UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE ECOLOGIA E ANÁLISE AMBIENTAL

# QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO CERRADO

RAYSSA COSTA DE SOUSA

GOIÂNIA-GO
2024

UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

# TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC no 1240/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo dos Trabalhos de Conclusão dos Cursos de Graduação disponibilizado no RI/UFG é de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o(s) autor(a)(es)(as) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

**1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG)**

Nome(s) completo(s) do(a)(s) autor(a)(es)(as): Rayssa Costa de Sousa

Título do trabalho: "Qualidade do solo em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no cerrado"

**2. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador) Concorda com a liberação total do documento**

[ X ] SIM [ ] NÃO[1]

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à)(s) autor(a)(es)(as) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo do TCCG. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

**Casos de embargo:**

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro.

**Obs.: Este termo deve ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**

---

sei! assinatura eletrônica

Documento assinado eletronicamente por **Simone Goncalves Sales Assuncao**, **Professor do Magistério Superior**, em 17/12/2024, às 11:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

---

sei! assinatura eletrônica

Documento assinado eletronicamente por **Rayssa Costa De Sousa**, **Discente**, em 17/12/2024, às 16:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

---

RAYSSA COSTA DE SOUSA

# QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO CERRADO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Goiás, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Ecologia e Análise Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Simone Gonçalves Sales Assunção.

GOIÂNIA

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Sousa, Rayssa Costa de
Qualidade do solo em sistema de integração lavoura-pecuária floresta no Cerrado [manuscrito] / Rayssa Costa de Sousa. - 2024.
xxxviii, 38 f.

Orientador: Profa. Dra. Simone Gonçalves Sales Assunção.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas (ICB), Ecologia e Análise Ambiental, Goiânia, 2024.
Bibliografia.
Inclui lista de figuras, lista de tabelas.

1. atributos biológicos; . 2. agricultura sustentável; . I. Assunção, Simone Gonçalves Sales, orient. II. Título.

CDU 631.4

UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

# ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao(s) dez (10) dia(s) do mês de dezembro do ano de 2024 iniciou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado "QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO CERRADO", de autoria de RAYSSA COSTA DE SOUSA, do curso de Ecologia e Análise Ambiental, do Instituto de Ciências Biológicas da UFG. Os trabalhos foram instalados pelo Profa. Dra. SIMONE GONÇALVES SALES ASSUNÇÃO (Escola de Agronomia/UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Profa. Vladia Correchel (Escola de Agronomia / UFG), Joyce Vicente do Nascimento (Mestranda em Ciências Ambientais - CIAMB/UFG), Ana Caroline da Silva Faquim (Membro externa). Após a apresentação, a banca examinadora realizou a arguição do(a) estudante. Posteriormente, de forma reservada, a Banca Examinadora atribuiu a nota final de 9,0 (Nove), tendo sido o TCC considerado aprovado.

Proclamados os resultados, os trabalhos foram encerrados e, para constar, lavrou-se a presente ata que segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

---

sei! assinatura eletrônica

Documento assinado eletronicamente por **Joyce Vicente Do Nascimento**, **Usuário Externo**, em 13/02/2025, às 08:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

---

sei! assinatura eletrônica

Documento assinado eletronicamente por **Simone Goncalves Sales Assuncao**, **Professor do Magistério Superior**, em 14/02/2025, às 16:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

---

sei! assinatura eletrônica

Documento assinado eletronicamente por **Ana Caroline Da Silva Faquim**, **Usuário Externo**, em 18/02/2025, às 14:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

---

sei! assinatura eletrônica

Documento assinado eletronicamente por **Vladia Correchel**, **Professor do Magistério Superior**, em 25/02/2025, às 15:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

---

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5143225** e o código CRC **5C877D34**.

---

**Referência:** Processo nº 23070.061013/2024-11 SEI nº 5143225

## AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho representa a realização de um sonho que foi construído com muita dedicação, aprendizado e superação ao longo de minha jornada acadêmica. Muitas coisas aconteceram e me trouxeram até aqui, me fizeram crescer e até mesmo ressignificar toda a minha caminhada dentro da Ecologia.

Agradeço a professora Simone Gonçalves, minha orientadora, que abraçou esse estudo e acreditou no meu trabalho em um momento que talvez nem eu acreditasse mais, obrigada pelo apoio, paciência e direcionamento ao longo do desenvolvimento deste projeto.

Agradeço também à banca, à Joyce Vicente, à Ana Caroline Faquim, que também contribuíram desde o início do projeto, sou eternamente grata por esses encontros e também à professora Vladia Correchel por ter aceitado o convite e contribuírem para o aprimoramento deste trabalho, é uma honra tê-las comigo nesse momento.

À professora Eliana Brasil por ter me dado a oportunidade e também viabilizado todo esse estudo, é uma pessoa que deixa um legado por onde passa, seja dentro ou fora da academia, tem minha admiração, sou eternamente grata pelos seus ensinamentos. Ao professor Emerson Trogello, a Jéssika Lorrine, ao Wilker Araújo pelo apoio e parceria na realização das coletas, fico sem palavras pra agradecer, pois me ofereceram o mais valioso que temos que é o tempo e além disso a disposição em trabalhar.

A pesquisa não teria sido possível sem o apoio de vocês, professores, amigos e familiares, que me incentivaram em cada etapa desse processo, junto comigo fizeram com que isso deixasse de ser apenas uma ideia, para tornar-se real.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste estudo, deixo meu profundo agradecimento a todo apoio que me foi dado na caminhada. Espero que este trabalho possa inspirar outras iniciativas e também agregar no avanço do conhecimento científico na área de manejo sustentável do solo.

# PREFÁCIO

Este trabalho foi desenvolvido durante a graduação de Ecologia e Análise Ambiental, pela Universidade Federal de Goiás, e apresentado como trabalho de conclusão de curso. O estudo compara a qualidade do solo em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, localizado na área experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos (Morrinhos-GO) (ILPF), a uma área de mata nativa de Cerrado, com foco na avaliação de indicadores biológicos do solo. O manuscrito foi preparado para submissão ao periódico Revista Brasileira de Ciência do Solo, suas normas para formatação e submissão do artigo podem ser acessadas no link: [https://www.rbcsjournal.org/pt-br/instrucoes-aos-autores/]. Espero que este trabalho possa contribuir promovendo reflexões e soluções voltadas à sustentabilidade agrícola.

# QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO CERRADO


## RESUMO

O sistema de integração lavoura pecuária floresta (ILPF) vem sendo estudado como uma opção que une produtividade e desenvolvimento sustentável, visando o uso responsável dos recursos dentro dos sistemas agrícolas. A qualidade do solo é diretamente ligada à sustentabilidade de um sistema, e pode ser medida a partir dos seus indicadores. O uso de indicadores biológicos está em constante expansão, devido à sua rápida resposta à alterações no solo, e a associação com indicadores físicos torna essa análise mais completa. Entretanto, ainda há muito para ser estudado sobre os efeitos das práticas agrícolas da ILPF na qualidade do solo. Este estudo compara o solo de um sistema de ILPF com o solo de uma mata nativa de cerrado, buscando encontrar semelhanças em sua qualidade, para isso, utilizam-se os seguintes indicadores: umidade do solo, capacidade de campo, respiração basal (RBS), o carbono da biomassa microbiana (C-BMS), o nitrogênio da biomassa microbiana (N-BMS) e o quociente metabólico (qCO2). O experimento foi realizado na área experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, localizado no município de Morrinhos, GO. As amostras coletadas nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, com quatro repetições para cada tratamento. Cada repetição representa uma amostra composta, oriundas de cinco subamostras, coletadas com intervalos de dez metros entre si. Entre os principais achados, tem-se que os indicadores apresentaram valores médios semelhantes, com pouca variabilidade entre as áreas comparadas. A umidade e a CC60%, N-BMS, q-CO2 apresentaram comportamento semelhante, sem diferença significativa entre as médias. Em contrapartida, C-BMS apresenta diferença significativa entre a ILPF comparada a mata nativa e RBS apresenta uma variabilidade muito alta dentro da ILPF, indicando que esse tratamento também tem efeito.



Palavras-chave: atributos biológicos; agricultura sustentável; sistemas integrados.

