob os efeitos do desbaste da primeira linha (D1).

Assim, no sistema de plantio direto, pode ocorrer maior concentração de Ca^{2+} nas camadas superficiais do solo, sendo este importante para o desenvolvimento e rendimentos de milho (ISMAIL; BLEVINS; FRY, 1994). Assim, a maior concentração de Ca^{2+} assume um papel importante na redução do efeito da toxidez de alumínio na cultura (GIONGO; BOHNEN, 2011).

Por outro lado, os teores de Ca^{2+} e Al^{3+} sob o desbaste de duas linhas do plantio de eucalipto (D2), apresentaram valores intermediários à distância das linhas de plantio, porém, não significativos com teores médios de 0,077 e 0,022 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente.

Os teores de fósforo (P) no sistema iLF foram influenciados significativamente nos tratamentos desbaste controle (D0) e desbaste das duas primeiras linhas (D2) sob as diferentes camadas do solo, sendo que, no D0 os teores de P nas camadas 0-5 e 5-10 cm foram de 26,63 e 30,86 mg dm^{-3} , diferindo significativamente dos teores da camada de 10-30 cm com 19,74 mg dm^{-3} . No entanto, no D2 os teores de P nas camadas de 5-10 e 10-30 cm foram superiores à camada superficial de 0-5 cm. Já no tratamento com desbaste da primeira linha, não foi evidenciada diferenças significativas nos teores de P nas diferentes camadas (Tabela 6).

No desdobramento do desbaste sob as diferentes camadas para os teores de P, observam-se diferenças significativas nas camadas 5-10 e de 10-30 cm.

Assim observa-se que os teores de P sob efeitos do D2 foram superiores aos registrados com o D0 e D1, com 43,07 mg dm⁻³ na camada de 5-10 cm e com 40,73 mg dm⁻³ na camada de 10-30 cm.

Tabela 6. Desdobramento do efeito das camadas dentro dos níveis de desbaste e do desbaste dentro dos níveis das camadas nos teores de fósforo- P e da matéria orgânica- MO do solo em sistema iLF, 2014

Camada (cm)	Desbaste*					
	D0	D1	D2	D0	D1	D2
	----- P (mg dm ⁻³) -----			----- MO (g dm ⁻³) -----		
	Médias					
0-5	26,63aA	27,47aA	28,53bA	13,53aA	14,73aA	13,93aA
5-10	30,86aB	29,87aB	40,73aA	10,92bB	12,93abA	12,00bAB
10-30	19,74bB	25,66aB	43,07aA	8,50cB	12,33bA	12,80abA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Desbaste do tipo Sistemático: D0- Sem desbaste (controle); D1- desbaste da primeira linha; D2- desbaste das duas primeiras linhas.

Os maiores teores de P no solo sob o desbaste D2 podem ser atribuídos à diminuição do volume do sistema radicular do eucalipto decorrentes da eliminação sistemática destas linhas, que conforme estudo realizado por Barber (1995) indica que a produção de raízes longas e finas do eucalipto são características desejáveis para aumentar a eficiência de absorção de nutrientes de baixa mobilidade no solo, como o P, e a ausência ou perda do volume de raízes pode acarretar em problemas na absorção deste nutriente (FAHEY; HUGHES, 1994).

Embora o P seja um nutriente essencial para o crescimento das plantas, ele se movimenta muito pouco na maioria dos solos e a ausência de revolvimento e a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo ocorridos em áreas sob sistemas agroflorestais contribuem para o aumento dos teores do elemento, principalmente na superfície (IWATA et al., 2012), além da presença do sistema radicular das espécies arbóreas que favorece a presença do P em profundidade (FALLEIRO et al., 2003).

Para os teores da matéria orgânica (MO) no sistema iLF, estes foram influenciados significativamente pelo nível de desbaste nas diferentes camadas, sendo que os teores da MO, na camada de 0-5 cm sob cada nível de desbaste, foram superiores aos registrados nas camadas mais profundas (Tabela 6).

O desdobramento dos desbastes sob as diferentes camadas, mostram diferenças significativa nos teores da MO nas camadas 5-10 e 10-30 cm, onde, em ambos os casos os valores registrados nos tratamentos D1 e D2 foram superiores aos do tratamento controle (D0).

