



FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

ISRAEL SILVEIRA OLIVEIRA

QUALIDADE ESTRUTURAL DO SOLO SOB DIVERSOS USOS E
COBERTURAS DA TERRA

JOÃO PESSOA-PB
2023

ISRAEL SILVEIRA OLIVEIRA

**QUALIDADE ESTRUTURAL DO SOLO SOB DIVERSOS USOS E
COBERTURAS DA TERRA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade Nova Esperança, (na modalidade artigo científico), como parte dos requisitos exigidos para a conclusão do curso de Bacharelado em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Kennedy Nascimento de Jesus

JOÃO PESSOA-PB
2023

O47q

Oliveira, Israel Silveira

Qualidade estrutural do solo sob diversos usos e coberturas da terra / Israel Silveira Oliveira. – João Pessoa, 2023.
24f.; il.

Orientador: Prof^o. D^o. Kennedy Nascimento de Jesus.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade Nova Esperança - FACENE

1. DRES. 2. Estrutura do Solo. 3. Saúde do Solo. 4. Degradação do Solo. 5. Argissolo. I. Título.

CDU: 631.8

ISRAEL SILVEIRA OLIVEIRA

**QUALIDADE ESTRUTURAL DO SOLO SOB DIVERSOS USOS E
COBERTURAS DA TERRA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade Nova Esperança, (na modalidade artigo científico), como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

João Pessoa, _____ de _____ de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Kennedy Nascimento de Jesus
Agronomia/ FACENE

Prof. Dr. Thyago Augusto Medeiros Lira
Agronomia/ FACENE

Prof. Dr. Robson da Silva Ramos
Agronomia/ FACENE

AGRADECIMENTOS

Agradeço do fundo do meu coração a todos que tornaram possível a conclusão deste trabalho de conclusão de curso. Primeiramente, quero expressar minha gratidão a Deus, que me deu força e sabedoria para superar os desafios ao longo desta jornada acadêmica.

Ao meu orientador, Kennedy Nascimento de Jesus, meu sincero agradecimento pela orientação, paciência e confiança em meu trabalho. Sua dedicação e expertise foram fundamentais para o sucesso deste projeto. Aos professores que compartilharam seu conhecimento e nos incentivaram ao longo deste percurso, meu reconhecimento. Suas aulas e orientações foram cruciais para o desenvolvimento do meu trabalho.

Aos amigos e colegas Gardênia, Eduardo, Maria Vitória, Magno, Vinicius e Henrique, obrigado por estarem ao meu lado, compartilhando experiências e incentivando meu crescimento acadêmico. Sua amizade e apoio foram essenciais. À minha família, meus pais em particular, minha gratidão é imensa. Seu apoio incondicional, amor e encorajamento foram o alicerce que sustentou minha jornada acadêmica. Sem vocês, nada disso teria sido possível.

Por fim, quero agradecer a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho. Seja com palavras de incentivo, ajuda prática ou simplesmente acreditar em mim, sua presença foi significativa e valiosa. Muito obrigado a todos por fazerem parte desta conquista. Este trabalho é fruto do esforço coletivo e do apoio que recebi ao longo dessa jornada. Sou profundamente grato a cada um de vocês.

RESUMO

A diversidade de usos e ocupações da terra tem o potencial de provocar transformações nos ecossistemas locais, e ao longo do tempo, as práticas de manejo adotadas podem acelerar os processos de degradação ou conservação do solo. Práticas inadequadas na agricultura, por exemplo, podem resultar na erosão do solo, com consequências que incluem a diminuição da produtividade, expansão das áreas agrícolas, assoreamento e poluição de recursos hídricos, além da perda de diversidade de espécies. Notavelmente, o cultivo convencional tem um impacto específico, pois reduz a quantidade de carbono orgânico armazenada no solo, liberando dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, o que contribui para o aumento do efeito estufa. Portanto, a gestão inadequada deste recurso agrava a mineralização da matéria orgânica, resultando na liberação significativa de carbono previamente retido no solo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos diferentes usos e cobertura da terra na qualidade estrutural do solo, utilizando a metodologia do Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES). O estudo foi desenvolvido na Fazenda Escola Nova Esperança, situada no município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, sob diferentes usos e coberturas: remanescente de Mata Atlântica, pastagem conservada, pastagem degradada e áreas agrícolas. As áreas destinadas às atividades agrícolas e com pastagem degradada tiveram a qualidade estrutural avaliada como regular, apresentando qualidade estrutural do solo baixa. Por outro lado, áreas de vegetação nativa e pastagens conservadas apresentam resultados satisfatórios, destacando o papel crucial da preservação da vegetação na conservação da qualidade estrutural do solo. Além disso, os resultados indicam que a qualidade da estrutura do solo pode ser melhorada com práticas adequadas de manejo, como a conservação de pastagens, por exemplo.

Palavras-chave: DRES; Estrutura do solo; Saúde do solo; Degradação do solo; Argissolo.

