

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

TAILANA DOS SANTOS CONCEIÇÃO

QUALIDADE ESTRUTURAL DO SOLO EM TRÊS SISTEMAS DE USO.

**Cruz das almas, Bahia
2022**

TAILANA DOS SANTOS CONCEIÇÃO

QUALIDADE ESTRUTURAL DO SOLO EM TRÊS SISTEMAS DE USO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Colegiado de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Marcos Roberto da Silva

Coorientador: Oldair Del Arco Vinhas Costa

Cruz das Almas, Bahia

2022

TAILANA DOS SANTOS CONCEIÇÃO

QUALIDADE ESTRUTURAL DO SOLO EM TRÊS SISTEMAS DE USO

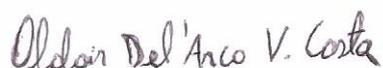
Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

COMISSÃO JULGADORA:



Prof. Dr. Marcos Roberto da Silva

**Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(Orientador)**



**Prof. Dr. Oldair Del Arco Vinhas Costa
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia**



Prof^a. Dr^a. Cláudia Bloisi Vaz Sampaio

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Cruz das Almas, 14 de Dezembro de 2022

À Deus, em primeiro lugar, por me ajudar a sempre acreditar em meus sonhos.

OFEREÇO

Aos meus Pais, Jocilene e Anderson, por sempre acreditarem em mim.
A minha tia Zeca por todo apoio e ajuda, e por me mostrar o caminho certo a seguir.
Aos meus avós Doralice e Valdino (*In memoriam*) e Lelita e Arael (*In memoriam*).
As minhas primas Kaemelle e Raíssa por todo apoio e carinho.
Aos meus tios e tias por toda compreensão e amor.

Dedico

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito.”
(Marthin Luther King)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela sua infinita bondade em colocar as pessoas certas no meu caminho e por me amar de forma tão sublime que até consigo sentir suas mãos sobre meus ombros, além de me dá força e coragem para buscar os objetivos.

Ao professor e orientador Dr. Marcos Roberto da Silva, pela amizade construída e pela contribuição na minha formação profissional e pessoal, pelo exemplo de pessoa e de um profissionalismo incontestável.

Ao professor e Coorientador Dr. Oldair Del Arco Vinhas Costa, pela contribuição em minha formação profissional e pessoal, pelos ensinamentos transmitidos, pelo exemplo de mestre e multiplicador de conhecimentos.

Aos professores Dr. Tales Muller e Me. Albany, pelo auxílio, apoio e transmissão de todos os conhecimentos possíveis, obrigado pelas boas conversas.

Aos meus Amigos e Amigas que tornaram os dias melhores em meio as turbulências da Universidade, sempre me incentivando a todo momento nessa caminhada, especialmente ao meu grupo no Whatsapp, intitulado como “Bre* da Tai”.

Ao Crea Jr Bahia, por toda gama de conhecimento e aprimoramento de qualidades durante minha estância.

Ao GEPSOA por todos os conhecimentos adquiridos durante o período e pela ajuda durante a aplicação do TCC.

Á minha mãe Jocilene dos Santos Pantaleão e meu pai Anderson Dias da Conceição, pelo amor, carinho e compreensão.

Á minha Tia Zeca que me incentivou cada dia, a buscar sempre algo a mais.

Á minha família Santos & Conceição pelo amor, carinho e conselhos.

Á minha mãe Mexicana Laura Peralta e tua Família, que me auxiliou e me deu muito carinho e amor durante meu intercâmbio/ pandemia no México, Gracias cariño, te quiero mucho.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação profissional.

RESUMO

Diferentes fatores podem limitar a eficiência de um sistema produtivo, o solo é um desses fatores. A qualidade do solo, relacionado as condições físicas, químicas e biológicas, a depender do manejo, podem ter influência de forma positiva ou negativa na eficiência do sistema produtivo. Os métodos visuais de avaliação dos solos são mais rápidos comparados aos laboratoriais e acrescentam na avaliação, além da identificação de problemas frequentes no solo. Utilizar métodos rápidos e visuais para estimar a qualidade do solo é a melhor alternativa para pequenos produtores que dispõem de pouca ou nenhuma condição de viabilizar análises mais complexas e de alto custo, desse modo o objetivo do trabalho foi a aplicação de métodos para avaliação rápida da estrutura do solo, com diferentes usos, no Campo Experimental da UFRB, através dos métodos de campo DRES (Diagnóstico Rápido de Estrutura do Solo) e VSA (Análise Visual do Solo). As análises dos solos realizadas em campo evidenciaram que práticas de manejo na área de cultivo agrícola convencional reduziram a qualidade do solo. Com a aplicação dos métodos foi demonstrado que o uso de determinados parâmetros sugeridos demanda adequação, conforme o solo estudado, para que as características em análise sejam evidenciadas em diferentes ambientes. O sistema de plantio direto apresentou o melhor índice de qualidade de solo comparado com todas as áreas estudadas, a partir dos métodos utilizados nesse trabalho, demonstrando ser uma alternativa de manejo que permite a melhoria das características do solo. As práticas inadequadas de manejo em área de cultivo agrícola convencional reduziram a qualidade do solo, principalmente por perdas da estrutura e por processos erosivos do solo. O uso de diagnósticos morfológicos dos solos se constitui em uma ferramenta promissora, de baixo custo e eficiente para a avaliação da qualidade, de forma a orientar práticas de manejo que minimizem a degradação dos mesmos e que seja difundida por pequenos produtores que desejam uma avaliação, rápida, eficiente e de baixo custo.

Palavras-Chave: DRES. VSA. Visual.

ABSTRACT

Different factors can limit the efficiency of a production system, the soil is one of these factors. The quality of the soil, related to the physical, chemical and biological conditions of the soil, depending on the management, can influence positively or negatively the efficiency of the production system. The visual methods are faster compared to the laboratorial ones and add in the same way of knowledge, besides the identification of frequent problems in the soil. Using fast and visual methodologies to estimate the quality of the soil is the best alternative for small producers who have little or no condition to enable more complex and expensive analysis, thus the objective of the work was to apply methods for rapid assessment of soil structure in the Experimental Field of UFRB, through the DRES and VSA field methods. The management practices in the area of conventional agricultural cultivation reduced the quality of the soil, with the methods was demonstrated that with the use of these parameters demand adequacy according to the soil studied, so that the characteristics are evidenced for all soils. The no-till farming system showed the best soil quality index compared to all the areas studied and the methods used in this work, demonstrating an alternative that allows the improvement of soil characteristics. The inadequate management practices in conventional farming areas reduced the quality of the soil, mainly by loss of structure and by soil erosion processes. The use of morphological soil diagnostics constitutes a promising, low-cost and efficient tool for the evaluation of quality, in order to guide management practices that minimize soil degradation and to be disseminated by small producers who desire a fast, efficient and low-cost evaluation.