# SOIL QUALITY IN A CROP-LIVESTOCK-FOREST INTEGRATION SYSTEM IN THE CERRADO


## ABSTRACT

The integrated crop-livestock-forestry (ILPF) system has been studied as an option that combines productivity and sustainable development, with a view to the responsible use of resources within agricultural systems. Soil quality is directly linked to the sustainability of a system and can be measured using its indicators. The use of biological indicators is constantly expanding due to their rapid response to changes in the soil, and their association with physical indicators makes this analysis more complete. However, there is still much to be studied about the effects of ILPF farming practices on soil quality. This study compares the soil of an ILPF system with the soil of a native cerrado forest, seeking to find similarities in its quality, using the following indicators: soil moisture, field capacity, basal respiration (BSR), carbon of the microbial biomass (C-BMS), nitrogen of the microbial biomass (N-BMS) and the metabolic quotient (qCO2). The experiment was carried out in the experimental area of the Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, located in the municipality of Morrinhos, GO. The samples were collected at depths of 0-10 cm and 10-20 cm, with four replicates for each treatment. Each repetition represents a composite sample from five sub-samples collected at ten metre intervals. Among the main findings were that the indicators showed similar average values, with little variability between the areas compared. Humidity and CC60%, N-BMS, q-CO2 showed similar behaviour, with no significant difference between the averages. On the other hand, C-BMS showed a significant difference between ILPF compared to native forest and RBS showed very high variability within ILPF, indicating that this treatment also has an effect.



Keywords: biological attributes; sustainable agriculture; integrated systems.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** Valores médios de U e CC-60% em sistema ILPF e sob mata nativa, em Morrinhos-GO.....28
**Tabela 2** Teste de probabilidade a 5% para U e CC-60%. .....28
**Tabela 3** Valores médios de RBS, C-BMS e N-BSM em sistema ILPF e sob mata nativa, em Morrinhos-GO. .....29
**Tabela 4** Teste de probabilidade a 5% para RBS, C-BMS e N-BMS. .....29
**Tabela 5** Valores médios de qCO2 em sistema ILPF e sob mata nativa, em Morrinhos-GO.....30

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1** - Fotos da área experimental do Sistema ILPF do IFG. Morrinhos, GO.....22

**SUMÁRIO**

1 INTRODUÇÃO ..... 13
2 REFERENCIAL TEÓRICO ..... 15
2.1 INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA (ILPF) ..... 15
2.2 SOLOS DO CERRADO ..... 17
2.3 QUALIDADE DO SOLO ..... 18
2.3.1. Umidade ..... 19
2.3.2. Capacidade de campo ..... 20
2.3.3. Respiração basal do solo ..... 20
2.3.4. Carbono da biomassa microbiana ..... 20
2.3.5. Nitrogênio da biomassa microbiana ..... 21
2.3.6. Quociente metabólico ..... 21
3 MATERIAL E MÉTODOS ..... 22
3.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL ..... 22
3.2 AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DO SOLO ..... 23
3.3 ANÁLISES LABORATORIAIS ..... 23
3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS ..... 27
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES ..... 28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 32
REFERÊNCIAS ..... 34

# 1 INTRODUÇÃO

O Brasil, de 2010 a 2022, teve um crescimento populacional de 6,5%, isso representa um acréscimo 12,3 milhões de pessoas durante o período, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE , 2022). Logo, o consumo e a demanda por alimentos também cresceram exponencialmente.

Destarte, com a demanda somada a evolução tecnológica da produção, a agricultura passou a se caracterizar por sistemas padronizados de monocultura (Balbino *et al.*, 2011). Desse modo vem impactando fortemente o ambiente, resultando em grandes perdas na qualidade do solo, de nutrientes, água e consequentemente perda na produtividade e saúde do solo (Dollinger; José, 2018).

O Cerrado, um bioma altamente impactado por esse crescimento na demanda, apresenta 99.503.884 ha de sua área ocupada pela atividade agropecuária, onde 51,6% do uso corresponde a pastagens e 19,35% são de plantação de soja (IBGE, 2019). Desse modo, é um local de alta pressão antrópica, devido a intensa atividade agrícola, onde o aumento da produtividade deve ser pensado conjuntamente à mitigação de impactos, como: a redução da erosão e perda do solo, prevenção da contaminação da água, diminuição nas emissões de gases do efeito estufa (GEE), entre outros. Assim, com a necessidade de implementação de sistemas mais sustentáveis em busca de recuperar áreas degradadas, diversificar as atividades econômicas e promover melhorias ambientais, a relevância dos sistemas integrados agropecuários (SIAP) vem sendo cada vez mais disseminada e reconhecida para alcançar essas metas.

Nesse sentido, a Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) promove a recuperação de áreas degradas por meio da intensificação do uso da terra, o que potencializa os efeitos sinérgicos existentes entre as diversas espécies vegetais e a criação de animais, propiciando uma maior produção por área sustentavelmente (Balbino *et al.*, 2011). Além de promover o sequestro de carbono, processo que é pilar no aumento da fertilidade e incremento na produtividade. Certamente, o solo é mediador de grandes processos ecológicos, que vão para além do desenvolvimento e crescimento de plantas, seus componentes físicos, químicos e biológicos interagem e são dependentes entre si continuamente, integrando o conceito de qualidade do solo.

Os parâmetros biológicos tem sido muito utilizados nos estudos sobre a qualidade do solo, pois demonstram, em curto espaço de tempo, maior sensibilidade a qualquer alteração no solo (Balota, 2017), como por exemplo a atividade enzimática. Ademais, as transformações metabólicas do sistema são catalisadas por enzimas, e podem demonstrar uma alteração mais dinâmica do solo ou da sustentabilidade nos ecossistemas naturais ou cultivados (Balota, 2017). Deste modo, faz-se importante analisar a qualidade do solo a partir das suas variáveis biológicas, estas que são mais sensíveis a mudanças.

Portanto, o presente estudo realizou a comparação da qualidade do solo em um sistema ILPF com uma área de mata nativa ambas no Cerrado, para aferir sobre suas semelhanças, avaliando parâmetros como: umidade do solo, capacidade de campo, respiração basal, o carbono da biomassa microbiana, o nitrogênio da biomassa microbiana e o quociente metabólico.

# 2 REFERENCIAL TEÓRICO

## 2.1 INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA (ILPF)

A ILPF é uma prática agrícola que visa a combinação em rotação, consórcio ou sucessão de diferentes sistemas produtivos em uma mesma área, pode ser feita com vários arranjos, são eles: Agropastoril (Integração Lavoura-Pecuária), Agrossilvipastoril (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta), Silvipastoril (Integração Pecuária-Floresta), Silviagrícola (Integração Lavoura-Floresta) (Balbino *et al.*, 2011; Lemaire *et al.*, 2014).

Essa integração promove restauração, propiciando benefícios ambientais, agronômicos e econômicos, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Oliveira *et al.* (2019) apresentaram um resumo sobre a atualização do processo de implementação do sistema ILPF na área da Fazenda Santa Brígida (Oliveira *et al.*, 2010), propriedade parceira da Embrapa desde 2006, situada em Ipameri-GO, com 800m de altitude. Foi observado um aumento exponencial na produtividade vegetal e animal e uma melhora em todos os atributos do solo; o teor de matéria orgânica apresentou aumento em 200%, melhorando consequentemente a qualidade desse solo e incrementando gradativamente a produção.

Nesse contexto, Reis *et al.* (2021) destacaram que os sistemas integrados estão entre as estratégias mais eficientes na conversão de recursos ambientais e econômicos em produtos finais, além de terem uma tendência de desempenho equilibrado entre resultados econômicos e ambientais. Em seu estudo houve a combinação síntese energética, que busca avaliar os fluxos de entrada de energia, produtos e também o uso dos estoques energéticos, com contabilidade econômica, para avaliação no desempenho ambiental e econômico de vários sistemas agrícolas brasileiros.

Outrossim, o ILPF é uma estratégia de intensificação sustentável cada vez mais disseminada e popularizada (Reis *et al.*, 2021). A ILPF tem uma abordagem múltipla em seus diferentes arranjos, é uma estratégia que busca otimização do uso da terra, conciliando a produção de alimentos, fibras e energia, provendo diversificação produtiva e consequentemente favorecimento da conservação de recursos naturais, como solo e água (Musafiri , et al., 2022). Deste modo, reduzindo impactos ambientais negativos.

Um grande desafio para a produção alimentícia é a ampliação no uso do solo de forma sustentável, ou seja, aumentar a produtividade em áreas agrícolas já existentes diminuindo a pressão ao meio ambiente além de não comprometer a produtividade dessa área no futuro (Rehman *et al.*, 2022).

Garnett *et al.* (2013) destacam alguns pressupostos para uma produção sustentável, como a necessidade de incremento da produção, incremento esse obtido pelo aumento na produtividade e não na conversão de mais áreas. Assim, a segurança alimentar precisa unir o aumento na sustentabilidade ambiental e também na produtividade (Garnett, et al., 2013).