ABSTRACT

The diversity of land uses and occupations has the potential to cause transformations in local ecosystems, and over time, the management practices adopted can accelerate soil degradation or conservation processes. Inadequate practices in agriculture, for example, can result in soil erosion, with consequences including reduced productivity, expansion of agricultural areas, sedimentation, water resource pollution, and loss of species diversity. Remarkably, conventional cultivation has a specific impact, as it reduces the amount of organic carbon stored in the soil, releasing carbon dioxide (CO₂) into the atmosphere, contributing to the greenhouse effect. Therefore, improper management of this resource exacerbates the mineralization of organic matter, resulting in the significant release of carbon previously retained in the soil. Therefore, the aim of this study was to assess the influence of different land uses and cover on soil structural quality using the Rapid Soil Structure Diagnosis (DRES) methodology. The study was conducted at the Nova Esperança Farm School, located in the city of João Pessoa, the capital of the state of Paraíba, under different uses and covers: Atlantic Forest remnants, conserved pasture, degraded pasture, and agricultural areas. Areas designated for agricultural activities and degraded pasture had their soil structural quality assessed as poor, showing low soil structural quality. On the other hand, native vegetation areas and conserved pastures showed satisfactory results, highlighting the crucial role of preserving vegetation in conserving soil structural quality. Furthermore, the results indicate that soil structure quality can be improved with proper management practices, such as pasture conservation, for example.

Keywords: DRES; Soil structural; Soil health; Soil degradation; Argisol.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Usos e cobertura da terra na Fazenda Escola Nova Esperança, João Pessoa - PB.
.....13
- Figura 2** - Avaliação da estrutura do solo. (A) presença de atividade biológica em meio aos agregados; (B) amostra retirada da área de agricultura; (C) tamanho dos agregados em malha de 7 cm e 4 cm; (D) amostra após manipulação.....15
- Figura 3** - Chave de classificação responsável por auxiliar a atribuição de notas do Diagnóstico Rápido das Estruturas do Solo (DRES)..... 16
- Figura 4** - Índice de Qualidade Estrutural do Solo (IQES), sob vários usos e cobertura da terra, avaliados em um ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico (PAd típico), na Fazenda Escola Nova Esperança, João Pessoa – PB..... 19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índice de qualidade estrutural das amostras (IQEA) sob diversos usos e coberturas da terra.....17

Tabela 2 - Valores de F obtidos pela análise de variância para a variável IQES, sob diversos usos e coberturas da terra, no município de João Pessoa, PB.....17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MATERIAL E MÉTODOS	12
ÁREAS ANALISADAS	13
HISTÓRICOS DAS ÁREAS.....	14
COLETA E MANIPULAÇÃO DAS AMOSTRAS	14
CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO E ATRIBUIÇÃO DE NOTAS	15
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4 CONCLUSÃO	21
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
REFERÊNCIAS	22

QUALIDADE ESTRUTURAL DO SOLO SOB DIVERSOS USOS E COBERTURAS DA TERRA

STRUCTURAL QUALITY OF THE SOIL UNDER VARIOUS USES AND LAND COVERS

RESUMO

A diversidade de usos e ocupações da terra tem o potencial de provocar transformações nos ecossistemas locais, e ao longo do tempo, as práticas de manejo adotadas podem acelerar os processos de degradação ou conservação do solo. Práticas inadequadas na agricultura, por exemplo, podem resultar na erosão do solo, com consequências que incluem a diminuição da produtividade, expansão das áreas agrícolas, assoreamento e poluição de recursos hídricos, além da perda de diversidade de espécies. Notavelmente, o cultivo convencional tem um impacto específico, pois reduz a quantidade de carbono orgânico armazenada no solo, liberando dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, o que contribui para o aumento do efeito estufa. Portanto, a gestão inadequada deste recurso agrava a mineralização da matéria orgânica, resultando na liberação significativa de carbono previamente retido no solo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos diferentes usos e cobertura da terra na qualidade estrutural do solo, utilizando a metodologia do Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES). O estudo foi desenvolvido na Fazenda Escola Nova Esperança, situada no município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, sob diferentes usos e coberturas: remanescente de Mata Atlântica, pastagem conservada, pastagem degradada e áreas agrícolas. As áreas destinadas às atividades agrícolas e com pastagem degradada tiveram a qualidade estrutural avaliada como regular, apresentando qualidade estrutural do solo baixa. Por outro lado, áreas de vegetação nativa e pastagens conservadas apresentam resultados satisfatórios, destacando o papel crucial da preservação da vegetação na conservação da qualidade estrutural do solo. Além disso, os resultados indicam que a qualidade da estrutura do solo pode ser melhorada com práticas adequadas de manejo, como a conservação de pastagens, por exemplo.

Palavras-chave: DRES; estrutura do solo; saúde do solo; degradação do solo; argissolo.