Keywords: DRES. VSA. Visual.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Histórico de uso e manejo das áreas selecionadas.....	15
TABELA 2 - Índice de qualidade estrutural do solo (IQES) para a gleba avaliada, segundo o método DRES.....	18
TABELA 3. Referência para a classificação do processo erosivo em Latossolo Amarelo Distrocoeso, com base na espessura do Horizonte A.....	19
TABELA 4. Referência para coloração de Latossolo Amarelo Distrocoeso, segundo a Carta de Munsell.....	19
TABELA 5. Teor de umidade com base na amostra recolhida no dia da avaliação e análise dos métodos.....	20
TABELA 6. Atribuição de notas e indicativo sobre o IQEA.....	21
TABELA 7. Pontuações em relação as notas relacionadas ao IQES.....	23
TABELA 8. Validação dos parâmetros do VSA em relação as áreas coletadas.....	24
TABELA 9. Espessura média do horizonte A de Latossolo Amarelo Distrocoeso em diferentes sistemas de manejo do solo.....	26
TABELA 10. Cor (valor e croma) de Latossolo Amarelo Distrocoeso com matiz 10YR de áreas com diferentes manejos.....	27

LISTA DE ABREVEATURA E SIGLA

CEPLAC	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
DRES	Diagnóstico Rápido de Estrutura do Solo
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EC	Espessura da Camada em Centímetros;
ETOTAL	Espessura ou Profundidade Total da Amostra.
IQEA	Índice de Qualidade Estrutural do Solo
IQES	Índice de Qualidade Estrutural do Solo na Gleba Avaliada
MU	Massa do Solo Úmido
MS	Massa do Solo Seco
N	número total de amostras.
QEC	Nota de Qualidade Estrutural de Cada Camada
SPC	Sistema Plantio Convencional
SPD	Sistema Plantio Direto
TM	Talhão Memória
U	Representa o Teor da Umidade do Solo em Porcentagem
UFRB	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
VSA	Análise Visual do Solo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
2.1 Parâmetros de uso e manejo do solo e sua influência sobre os atributos.....	11
2.2 Diagnostico rápido de estrutura do solo.....	12
2.3 Avaliação visual do solo.....	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1. Caracterização e descrição da área de estudo.....	15
3.2 Métodos de análise e amostragem do solo.....	16
3.3 Análise do solo utilizando-se o Dress.....	17
3.4 Análise do solo utilizando-se o VSA.....	18
3.5 Teor de umidade do solo.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 Teor de umidade do solo.....	21
4.2 Classe de tamanhos do agregados.....	21
4.3 Índice de qualidade estrutural do solo (IQES).....	24
4.4 Avaliação conforme o VSA.....	26
4.5 Erosão do solo.....	28
4.6 Cor do solo.....	29
5. CONCLUSÕES.....	31
6. REFERÊNCIAS.....	32
7. ANEXOS.....	37

1. INTRODUÇÃO

O solo é um dos recursos mais importantes que se tem, por ser natural, dinâmico e um ambiente que abriga organismos vivos. Seu funcionamento adequado é vital para todo o ecossistema e para a manutenção da vida na terra. O solo é um bem precioso e precisa ser manejado de forma adequada, sem que o processo interfira em outros sistemas que interagem com ele. O manejo inadequado do solo pode trazer prejuízos imensuráveis para todo o sistema, desse modo, visando à continuidade da produção agrícola, o manejo deve ser adequado, com utilização de técnicas agrícolas eficientes, para que o solo continue produtivo.

As práticas diferenciadas de manejo e os cultivos utilizados interferem nos atributos físicos, químicos e biológicos dos solos, influenciando de formas diferentes o desenvolvimento das plantas (PRAZERES et al., 2019). Dentre as formas de manejo conhecidas, o preparo convencional pode reduzir a fertilidade do solo, principalmente pela vulnerabilidade dessas áreas cultivadas em comparação as áreas não cultivadas, podendo causar erosão, além da retirada dos nutrientes pela colheita de culturas (MALAVOLTA et al., 2000).

O desenvolvimento radicular das culturas está diretamente relacionado à estrutura do solo. Desta forma, a avaliação do comportamento do sistema radicular das plantas, com base nas estruturas das camadas, favorece a percepção de compactação do solo, pois, quando o mesmo é manejado de forma errônea pode ocorrer um impedimento ao desenvolvimento das raízes, que não conseguem adentrar ao solo (ROCHA, 2010).

Os índices de qualidade do solo são parâmetros bastante utilizados, para a sua conservação, principalmente vinculado às práticas que visem à sustentabilidade, que leva a um processo produtivo e minimiza os danos causados pela ação antrópica. A qualidade do solo tem efeitos na produtividade, os padrões de qualidade exigem determinada complexidade por conta dos fatores envolvidos, além de serem dependentes de fatores externos, como as práticas de uso e manejo, levam em conta as interações entre o ecossistema e o objetivo a ser alcançado. O processo de avaliação da qualidade do solo compreende a seleção e utilização de indicadores que demonstrem o quanto o manejo reflete na qualidade dos seus atributos físicos, químicos e biológicos, avaliando, desta forma, as diferenciações dos solos manejados. (ROCHA, 2010).

Os resultados dos indicadores gerados a partir de análises obtidas por métodos laboratoriais são os mais utilizados atualmente, pois são ferramentas mais sensíveis e padronizadas para as orientações mais precisas no manejo, no entanto, demandam custo mais

elevado e tempo para que estejam prontos. A rápida avaliação da qualidade do solo é fundamental na determinação da eficiência do sistema de manejo utilizado, por possibilitar a identificação de áreas com problemas e permitir monitorar mudanças em relação à qualidade ambiental. Desse modo, a identificação eficiente de indicadores apropriados para estes tipos de avaliações, depende da utilização de múltiplos fatores, capazes de desempenhar e evidenciar os atributos prejudiciais para melhor utilização do solo (NIERO et al., 2010).

Considerando os aspectos apresentados, utilizar métodos rápidos e visuais para estimar a qualidade do solo pode ser uma alternativa viável para agricultores familiares, que dispõem de pouca ou nenhuma condição de viabilizar análises mais complexas e de alto custo. Nesse contexto o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade da estrutura do solo, em três sistemas de uso, no campo experimental do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, aplicando-se dois métodos de análises visuais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Parâmetros de uso e manejo e sua influência sobre os atributos dos solos

A produção sustentável dos solos é imprescindível para a preservação da biodiversidade, o que assegura segurança alimentar e o desenvolvimento agrícola, beneficiando a sociedade, gerando benefícios socioeconômicos aos grandes e pequenos produtores rurais que dependem do solo e da sua conservação (FAO, 2019).

Os solos, submetidos a determinados sistemas produtivos, refletem em diversas manifestações de seus atributos, podendo ser desfavoráveis ou não a capacidade produtiva destes solos, e nisso causar efeitos talvez não reversíveis se manejados inadequadamente (CARDOSO, 2014). Os impactos sobre os atributos do solo são devido ao tipo de preparo, sendo propício de cada sistema, favorecendo o revolvimento e o trânsito de máquinas, além do manejo de resíduos da cultura e das condições de umidade durante o preparo. A qualidade do solo está diretamente relacionada ao manejo do solo, avaliada pelos indicadores físicos, químicos e biológicos (BALOTA, 2017).

Os indicadores físicos estão associados com o arranjo das partículas e o espaço poroso do solo, sendo elas de grande importância, visando os processos hidrológicos que ocorre no solo, incluindo a densidade, porosidade, estabilidade de agregados, textura, encrostamento superficial, condutividade hidráulica, resistência a penetração, profundidade de enraizamento, capacidade de água disponível e percolação da água; esses atributos são utilizados como indicadores da qualidade do solo, visto que, limita o crescimento radicular e a disponibilidade, e o movimento da água, influenciando na produtividade das culturas (REVISTA CULTIVAR, 2015; GOMES & FILIZOLA, 2006).