Em estudo realizado com produtores goianos, Tomaz e Wander (2017) apontaram como benefício a mitigação dos gases de efeito estufa, consequência da maior capacidade do sistema no sequestro de carbono.

Percebe-se que a ILPF não apenas integra diferentes atividades produtivas, mas também contribui para o aumento na eficiência da produção, favorecendo a melhoria da fertilidade do solo, além de promover a conservação dos recursos naturais e a adaptação às mudanças climáticas (Souza, et al., 2022). Esse tipo de sistema é mais complexo por envolver mais de uma atividade e exigir um conhecimento técnico para gerir essas atividades conjuntamente (Souza, et al., 2022).

Segundo Ferreira *et al.* (2019), a escolha do componente florestal deve considerar as características edafoclimáticas da região, arranjo espacial, bem como os objetivos da produção e a demanda do mercado. Percebe-se que a escolha adequada das espécies é um elemento essencial para o funcionamento eficiente e sustentável da ILPF. A integração de diferentes culturas e atividades pecuárias devem ser planejadas de forma integrada, levando em consideração não apenas os aspectos técnicos, mas também os aspectos socioeconômicos e ambientais (Ferreira *et al.* 2019).

Alvarenga *et al.* (2008) expõem que, no componente lavoura algumas culturas destacam-se, tanto na produção de grãos quanto para silagem, comparação esta importante na escolha da espécie. Logo, a escolha do componente florestal também precisa ser planejada, sendo a introdução de árvores responsável por alterações profundas no sistema em um prolongado espaço de tempo.

Em síntese, a ILPF é uma prática agrícola que visa à associação e diversificação de diferentes sistemas produtivos, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

## 2.2 SOLOS DO CERRADO

O solo pode ser definido como uma coleção de corpos naturais dinâmicos, tridimensionais, composto por partes sólidas, líquidas e gasosas, formados por materiais minerais e orgânicos (Embrapa, 2018). Logo, sua formação é influenciada pelos seguintes fatores: material de origem, clima, relevo, organismos vivos e o tempo. Nesse processo, ocorre a transmutação e a degradação de diversos materiais orgânicos e inorgânicos, o que resulta em diferentes características do solo (Lal, 2016).

Assim, se tratando de um sistema dinâmico, o solo, exerce diversas funções e serviços ambientais, como retenção, armazenamento e ciclagem de nutrientes (Blum, 2005; Wang *et al.*, 2023); habitat, suporte para o desenvolvimento de diversos organismos (Doran; Parkin, 1994; Orgiazzi *et al.*, 2016); regulação dos ciclos biogeoquímicos do solo e/ou a renovação da fertilidade do solo (Makino *et al.*, 2007; Cheviron *et al.*, 2021), dentre outros.

No Cerrado, Latossolos são predominantemente cerca de 46% do bioma. Como caraterística diferencial, apresentam horizonte B latossólico (Bw), composto por minerais bastante intemperizados, com contraste visível apenas entre os horizontes A e B (Embrapa, 2018). São, geralmente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou eutróficos (Embrapa, 2018). Entre os Latossolos, o Latossolo vermelho é caracterizado por um perfil homogêneo, coloração vermelho-escura e são bem drenados (IBGE, 2015), classificado como Latossolo Vermelho. Sua mineralogia da fração argila tem predominância caulinítica ou caulinítica-oxídica, com Índice de Intemperismo do Solo (Ki) inferior a 2,2, revelando-se assim um solo profundo e intemperizado (IBGE, (2015)). Além disso apresenta alta saturação por alumínio e/ou baixo teor de cálcio, que pode agir como uma barreira química à penetração das raízes. Apesar da baixa fertilidade, apresentam elevado potencial para agricultura mecanizada intensiva, feitas as correções químicas do solo, são responsáveis por parte considerável da produção de grãos (IBGE, (2015)).

Desta forma, seu uso e manejo devem ser feitos com cautela, buscando prevenir a sua degradação e perda do potencial de produção e da provisão de outros serviços ecossistêmicos (Medeiros *et al.*, 2011). Estratégias como a cobertura do solo podem melhorar sua qualidade, pois exercerá a função de proteção, além disso,

proporcionará um incremento do teor de matéria orgânica, estocando e reciclando nutrientes, beneficiando assim a atividade biológica do solo (Deyn; Kooistra, 2021).

## 2.3 QUALIDADE DO SOLO

O termo qualidade do solo se tornou mais usual a partir da década de 90, após a publicação do relatório canadense *"Soil and water quality – an agenda for agriculture"* (Committee on Long-Range Soil and Water Conservation, Board on Agriculture, National Research Council, National Academy Press, 1993). Esse relatório reconheceu a importância de se estabelecer tal conceito em função de seu papel em ecossistemas naturais e agrossistemas, já que essa definição de qualidade até então esteve ligada somente à sua produtividade. É um conceito que apresenta várias abordagens entre cientistas da ciência do solo, a maioria se baseia na capacidade do solo de funcionar dentro dos limites do ecossistema e interagir positivamente com o meio externo desse ecossistema (Larson, 1994).

Todavia, Doran e Parkin (1994) descreveram a qualidade do solo como o potencial em manter a produtividade biológica, a qualidade ambiental e a vida vegetal e animal saudável na terra. Além disso, destacaram sua dependência de fatores externos, como práticas de manejo, interações do meio ambiente e dos ecossistemas, uso da terra etc.

A qualidade do solo é um atributo decisório para incremento da produtividade e sustentabilidade das culturas, assim influencia também a saúde das plantas, animais e consequentemente dos seres humanos (Melo *et al.*, 2017). Logo, para inferir sobre sua qualidade, é importante avaliar vários indicadores, fazê-lo de forma direta é uma opção, porém não ideal. Para tal avaliação, faz-se necessário avaliar bons indicadores, sejam físicos, químicos ou biológicos, a depender dessa escolha, eles possibilitarão caracterizar e avaliar o estado e as alterações ocorridas no sistema, além de concluir sobre sua qualidade (Melo *et al.*, 2017).

Outrossim, ao assumir o solo como um sistema vivo e dinâmico, reputando a integração de seus processos e componentes, intermediado por organismos em conjunto com as práticas de manejo e conservação, introduz-se um conceito similar de saúde do solo (Doran & Zeiss, 2000). Desta forma, Papendick; Parr em seu estudo realizado em 1992, destacam que esses processos e a intermediação da biota edáfica

em processos como a decomposição de resíduos orgânicos, ciclagem de nutrientes, degradação de poluentes químicos, dentre outros influenciadores na estrutura do solo, faz com que sejam naturalmente definidos como indicadores da saúde ou qualidade do solo.

Assim sendo, para verificar a qualidade do solo, é necessário um conjunto mínimo de indicadores englobando características físicas, químicas e biológicas (Cherubin *et al.*, 2015). Essas características refletem o status ambiental ou a condição de sustentabilidade do ecossistema (Sarkar; Rakshit, 2020). Ademais, variáveis químicas ou físicas são consideradas boas indicadoras de qualidade do solo, contudo requerem maior espaço de tempo para que alterações sejam identificadas (Silva, et al., 2021). Por outro lado, a fauna do solo possui vínculo com os outros indicadores, e se tratando da parte viva podem apresentar maior sensibilidade ao manejo (Armbruster, et al., 2020). Conforme estudo de Armbruster *et al.* (2020) atividades enzimáticas e a composição da biomassa microbiana são mais sensíveis a alterações ambientais ou mesmo humanas.

Para este estudo são analisados alguns dos vários atributos do solo físicos e biológicos, tomados como indicadores de sua qualidade. São eles: umidade (U), capacidade de campo (CC), respiração basal (RBS), carbono da biomassa microbiana (C-BMS), nitrogênio da biomassa microbiana (N-BMS) e quociente metabólico ($qCO_2$).

A relação entre esses atributos e a qualidade do solo é intrínseca. Solos ricos em nitrogênio e carbono apresentam um bom reservatório de nutrientes, beneficiando as plantas e melhorando a produtividade. A atividade microbiana saudável, indicada pela respiração basal e pelo carbono da biomassa microbiana, promove a conversão da matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes e a fertilidade do solo.

Portanto, a qualidade do solo está diretamente ligada à fertilidade do solo, à saúde das plantas e à sustentabilidade agrícola. Nos sistemas de ILPF, a preservação e melhoria da qualidade do solo são cruciais para maximizar a produção, minimizar a manipulação do solo e promover a coexistência harmoniosa de culturas, pastagens e florestas. Isso contribui não apenas para a produtividade agrícola, mas também para a conservação dos recursos naturais e a sustentabilidade no longo prazo na região do cerrado.