ABSTRACT

The diversity of land uses and occupations has the potential to cause transformations in local ecosystems, and over time, the management practices adopted can accelerate soil degradation or conservation processes. Inadequate practices in agriculture, for example, can result in soil erosion, with consequences that include decreased productivity, expansion of agricultural areas, siltation and pollution of water resources, in addition to the loss of species diversity. Notably, conventional cultivation has a specific impact as it reduces the amount of organic carbon stored in the soil, releasing carbon dioxide (CO₂) into the atmosphere, which contributes to the increase in the greenhouse effect. Therefore, inadequate management of this resource

aggravates the mineralization of organic matter, resulting in the significant release of carbon previously retained in the soil. Therefore, the objective of this work was to evaluate the influence of different uses and land cover on the structural quality of the soil, using the Rapid Soil Structure Diagnosis (DRES) methodology. The study was carried out at Fazenda Escola Nova Esperança, located in the municipality of João Pessoa, capital of the state of Paraíba, under different uses and covers: remnants of the Atlantic Forest, preserved pasture, degraded pasture and agricultural areas. The areas destined for agricultural activities and with degraded pastures had their structural quality assessed as regular, with low soil structural quality. On the other hand, areas of native vegetation and conserved pastures present satisfactory results, highlighting the crucial role of vegetation preservation in conserving the structural quality of the soil. Furthermore, the results indicate that the quality of the soil structure can be improved with appropriate management practices, such as pasture conservation, for example..

KEYWORDS: DRES; soil structural; soil health; soil manipulation; argisol.

1 INTRODUÇÃO

O solo desempenha um papel fundamental na sobrevivência da humanidade, uma vez que é fonte de inúmeros recursos vitais. Além de ser o alicerce para a produção de alimentos que sustentam nossa crescente população, os solos também desempenham um papel fundamental na vida cotidiana. Portanto, a preservação e o manejo sustentável da terra tornam-se essenciais à medida que a pressão sobre esse recurso valioso continua a crescer. No entanto, práticas agropecuárias inadequadas podem provocar a erosão do solo trazendo como consequências a redução da produtividade, avanço das fronteiras agrícolas, assoreamento e contaminação dos corpos d'água, além de perda da biodiversidade (RIBEIRO *et al.*, 2016).

Segundo Primo, Menezes e Silva o solo é o maior reservatório de carbono da superfície terrestre, podendo sofrer alterações na quantidade de carbono estocado de acordo com o manejo adotado. Uma das práticas que intensificam a degradação do solo é o cultivo convencional, conforme Costa (2005) esse tipo de manejo contribui com a redução do estoque de carbono orgânico do solo, e aumenta o fluxo de C-CO₂ para a atmosfera, principalmente nos primeiros meses após aração e gradagem.

Ao provocar desestruturação dos agregados presente no solo, principalmente por meio de máquinas e implementos, a matéria orgânica que até então se encontrava na superfície do solo passa a ser homogeneizada com as partículas de solo, intensificando a exposição da matéria orgânica ao ataque microbiano, consequentemente provocando redução do estoque de carbono no solo (MENDES *et al.*, 2003). Portanto, os manejos inadequados dos solos podem intensificar a mineralização da matéria orgânica e liberar quantidades significativas de C que se

encontravam estocados, aumentando a concentração de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera (BEDDINGTON *et al.*, 2012).

De maneira geral, o setor agropecuário é um dos grandes protagonistas nas emissões dos GEEs no mundo, e o Brasil participa ativamente desse processo, pois tem alta relevância na economia do país, contribuindo com aproximadamente 25% do PIB nacional em 2022 (CEPEA, 2023). Estima-se que as atividades agrícolas brasileiras sejam responsáveis por 75% das emissões de dióxido de carbono (CO₂), 94% das de óxido nitroso (N₂O) e 91% das de metano (CH₄) (BERTOL *et al.*, 2019).

Salton (2005) enfatiza que uma das práticas para minimizar este problema da retenção de carbono no solo é adotar práticas agrícolas sustentáveis. Essas práticas conservacionistas tendem a minimizar o impacto decorrente do uso contínuo do solo, tornando as atividades rurais o mais sustentável possível. Segundo Besen *et al.*, (2018) a adoção de práticas conservacionistas, como sistemas de cultivo direto, sistemas integrados de produção e formas de cultivo que permitam o uso sustentável do solo, promovem o aumento da entrada do carbono por meio de resíduos, desde que manejados adequadamente, essas práticas tornar-se essenciais para reduzir as emissões dos gases do efeito estufa (GEEs).

Diante dos problemas atuais, o presente trabalho objetivou avaliar a influência dos diferentes usos e cobertura da terra sobre a qualidade estrutural do solo, através da metodologia do Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES). O DRES ainda prevê atribuição de notas em decorrência da qualidade das amostras estudadas, além de informações relevantes sobre o monitoramento das atividades agrícolas, tendo como principal enfoque a recuperação e/ou manutenção da qualidade estrutural do solo, servindo como base para utilização consciente de recurso (RALISCH *et al.*, 2017).