Esta tendência, da mesma forma que com o fósforo, provavelmente foram influenciados pela diminuição do volume do sistema radicular do eucalipto decorrentes da eliminação sistemática destas linhas (BARBER, 1995). Além do mais, foi demonstrado que em sistemas de integração lavoura-pecuária, em plantio direto, ocorrem aportes diferenciados de resíduos vegetais em relação aos sistemas puros de produção de grãos, tanto na superfície quanto subsuperfície do solo (SALTON et al., 2011).

Souza et al. (2008) descreveram que em alta intensidade de pastejo, ocorre maior crescimento radicular tanto da pastagem quanto da cultura de grãos integrante do sistema e, com isso, o aporte de matéria orgânica em profundidade será influenciado.

Umidade do solo: as estimativas das médias da umidade do solo (U_g) com a cultura do milho (nos estádios vegetativo V9 e no pendoamento) consorciado com eucalipto sob desbaste estão apresentadas nas figuras 7a e 7b. Pelas quais se verifica que as mesmas se ajustaram aos modelos de regressão polinomial linear e quadrático, proporcionando ajustes de regressão com R^2 de 58% no estágio vegetativo V9 e de 51 a 85% no estágio de pendoamento.

Verificou-se, pelos coeficientes de regressão o incremento de 0,0587% na U_g para cada 2,5 m de distância da linha de cultivo do milho em relação ao plantio de eucalipto (0 m) na camada de 10-30 cm. Enquanto que na camada superficial de 0-10 cm foi verificado o valor médio de 4,40% de umidade.

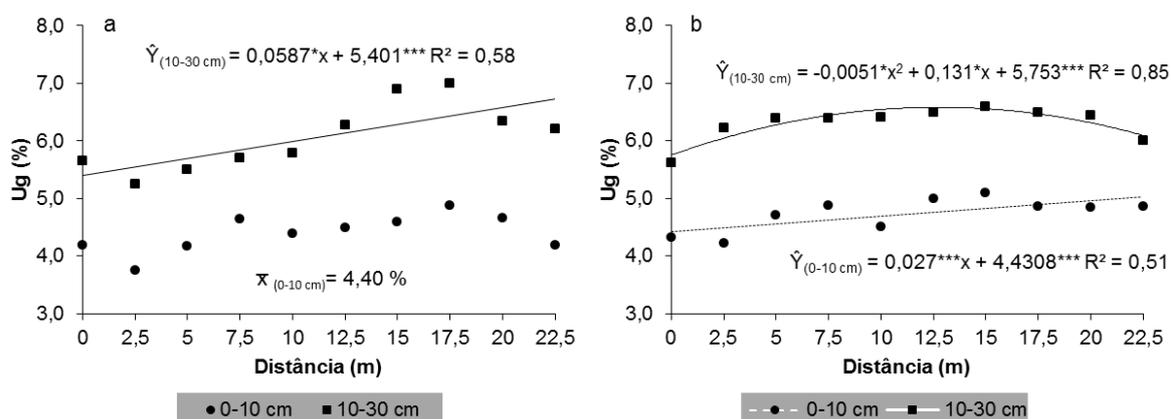


Figura 7. Valores médios da umidade gravimétrica (U_g) do solo em diferentes distâncias da linha de plantio de milho em relação ao eucalipto nas camadas de 0-10 e 10-30 cm, nos estádios V9 (a) e VT (b).

No estágio de pendoamento (Figura 7b), verificou-se, pelos coeficientes de regressão o incremento de 0,027% de U_g para cada 2,5 m de distância na camada de 0-10 cm, assim mesmo, na camada de 10-30 cm se observaram incrementos na U_g conforme a distância da linha do plantio de eucalipto, atingindo o valor máximo de 6,59% na distância de 12,84 m.

Os valores da U_g do solo encontrados no presente trabalho para a lavoura de milho produzidas em sistema de plantio direto (PD) e no sistema iLF, estão abaixo dos valores médios reportados por Tavares Filho et al. (2001) produzidos em monocultivo em PD. Estes autores registram valores de U_g de 20% nas camadas de 0-10 cm, de 22% nas camadas de 10-20 cm e de 21% nas camadas de 20-30 cm. Conseqüentemente, representando de 250 a 300% a mais dos valores encontrados neste estudo indicando claramente a forte competição por água nas diferentes camadas entre o sistema radicular do milho e do componente florestal (eucalipto), sobre tudo na camada mais superficial.