### 2.3.1. Umidade

A umidade é um fator importante na determinação da atividade biológica do solo e no crescimento de organismos, refere-se à quantidade de água presente na amostra de solo nas condições as quais foi coletada (Balota, 2017).

O solo precisa assegurar condições adequadas para a produção, dentre elas a sua capacidade de armazenar água bem como de disponibilizá-la para a planta (Hara & Gonçalves, 2019). Essa interação solo, planta e água é muito importante para o desenvolvimento das culturas.

### 2.3.2. Capacidade de campo

A umidade na capacidade de campo é água armazenada nos poros de menor diâmetro, ao passo que a água livre que estava nos poros de maior diâmetro (superior a 50µm) vão para as camadas mais profundas (Balota, 2017).

### 2.3.3. Respiração basal do solo

A respiração basal é a liberação de dióxido de carbono ($CO_2$) pelo solo devido às atividades metabólicas dos micro-organismos aeróbios, utilizando $O_2$ como aceptor final de elétrons, até o $CO_2$ (Moreira & Siqueira, 2006). É um indicador da atividade microbiana, fundamental para a circulação de nutrientes no solo e, consequentemente, para a fertilidade (Balota, 2017).

### 2.3.4. Carbono da biomassa microbiana

A biomassa microbiana do solo (BMS) compreende a parte viva da matéria orgânica do solo, excluídas as raízes e organismos maiores que $5\times10\mu m^3$, microrganismos como bactérias, fungos, leveduras, actinomicetos e protozoários (Balota, 2017).

A BMS desempenha um papel vital na decomposição da matéria orgânica, na ciclagem de nutrientes e na reserva de nutrientes para as plantas e microrganismos. Por meio da decomposição de matéria orgânica atua na mineralização e imobilização dos nutrientes (Balota, 2017).

O carbono da biomassa microbiana está associado ao carbono contido na parte viva da matéria orgânica, entretanto, mede apenas a massa viva total de microrganismos, não é uma estimativa de atividade , reflete a saúde desses microrganismos e sua capacidade de contribuir para a fertilidade do solo.

### 2.3.5. Nitrogênio da biomassa microbiana

O nitrogênio da biomassa microbiana refere-se à quantidade de nitrogênio mineralizado presente na matéria orgânica viva do solo, elemento importante para o desenvolvimento das plantas.

### 2.3.6. Quociente metabólico

O quociente metabólico mede a eficiência dos organismos no uso do substrato (Anderson & Domsch, 1993), seu valor é inversamente proporcional, ou seja, à medida que o quociente aumenta a qualidade do solo diminui.

O $qCO_2$ tem relação direta com a estabilidade ambiental, ambientes mais maduros apresentam menores valores que ambientes menos estáveis, este indicador representa a quantidade de $CO_2$ liberada por determinada unidade de biomassa microbiana (Balota, 2017).

# 3 MATERIAL E MÉTODOS

## 3.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado na área experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, localizado no município de Morrinhos, GO (17°49’ S e 49°12’ W, 900 m). O clima local é Aw (clima tropical, com inverno seco: apresenta estação chuvosa no verão, ou de novembro a abril, e estação seca no inverno, de maio a outubro) segundo a classificação de *Köppen-Geiger* (Kottek *et al.*, 2006). Conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos o solo é caracterizado como um Latossolo Vermelho distrófico segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018).

A lavoura-pecuária-floresta foi implantada em janeiro de 2018, introduzidas árvores de eucalipto (clone AEC 2034 - *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. × *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake), dispostas na orientação leste-oeste, com espaçamento de 10 metros entre fileiras e espaçamento de 4 metros entre árvores na linha. Entre fileiras de árvores, colheitas, como soja e milho, e forragens, gramíneas do gênero *Urochloa sp*. foram cultivadas desde a sua implantação. Vacas leiteiras pastavam a forragem enquanto as cercas elétricas protegiam as árvores (Moura, et al., 2023).

Figura 1 - Fotos a, b da área experimental do Sistema ILPF do IFG. Morrinhos, GO

Fonte: Foto registrada por Emerson Trogello (2020)

Durante o estudo, em seus componentes temos: em “F” as plantas de eucaliptos em desenvolvimento (altura média: 15m) e componente forrageiro (piatã) em pleno rebrote para posterior entrada dos animais.

## 3.2 AMOSTRAGEM DE SOLO PARA AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DO SOLO

A amostragem de solo foi realizada em 06 de novembro de 2020. As amostras foram coletadas nas profundidades, de 0-10 cm e 10-20 cm, com quatro repetições para cada tratamento. Cada repetição representa uma amostra composta, oriundas de cinco subamostras, coletadas com intervalos de dez metros entre si. Os pontos de coleta foram georreferenciados, coletadas no total 16 amostras compostas, sendo oito delas na mata nativa de cerrado e a outra metade na área de manejo ILPF.

No momento da coleta das amostras de solo, foi realizada a remoção cuidadosa da maior parte das raízes e de outros resíduos vegetais, passou por tamisação, utilizou-se uma peneira de 4 mm de malha e posterior homogeneização, segundo recomendações de Wardle (1994),.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e colocadas em caixa térmica com gelo, protegidas do calor e da iluminação direta, até sua chegada ao Laboratório de Biologia do Solo, na Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, onde foram mantidas sob refrigeração, em torno de 4° C, até a realização das análises: umidade do solo, umidade na capacidade de campo, respiração basal do solo, carbono da biomassa microbiana, nitrogênio da biomassa microbiana e quociente metabólico; a fim de analisar a qualidade desse solo em manejo de integração e compará-lo ao solo de uma mata nativa de Cerrado.

## 3.3 ANÁLISES LABORATORIAIS

A avaliação bioquímica se faz crucial na análise do solo, pois a biomassa microbiana apresenta grande sensibilidade às mudanças no sistema, o que possibilita mensurar com mais precisão a qualidade desse solo. Os parâmetros analisados foram: o carbono e nitrogênio da biomassa microbiana, respiração basal do solo e o quociente metabólico. Além das análises bioquímicas, foram avaliadas a umidade das

amostras e a umidade na capacidade de campo em 60%, valores esses necessários para o cálculo da respiração basal do solo.

As amostras do solo foram analisadas no Laboratório de Biologia do Solo, localizado na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia (GO).

O carbono da biomassa microbiana (Cmic) e o nitrogênio da biomassa microbiana (Nmic) foram determinados pelo método irradiação-extração (Ferreira, Camargo, & Vidor, 1999), o qual as amostras de solo são irradiadas no micro-ondas. Dessa forma, cada amostra composta teve dois tratamentos, assim sendo tem-se duas amostras de um ponto, uma amostra irradiada e uma não irradiada.

A umidade (U) foi o primeiro indicador adotado, mensurada segundo metodologia gravimétrica (Teixeira *et. al*, 2017). Sua determinação foi feita a partir de 15 gramas de solo, utilizando a seguinte equação:

$$U(g\ de\ água/g\ de\ solo) = \frac{(m1 - m2)}{m2} \times 100 \qquad (1)$$

em que:

m1: peso do solo úmido

m2: massa do solo seco em estufa por 24 horas a 105ºC.

Nesse estudo foi adotado a umidade na capacidade de campo 60% (CC-60%), que é considerado valor ideal para o desenvolvimento das plantas. Para encontrar a umidade na capacidade de campo foi adotada a mesma fórmula da umidade. Para cada amostra adicionou-se a uma proveta solo até a marca de 80 ml, posteriormente água destilada até atingir a marca de 60 ml, lacrando e armazenando em ambiente escuro por 24h. Passado esse tempo, o solo foi retirado até a marca de 60ml, esse solo foi pesado e em seguida levado para a estufa a 105ºC, por 24h. Obteve-se, desta forma, a umidade na capacidade de campo a 100%. Para o cálculo de RBS necessita-se da umidade na capacidade de campo a 60%. Assim, os resultados foram multiplicados por 0,6 obtendo-se CC 60%.