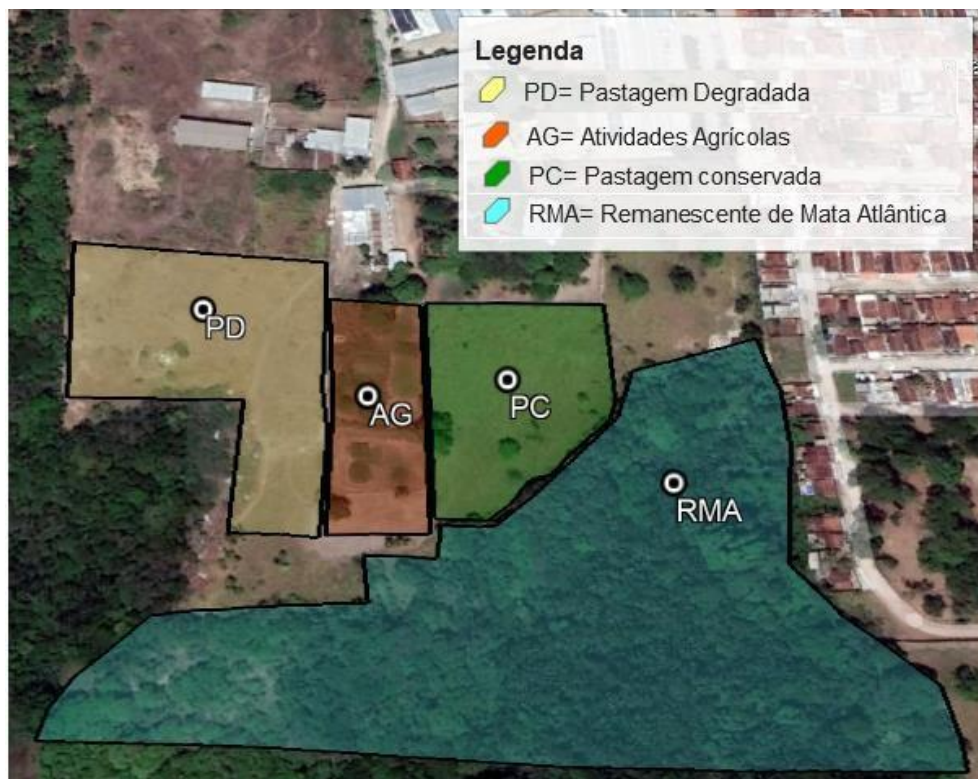
2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na fazenda escola da Faculdade de Enfermagem Nova Esperança-FACENE, localizada na Avenida Frei Galvão, Número 12 – Gramame, João Pessoa-PB, entre as coordenadas geográficas de latitude: 7°12'19.87"S e Longitude: 34°51'28.40" O, em um ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico (PAd típico) (SANTOS *et al.*, 2023). Conforme a classificação bioclimática de W. Köppen (1884). O clima da região é classificado como quente e úmido, com precipitação média anual de 1019 mm.

ÁREAS ANALISADAS

Durante os meses de setembro e outubro de 2023, foram realizadas as coletas de campo, sendo coletadas 5 amostras em cada uma das áreas de estudo. As áreas foram cuidadosamente separadas com base em suas características visuais e em relação à forma de utilização da terra (Ver Figura 1). Para este estudo, foram utilizados quatro tratamentos distintos: Remanescente de mata atlântica, pasto conservado, pasto degradado e áreas de cultivos agrícolas. Cada tratamento foi submetido a cinco repetições independentes, resultando em um total de vinte amostras analisadas. Esse arranjo experimental possibilitou uma avaliação abrangente e representativa das condições e dos efeitos provocados pelas variabilidades dos manejos aplicados no local.

Figura 1 – Usos e cobertura da terra na Fazenda Escola Nova Esperança, João Pessoa- PB



Fonte: Extraído e adaptado do Google Earth.

HISTÓRICOS DAS ÁREAS

O remanescente de mata atlântica na Fazenda Escola Nova Esperança permanece sem qualquer intervenção de manejo agrícola, preservando suas características o mais próximo possível das áreas nativas. A região designada como pastagem degradada é ocupada pela *Brachiaria decumbens*, utilizada para o tráfego de máquinas, pastejo de equinos e caprinos,

exibindo evidentes sinais de degradação, como a presença de plantas espontâneas e falhas na cobertura do solo.

A pastagem conservada, sujeita a uma menor intensidade de manejo, mantém a mesma gramínea encontrada na pastagem anterior, apresentando uma cobertura vegetal mais robusta em toda a área. Essa área é destinada ao pastejo de equinos. Nas áreas dedicadas à agricultura, observa-se uma alternância dinâmica nos ciclos de cultivo, incluindo uma diversidade de culturas como milho, feijão, abóbora, olerícolas, macaxeira, berinjela, batata, abacaxi e goiabeira. Nessas áreas, o solo é submetido ao uso de grade, além da aplicação de fertilizantes químicos e orgânicos.

COLETA E MANIPULAÇÃO DAS AMOSTRAS

Mini trincheiras foram abertas, com o auxílio de uma pá reta e enxadão, onde um bloco de solo com dimensões de 20 cm de comprimento x 25 cm de profundidade x 10 cm de largura foram coletados e depositados meticulosamente em uma bandeja de madeira com dimensões 50x25x15cm, para passar pelo processo de desagregação, onde o bloco de solo foi fragmentado cuidadosamente em agregados menores, através dos seus pontos de fraqueza (linhas de fraqueza), sendo possível identificar as variações existentes entre as camadas e separá-las por limitadores (utilizando-se folhas de papelão), subdividindo a amostras em camadas, como demonstrado na Figura 2.