Os microrganismos presentes no solo representam a sua parte viva, considerados como bioindicadores sensíveis, podendo desempenhar funções essenciais, além do seu papel fundamental na decomposição da matéria orgânica do solo (MOS), ciclagem e produção de nutrientes e metabólitos essenciais (RIBEIRO et al., 2022; ARAÚJO et al., 2012). Segundo Balota (2017), os indicadores usados frequentemente como indicadores de qualidade do solo são números e grupos de microrganismos, biomassa microbiana, nesse caso, produtos dos metabólitos, atividade microbiana como as enzimas do solo, fauna, estruturas e comunidades.

Os métodos laboratoriais do solo, são de extrema importância e os mais usados na identificação de parâmetros benéficos ou maléficos na porção do solo, é uma ferramenta que auxilia na escolha do sistema de manejo mais eficiente, na adubação, na avaliação de pH, microbiota, entre outros, os resultados das análises serviram para as devidas correções, para a maior eficiência do seu cultivo e qualidade da sua produção. Os métodos laboratoriais, são

indispensáveis ferramentas para o manejo, além de serem preciso e exatos, no entanto, na maioria das vezes são caros e demoram um pouco mais de tempo para se obter ~~saír~~ o resultado, além disso, necessita de um profissional capacitado para que as análises sejam representativas e devidamente interpretadas (NIERO et al., 2010).

As características morfológicas são aquelas presentes naturalmente e observáveis ou perceptíveis ao tato, indispensáveis para o uso das metodologias visuais, dos parâmetros benéficos no solo, no entanto, são pouco difundidos como indicadores de qualidade do solo.

A avaliação rápida da qualidade do solo é uma estratégia bastante significativa para o planejamento agrícola, visto que, os métodos rápidos possibilitam a identificação do problema, o processo para aprimorar e melhorar os sistemas de manejo, além de promover a sustentabilidade, aumenta a produtividade e a preservação (AMADO et al., 2007). Os indicadores visuais utilizam as observações diretas, como exposição do solo, mudança de cor, escoamento superficial, o estado das plantas, como formas de identificação sobre a qualidade do solo. Entretanto, é estritamente necessário o desenvolvimento de metodologia de diagnósticos rápidos e genuínos para se avaliar a qualidade estrutural do solo, facilitando a vida do produtor rural e do próprio técnico, a fim de obter informações que permitam diagnosticar e tomar decisões assertivas (GUIMARÃES et al., 2011).

2.2. Diagnóstico rápido da estrutura do solo

Os métodos convencionais são bastante utilizados para as medições das propriedades físicas e químicas. Os métodos biológicos ainda são pouco difundidos entre os produtores, no entanto, são relacionados a qualidade do solo, utilizando os conhecimentos metodológicos e os resultados da utilização de equipamentos e laboratórios. O Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo, também conhecido como DRES é um método de fácil aplicação, utilizado para qualificar a estrutura da camada superficial do solo, segundo Ralich et al., (2017a) é baseado em características morfológicas, de amostras retiradas de horizontes ou camadas superficiais dos solos.

O método DRES, foi aplicado por Da Costa et al., (2020) em uma área homogênea de dez hectares cada gleba; a primeira gleba foi cultivada soja como safra e milho como segunda safra com manejo intensivo dessas culturas e na segunda gleba, ~~teve~~ consórcio de milho, e nas entre linhas capim BRS Piatã a lanço + guandu cv. BRS Mandarin, foram utilizadas cinco amostras em cada gleba (duas). As avaliações no estudo consistiram na observação do tamanho e da forma dos agregados e torrões, presença ou não de feições de compactação, a forma e sentido das fissuras, rugosidade das faces após a ruptura, a resistência dos torrões a

ruptura, sua distribuição e aspecto do sistema radicular e evidências de atividade biológica. A partir das amostras retiradas e avaliação dos critérios característicos desse método, atribui-se a pontuação de 1 a 6, em que 6 indica uma excelente condição estrutural, e 1 representa solo desestruturado (RALISCH et al., 2017a, 2017b). A presença guandu no consórcio com milho e capim, impactou positivamente na estrutura do solo, evidenciando que o uso continuado de espécies de sistema radicular pivotante pode resultar em melhor estrutura do solo (DA COSTA et al., 2020). Desse modo, Da Costa et al., (2020) evidencia que o DRES é uma ferramenta utilizada para auxiliar no diagnóstico do solo, minimizando a necessidade de análises mais onerosas, visando eliminar práticas mecanizadas desnecessárias e auxílio na identificação da camada afetada do solo.

Silva et al., (2017), exhibe que com a aplicação do DRES é possível avaliar a qualidade da estrutura do solo atribuída a área estudada e a área apresenta características estruturais adequadas para o plantio das frutíferas, como sugere o autor. É possível indicar o aprimoramento do sistema de produção com a diversificação de culturas, incluindo espécies vegetais que tenham alta capacidade de aporte de fitomassa aérea e raízes para a manutenção e melhoramento do solo.

Zebalos et al. (2018), estudou duas áreas de pastagens utilizando o método visual, visando avaliar a qualidade estrutural do solo: a primeira propriedade é a Fazenda Boa Esperança, que pertence ao ramo da pecuária de corte a duas décadas, obtendo em sua extensão três lotes de amostragem com dez hectares cada, na primeira área a forrageira presente era a *Panicum maximum* cv. Mombaça há dezenove anos; A segunda área tem também o Mombaça mais há dois anos; A terceira área era composta por capim MG5 *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés plantado a um ano e meio, ~~nessa área,~~ nessa área a pastagem anterior apresentava sinais de degradação, e não foi realizada nenhuma prática de correção do solo ou adubação nessas áreas. Na segunda propriedade, a Fazenda Boa Sorte, que é utilizada também para pecuária de corte, foi avaliada uma área de dez hectares com capim braquiária *Brachiaria decumbens* plantado há dois anos, nenhuma correção foi realizada nessa área. Após a coleta de três amostras em cada área, foram avaliadas conforme o DRES, concluiu-se que a avaliação da qualidade da estrutura do solo é útil para auxiliar os produtos nos manejos necessários na área, além de que o autor ainda evidencia que a melhoria da produção não está somente relacionada a parte química do solo.

O DRES auxilia na identificação e principalmente no uso do solo, nesse sentido evidencia o manejo mais adequado para as diferentes situações que o solo é classificado,

podendo ser aplicado por técnicos de diferentes áreas e agricultores, para identificar solos com problemas na estrutura.

2.3 Avaliação visual do solo

A Avaliação Visual do Solo também conhecida como VSA é um dos métodos mais simples, seus parâmetros de avaliação e metodologia diferem em relação aos solos cultivados e sob pastagem. Nesse método são analisados vários indicadores visuais, entre eles a textura, porosidade, estrutura do solo, presença de mosqueados, cor, cheiro, presença de minhocas, profundidade efetiva das raízes, suscetibilidade a erosão, ocorrência de acúmulo de água na superfície e tipo de relevo superficial da área amostrada.

O uso da avaliação visual do solo é evidenciado por NIERO et al. (2010) como uma ferramenta prática e sensível às alterações do manejo, no entanto, deve ter seus parâmetros confirmados para serem utilizados em outros tipos de solos. Com base no solo estudado, o Latossolo Vermelho distroférico típico, de maneira geral os índices de qualidade do solo com base em análises laboratoriais, conseguem obter resultados satisfatórios, porém a avaliação da análise visual do solo, não diferenciou os sistemas de manejo avaliados nesse trabalho, desse modo sugere modificações para o método utilizado, por conta do seu reduzido número de classes, além da sua comprovação em outros tipos de solos visando a melhor classificação visual.