Adiante, determinou-se a respiração basal do solo por meio do $CO_2$ evolvido a partir de 25 g de solo; realizou-se a correção da umidade e acondicionamento desse solo em potes. Em seguida, adicionou-se solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,5mol/L). Este material permaneceu incubado durante sete dias no frasco fechado. O $CO_2$ foi extraído e avaliado no período de 3, 5 e 7 dias. Para cada leitura adicionou-

se 5ml de cloreto de bário ($BaCl_2$) às amostras para completa precipitação do $CO_2$ e, também, duas gotas de indicador fenolftaleína. Seguidamente, para determinação da quantidade de $CO_2$ realizou-se a titulação com ácido clorídrico – HCl 0,5 mol/L ( (Wardle, 1994)). Assim, a RBS foi calculada por meio da fórmula

$$RBS\ (mg\ C - CO_2 Kg^{-1} solo\ hora^{-1}) = ((Vb - Va) \times M \times 6 \times 1000) \div Ms) \div T \quad (2)$$

em que:

Vb: volume do ácido clorídrico gasto na titulação da solução padrão (mL);

Va:volume gasto na titulação de cada amostra (mL);

M: molaridade do ácido clorídrico;

Ms: massa do solo seco (g);

T: tempo de incubação das amostras (horas).

Os teores de C e N foram determinados a partir de amostras de 20 g de solo seco naturalmente, irradiadas e não irradiadas. Foram extraídas em 80ml de solução de sulfato de potássio ($K_2SO_4$ 0,5 mol/L), seguido de agitação por 40 min, essa solução permaneceu na geladeira por 2 horas. Logo após, realizou-se a filtragem em papel de filtro quantitativo do tipo faixa azul, sendo esse extrato, reservado na geladeira. Para o cálculo de BMS-C, em um tubo de ensaio adicionou-se 2ml do extrato e 4 ml da solução digestora constituída por dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) e ácido sulfúrico ($H_2SO_4$). Esses tubos foram aquecidos no bloco digestor a 100 ºC durante 30 min. Adiante, com as amostras já frias, foram submetidas à leitura com o auxílio de um espectrofotômetro (Lambda XLS). A partir dessa leitura, foi calculado o Cmic a partir da fórmula:

$$Cmic\ (mg\ C \cdot\ kg^{-1} de\ solo) = (CI - CNI) \cdot KeC^{-1} \quad (3)$$

em que:

CI: carbono extraído da amostra irradiada;

CNI: carbono extraído da amostra não irradiada;

KeC: fator para conversão do carbono extraído a Cmic.

O fator a ser utilizado foi de 0,33, por ser um dos valores mais amplamente utilizados na literatura (De-Polli & Guerra, 1999).

O N foi quantificado por meio de digestão sulfúrica, seguida de destilação por *Kjeldahl* (Tedesco *et al.*, 1995). Cada 20ml do extrato foi transferida para um tubo, em

seguida foram adicionados 1 ml de peróxido de hidrogênio ($H_2O_2$), 2 ml de $H_2SO_4$ e 0,7 g da mistura de digestão, composta por sulfato de sódio (-$Na_2SO_4$), sulfato de cobre (-$CuSO_4$) e selênio metálico. Os tubos foram aquecidos no bloco digestor a 110 ºC. Em seguida, após atingir o volume de 5ml, elevou-se a temperatura a 250 ºC e, depois, para 350-375ºC. Após o resfriamento das amostras, adicionou-se 5 ml de água destilada em cada tubo. Logo após, conectou-se tubo por tubo ao destilador *Kijeldahl*. No recipiente do destilador adicionou-se 10 ml de solução de NaOH. Em um Erlenmeyer foram adicionadas 5 ml do indicador de ácido bórico ($H_3BO_3$), verde de bromocresol, vermelho de metila e etanol.

Posteriormente, a titulação foi feita com HCl 0,005 mol/L. Os teores de Nmic foram expressos a partir da massa de solo seca em estufa a 105 °C por 24 h. Então, o N presente na biomassa microbiana foi calculado em litros a partir da equação:

$$N(mg/L) = (Vam - Vbr) \cdot (R^{+}) \cdot (14) \cdot V^{-1} \quad (4)$$

em que:

Vam: volume de HCI gasto na titulação da amostra (ml);

Vbr o volume de HCI gasto na titulação do branco (ml);

R+: a concentração real de ácido clorídrico;

V: volume pipetado em L.

Para conversão do teor de N em mg/kg foi utilizada a equação:

$$N(mg/kg) = Ni \cdot (V.ext.) \cdot 1000 \cdot peso\ da\ amostra^{-1} \quad (5)$$

em que:

Ni: teor de nitrogênio expresso (mg/L);

V.ext.: volume do extrato (L);

1000: fator de conversão de unidade.

Então para obter o nitrogênio da biomassa microbiana utiliza-se a equação:

$$Nmic\ (mg\ N \cdot kg^{-1} solo\ seco) = (Ni - Nni) \cdot Kn^{-1} \quad (6)$$

em que:

Ni: nitrogênio da amostra irradiada;

Nni: nitrogênio da amostra não irradiada;

Kn: fator de correção para solos.

O fator a ser utilizado foi de 0,54, valor proposto por (Brookes *et al.*, 1985)

Por fim, foi calculado o quociente metabólico, que representa a quantidade de $CO_2$ liberado por unidade de biomassa microbiana em um determinado espaço de tempo, dado pela razão entre a respiração basal do solo e o carbono da biomassa microbiana (Anderson & Domsch, 1993), a partir da seguinte equação:

$$qCO_2\,(mg\ C - CO_2\ g^{-1}\ Cmic\ h^{-1}) = \frac{RBS\ (mg\ C - CO_2 Kg^{-1} solo\ hora^{-1})}{Cmic\ (mg\ C \cdot\ kg^{-1} de\ solo)} \qquad (7)$$

## 3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Em cada sistema de manejo, as médias foram comparadas utilizando ANOVA, e a partir desses resultados, para comprovar se as variações entre os dois tratamentos são significativas, foi realizado o teste de Tukey a 5 % de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira D. F., 2011).

# 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observando as médias da umidade do solo (Tabela 1), ainda que os valores no sistema ILPF são superiores aos valores encontrados na mata nativa, a diferença entre as duas áreas estudadas não foi significativa. As umidades na profundidade apresentaram valores muito próximos, tanto no sistema ILPF, quanto na mata nativa, conservando propriedades relacionadas a retenção de água, o que pode favorecer a manutenção do equilíbrio hídrico. Segundo Alvarenga et al. (2010) a intensificação da produção no ILPF melhora as condições físicas, químicas e biológicas.

Tabela 1 Valores médios de U e CC-60% em sistema ILPF e sob mata nativa, em Morrinhos-GO.

| Indicadores | U | CC 60% |
|---|---|---|
| **Áreas** | % de água | g de água |
| **ILPF** | 21,247750 a1 | 0,146375 a1 |
| **Mata nativa** | 19,559125 a1 | 0,152875 a1 |

*Médias seguidas de mesma letra e número nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O P-valor de ambos é relativamente alto, ILPF com valor de 0,19 e mata nativa com 0,75 e o teste Tukey confirmou que não houve variabilidade entre as médias (Tabela 2).

Tabela 2 Teste de probabilidade a 5% para U e CC-60%.

| Áreas | U | | CC 60% | |
|---|---|---|---|---|
| | F | p-valor | F | p-valor |
| **ILPF** | 2,101 | 0,1904 | 1,676 | 0,2366 |
| **Mata nativa** | 0,574 | 0,7592 | 0,769 | 0,6313 |

Ademais, na CC-60% (Tabela 1) aconteceu algo semelhante, ao comparar a CC do ILPF e mata nativa as médias são estatisticamente muito parecidas, explicitando que não há uma diferença significativa entre elas. Na análise de variância ILPF e mata nativa, o teste de probabilidade (Tabela 2) apresentou valores de P-valor altos, respectivamente, 0,23 e 0,63, acima do valor de referência de 0,05. Por meio do teste Tukey confirmou-se que não há diferença significativa entre as médias.

Ambas as áreas apresentaram médias com valores muito similares entre a primeira camada e a camada subsequente.

Analisando RBS (Tabela 2), o p-valor apresentou valor muito baixo para o ILPF, corroborando para hipótese de que o esse manejo tem efeito sobre essa variável. A mata nativa apresentou valor de P-valor muito próximo ao limiar permitido de 0,05, que foi de 0,0549, assim considera-se que esse indicador é marginalmente significativo (Tabela 4).