Figura 2– Avaliação da estrutura do solo. (A) presença de atividade biológica em meio aos agregados; (B) amostra retirada da área de agricultura; (C) tamanho dos agregados em malha de 7 cm e 4 cm; (D) amostra após manipulação

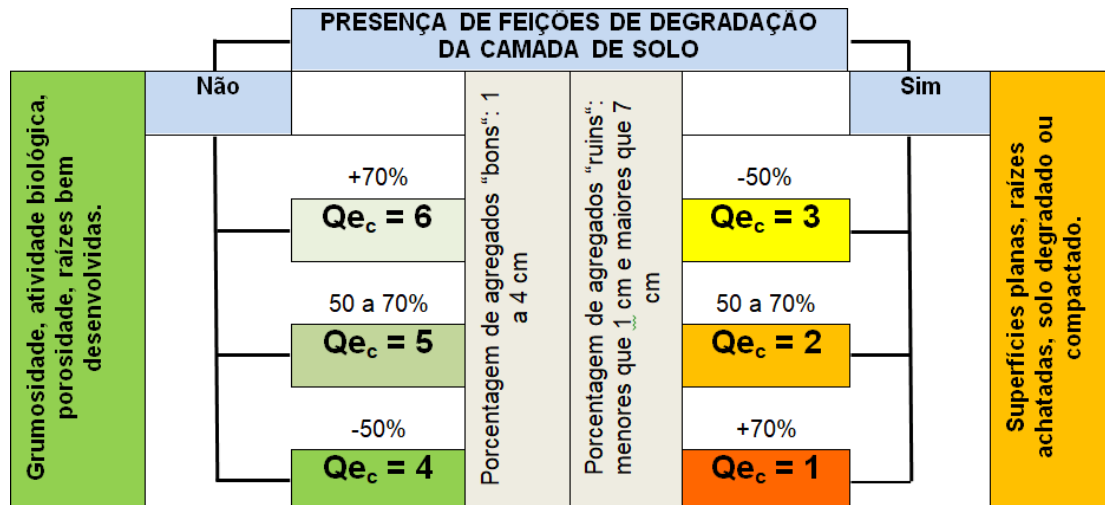


Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO E ATRIBUIÇÃO DE NOTAS

Cada camada do solo foi medida e avaliada visualmente, conforme a Figura 3, com base nos critérios: tamanho dos agregados, evidência de degradação ou preservação da estrutura do solo. Essa análise resultou na atribuição de valores referentes à qualidade estrutural da camada (Q_{ec}).

Figura 3 – Chave de classificação responsável por auxiliar a atribuição de notas do Diagnóstico Rápido das Estruturas do Solo (DRES)



Fonte: Ralisch et al., 2017

Com base nesses valores e na espessura da camada, foram realizados cálculos para determinar o índice de qualidade estrutural do solo amostrado (IQEA), conforme a equação 1:

$$IQEA = [(E_{c1} * Qe_{c1}) + (E_{c2} * Qe_{c2}) + (E_{c3} * Qe_{c3})] / E_{total} \quad (1)$$

Onde:

IQEA: índice de qualidade estrutural do solo da amostra;

E_c: espessura da camada em centímetros;

Qe_c: nota de qualidade estrutural de cada camada;

E_{total}: espessura ou profundidade total da amostra.

Após o IQEA de todas as amostras terem sido contabilizados, a gleba como um todo recebeu uma nota, que indica o índice de qualidade da estrutura do solo (IQES) conforme a equação 2.

$$IQES = (IQEA_1 + IQEA_2 + \dots + IQEA_n) / n \quad (2)$$

Onde:

IQES: índice de qualidade estrutural do solo na gleba avaliada e

n: número total de amostras.

Após a aplicação da equação 2, foram obtidos os valores médios representativos da gleba como um todo. Esses valores foram utilizados para realizar avaliações das condições do solo com base no Índice de Qualidade Estrutural do Solo (IQES).

Após a aplicação do DRES, os dados foram submetidos ao teste de hipóteses, utilizando-se o software estatístico Sisvar®¹³, para verificar se apresentavam distribuição normal e atendiam aos critérios necessários para aplicação de um teste paramétrico. Uma vez constatada a normalidade, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA), com aplicação do teste F e os valores médios, quando significativos, foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% ($P < 0,05$) de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela apresenta todos os dados relacionados ao Índice de Qualidade Estrutural das Amostras (IQEA) em cada ponto de coleta, bem como suas áreas correspondentes, permitindo a análise do impacto na qualidade dos agregados em pontos específicos das áreas examinadas. Por exemplo, valores mais próximos de 6 indicam uma qualidade estrutural superior e, por conseguinte, uma maior estabilidade dos agregados. Enquanto valores próximos de 1 sugerem degradação ou perturbação do ambiente.

Tabela 1 – Índice de qualidade estrutural das amostras (IQEA) sob diversos usos e coberturas da terra

Usos e cobertura	P1	P2	P3	P4	P5
MA	5,0	6,0	6,0	6,0	4,5
PC	5,0	5,0	6,0	5,0	5,6
PD	5,0	4,4	3,0	1,4	2,0
AG	3,0	6,0	3,5	1,7	1,6

Legenda: MA = Remanescente de Mata Atlântica; PC = Pastagem Conservada; PD = Pastagem degradada; AG = Áreas de atividade agrícola. **Fonte:** Elaborado pelo autor, 2023.