Marques (2014) avaliou uma área com solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, sob os diferentes sistemas de manejo adotados. Na área em questão, cultivada com lima ácida tahiti (*Citrus aurantifolia*) o VSA, possibilitou encontrar diferenças entre os tratamentos, no entanto, o método não conseguiu diferir entre os sistemas de manejo aplicados.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização e descrição da área de estudo

As áreas de estudo estão localizadas na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, município de Cruz das Almas-BA (12° 40' 12" S, 39° 06' 07" W, altitude de 220 m). O clima local caracteriza-se como tropical quente e úmido com estação seca no verão, do tipo Aw a Am segundo a classificação de Köppen, temperatura média anual é de 24,5 °C, e pluviosidade média anual de 1.224 mm (Cruz das Almas, 2022), com variações entre 900 e 1.300 mm (Guimarães & Lopes, 2015). De acordo Rodrigues et al., (2009) no município predominam Latossolo Amarelo Distrocoeso típico e Argissolo Amarelo Distrófico e ocorrem, em menor proporção, Planossolo Háplico Distrófico, Luvisolo Háplico Órtico e Gleissolo Húmico Eutrófico. Na área do campus da UFRB os solos predominantes são Latossolos e Argissolos Amarelos Distrocoesos (RODRIGUES et al., 2009; GOMES et al., 2012).

Para a realização deste estudo e diagnóstico visual foram selecionadas três áreas com diferentes usos conforme descrição apresentada na Tabela 1. O diagnóstico foi realizado em uma área de Sistema de Plantio Convencional (SPC), uma área de Sistema Plantio Direto (SPD) e uma área denominada Talhão Memória (TM).

TABELA 1 - Histórico de uso e manejo das áreas selecionadas.

Sistemas	Coordenadas Geográficas	Descrição do uso e manejo
Sistema de Plantio Convencional (SPC)	12° 39' 26,006" S 39° 4' 52,529" W	A área de plantio convencional apresenta sequência de plantios de culturas de ciclos curtos como mandioca, amendoim, milho, abóbora, entre outras, preferencialmente, utilizada pela própria universidade para a produção e implantações de culturas da região, anteriormente utilizada como pastagem, com predomínio de <i>Urochloa ssp.</i> , por mais de 30 anos e há mais ou menos 15 anos. Nessa área inicialmente foi realizada uma calagem em 2008, o preparo do solo e o revolvimento de ocorre a cada ano, utilizando uma aração e duas gradagens e adubação com NPK de acordo com a necessidade da cultura implantada. Periodicamente realiza-se capinas com enxadas.
Sistema Plantio Direto (SPD)	12° 39' 29,178" S 39° 4' 52,457" W	A área experimental apresenta um histórico de cultivo sob pastagem de mais de 50 anos, com predomínio de <i>Urochloa ssp.</i> . No início do ano de 2009 ocorreu o processo de conversão para o SPD, após as análises físicas e químicas da área, realizou-se o preparo do solo para adequação química, com aplicação de corretivos e adubos e para eliminar limitação física (adensamento e compactação) que impedia o desenvolvimento das plantas, realizou-se operações e aração, gradagem e subsolagem. Desta forma, a área está destinada ao Sistema Plantio Direto (SPD) há exatamente 15 anos de produção. Ao longo dos anos foi utilizada culturas comerciais e não comerciais em rotação e consórcio, para produção de biomassa como <i>Braquiaria ruziziensis</i> e <i>crotalaria juncea</i> . Em seguida, foi utilizado um consórcio entre diversas cultivares, como: o girassol, feijão de porco, milheto, sorgo, braquiária, entre outras. Atualmente está sendo implantado o experimento da Agrisus, utilizando cobertura vegetal,

		realizando o plantio de mandioca sobre palhadas de culturas como milho e crotalaria; mucuna e milho; milho e feijão guandu; brachiaria e crotalaria, divididas em blocos com quatro repetições.
Talhão Memória (TM)	12° 39' 29,657'' S 39° 4' 55,978'' W	A área de restauração florestal denominada “Talhão Memória”, possuía um bosque de jaqueiras e outras fruteiras, com espécies de pastagens no sub-bosque, com predomínio de <i>Urochloa ssp.</i> , por mais de 50 anos. No ano de 2012 iniciou-se um processo de restauração florestal, com a introdução de, aproximadamente, 800 mudas florestais nativas. A área em descanso tem em torno 0,8 ha, e durante três vezes ao ano ocorre o coroamento e roçagem para a manutenção dos resíduos orgânicos, com a finalidade de promover a ciclagem dos componentes do solo.

Fonte: Elaboração própria com base em dados de LADEIRA, F.L. (2017).

Visando analisar atributos dos solos com base em visualizações e descrições morfológicas, com a finalidade de destacar problemas aparentes de cada área, foram utilizados os métodos de diagnóstico rápido da estrutura do Solo (DRES) e da avaliação visual do solo (VSA), com cinco diferentes avaliadores propostos, respectivamente, por Ralich et al. (2017) e Shepherd (2009).

3.2 Métodos de análise e amostragem do solo

As coletas foram realizadas no mês de agosto de 2022, evitando-se o período muito úmido ou de estiagem prolongada, para não comprometer as avaliações, uma vez que o teor de água no solo afeta a sua consistência, podendo ocasionar o esboroamento ou endurecimento das amostras. Desta forma, as coletas foram realizadas nas condições mais próximas da consistência friável do solo

Antes da realização da coleta foi indispensável a limpeza da área, ou seja, a retirada da cobertura vegetal no local da amostragem. Para início das análises foi necessário a abertura de minitrincheiras de 40,0 cm de comprimento, 30,0 cm de largura e 40,0 cm de profundidade com o auxílio de uma pá de corte e de um enxadão.

As minitrincheiras foram dispostas perpendicularmente nas linhas de cultivo. Para avaliação com cada método foi realizada a remoção dos blocos de solos com 10,0 cm de espessura, 20,0 cm de largura e 25,0 cm de profundidade. As amostras foram retiradas nos lados com maiores comprimentos utilizando-se a pá de corte reta. Depois da coleta e organização do material do solo, foram feitas análises e avaliações das amostras considerando cada método. Os resultados obtidos após as análises foram apenas discutidos.

Após a devida organização, os agregados foram comparados conforme as referências fornecidas pelos métodos de análise (DRES ou VSA), utilizando a chave de avaliação. Foram

marcadas as devidas pontuações e comparadas, com o que está na descrição e análises referentes aos métodos.

3.3 Análise do Solo utilizando-se o DRES

Para a análise DRES cada bloco de solo é colocado dentro de uma bandeja, onde é delicadamente fragmentado em torrões observando os agregados do solo em relação as linhas e fissuras geradas durante o seu rompimento.

Para o DRES foram consideradas notas de um a seis, às amostras de cada camada (Qe0), sendo a nota seis atribuída as amostras com maiores índices de conservação, segundo o método, e igual ou inferior a três com indicativos de degradação.