Tabela 3 Valores médios de RBS, C-BMS e N-BSM em sistema ILPF e sob mata nativa, em Morrinhos-GO.

| Indicadores | RBS | C-BMS | N-BMS |
|---|---|---|---|
| **Áreas** | mg C-CO2 $kg^{-1}$ de solo $hora^{-1}$ | mg C. $Kg^{-1}$ de solo | mg de N $kg^{-1}$ solo seco |
| **ILPF** | 0,094375 a1 | 80,302875 a1 | 7,939875 a1 |
| **Mata nativa** | 0,389625 a2 | 349,242375 a2 | 12,314875 a1 |

*Médias seguidas de mesma letra e número na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Confirmou-se por meio do teste Tukey que os valores médios apresentam diferenças relevantes, entre o manejo ILPF e a mata nativa. Indicando que há sim diferença significativa entre as duas áreas, que há efeito nessa variável, e não é uma variação ao acaso. Balota (2017) expressa que a respiração expõe a soma total de funções metabólicas pela liberação de $CO_2$, principalmente pela degradação de matéria orgânica. Assim, a liberação de $CO_2$ pode estar relacionada a maior atividade biológica. O menor valor de RBS na ILPF pode refletir condições menos favoráveis para a atividade microbiana, impacto das práticas de manejo.

Tabela 4 Teste de probabilidade a 5% para RBS, C-BMS e N-BMS.

| Áreas | RBS | | C-BMS | | N-BMS | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | F | p-valor | F | p-valor | F | p-valor |
| **ILPF** | 28,141 | 0,0011 | 10,946 | 0,0130 | 0,682 | 0,4363 |
| **Mata nativa** | 3,640 | 0,0549 | 0,492 | 0,8147 | 0,301 | 0,9320 |

Os valores encontrados para o parâmetro C-BMS apresentaram um valor de F muito alto, demonstrando a variabilidade entre as amostras, para o ILPF 10,946, e o P-valor baixo confirma essa diferença. Em contrapartida, a mata nativa apresentou p-valor bastante alto, demonstrando que não há efeito significativo sobre essa variável. O teste Tukey confirmou a significância da diferença entre as médias. Observa-se também uma alta variação entre as médias do sistema ILPF em comparação com a mata nativa, a diferença é pequena entre as profundidades dentro do mesmo manejo, contudo, a mata nativa apresenta valores muito superiores comparados ao ILPF; o maior valor encontrado foi de 360,606061 mg C. $Kg^{-1}$ de solo, média de carbono extraído na camada mais externa, 0-10 cm.

Por outro lado, ao confrontar os resultados de N-BMS, os valores encontrados para o ILPF e a mata apresentaram diferenças, entretanto elas não são significativas. O valor de F de foi relativamente baixo no ILPF, 0,62 e P-valor 0,4363, acima do limiar, tendo evidências suficientes de que essa variável apresenta valores similares entre as duas áreas. Em se tratando da mata nativa, o valor de F também foi baixo, 0,301 e p-valor alto de 0,93, corroborando para essa semelhança. Por meio do teste de Tukey confirmou-se que não há diferença significativa entre as duas médias.

Por fim, avaliou-se os resultados obtidos nos cálculos de quociente metabólico (Tabela 3), dado pela razão entre RBS e C-BMS. Esse é um indicador que reflete a eficiência da comunidade microbiana, se relaciona com o equilibro energético no sistema e eficiência metabólica da microbiota (Anderson & Domsch, 1993). Quanto menor esse valor, menos energia é gasta para a manutenção e mais é destinada ao acúmulo de carbono e crescimento microbiano (Anderson & Domsch, 1993). O sistema ILPF apresentou menor valor médio na profundidade de 10-20 cm, demonstrando maior eficiência nessa região. No entanto, analisando q-$CO_2$ nas duas áreas observou-se valores muito baixos, com pouca variabilidade entre eles.

Tabela 5 Valores médios de qCO2 em sistema ILPF e sob mata nativa, em Morrinhos-GO.

| **Indicador** | **q-$CO_2$** |
|---|---|
| **Áreas** | *mgC-$CO_2$.$g^{-1}$BMS-C.$h^{-1}$* |
| **ILPF** | 1,38254 $10^{-6}$ |
| **Mata nativa** | 1,43224 $10^{-6}$ |

Em concordância com Alvarenga *et al.* (2010), deve haver cautela sobre a intenção de uso, disposição espacial e escolha da espécie. Assim, algumas condições precisam ser vistas, como adaptabilidade ao clima e solo da região, enraizamento profundo, rápido desenvolvimento e crescimento, tolerância a seca, sombreamento leve, e para além de informações técnicas, a capacidade de dispor produtos e serviços ambientais.

Além disso, é fundamental considerar os efeitos da integração de culturas agrícolas, pastagens e florestas sobre os processos biogeoquímicos e a fertilidade do solo. Conforme apontado por Souza (2022), a ILPF pode promover a melhoria da qualidade do solo, aumentando a matéria orgânica e a biodiversidade microbiana. Ainda destacam seu potencial em promover a recuperação de solos degradados, aumentando sua capacidade de retenção de água e nutrientes, além de reduzir a erosão e a compactação do solo. Ao integrar diferentes sistemas produtivos, a ILPF contribui para a promoção da sustentabilidade ambiental e o aumento da resiliência dos sistemas agrícolas.

No entanto, apesar dos benefícios da ILPF, ainda há desafios a serem superados. É fundamental que mais pesquisas sejam realizadas para ampliar o conhecimento sobre os impactos da ILPF sobre a qualidade do solo e para desenvolver práticas de manejo cada vez mais eficientes e sustentáveis.

# 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta, por meio de um estudo comparativo, analisar a qualidade do solo em uma área de ILPF e mata nativa de cerrado, através da variância entre as médias de cada área, para descrever as suas semelhanças.

Entre os principais achados, tem-se que a umidade do solo e umidade na CC 60% apresentam valores semelhantes, tanto para o ILPF quanto para a mata nativa, indicando que esse sistema é capaz de manter condições hídricas ideais e semelhantes ao ambiente natural.

No que se refere ao N-BMS, através dos resultados encontrados, constata-se que a qualidade do solo não apresenta diferença significativa do ILPF em relação a mata nativa. Essa similaridade pode indicar práticas nesse manejo que favorecem a ciclagem do nitrogênio, o que é desejável para os manejos agrícolas.

Por outro lado, os resultados de RBS, apresentam muita variação dentro do ILPF, corroborando com a hipótese de que o ILPF causa efeito sobre esse indicador, e esse efeito beneficia a qualidade biológica do solo no sistema. Em contrapartida, a mata nativa apresenta pouca variabilidade entre as amostras, confirmando que ambientes naturais podem apresenta valores de RBS mais estáveis.

No que tange ao C-BMS, os resultados apresentaram alta variabilidade dentro do sistema ILPF, e uma diferença significativa com a mata nativa. Essa variabilidade pode ser explicada pela heterogeneidade ambiental criada por esse tipo de sistema.

Outrossim, os resultados encontrados no q-$CO_2$ apresentam valores muito baixos, além disso, pouca variabilidade entre as áreas, demonstrando que esse manejo beneficia a atividade microbiana, favorecendo assim a sustentabilidade desse sistema.

Os resultados aqui apresentados oferecem evidências de que o sistema ILPF é um tipo de manejo que pode favorecer a manutenção do solo e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, já que é importante pensar na produtividade atual sem comprometer a produtividade futura. Constatar a semelhança entre a qualidade do solo de uma área de ILPF e uma área natural pode ser uma solução a longo prazo para mitigação de impactos gerados pela atividade agropecuária.

Assim, esse estudo pode contribuir com novos estudos, a fim de testar a eficácia do sistema ILPF na recuperação da qualidade do solo e também de áreas

degradadas, sequestro de carbono, melhoria nas condições hídricas, dentre outros pontos problemáticos.

É importante salientar que, às limitações nesse estudo, as coletas foram feitas em apenas uma área de ILPF, e em apenas uma estação do ano, não se obteve informações sobre as condições desses parâmetros antes da implementação da ILPF, ou mesmo, antes da realização desse estudo.

Posto isso, faz-se importante obter dados de indicadores da qualidade do solo antes da realização do estudo, se possível antes da implementação do sistema, para que se possa fazer um estudo mais completo sobre a evolução da qualidade do solo nesse tipo de manejo, e até mesmo estabelecer comparações com outros tipos de manejo.

Sugere-se também realização de mais de uma coleta, em épocas diferentes do ano, e além disso, coleta em outras áreas de manejo ILPF, com maior número de amostras, e resultado ainda mais representativo e estudo comparativo mais amplo, que permite verificar práticas que são mais ou menos benéficas para o sistema.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R., NETO, M. G., CASTRO, A. d., COELHO, A., & CLEMENTE, E. **Crescimento de plantas de milho e de braquiária Brizanta em plantio consorciado, na presença ou ausência de subdose de herbicida Nicosulfuron e diferentes modos de adubação.** in: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DOCARTUCHO, SPODOPTERA FRUGIPERDA; WORKSHOP SOBRE MANEJO E ETIOLOGIA DA MANCHA BRANCA DO MILHO, XXVII., 2008, Londrina: Acervo SISBI, 2022.