De acordo com a análise de variância (Tabela 2), observa-se que os diferentes usos e coberturas da terra (remanescente de Mata Atlântica, áreas de pastagens e cultivo agrícola), influenciaram a qualidade estrutural dos solos avaliados pelo DRES.

Tabela 2 – Valores de F obtidos pela análise de variância para a variável IQES, sob diversos usos e coberturas da terra, no município de João Pessoa, PB.

FV	GL	SQ	QM	F
USOS E COBERTURAS	3	25,4422	8,4807	6,993*
REPETIÇÕES	4	25,4422	2,6353	2,173 ^{ns}
erro	12	14,5520	1,2126	
Total corrigido	19	50,5357		
CV(%):	25,74			
Média geral:	42,78			

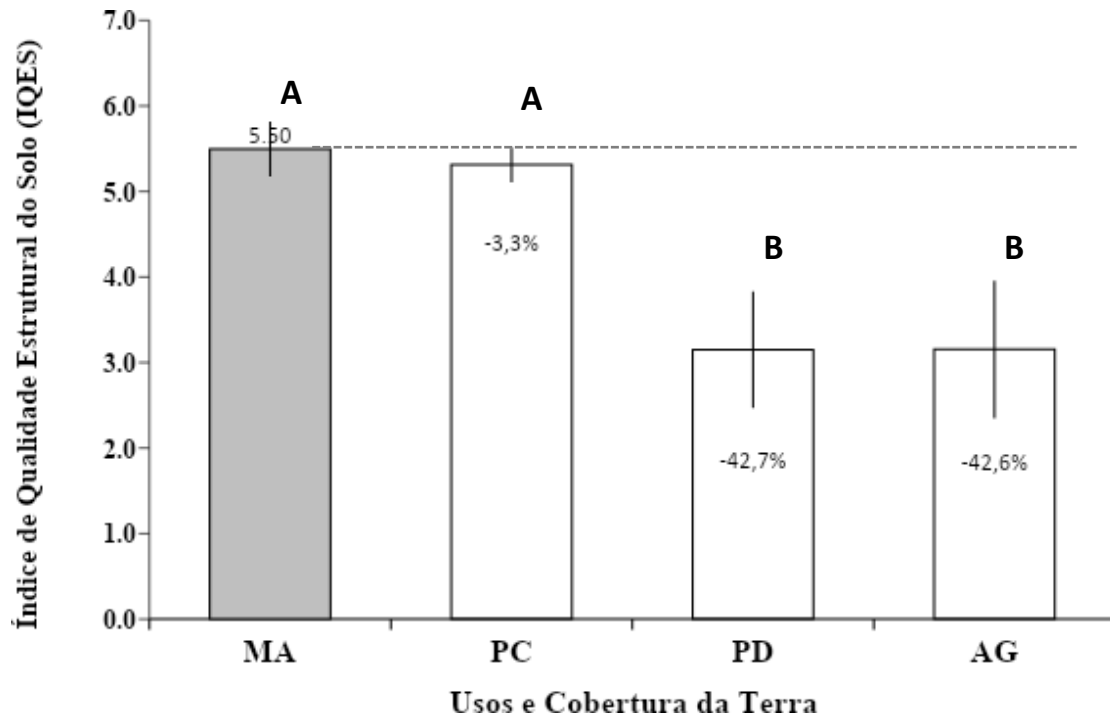
Legenda –* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo; CV (%) - Coeficiente de variância; MG – Média geral. **Fonte:** Elaborado pelo autor, 2023.

O coeficiente de variação (CV) de 25,74 revela um cenário intrigante na análise estatística dos dados coletados em um experimento agrícola. Dentro das áreas estudadas, o setor de atividades agrícolas apresenta uma notável diversidade de manejos, coexistindo diferentes práticas e abordagens dentro da mesma região experimental. Essa heterogeneidade é ainda mais evidente nos pontos de coleta, onde foram observadas culturas diversas.

A presença de culturas distintas nos pontos amostrados sugere que as variações nos valores dos agregados do solo podem ser atribuídas não apenas às características naturais do solo, mas também aos diferentes manejos agrícolas adotados. Fatores como tipos de plantio, métodos de irrigação, práticas de adubação e rotação de culturas podem contribuir para a significativa dispersão dos dados, refletida pelo coeficiente de variação.

A área de referência (remanescente de Mata Atlântica) apresentou os maiores resultados, com um IQEA variando de 4,48 a 6 (Tabela 1), e com IQES médio de 5,5, indicando uma qualidade estrutural do solo “muito boa”, diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) dos usos PD (pasto degradado) e AG (cultivos agrícolas), que apresentaram os piores resultados de IQES (Figura 4).

Figura 4 – Índice de Qualidade Estrutural do Solo (IQES), sob vários usos e cobertura da terra, avaliados em um ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico (PAd típico), na Fazenda Escola Nova Esperança, João Pessoa – PB



Legenda: MA = Remanescente de Mata Atlântica; PC = Pastagem Conservada; PD = Pastagem degradada; AG = Áreas de atividade agrícola. Barras nas colunas representam o erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. **Fonte:** Elaborado pelo autor, 2023.