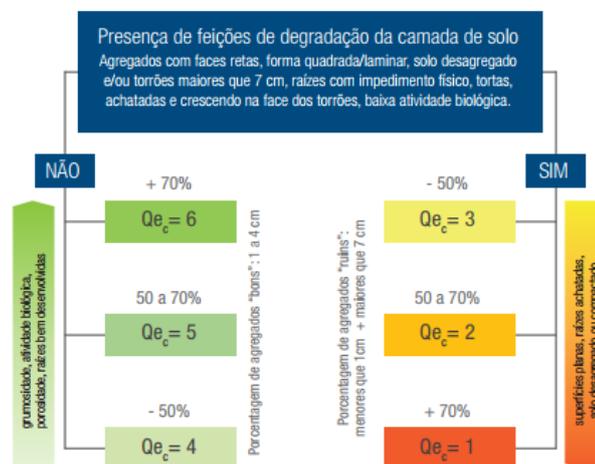


Figura 1: Parâmetro referente ao método DRES para nota em relação a camada no cálculo de IQEA.

$$IQEA = [(Ec1 * Qec1) + (Ec2 * Qec2) + (Ec3 * Qec3)] / Ettotal$$

Onde:

IQEA: índice de qualidade estrutural do solo;

Ec: espessura da camada em centímetros;

Qec: nota de qualidade estrutural de cada camada;

Ettotal: espessura ou profundidade total da amostra.

$$IQES = (IQEA1 + IQEA2 + \dots + IQEA_n) / n$$

Onde:

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

n: número total de amostras.

TABELA 2 - Índice de qualidade estrutural do solo (IQES) para a gleba avaliada, segundo o método DRES.

IQES	Qualidade Estrutural
6,0 a 5,0	Muito Boa
4,0 a 4,9	Boa
3,0 a 3,9	Regular
2,0 a 2,9	Ruim
1,0 a 1,9	Muito Ruim

Fonte: Ralich et al., 2017.

3.4 Análise do Solo utilizando-se o VSA

No caso do VSA, o bloco é jogado a um metro do chão em uma bandeja para a fragmentação do mesmo. Nesse processo ocorre a organização do material do solo na bandeja e observa-se forma, porosidade, raízes e facilidade de quebra dos agregados.

Os indicadores avaliados por esse método seguem os parâmetros propostos por Shepherd (2009). Entre esses indicadores estão a textura, a estrutura, a porosidade, o número e a cor de mosqueados, a cor do solo, a presença de minhocas, o cheiro do solo, a profundidade efetiva das raízes, a formações de lagoas, a cobertura e formação de crostas na superfície do solo, a erosão, a formação de poças e o relevo da superfície. Todas as variáveis foram avaliadas visualmente, conforme os escores proposto em tabelas. Para solos com cultivos existem algumas diferenças na obtenção do escore final, quando se comparado ao solo com pastejo.

A soma dos valores obtidos nessa avaliação é ponderada e cada atributo representa um indicador da qualidade do solo e assim classifica o solo em pobre (menor que 20), moderado (entre 20 a 37) e bom (valores acima de 37) (SHEPHERD, 2009).

Devido às características do solo avaliado, foram necessárias adaptações dos parâmetros relacionados ao tipo de solo proposto no método VSA. Alguns parâmetros não poderão ser considerados, visto que, o solo estudado não apresenta erosão superficial visível e nem coloração evidenciada segundo as tabelas disponíveis no método. O Latossolo Amarelo estudado apresenta características de textura, estrutura e coesão (provocada por adensamento natural), que associado ao relevo, predominantemente, tabular da região, levam a ocorrência de erosão do tipo laminar.

Segundo Aguiar Netto et al. (1999) e Nacif et al. (2008) o solo em questão apresenta valores elevados de dispersão de argila, que agrava o problema de coesão (que é um problema da formação do solo). Este problema leva a ocorrência de horizontes subsuperficiais com

estrutura maciço coesa e gradiente textural relativamente elevado (1,4), evidenciado por um maior teor de argila nos horizontes B desses solos e teores de areia mais elevados no horizonte A (sem caracterizar, contudo, os limites necessários para a formação do horizonte B textural, característico dos Argissolos). Estas características favorecem a susceptibilidade a erosão laminar (RODRIGUES et al., 2009).

Por esses motivos, a avaliação dos parâmetros ligados a erosão do solo nos três sistemas de uso estudados considerou o tipo laminar, conforme Santos et al., (2015) e não apenas a erosão em sulcos, sugerida pelo método do VSA (SHEPHERD et al., 2009). Neste caso, foi utilizando a espessura do horizonte A (A + AB) para a estimativa da perda de solo (Tabela 3), tendo como referência a espessura deste horizonte em solo de ocorrência em fragmento de mata nativa da região.

TABELA 3 - Referência para a classificação do processo erosivo em Latossolo Amarelo Distrocoeso, com base na espessura do horizonte A.

Espessura do Horizonte A, referência	Classificação	Classe de Erosão (SANTOS et al., 2013)
De 0 a 56 cm/ 42 cm	Ótima	Não aparente a ligeira
41 cm a 28 cm	Média	Moderada
27 cm a 14 cm	Ruim	Forte
13 cm a 0 cm	Pobre	Muito a Extremamente Forte

Fonte: Elaboração própria com base em dados de SANTOS et al., 2013.

TABELA 4 - Referência para coloração de Latossolo Amarelo Distrocoeso, segundo a Carta de Munsell.

Coloração da Carta de Munsell	Classificação
Valor ≤ 4 e Croma ≤ 3	Boa
Valor > 4 e Croma > 3	Moderado
Valor ≥ 5 e Croma ≥ 4	Ruim

Fonte: Elaboração própria com base na Carta de Munsell.

Devido a cor mais amarelada, característica do solo estudado, este parâmetro foi avaliado com base no manual de descrição e coleta de solo em campo (SANTOS et al., 2013), tendo como referência a Carta de Munsell (MUNSELL COLOR, 2000), ficando as avaliações conforme descrito na tabela 3.

3.5 Teor de Umidade do Solo

Após a retirada dos blocos é recolhida uma porção de solo para a devida análise de teor de umidade. Após o solo coletado o mesmo é colocado em um pote de alumínio, marcado

e selado com papel filme até ser colocado na estufa a 105° C por 24 horas (TEIXEIRA et al., 2017).

O teor de umidade do solo foi analisado segundo método proposto por Teixeira et al., (2017) e calculado pela fórmula:

$$U (\%): \frac{MU - MS}{MU} * 100$$

U (%): Representa o teor da umidade do solo em porcentagem

MU: Massa do solo úmido

MS: Massa do solo seco

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teor de umidade no solo

No momento da avaliação visual em campo os solos encontravam-se com teores de umidade entre 5,8 e 6,6% (Tabela 5), sendo que as áreas não estavam na capacidade de campo, visto que para estes solos necessita está entre 15,5 e 18,6 % de umidade para a capacidade de campo, no entanto com base avaliação os teores de umidade são superiores para o SPC. Provavelmente porque a área de plantio convencional tratava-se de ambiente cujo solo apresenta menor cobertura vegetal e aos eventos de chuvas recentes na região, observou-se teores de umidade ligeiramente maiores nas áreas com SPC. Por estarem mais expostos, os solos em plantio convencional são umedecidos mais rapidamente, mas, por outro lado, mantêm menos essa umidade ao longo do tempo, por processos mais intensos de evaporação.

TABELA 5 - Teor de umidade do solo com base na amostra recolhida no dia da avaliação e análise dos métodos.

ÁREA	Peso Molhado	Peso Seco	Teor de Umidade (%)	Umidade Volumétrica
SPC I	335,0	311,0	7,16	
SPC II	345,5	324,5	6,08	
Média	340,5	317,75	6,62	11,39
SPD I	278,9	267,7	4,01	
SPD II	288,5	270,7	6,16	
Média	283,7	269,2	5,85	10,06
TM I	259,6	241,8	6,85	
TM II	275,7	260,3	5,58	
Média	267,65	251,05	6,22	10,70

Fonte: Elaborado com base nas informações obtidas de Paulo Gabriel/ Tailana.