Da mesma forma os valores registrados no plantio de eucalipto (0 m) são inferiores aos registrados por Guariz et al. (2009) em plantios de eucalipto solteiro, os quais, verificaram valores em torno de 15 a 20% de umidade, com diferenças consideráveis de umidade de solo que dos sistemas de pastagens, fragmentos florestais com diferentes níveis de desenvolvimento.

6 CONCLUSÕES

O eucalipto em sistema de integração Lavoura-Floresta proporcionou menor desenvolvimento das plantas de milho, bem como redução dos valores dos componentes de produtividade de grãos.

A distância mínima de plantio do milho em relação ao eucalipto com 5 e 6 anos de idade em sistema iLF no cerrado de Roraima é 17 m.

O arranjo espacial do eucalipto x milho influenciou nos teores pH, Ca^{2+} , Mg^{2+} , P e MO do solo.

O desbaste de 1 e de 2 fileiras de eucalipto favorecem os teores de fósforo na camada de 10 a 30 cm de profundidade bem como os teores de matéria orgânica nas camadas de 5-10 e de 10-30 cm de profundidade. Maiores valores de pH, K e Mg^{2+} ocorrem na camada de 0-5 cm.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. L. de; SAMGOI, L.; NAVA, I. C.; GALIO, J.; TRENTIN, P. S.; RAMPAZZO, C. Crescimento inicial do milho e sua relação com o rendimento de grãos. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.189-194, 2003.

ALVARENGA, R. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; GONTIJO NETO, M, M.; VIANA, M. C. M.; VILELA, L. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, v.31, n. 57, p.59-67, 2010.

AMIOTTI, N. M.; ZALBA, P. L.; SANCHEZ, L. F.; PEINEMANN, N. The impact of single trees on properties of loess-derived grassland soils in Argentina. **Ecology**, v.81, n.12, p.3283-3290, 2000.

ARAÚJO, W. F.; ANDRADE JUNIOR, A. S.; MEDEIROS, R.D.; SAMPAIO, R. A.; Precipitação pluviométrica provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.3, p.563-567, 2001.

AZEVEDO, C.M.B.C.; SILVA, A.R.; ALVES, L.W.R.; FERNANDES, P.C.C.; CARVALHO, E.J.M.; VELOSOS, C.A.C.; OLIVEIRA JUNIOR, M.C.M.O.; SILVEIRA FILHO, A. **Desempenho dos Componentes Agrícolas e da Teca (*Tectonia grandis* L.) em Sistema de Integração Lavoura- Pecuária-Floresta no Município de Terra Alta - PA.** I Workshop sobre integração Lavoura-Pecuária-Floresta em Rondônia. Vilhena: EMBRAPA Acre, 2010a, 123p.

AZEVEDO, C.M.B.C.; SILVA, A.R.; ALVES, L.W.R.; FERNANDES, P.C.C.; CARVALHO, E.J.M.; VELOSOS, C.A.C.; OLIVEIRA JUNIOR, M.C.M.O.; SILVEIRA FILHO, A. **Desempenho dos Componentes Agrícolas e do Mogno Africano (*Khaya ivorensis*) em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Município de Terra Alta - PA.** I Workshop sobre integração Lavoura-Pecuária-Floresta em Rondônia. Vilhena: EMBRAPA Acre, 2010b, 123p.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; MARTÍNEZ, G. B. Contribuições dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.4, n. 6, p. 1163-1175, 2011b.

BALBINO, L. C.; LUIZ CORDEIRO, A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. DOS.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa agropecuaria brasileira**, v.46, n.10, p.i-xii, 2011a.

BARBER, S. A. **Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach.** New York: John Wiley. p. 414, 1995.

BARCELLOS, A.O.; MEDRADO, M.J.S.; GRISE, M.M.; SKORUPA, L.A.; ROCHA, W.S. Base conceitual, sistemas e benefícios da iLPF. In: BALBINO, L.C.,

BARCELLOS, A.O., STONE, L.F. (Ed). **Marco referencial Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. Brasília/DF: EMBRAPA. p. 23-40, 2011.

BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.687-694, 1999.