ALVARENGA, R., PORFÍRIO-DA-SILVA, V., NETO, M. G., VIANA, M. C., & VILELA, L. . Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, v. 31, n. 257, p. 1-9, 2010.

ANDERSON, T.-H., & DOMSCH, K. The metabolic quociente for CO2 (qCO2) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**., v. 25, n. 3, p. 393-395, mar. 1993. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0038071793901407 Acesso em: 13 jan. 2024.

ARMBRUSTER, M. *et al*.Bacterial and archaeal taxa are reliable indicators of soil restoration across distributed calcareous grasslands. **European Journal of Soil Science**, v. 72, n. 7, abr. 2020. https://doi:10.1111/ejss.12977.

BALBINO, L. C., CORDEIRO, L. A., SILVA, V. P., MORAES, A. D., MARTÍNEZ, G. B., ALVARENGA, R. C., . . . GALERANI, P. R.. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n. 10, out. 2011. https://doi:10.1590/S0100-204X2011001000001.

BALOTA, E. L. **Indicadores biológicos de qualidade do solo**, Manejo e qualidade biológica do solo, 1ª ed., Editora Mecenas LTDA, Londrina: 2017. ISBN: 978-85-89687-28-7.

BLUM, W. E. Functions of Soil for Society and the Environment. **Reviews in Environmental Science and Bio/Technology**, v. 4, p. 75-79, ago. 2005. https://doi.org/10.1007/s11157-005-2236-x.

BROOKES, P., LANDMAN, A., PRUDEN, G., & JENKINSON, D. (Maio de 1985). Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: A rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 17, n. 6, p. 837-842, 1985. https://doi.org/10.1016/0038-0717(85)90144-0.

CHERUBIN, M. R., EITELWEIN, M. T., FABBRIS, C., WEIRICH, S. W., SILVA, R. F., SILVA, V. R., & BASSO, C. J. Qualidade física, química e biológica de um Latossolo

com diferentes manejos e fertilizantes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, p. 615-625. abr. 2015. https://doi.org/10.1590/01000683rbcs20140462.

CHEVIRON, N., AMADOU , I., GRONDIN , V., MARRAULD, C., MOUGIN, C., & MORVAN, T. Soil enzymatic activity data over eight years at the EFELE site, a long-term field experiment on effects of organic waste products and tillage practices. **Data in Brief**, v. 36, jun. 2021. https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.106959.

Committee on Long-Range Soil and Water Conservation, Board on Agriculture, National Research Council, National Academy Press. **Soil and Water Quality**: An Agenda for Agriculture. Washington, National Academies Press. Research Council of Canada, 1993. https://doi.org/10.17226/2132.

DE-POLLI, H., & GUERRA, J. G.. C, N E P na biomassa microbiana do solo. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: Ecossistemas tropicais e subtropicais v. , p. 389-412, Embrapa, Porto Alegre: 1999.

Deyn, G. B., & Kooistra, L. The role of soils in habitat creation, maintenance and restoration. **Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences**, v. 376, set. 2021. https://doi.org//10.1098/rstb.2020.0170.

DOLLINGER, J., & JOSÉ, S. Agroforestry for soil health. **Agroforestry Systems**, v. 92, n.1, p. 213-219, mar 2018, https://doi.org//10.1007/s10457-018-0223-9

DORAN, J. W., & PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. Defining soil quality for a sustainable environment (SSSA Special Publications ed.). Madison, Wisconsin: **Soil Science Society of America**, 1994. https://doi.org/10.2136/sssaspecpub35

DORAN, J. W., & ZEISS, M. Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, v. 15, p. 3-11, 2000. https://doi.org/10.1016/S0929-1393(00)00067-6

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo** (2ª ed.). Rio de Janeiro: Embrapa, 1997.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos,** 5ª Ed. rev. e ampl ed. Brasília-DF: Embrapa. Disponível: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003. Acesso em: 26 out. 2023.

FERREIRA, A. D., CAMARGO, F. A., & VIDOR, C. Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 4, p. 991-996, dez. 1999. https://doi.org/10.1590/S0100-06831999000400026.

FERREIRA, A. D., SERRA, A. P., MELOTTO , A. M., BUNGENSTAB, D. J., & LAURA, V. A. (2019). Manejo das árvores e propriedades da madeira em sistema de ILPF com eucalipto. Em **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**, 1ª Edição, p. 455-474. Brasília: Embrapa, 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001(2011).

Garnett, T., Appleby, M., Balmford, A., Bateman, I., Benton, T., Bloomer, J., . . . Godfray, C. (5 de Julho de 2013). Sustainable Intensification in Agriculture: Premises and Policies. **Science**, v. 341, p. 33-34. https://doi.org/10.1126/science.1234485.

HARA, A. T., & GONÇALVES, A. C. Estabilidade temporal da variabilidade espacial da umidade do solo obtida no campo e no laboratório. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 6, p. 3069-3077, 2019. https://doi.org/10.7127/rbai.v12n6001028

Insituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2015). **Manual Técnico de Pedologia**, 3ª Edição ed., Vol. 4. Rio de Janeiro: IBGE. ISSN: 978-85-240-4359-8

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Censo Demográfico 2022**. Rio de janeiro, 2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil**: compatível com a escala 1:250 000. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/biomas/#/home/. Acesso em: fev. 2023.

KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B., & RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrif**, v. 15, p. 259-263, 2006.

LAL, R. Soil health and carbon management. **Food and Energy Security**, v. 5, n. 4, p. 212-226, 2016. https://doi.org/10.1002/fes3.96.

LARSON, W. &. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. **Defining soil quality for a sustainable environment,** v. 35, p. 37-52). Madison, Wisconsin: Soil Science Society American, maio 1994. https://doi.org/10.2136/sssaspecpub35.c3. ISBN:9780891189305

LEMAIRE, G., FRANZLUEBBERS, A., CARVALHO, P. C., & DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 4-89, jun 2014. https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.009.

MAKINO, T., KAMIYA , T., TAKANO, H., ITOU, T., SEKIYA, N., SASAKI, K., . . . SUGAHARA, K. Remediation of cadmium-contaminated paddy soils by washing with calcium chloride: Verification of on-site washing. **Environmental Pollution**, v. 147, n. 1, p. 112-119, maio 2007. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2006.08.037

MEDEIROS, J. C., SILVA, A. P., CERRI, C. E., GIAROLA, N. F., FIGUEIREDO, G. C., & FRACETTO, F. J. Linking physical quality and CO2 emissions under long-term

no-till and conventional-till in a subtropical soil in Brazil. **Plant and Soil**, v. 338, p. 5-15, 2011. https://doi.org/10.1007/s11104-010-0420-4

MELO, V. F., SILVA, D. T., EVALD, A., & ROCHA, P. R. Chemical and biological quality of the soil in different systems of use in the savanna environment. **Agro@mbiente Online**, v. 11, n. 2, p. 101-110. https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v11i2.3850.

MOREIRA, F. M., & SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Biolquímica do Solo**. Lavras, MG: Editora UFLA, 2006. ISBN: 85-87692-33-x.

MOURA, T. M., CARVALHO, M. T., STONE, L. F., MADARI, B. E., SANTOS, D. D., ALVES, E. M., . . . MACH, P. L. (2023). Newly implemented crop-livestock-forest systems increase available water and aeration in soils of the Brazilian Savannah. **Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics**, v. 124, n. 2, p. 149-158, 2023. https://doi.org/10.17170/kobra-202311028941

MUSAFIRI , C. M., KIBOI, M., MACHARIA, J., NG'ETICH, O. K., KOSGEI , D. K., MULIANGA, B., . . . NG'ETICH , F. K. Adoption of climate-smart agricultural practices among smallholder farmers in Western Kenya: do socioeconomic, institutional, and biophysical factors matter? **Heliyon**, v.8, n. 1, 2022. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08677.

OLIVEIRA, P. D., FREITAS, R. J., KLUTHCOUSKI, J., RIBEIRO, A. A., CORDEIRO, L. A., TEIXEIRA, L. P., . . . BALBINO, L. C. Integração lavoura-pecuária-floresta: caso de sucesso da Fazenda Santa Brígida, no Estado de Goiás. **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**, 1ª Edição ed., p. 743-752, Brasília: Embrapa, 2019. ISBN 978-85-7035-922-3.