4.2 Classes de tamanho de agregados

Com base em dados da descrição da área estudada nesse caso, somente até os 40 cm de profundidade, o Guia de Execução Técnica da CEPLAC (1998) os horizontes descritos na área da UFRB é composta por o horizonte Ap – 0,0 a 16,0 cm; sua coloração é bruno-escuro (10YR 3/3, úmido) e bruno (10YR 4/3 seco), franco argilo-arenoso, moderada pequena a média granular e fraca pequena blocos subangulares, ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara; BA – 16 a 44 cm, bruno (10YR 5/3 e úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/4, seco), franco argilo-arenoso, fraca pequena e média blocos subangulares, ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso, transição plana e gradual. BW1- 44 a 92 cm; bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido) e bruno-amarelado

(10YR 5/6, seco); argila-arenosa, fraca pequena e média blocos subangulares, ligeiramente duro a duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.

Já a área de mata nativa tem descrição morfológica o primeiro horizonte é o A/O - 0 a 2cm, constituído por folhas em decomposição; A₁ - 0 a 7 cm, bruno (10YR 5/3, seco) e bruno amarelado escuro (10YR 4/4, seco triturado), bruno acinzentado muito-escuro (10YR 3,5/2, úmido); bruno-escuro (10YR 4/3, úmido amassado), franco argilo-arenoso, com moderada média a grande granular e grãos simples, ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição plana e clara; A₂ – 7 a 21 cm; bruno amarelado (10YR 5/4, seco e seco triturado); bruno amarelado escuro (10YR 4/4, úmido e úmido amassado), franco argilo-arenoso, fraca a moderada pequena e média granular; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada (16- 26cm) e clara.; AB₁ - 21 a 38 cm; bruno amarelado (10YR 5/4, seco) e bruno amarelado-escuro (10YR4/4 úmido); franco argilo-arenoso; fraca pequena e média blocos subangulares; friável, plástico e pegajoso, transição plana e difusa; AB₂ – 38 a 56 cm, bruno amarelado (10YR 5/4, seco) e bruno amarelado-escuro (10YR 4/4 úmido); franco argilo-arenoso; fraca pequena e média blocos subangulares; friável, plástico e pegajoso, transição plana e difusa.

TABELA 6 - Atribuição de notas e indicativo sobre o IQEA.

ÁREAS	Nota	Porcentagens e Tamanhos dos agregados
SPC I	3	Menos 50% 1 < 7 cm
SPC II	3	Menos 50% 1 < 7 cm
SPD I	5	50 a 70% 1 a 4 cm
SPDII	6	Mais 70% 1 a 4 cm
TM I	5	50 a 70% 1 a 4 cm
TM II	5	50 a 70% 1 a 4 cm

Fonte: Conceição, T.S., 2022.

Na área SPC obteve-se nota 3 com base no Anexo A para as camadas, nas duas áreas de coletadas (Tabela 5), sendo assim, com porcentagem e tamanho dos agregados com menos de 50% de agregados menores que 1 cm e maiores que 7 cm nessa área, considerando assim uma área com solo mais desagregado ou compactado. Causada por ações de manejo inadequadas e pouca camada de cobertura vegetal assim, tendo uma interferência nas propriedades do solo e podendo prejudicar no desenvolvimento vegetal (FREDDI et al., 2015).



Figura 2: Agregados da Avaliação do DRES na área do SPC.

As características dos agregados do SPC, apresentou resistência na quebra dos agregados e torrões, sendo esses torrões bem maiores, além de raízes superficiais mais tortas e achatadas, por não terem conseguido crescer ao longo do perfil, levando em conta a compactação da área, a espessura do horizonte A foi bem inferior comparado aos demais, com pouca atividade biológica nessa área. A baixa qualidade e indícios de degradação está relacionado ao sistema de produção utilizado, reduzindo seu potencial produtivo, classificando esse sistema com indícios de degradação.

Nas áreas de SPD e TM os valores mais altos foram 6 e 5 respectivamente (Tabela 6) com base no Anexo A, visto que são áreas de produção com base na cobertura do solo e de regeneração vegetal com agregados com medidas de mais que 70% e entre 50% a 70% entre 1 a 4 cm sendo bastante típicos de solos que estão em processo de recuperação ou conservação. Nessas áreas normalmente se encontram raízes desenvolvendo-se, e uma determinada camada vegetal, possibilitando a adição de matéria orgânica no solo (GOMES et al., 2018). Uma boa qualidade do solo, está relacionada com outras características físicas e biológicas do solo e favorece a fertilidade e assim o aumento da produtividade das culturas (SCAPINELLI et al., 2016). A avaliação do solo nesse método não deve ser conferida apenas pelos índices que evidenciam a conservação do solo, é necessário se ter a combinação de parâmetros e características e assim para atribuir nota que evidencie a qualidade nesse solo (GOMES et al., 2018).



Figura 3: Agregados da Avaliação do DRES na área do SPD.



Figura 4: Agregados da Avaliação do DRES na área do TM.

As áreas de coleta SPD e TM apresentaram evidências de conservação/recuperação do solo, indicado pelas características estruturais das amostras. Segundo o resultado do DRES, os parâmetros avaliados em relação aos agregados, as características dos grumos desses locais demonstraram menor grau de compactação, como também índices aceitáveis em relação a qualidade do solo, por conta da presença da matéria orgânica expressa pela maior espessura do horizonte A profundidade das raízes e cobertura vegetal presente nessas áreas, havendo também evidências de atividades biológicas devido a cobertura e o processo de regeneração.

O uso desenfreado de maquinários agrícolas acarreta alterações nos solos quanto aos seus atributos físico-hídricos, principalmente quanto ao crescimento vegetal, quando comparado com o estado do solo ainda sob a vegetação natural (SANTOS, 2010, SANTOS et al., 2011a).

4.3. Índice de qualidade estrutural do solo (IQES)

Com base nas amostras retiradas, das três áreas, se realizou a atribuição das notas nas camadas de solos, utilizando os cálculos de IQEA, as amostras foram separadas em duas camadas, totalizando os 25 cm. A partir dos valores de IQEA, é realizado o cálculo de IQES,

somando os valores de IQEA do total de amostras daquela área, conforme a metodologia de Ralich et al., (2017), com isso as condições do solo são evidenciadas por meio dessa análise.

A Amostra 2 do SPD obteve nota aproximadamente 6 com base no ANEXO C, com qualidade estrutural boa (Tabela 7), no entanto, as amostras na área SPC apresentaram nota aproximadamente 3, nota considerada regular, no entanto, com o passar dos anos pode progredir para um processo estrutural um pouco pior e afetar no processo de recuperação dessas áreas.

TABELA 7 - Pontuações em Relação as notas relacionadas ao IQES para Latossolo Amarelo Distrocoeso, na profundidade de 0 a 25 cm.

Áreas Coletadas	Média dos Avaliadores	Nota	Condição do Solo
SPC I	3,4152	3	Degradação
SPC II	2,768	3	Degradação
SPD I	5,04	5	Conservação
SPDII	5,6	6	Conservação
TM I	4,866	5	Conservação
TM II	4,608	5	Conservação

Fonte: Conceição, T.S., 2022.