BOUILLET, J. P.; LACLAU, J. P.; ARNAUD, M.; THONGO M'BOU, A.; SAINT-ANDRÉ, L.; JOURDAN, C. Changes with age in the spatial distribution of roots of Eucalyptus clone in Congo. Impact on water and nutrient uptake. **Forest Ecology and Management**, v.171, n.1, p.43-57, 2002.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. Mensuração florestal: perguntas e respostas. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 470p.

CARGNELUTTI FILHO; LINDOLFO STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v.42, n.1, p.17-24. 2007.

CARLOS, L.; VIANA, M. C. M.; VENTURIN, R. P.; Freire, F. M.; MOTA, P. K.; SILVA JUNIOR, P. V.; SILVA, I, M, S. Influência de Arranjos e Clones de Eucalipto sobre as características silviculturais no Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta aos 4 anos. In: VII Congresso Latinoamericano de sistemas agroflorestais para produção pecuária sustentável, 2012, Belém. **Anais...** do VII Congresso Latinoamericano de sistemas agroflorestais para produção pecuária sustentável. Belém, 2012. v. 1. p. 1-5.

CAVICHIOLO, S. R.; DEDECEK, R. A.; GAVA, J. L. Preparo do solo e o estado nutricional da rebrota de *Eucalyptus saligna*. **Scientia Forestalis**, n.66, p.120-127, 2004.

CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.425-432, 1999.

COSTA, E. M. da.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. de A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.17, p. 18423, 2013.

COSTA, J. de. A. **Qualidade da madeira de *Eucalyptus urograndis*, plantado no Distrito Federal, para produção de celulose kraft**. 2011. 82f. Dissertação (Mestrado em engenharia florestal). Universidade de Brasília.

DIDONET, A. D.; RODRIGUES, O.; MARIO, J. L. e IDE, F. Efeito da radiação solar e temperatura na definição do número de grãos em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.7, p.933-938, 2002.

DOBNER JR, M. HIGA, A. R.; URBANO, E. Determinação da idade e intensidade ótimas para realização do primeiro desbaste em um povoamento de *Eucalyptus dunnii*. **Revista Floresta**, v. 42, n. 3, p. 485 - 494, 2012.

EWERTON, R. T.; NATIVIDADE, F. J.; SILVA, R. R.; COVALCANTE, L. A.; LIMA, S. J. E OLIVEIRA, B. W. Caracterização e classificação dos solos do campo experimental de Agua Boa - Embrapa Roraima, Boa vista, RR. Documento n. 54;43p, 2000.

FAHEY, T. J.; HUGHES, J. W. Fine root dynamics in a northern hardwood forest ecosystem. Hubbard Book Experimental Forest, NH. **Journal of Ecology**, v.82, p.533-548, 1994.

FALKER, Automação agrícola. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila** (ClorofiLOG/CFL 1030). Porto Alegre, 2008. 33p. Disponível em: <http://www.falker.com.br/produto_download.php?id=4>. Acesso em: 20 jan. 2015.

FALLEIRO, R. M. SOUZA, C. M.; SILVA, C. S. W.; SEDIYAMA, C. S.; SILVA, A. A.; Fagundes, J. L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.27, p.1097-1104, 2003.

FARIA, G. E de; BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F. de; SILVA, I. R. da. Características químicas do solo em diferentes distâncias do tronco de eucalipto e em diferentes profundidades. **Revista Árvore**, v.33, n.5, p.799-810, 2009.

FERREIRA, A.O.; MORAES SÁ, J.C.; HARMS, M.G.; MIARA, S.; BRIEDIS, C.; NETTO, C.Q.; SANTOS, J.B.; CANALLI, L.B. Carbon balance and crop residue management in dynamic equilibrium under a no-till system in campos gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1583-1590, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FOY, C.D.; FLEMING, A. L.; ARMIGER, W.H. Aluminum tolerance of soybean varieties in relation to calcium nutrition. **Agronomy Journal**, v. 61, p.505-511, 1969.

GATTO, A.; BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F. de; COSTA, L. M. da; NEVES, J. C. L. Efeito do método de preparo do solo, em área de reforma, nas suas características, na composição mineral e na produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.27, n.5, p.635-646, 2003.

GIONGO, V.; BOHNEN, H. Relação entre alumínio e silício em genótipos de milho resistente e sensível a toxidez de alumínio. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 3, p. 348-356, 2011.

GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; ALVARENGA, R. C.; SANTOS, E. A. dos.; SIMÃO, E. de P.; CAMPANHA, M. M. Sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta em minas gerais. **B. Industr. Anim.**, v.71, n.2, p.183-191, 2014.

ISMAIL, I.; BLEVINS, R. L.; FRYE, W. Long-term no-tillage effects on soil properties and continuous corn yields. **Soil Science Society American Journal**, v.58, p.193-198, 1994.

IWATA, B. F.; LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L.; GEHRING, C.; CAMPOS, L. P. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.7, p.730–738, 2012.

KLEIN, V. A. Física do Solo. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2008. 212p.

LAL, R. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global. **Science**, v.304, p.1623, 2004.

LIMA, I. L. de.; GARCIA, J. N. Efeito do desbaste e da fertilização na porcentagem de casca e conicidade de toras de *Eucalyptus grandis*. **Floresta**, v. 41, n. 2, p. 305-312, 2011.

LOPES, C. S. D.; NOLASCO, A. M.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C. T. S.; PANSINI, A. Estudo da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 2, p. 315-322, 2011.

LOPES, J. L. W. Qualidade de mudas clonais do híbrido de *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla*, submetidas a diferentes regimes hídricos. 2008. 171f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem). Universidade Estadual Paulista.

LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; GIÁCOMO, S.G.; PERIN, A.; ANJOS, L.H.C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1269-1276, 2011.

LÚCIO, A.D.; STORCK, L.; BANZATTO, D.A. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto a sua precisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.5, p.99-103, 1999.

LÚCIO, A.D.; STORCK, L.; BANZATTO, D.A. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto a sua precisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.5, p.99-103, 1999.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura-pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.133-146, 2009.

MACEDO, R. L. G.; BEZERRA, R. G.; VENTURIN, N.; VALE, R. S. do.; OLIVEIRA, T. K. de. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agronômicas de milho cultivado em sistema silviagrícola. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p.701-709, 2006.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURIN, N. Eucalipto em sistemas agroflorestais. Lavras: UFLA, 2010. 331p.

OLIVEIRA, T. K de; MACEDO, L. G.; SANTOS, I. P. A. dos; HIGASHIKAWA, E. M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.)

Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 748-757, 2007a.

OLIVEIRA, T. K. de; MACEDO, R. L. C.; VENTURIN, N.; BOTELHO, S. A.; HIGASHIKAWA, E. M.; MAGALHÃES, W. M. Radiação solar no sub-bosque de sistema agrossilvipastoril com eucalipto em diferentes arranjos estruturais. **Cerne**, v.13, n. 1, p. 40-50, 2007b.

OLIVEIRA NETO, S. N.; PAIVA, H. N. Implantação e manejo do componente arbóreo em sistema agrossilvipastoril. In: OLIVEIRA NETO, S. N. et al. Sistema Agrossilvipastoril: integração lavoura, pecuária e floresta. Viçosa, MG: SIF, 2010. p. 15-68.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MÜLLER, M. C.; PIRES, M. F. A.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1176-1183, 2011.

PALLANT, E.; RIHA, S. J. Surface soil acidification under red pine e norway spruce. **Soil Science Society American Journal**, v.54, p.1124-1130, 1990.

PAUL, B.K.; VANLAUWE, B.; AYUKE, F.; GASSNER, A.; HOOGMOED, M.; HURISSO, T.T.; KOALA, S.; LELEI, D.; NDABAMENYE, T.; SIX, J.; PULLEMAN, M. M. Medium-term impact of tillage and residue management on soil aggregate stability, soil carbon and crop productivity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.164, p.14-22, 2013.

PAVAN, M. A. Efeitos tóxicos de alumínio em mudas de cafeeiro em relação à nutrição de cálcio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.6, p.209-213, 1982.

PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T. Toxidez de alumínio em cafeeiros cultivados em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, p.1293-1302, 1982.

PAVINATO, P. S. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.911-920, 2008.

PERIM, R.; SOUZA, J. N.; MORAIS, R. R.; TONATO, F.; ROCHA, R. N. C. da; FONTES, J. R. A. Efeito do Sombreamento na Produtividade de Milho em Sistemas Agrossilvipastoris. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 8., 2011, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA : SBSAF : Embrapa Amazônia Oriental: UFRA : CEPLAC : EMATER : ICRAF, 2011. 1 CD-ROM.