A área de referência (Remanescente de Mata Atlântica) apresenta uma alta diversidade de organismos, fato comum a áreas de mata nativa. Nessas áreas, tanto a macrofauna quanto a microfauna desempenham um papel fundamental na formação de agregados do solo. Isso inclui a contribuição das minhocas, que, por meio de sua excreção, promovem a consolidação de túneis, resultando em uma melhor capacidade de retenção de água da chuva e na manutenção da sua circulação no sistema (FONTOURA, 2022). As grandes quantidades de resíduos vegetais nesses ambientes também influenciam na estrutura do solo, pois além de servir de alimento para fauna edáfica, a matéria orgânica pode influenciar na melhoria da estabilidade dos agregados, pelo fato das raízes, hifas e fungos serem considerados agentes cimentantes temporários, auxiliando na reorganização das partículas do solo e na agregação entre eles (SANTOS, 2018). Simultaneamente, resultados parecidos foram encontrados em relação ao Pasto Conservado, observando-se um IQEA variando de 5 a 6, com IQES de 5,31, também indicando uma qualidade de estrutura do solo “muito boa” (RALISCH *et al.*, 2017). Apesar de uma pequena

redução em comparativo à área de mata nativa, esse resultado indica que a manutenção adequada da vegetação em pastagens, pode contribuir significativamente para a conservação da estrutura do solo. Reforçando os resultados encontrados por Brandão e Silva (2012) onde identificaram que o sistema radicular da *Brachiaria ruziziensis* favoreceu a formação e estabilização de agregados, principalmente os de menor diâmetro.

Em contrapartida, na área destinada aos cultivos agrícolas, os resultados mostraram variações no IQEA, alternando valores de 1,59 a 6, com IQES médio de 3,15, caracterizando o solo como “regular” (RALISCH *et al.*, 2017) só evidencia que a qualidade da estrutura do solo na área de agricultura é consideravelmente baixa, o que pode ser um indicativo de práticas agrícolas que impactam negativamente a estrutura do solo, em comparação ao remanescente de mata atlântica houve uma redução significativa na qualidade estrutural solo, em torno de 43%.

A ausência de cobertura do solo em grande parte das áreas agrícolas mostra-se como um possível fator de deterioração, uma vez que para garantir a utilização sustentável da terra, é essencial adaptar os métodos de produção. Nesse contexto, a utilização de técnicas como semeadura direta sobressai, pois envolve a perturbação mínima do solo, com o propósito de preservar a camada protetora formada durante os cultivos, isso resulta na preservação e aprimoramento das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (BROWN *et al.*, 2018). Além desse fator, Sampaio e Araújo (2005) abordaram outras possíveis causas que podem estar interferindo no solo da fazenda escola, tais como a prática contínua de cultivo, que envolve a colheita de produtos agrícolas sem a reposição dos nutrientes retirados, resultando na degradação da fertilidade do solo. Nas áreas de regiões irrigadas, a utilização de águas com altos níveis de sais, a gestão inadequada dos ciclos de umedecimento e a falta de sistemas de drenagem que também podem causar problemas. O uso de maquinário pesado em solos em níveis inadequados de umidade pode resultar na compactação do solo.

Por fim, na área onde o pasto degradado se encontra, os resultados foram baixos, com um IQEA variando de 1,42 a 5,56 e um IQES médio de 3,15, caracterizando o solo como “regular” (RALISCH *et al.*, 2017). Por se tratar de uma área que não recebeu qualquer tipo de correção ou adubação, reitera o que Redin *et al.*, (2011) encontraram em seus estudos, relacionando essa situação, quando observada em regiões de pastagem com sinais de degradação, está predominantemente ligada à composição química do solo, em vez de sua estrutura física. Além disso, outro fator que pode ter contribuído para esses resultados, é o pastejo de equinos e caprinos na área, conforme Collares, Reinert e Kaiser (2011) a deterioração da integridade do solo pode se manifestar em sistemas de produção que incorporam diversos elementos, devido ao impacto do trânsito de máquinas e à pressão exercida pelo pisoteio dos

animais. Esses resultados ressaltam a importância da gestão adequada das áreas de pastagem, uma vez que o pasto degradado pode levar a uma estrutura de solo menos favorável.

4 CONCLUSÕES

Os resultados destacam variações na qualidade da estrutura do solo conforme o uso da terra. Áreas de vegetação nativa e pastagens conservadas mostram resultados satisfatórios, incentivando a viabilidade de adotar tecnologias de preservação. Em contraste, áreas de agricultura e pastagens degradadas apresentam qualidade estrutural regular, demandando melhorias no sistema de produção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que a qualidade da estrutura do solo varia de acordo com o uso da terra, com áreas de vegetação nativa e pastagens conservadas apresentando resultados satisfatórios, porém, considerando a viabilidade de incorporar novas tecnologias de preservação, pois os dois pastos estão presentes na mesma fazenda e em condições semelhantes. Caso nenhum cuidado seja tomado, o pasto conservado pode, em pouco tempo, tornar-se um pasto degradado.