A amostra 2 do SPD, obteve a melhor nota = 6 (Tabela 7), o volume em agregados obteve mais de 70% de agregados entre 1 a 4 cm, com isso o método recomenda manter o sistema de manejo utilizado atentando-se para a possibilidade de adoção de novas tecnologias conservacionistas.

Na camada TM, a nota foi considerada = 5 (Tabela 7), representando uma boa condição estrutural, mas ainda pode ser melhorada, nessa camada apresentou de 50 a 70% de volume de agregados com tamanho de 1 a 4 cm, estando na mesma classificação do SPD com isso o método recomenda manter o sistema de manejo utilizado atentando-se para a possibilidade de adoção de novas tecnologias conservacionistas.

A área do SPC a nota atribuída foi de = 3 (Tabela 7), com a proporção de agregados menores que 1 e maiores que 7 cm, sendo esse volume de 50% da camada, dessa forma, o SPC entra na classe de qualidade estrutural regular, assim, a recomendação para essa área é aprimorar o sistema de produção ampliando a diversificação de culturas, incluindo espécies vegetais com alta capacidade de aporte de fitomassa aérea e raízes (ex. gramíneas), e evitar/gerenciar as operações mecanizadas no solo, reduzindo o tráfego.

As áreas do SPD e TM entram na classe de qualidade estrutural muito boa, recomendando continuar o sistema de manejo já utilizado e viabilizando a possibilidade de adoção de novas tecnologia conservacionistas.

4.4 Avaliação conforme o VSA

Com utilização dos indicadores propostos pelo método VSA de Shepperd (2009), as notas são ponderadas, variando de acordo com cada parâmetro analisado.

TABELA 8 - Validação dos parâmetros do VSA em relação as áreas coletadas para Latossolo Amarelo Distrocoeso, na profundidade de 0 a 25 cm.

Áreas Coletadas	Média dos Avaliadores	Condição da Qualidade Estrutural do Solo
SPC	18,95	Pobre
SPD	30,6	Moderado
TM	27,25	Moderado

Fonte: Conceição, T.S., 2022.

Baseado nas amostras retiradas e análises realizadas SPD obteve a maior média com 30,6 (Tabela 8) com base no ANEXO D e E, estando na condição de qualidade estrutural moderada e o TM está na mesma condição com 27,25 com valores bem próximos. O SPC obteve a média mais baixa 18,96 e sua condição de qualidade segundo o VSA é considerada um solo pobre de qualidade estrutural.



Figura 5: Avaliação do VSA na área do SPC

As áreas de SPC apresentaram algumas características que podem ser evidenciadas nas imagens, como a condição de estrutura do solo, nesse caso a condição considerada mais comum entre os avaliadores foi a condição pobre por conta do tamanho dos agregados, com torrões grandes e de estrutura bastante firmes, com agregados com formas angulares e subangulares, além disso a profundidade efetiva das raízes foram pobres segundo o método



Figura 6: Avaliação do VSA na área do SPD



Figura 7: Avaliação do VSA na área do TM.

Em relação aos indicadores visuais observados nas imagens Figura 6 e Figura 7 relacionados ao SPD e TM, é possível analisar os tamanhos dos agregados, com condição boa a moderada, com agregados menores, alguns sem a formação de torrões, solo mais poroso em relação ao SPC, bastante raízes nos blocos de solos, o que evidencia proporção boa de macro presente nos agregados mais moderada.

O preparo do solo é a atividade que mais exerce influência nos indicadores da qualidade física, porque atua diretamente na estrutura do solo, além disso, esses preparos rompem os agregados e aceleram a decomposição da matéria orgânica disponível no solo (HAMZA, 2005). Costa et al. (2009), comprovaram que o revolvimento do solo com arado, grade ou escarificado reduz o teor de carbono de compostos orgânicos, a estabilidade de agregados, a densidade e a capacidade de campo, no entanto, aumentam a porosidade total, macroporosidade e a capacidade de aeração em comparação com o Sistema Plantio Direto. Segundo Vezzani & Mielniczuk (2011) com base na avaliação de agregados e estoques de carbonos sob diferentes práticas de manejo agrícola constataram que houve recuperação da agregação do solo e estoques de carbono próximos das condições naturais, com o uso e manejo de sistemas de culturas sem revolvimento entre 15 a 17 anos, associado ao incremento de carbono.

Todavia, é de extrema importância ressaltar que os índices visuais para determinar a qualidade dos solos têm um alto potencial para realizar o monitoramento do mesmo, no entanto, é imprescindível aprimorar as técnicas, salientando as necessidades e modificando, para que todos os solos sejam englobados nesse estudo. A adoção de sistemas de manejo conservacionista que mantenham o solo protegido pelo aporte de resíduos orgânicos é essencial, para melhoria, manutenção e recuperação do solo (STEFANOSKI et al., 2013).

4.5 Erosão do solo

Os solos estudados em cada um dos sistemas de manejo nessa região apresentaram espessura média de horizonte A (A+AB) menor que a espessura (56,0 cm) observada nos solos de mata (Argissolo Amarelo Distrocoeso, classificado anteriormente como Latossolo Amarelo por CEPLAC, (1998)), o que indica que ao longo dos anos de uso os solos estudados perderam mais do que 50,0% do horizonte superficial, devido aos processos erosivos. Esta característica evidencia os altos índices de erosão sofridos pelos solos cultivados, após a remoção da vegetação nativa, há centenas de anos, devido ao antigo processo de colonização na região.

TABELA 9 - Espessura Média do horizonte A de Latossolo Amarelo Distrocoeso em diferentes sistemas de manejo do solo.

Sistema de Manejo	Média (cm)
SPC	17,5
SPD	21,4
TM	18,8

Fonte: Conceição, T.S., 2022.

O SPD obteve a maior espessura da camada A do solo, 21,4 cm, (Tabela 9) levando em consideração ao maior aporte de matéria orgânica, colaborando para a redução nos níveis de erosão laminar sofrida pelos solos da área e para a recomposição do horizonte A, dessa área.

Com base na média dos avaliadores (Tabela 9) o SPC obteve a menor média observada entre os tratamentos com 17,5 cm de espessura do horizonte A, no entanto, o TM obteve uma espessura de 18,8 cm, melhor do que a do SPC. Considerando uso da terra, contudo a relação do SPD e TM, ocorre que o SPD tenha maior aporte de material vegetal em solo, ou seja, melhor cobertura e posteriormente decomposição e formação da espessura do horizonte A. Com base em trabalhos da Mata de Cazuzinha, tido como referência para região,

a mudança ao longo do tempo foi extremamente significativa, devido ao seu uso do solo, além disso, os solos foram perdendo em espessura o horizonte A, essa perda foi de mais de 50,0% para todos os tratamentos avaliados, o SPD e o TM já apresentaram ligeira recuperação, em relação ao outro sistema.

Nesse caso, deve-se manter a cobertura vegetal, mesmo nas entrelinhas do cultivo, visando manter o solo úmido por mais tempo e evitar a erosão, como também promove a melhoria das condições físicas do solo como estrutura, porosidade, infiltração, entre outros, proporcionando o crescimento de raízes e acréscimo da matéria orgânica. A profundidade das raízes e cobertura vegetal presente nas áreas SPD e TM, evidenciam a atividade biológica devido à cobertura e o processo de regeneração, favorecendo ao aumento da espessura da camada.

4.6 Cor do solo

Em geral, os solos apresentam cores mais escuras, com valores entre 2 e 4 e cromas entre 1 e 4, característicos dos horizontes A, devido ao maior aporte de material orgânico em superfície.