RIHA, S.J., JAMES, B. R.; SENESAC, G. P.; PALLANT, E. Spatial variability of soil pH and organic matter in forest plantations. **Soil Science Society American Journal**, v.50, p.1347-1352, 1986.

ROCHA, C. M. **Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta como alternativa de produção em Roraima**. 2012. (MTb 4733/PE, Unidade Embrapa Roraima).
Disponível

em:<<http://hotsites.sct.embrapa.br/prosarural/programacao/2012/sistema-de-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-como-alternativa-de-producao-em-roraima>>. Acesso em: 05 junho 2013.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A.C.; MACEDO, M.C.M.; BROCH, D.L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1349-1356, 2011.

SILVA, A.C.; CARNEIRO, J.E.S.; FERREIRA, L. R.; CECON, P. R. Consórcio entre feijão e *Brachiaria brizantha* sob doses reduzidas de graminicida. **Planta daninha**, v.24, n.1, p.71-76, 2006.

SILVA, J. V.; NOGUEIRA, G. S.; SANTANA, R. C.; LEITE, H. G.; OLIVEIRA, M. L. R.; ALMADO, R. P., Produção e acúmulo de nutrientes em povoamento de eucalipto em consequência da intensidade do desbaste e da fertilização. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.11, 2012.

SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G. A.; LIMA, C. V. S.; ANGHINONI, I.; MEURER, E. J.; CARVALHO, P.C.F. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1273-1282, 2008.

SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G. A.; LIMA, C. V. S.; ANGHINONI, I.; MEURER, E. J.; CARVALHO, P.C.F. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema de integração agricultura-pecuária submetido a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1273-1282, 2008.

TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G. M. C.; GUIMARÃES, M. F.; FONSECA, I. C. B. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.725-730, 2001.

VELOSO, C. A. C.; MALAVOLTA, E.; MURAOKA, T.; CARVALHO, E. J. M. Alumínio e a absorção de cálcio por mudas de pimenta do reino. **Scientia Agricola**, v.57, n.1, p.141-145, 2000.

VELOSO, C.A.C.; MURAOKA, T.; MALAVOLTA, E.; CARVALHO, J.G. de. Efeitos do alumínio em pimenteira do reino (*Piper nigrum*, L.). **Scientia Agricola**, v.52, n.2, p.368-375, 1995.

VENTURIN, R. P. **Análise técnica e econômica de um clone de Eucalyptus sob diferentes arranjos estruturais em Sistema Agrossilvipastoril**. 2012. 119 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

VIANA, M. C. M.; BOTELHO, W.; VIANA, P. A.; QUEIROZ, D. S.; SILVA, E. A.; VIANA, M. M. S.; GUIMARAES, C. G. Production and quality of corn silage cultivated on integrated crop-livestock-forest system in a Cerrado region of Minas Gerais, Brazil. **Journal of Animal Science- E-Supplement**, v. 89, p. 551-551, 2011.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1127-1138, 2011.

WILKINS, R. J. Eco-efficient approaches to land management: a case for increased integration of crop and animal production systems. **Philosophical Transactions of the Royal Society B – Biological Sciences**, v.363, p.517-525, 2008.

XAVIER, F.A.S.; MAIA, S.M.F.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba – CE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.247-258, 2006.

ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 40 p.

GUARIZ, H. R.; CAMPANHARO, W. A.; PICOLI, M. H. S.; CECILIO, R. A.; HOLLANDA, M. P. Variação da umidade e da densidade do solo sob diferentes coberturas vegetais. **Anais...XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p.7709-7716, 2009.

APÊNDICES

Apêndice 1. Análise de variância para umidade do solo (US) no plantio de milho em estado V9, a diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto sob desbaste em sistema iLPF, no ano agrícola 2014.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	8,20	4,10	1,14	0,4046
Desbaste (D)	2	0,83	0,42	0,12	0,8934
Resíduo a	4	14,33	3,58		
Distância (d)	9	33,88	3,76	3,23	0,0033
D x d	18	19,18	1,07	0,92	0,5652
Resíduo b	54	62,93	1,17		
Camada (C)	1	110,69	110,69	163,55	0,0000
C x D	2	0,10	0,05	0,08	0,9257
C x d	9	36,15	4,02	5,93	0,0000
C x D x d	18	15,40	0,86	1,26	0,2439
Resíduo c	60	40,61	0,68		
Total	179		342,31		
CVa (%)	37,07				
CVb (%)	21,14				
CVc (%)	16,11				
Média geral	5,11				