Em contrapartida as áreas de agricultura e pastagens degradadas têm sua qualidade estrutural avaliada em regular, fazendo-se necessário aprimorar o sistema de produção agrícola, trazendo como alternativas para melhorar com o passar do tempo, o controle do pastejo animal, gerenciar as operações mecanizadas, diversificação de culturas incluindo espécies vegetais de alta capacidade de aporte de fitomassa aérea e raízes.

Essas informações são essenciais para orientar políticas de uso da terra e práticas agrícolas sustentáveis, visando à manutenção da saúde do solo e à promoção da agricultura e pastagens mais produtivas e sustentáveis no futuro.

REFERÊNCIAS

BEDDINGTON, J. R.; ASADUZZAMAN, M.; CLARK, M. E.; BREMAUNTZ, A. Fernández; GUILLOU, M. D.; HOWLETT, D. J. B.; JAHN, M. M.; LIN, E.; MAMO, T.; NEGRA, C.; NOBRE, C. A.; SCHOLLES, R. J.; VAN BO, N.; WAKHUNGU, J. What Next for Agriculture After Durban?. *Science*, [s. l.], v. 335, ed. 6066, p. 289-290, 2012.

BERTOL, I.; DE MARIA, I. C.; SOUZA, L. S. **Manejo e conservação do solo e da água**. 1ª Edição. Viçosa- Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2019.

CEPEA - ESALQ/USP. **PIB do Agronegócio Brasileiro - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 15 mar. 2023.

BESSEN, Marcos Renan; RIBEIRO, Ricardo Henrique; MONTEIRO, Alessandra Nardina Trícia Rigo; IWASAKI, Guilherme Seiki; PIVA, Jonatas Thiago. Práticas conservacionistas do solo e emissão de gases do efeito estufa no Brasil. **Scientia Agropecuaria**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 429-439, 2018.

BRANDÃO, Eliane Duarte; SILVA, Ivandro de França da. Formação e estabilização de agregados pelo sistema radicular de braquiária em um Nitossolo Vermelho. **Ciência Rural**, v.42, p. 1193-1199, 2012.

BROWN, V.; BARBOSA, F. T.; BERTOL, I.; MAFRA, A. L., MUZEKA, L. M. Efeitos no solo e nas culturas após vinte anos de cultivo convencional e semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.13, n.1, e5501, 2018.

COSTA, Falberni de Souza. **Estoques de carbono orgânico e efluxos de dióxido de carbono e metano de solos em preparo convencional e plantio direto no subtropico brasileiro**. Orientador: Cimelio Bayer. 2005. 145 p. Tese de Doutorado (Doutor em ciência do solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

COLLARES, G. L.; REINERT, D. J.; Reichert, J. M.; KAISER, D. M. **Compactação superficial de Latossolos sob integração lavoura: pecuária de leite no noroeste do Rio Grande do Sul**. *Ciencia Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 246-250, 2011.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A Computer analysis system to fixed effect split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FONTOURA, Eduarda Paniz. **Influência do sistema de uso e manejo sobre a qualidade física do solo avaliada pelo DRES-Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo**. 2022.

MENDES, I.C.; SOUZA, L.V.; RESCK, D.V. S.; GOMES, A.C. Propriedades biológicas em agregados de um latossolo vermelho-escuro sob plantio convencional e direto no cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 27. p. 435-443, 2003.

KÖPPEN, Wladimir. Die Wärmezonen der Erde, nach der Dauer der heissen, gemässigten und kalten Zeit und nach der Wirkung der Wärme auf die organische Welt betrachtet. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 1, n. 21, p. 5-226, 1884.

PRIMO, D. C.; MENEZES, R. C.; SILVA, T. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, v. 7, n. 5, 2 jun. 2011

RALISCH, Ricardo; DEBIASI, Henrique; FRANCHINI, Julio Cezar; TOMAZI, Michely; HERNANI, Luís Carlos; MELO, Adoildo da Silva; SANTI, Anderson; MARTINS, Alba Leonor da Silva; DE BONA, Fabiano Daniel. **Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo - DRES**. 1. ed. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2017. 64 f

REDIN, M.; SANTOS, G. F.; MIGUEL, P.; DENEGA, G. L.; LUPATINI, M.; DONEDA, A.; SOUZA, E. L. Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. **Ciência Florestal**, 21(2), 381-392. 2011.

RIBEIRO, André dos Santos; MINCATO, Ronaldo Luiz; CURI, Nilton; KAWAKUBO, Fernando Shinji. Vulnerabilidade ambiental à erosão hídrica em uma sub-bacia hidrográfica pelo processo analítico hierárquico. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s. l.], 2016

SALTON, Julio Cesar. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. Orientador: João Mielniczuk. 2005. 178 p. Tese de Doutorado (Doutor em ciência do solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, Maria do Socorro B.; SAMPAIO, Yony SB. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia**, v. 22, n. 1, p. 90-112, 2005.

SANTOS, MABEL DE OLIVEIRA. **CARBONO ORGÂNICO EM AGREGADOS DO SOLO EM CAATINGA SUBMETIDA A MANEJO FLORESTAL**. Orientador: Profa. Dra. Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia. 2018. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, VITÓRIA DA CONQUISTA BAHIA, 2018.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-9788570358004.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2023.