OLIVEIRA, P. D., KLUTHCOUSKI, J., FAVARIN, J. L., & SANTOS, D. D. Sistema Santa Brígida – Tecnologia Embrapa: Consorciação de Milho com Leguminosas. **Circular Técnica** (CNPAF), v. 88, p. 1-16, dez 2010. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/888019. Acesso em: mar 2023.

ORGIAZZI, A., BARDGETT, R., BARRIOS, E., BEHAN-PELLETIER, V., BRIONES, M., CHOTTE, J.-L., . . . WALL, D. H. **Global soil biodiversity Atlas**. (C. European, Ed.) Luxembourg: Commission European. Publications Office of the European Union., 2016. https://doi.org/10.2788/2613.

PAPENDICK, R. I., & PARR, J. F. (1992). Soil quality - The key to sustainable agriculture. **American Journal of Alternative Agriculture**, v. 7, out 2009. https://doi.org/10.1017/S0889189300004343.

REHMAN, A., FAROOQ, M., LEE , D.-J., & SIDDIQUE, K. H. Sustainable agricultural practices for food security and ecosystem services. **Environ Sci Pollut Res Int**, v. 29, n. 56, dez 2022. https://doi.org/10.1007/s11356-022-23635-z.

REIS, J. C., RODRIGUES, G. S., BARROS, I., RODRIGUES, R. D., GARRETT, R., VALENTIM, J., . . . SMUKLER, S. Integrated crop-livestock systems: A sustainable

land-use alternative for food production in the Brazilian Cerrado and Amazon. **Journal of Cleaner Production**, v. 283, n. 10, out. 2021. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124580

RICHARDS, L. Physical contition of water in soil. **Methods of Soil Analysis: Part 1 Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling**, 1ª Edição ed., Vol. 1, p. 128-152. American Society of Agronomy. ISBN: 9780891182030

SARKAR, D., & RAKSHIT, A. Safeguarding the fragile rice–wheat ecosystem of the Indo-Gangetic Plains through bio-priming and bioaugmentation interventions. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 96, n. 12, dez 2020. https://doi.org/10.1093/femsec/fiaa221

SILVA, R. M., SILVA, R. D., SOUZA, J., GEDGESKI, T., LIMA, S. S., & LIMA, E. Fauna do solo como bioindicadora da qualidade do solo em cultivos de cana-deaçúcar: um referencial teórico. **Research, Society and Development**, v. 10, 2021. https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18741.

SOUZA, M. N. **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**, 3ª Edição ed., v. 3. Canoas, RS: Mérida Publishers. https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6 (2022).

Souza, M., Pires, A., Silveira, R., Publio, P., Figueiredo, G., & Cruz, N. Sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta. **Brazilian Journal of Science**, p. 53-63, 2022. https://doi.org/10.14295/bjs.v1i10.153.

TEDESCO, M. J., GIANELLO, C., BISSANI, C. A., BOHNEN, H., & VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**, 2ª ed. Porto Aledre : UFRGS - Depto de Solos, 1995.

TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., & TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de Análises de Solo**. Brasília: Embrapa, 2017.

TOMAZ, G. A., & WANDER, A. E. Barreiras à adoção do sistema ILPF em Goiás. **Revista de Política Agrícola**, v. 26, n. 1, mar 2017.

WANG, L., HAMEL, C., LU, P., WANG, J., SUN, D., WANG, Y., . . . GAN, G. Y. (Julho de 2023). Using enzyme activities as an indicator of soil fertility in grassland - an academic dilemma. **Frontiers in Plant Science**, pp. 1-9, jul 2023. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1175946.

WARDLE, D. A. (1994). Metodologia para quantificação da biomassa microbiana do solo. Em M. H. Cunha, & R. S. Araújo, **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**, 1 ed., Vol. 1, p. 419-436. Brasília: Embrapa. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/199952. Acesso em: 05/07/2023.

SIBI
SISTEMA DE BIBLIOTECAS UFG

UFG

**FORMULÁRIO DE METADADOS PARA DISPONIBILIZAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO RI/UFG**

| | |
|---|---|
| Unidade acadêmica | Instituto de Ciências Biológicas |
| Nome do curso: | Ecologia e Análise Ambiental |
| Título do trabalho: | QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO CERRADO |
| Título em outro idioma: | SOIL QUALITY IN A CROP-LIVESTOCK-FOREST INTEGRATION SYSTEM IN THE CERRADO |
| Data da defesa: | 10/12/2024 |

| | |
|---|---|
| Nome completo do(s) autor(es) conforme nome civil: | QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO CERRADO |
| Citação (ABNT) | SOUSA, Rayssa Costa de. Qualidade do solo em sistema integração lavoura-pecuária-floresta no cerrado. 2024. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ecologia e Análise Ambiental) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2024. |
| E-mail: | rayssa.costa.sousa@gmail.com |
| Telefone de contato/Celular: | 62 98417-8806 |

| | |
|---|---|
| Nome completo do Orientador(a): | Simone Gonçalves Sales Assunção |
| E-mail: | sisales@ufg.br |

| | |
|---|---|
| Nomo completo do Coorientador(a): | |
| E-mail: | |

| | |
|---|---|
| Nomes completos dos membros da banca: | |
| 1) | Joyce Vicente Do Nascimento |
| 2) | Ana Caroline Da Silva Faquim |
| 3) | Vladia Correchel |
| 4) | |

| | |
|---|---|
| Palavras-chave em português: | atributos biológicos; agricultura sustentável; sistemas integrados. |
| Palavras-chave em outro idioma: | biological attributes; sustainable agriculture; integrated systems. |

Resumo em português:

O sistema de integração lavoura pecuária floresta (ILPF) vem sendo estudado como uma opção que une produtividade e desenvolvimento sustentável, visando o uso responsável dos recursos dentro dos sistemas agrícolas. A qualidade do solo é diretamente ligada à sustentabilidade de um sistema, e pode ser medida a partir dos seus indicadores. O uso de indicadores biológicos está em constante expansão, devido à sua rápida resposta à alterações no solo, e a associação com indicadores físicos torna essa análise mais completa. Entretanto, ainda há muito para ser estudado sobre os efeitos das práticas agrícolas da ILPF na qualidade do solo. Este estudo compara o solo de um sistema de ILPF com o solo de uma mata nativa

de cerrado, buscando encontrar semelhanças em sua qualidade, para isso, utilizam-se os seguintes indicadores: umidade do solo, capacidade de campo, respiração basal (RBS), o carbono da biomassa microbiana (C-BMS), o nitrogênio da biomassa microbiana (N-BMS) e o quociente metabólico (qCO2). O experimento foi realizado na área experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, localizado no município de Morrinhos, GO. As amostras coletadas nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, com quatro repetições para cada tratamento. Cada repetição representa uma amostra composta, oriundas de cinco subamostras, coletadas com intervalos de dez metros entre si. Entre os principais achados, tem-se que os indicadores apresentaram valores médios semelhantes, com pouca variabilidade entre as áreas comparadas. A umidade e a CC60%, N-BMS, q-CO2 apresentaram comportamento semelhante, sem diferença significativa entre as médias. Em contrapartida, C-BMS apresenta diferença significativa entre a ILPF comparada a mata nativa e RBS apresenta uma variabilidade muito alta dentro da ILPF, indicando que esse tratamento também tem efeito.

Resumo em outro idioma:

The integrated crop-livestock-forestry (ILPF) system has been studied as an option that combines productivity and sustainable development, with a view to the responsible use of resources within agricultural systems. Soil quality is directly linked to the sustainability of a system and can be measured using its indicators. The use of biological indicators is constantly expanding due to their rapid response to changes in the soil, and their association with physical indicators makes this analysis more complete. However, there is still much to be studied about the effects of ILPF farming practices on soil quality. This study compares the soil of an ILPF system with the soil of a native cerrado forest, seeking to find similarities in its quality, using the following indicators: soil moisture, field capacity, basal respiration (BSR), carbon of the microbial biomass (C-BMS), nitrogen of the microbial biomass (N-BMS) and the metabolic quotient (qCO2). The experiment was carried out in the experimental area of the Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, located in the municipality of Morrinhos, GO. The samples were collected at depths of 0-10 cm and 10-20 cm, with four replicates for each treatment. Each repetition represents a composite sample from five sub-samples collected at ten metre intervals. Among the main findings were that the indicators showed similar average values, with little variability between the areas compared. Humidity and CC60%, N-BMS, q-CO2 showed similar behaviour, with no significant difference between the averages. On the other hand, C-BMS showed a significant difference between ILPF compared to native forest and RBS showed very high variability within ILPF, indicating that this treatment also has an effect.