Apêndice 2. Análise de variância para umidade do solo (US) no plantio de milho em estado VT, a diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto sob desbaste em sistema iLPF, no ano agrícola 2014.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	2	0,24	0,12	0,06	0,9389
Desbaste (D)	2	0,70	0,35	0,19	0,8350
Resíduo a	4	7,41	1,85		
Distância (d)	9	13,51	1,50	2,67	0,0123
D x d	18	12,74	0,71	1,26	0,2535
Resíduo b	54	30,43	0,56		
Camada (C)	1	91,67	91,67	210,68	0,0000
C x D	2	0,04	0,02	0,05	0,9533
C x d	9	16,10	1,79	4,11	0,0004
C x D x d	18	11,09	0,62	1,42	0,1577
Resíduo c	60	26,11	0,44		
Total	179	210,03			
CVa (%)	25,58				
CVb (%)	14,11				
CVc (%)	12,4				
Média geral	5,32				

Apêndice 4. Localização do Experimento.

1



b

Imagem 01



Imagem 02

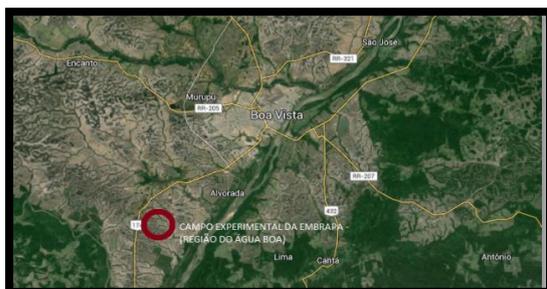


Imagem 03



Imagem 04



Imagem 05



Imagem 06

Fonte:

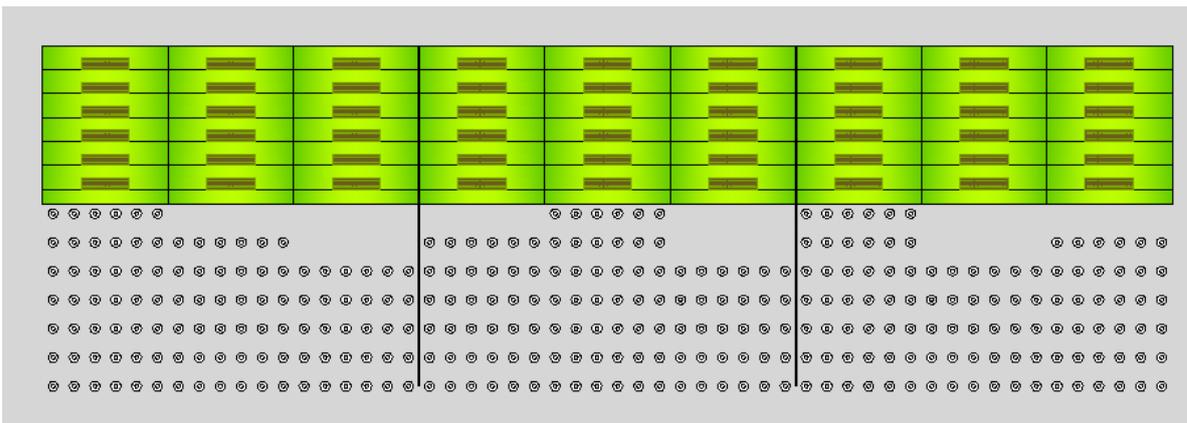
Imagem 01: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Roraima>

Imagem 02: http://pt.wikipedia.org/wiki/Roraima#/media/File:Roraima_MesoMicroMunicip.svg

Imagem 03; 04 e 05: <https://www.google.com.br/maps/@2.5081883,-60.4701395,9z>

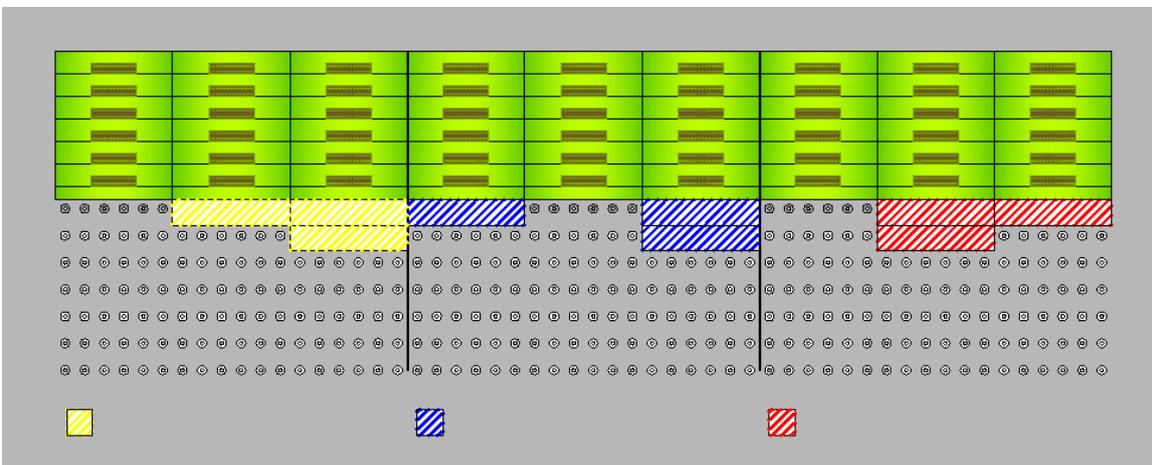
Imagem 06: Silva, M. W. da (2014).

Apêndice 5. Distribuição dos tratamentos (Parcelas e Subparcela)



LEGENDA

-  FAIXA EXPERIMENTAL DE MILHO ANALISADA
-  FAIXAS DE MILHO
-  UNIDADES DE EUCALIPTO



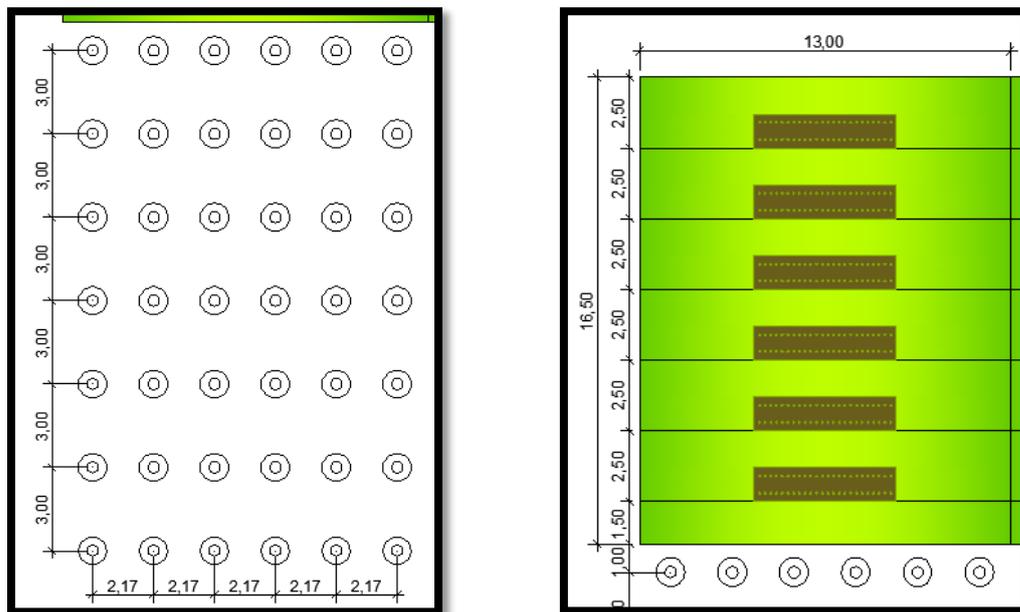
UNIDADES DE EUCALIPTO RETIRADAS NO PRIMEIRO TRECHO

UNIDADES DE EUCALIPTO RETIRADAS NO SEGUNDO TRECHO

UNIDADES DE EUCALIPTO RETIRADAS NO TERCEIRO TRECHO

Apêndice 6. Esquema das unidades de observação

Detalhe das faixas de milho com cotas.



Cotas entre unidades de milho dentro das faixas experimentais de análise.