Os solos estudados apresentaram, de modo geral, cores predominantemente amareladas com matizes, 7,5YR ou mais amarelo, de acordo com a Embrapa (2018), sendo que em todos os casos os solos apresentaram matiz de 10 YR ou mais amarelado.

Tabela 10 - Cor (valor e croma) de Latossolo Amarelo Distrocoeso com matiz 10YR de áreas com diferentes manejos.

Avaliadores	SPC I	SPC II	SPD I	SPD II	TM I	TM II
I	3/3	4/3	4/3	3/2	3/3	3/2
II	3/3	3/4	3/3	3/4	3/3	3/2
III	3/1	3/1	4/2	4/3	3/3	3/2
IV	3/1	3/1	4/3	4/2	3/1	2/1
V	3/3	4/3	4/4	3/2	3/3	3/2
Predomínio	3/3	4/3 e 3/1	4/3	3/2	3/3	3/2

Fonte: Conceição, T.S., 2022

De acordo com a Tabela 6 as colorações do solo nas áreas são bem semelhantes, comparado com as informações obtidas segundo a CEPLAC 1998, confirmado pelos valores obtidos, demonstrando que todas as áreas estão na classe boa a moderada, e as cores são parecidas, ou seja, não mudou muito com o tempo. Apesar das diferenças nos sistemas de

manejo adotados, com maior aporte de matéria orgânica observadas nos sistemas TM e SPD, em relação ao SPC, as elevadas taxas de decomposição deste material em solos tropicais, impedem o seu acúmulo, até mesmo em sistemas florestais, fato que dificulta a observação de diferenças mais marcantes no manejo do solo, a partir da sua cor.

5. CONCLUSÕES

As práticas inadequadas de manejo em área de cultivo agrícola convencional reduziram a qualidade do solo, principalmente por perdas da estrutura e por processos erosivos do solo.

O sistema plantio direto apresentou o melhor índice de qualidade de solo comparado com todas as áreas estudadas, mostrando-se como uma alternativa que permite o melhoramento das características do solo.

Os usos dos indicadores morfológicos demonstraram alto potencial na determinação da qualidade do Latossolo Amarelo estudado, no entanto, os métodos adotados necessitaram de modificações nos parâmetros adotados para as características de espessura e erosão, devido às características dos solos da região avaliada.

O uso de diagnósticos morfológicos dos solos se constitui em uma ferramenta promissora, de baixo custo e eficiente para a avaliação da sua qualidade, para orientar práticas de manejo que minimizem a degradação dos mesmos.

6. REFERÊNCIAS

AGUIAR NETTO, Antenor de Oliveira; NACIF, Paulo Gabriel Soledade; REZENDE, J. de O. Avaliação do conceito de capacidade de campo para um Latossolo Amarelo coeso do estado da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 661-667, 1999.

ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; NEVES, J. C. L.; LANI, J. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, 5: 187-206, 2012.

Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS) — Páginas Pessoais - UTFPR. Disponível em: <<http://paginapessoal.utfpr.edu.br/rachelguimaraes/vess>>. Acesso em: 21 out. 2022.

BALOTA, E. L. Manejo e qualidade biológica do solo. 1. ed. Londrina: Mecenas, 2017. 288p.

BARRETO, Arlete Côrtes et al. Fracionamento químico e físico do carbono orgânico total em um solo de mata submetido a diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1471-1478, 2008.

BRASIL – Levantamento de recursos naturais. Vol. 24. Folha SD.24-Salvador: Geologia, Geomorfologia Pedologia, Vegetação, Uso potencial da Terra. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia. Projeto RadamBrasil.1981. 620p.

CARDOSO, E. et al. **Análise de Solos: Finalidade e Procedimentos de Amostragem.** Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/807342/1/COT79.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2022.

CARDOSO, JAF. Atributos químicos e físicos do solo e matéria orgânica do solo sob mangueira irrigada e caatinga nativa na região do vale do Submédio São Francisco. Universidade Federal do Vale do São Francisco. 77f. **Universidade Federal do Vale do São Francisco–UNIVASF, Juazeiro–BA, Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)**, 2014.

COSTA, A.; ALBUQUERQUE, J.; MAFRA, A. L.; SILVA, F. R. Propriedades físicas do solo em sistemas de manejo na integração lavoura-pecuária. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.235-244, 2009.

Cruz das Almas. Disponível em: <<https://www.ufrb.edu.br/pgea/noticias/17-cruz-das-almas#:~:text=Cruz%20das%20Almas%20encontra%2Dse,segundo%20a%20classifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20K%C3%B6ppen.>>. Acesso em: 3 nov. 2022.

DA COSTA, J. A. A., et al. Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo em cultivos anuais usados para a produção de silagem. 2020.

DISNER, E.; AIRES, R. **Interpretação de Análise do Solo: entenda para que serve.** Disponível em: <<https://www.myfarm.com.br/interpretacao-analise-de-solo/>>. Acesso em: 2 nov. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. Serviço de Produção de Informação – SPI. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 4.ed. Rio de Janeiro, 2013.306p.

FAO - Food And Agriculture Organization. Diretrizes Voluntárias para a Gestão Sustentável dos Solos. Roma, 2019.

FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; ALMEIDA, C. X. Compactação de um Latossolo Vermelho de textura argilosa afetando o sistema radicular e a produtividade do milho. *Revista Ceres*, 56(5). 2015.

GOMES, JBV; ARAUJO FILHO, JC; CURI, N. Solos de tabuleiros costeiros sob florestas naturais e sob cultivo. **Brazilian Journal of Forest Research/Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 71, p. 233-246, 2012.

GOMES, M.A.F.; FILIZOLA, H.F. Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, 2006, 8p.

GOMES, Thamires Oliveira et al. Aplicação Do Diagnóstico Rápido Da Estrutura Do Solo (Dres) No Projeto De Assentamento Nossa Senhora Do Perpétuo Socorro, 2018.

GUIA da excursão técnica: solos coesos de tabuleiros costeiros. Ilhéus: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira; Campinas: Fundação Cargill, 1998. 84 p.

LADEIRA, F.L. IMPACTOS DE SISTEMAS DE USO E MANEJO DO SOLO SOBRE FRAÇÕES DE CARBONO ORGÂNICO NO RECÔNCAVO BAIANO, 2017.

MAMÉDIO, Divaney; DA SILVA PUGAS, Adevan; MENDEZ, Jesus Manuel Delgado. Estudo da percepção ambiental como ferramenta de sensibilização à redução da caça de animais silvestres na Reserva Florestal Mata de Cazuzinha, Cruz das Almas-BA. **Ciência e Natura**, v. 41, p. 39, 2019.

MARQUES, E. A. **Uso e adaptação de métodos de avaliação da qualidade do solo no campo como ferramenta de extensão rural**. Disponível em:<<https://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduacao/repositorio/storage/pb393312.pdf>> Acesso: 6 nov. 2022.

MUNSELL COLOR. Munsell soil color charts. Grand Rapids, 2000. Revised washable edition.

NBR, ABNT. 6457: Amostras de solo-Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, 1986.

NIERO, Luiz Augusto Cardoso et al. Avaliações visuais como índice de qualidade do solo e sua validação por análises físicas e químicas em um Latossolo Vermelho distroférrico com usos e manejos distintos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1271-1282, 2010.

PAULA, B. et al. Avaliação estrutural do solo em uma área de frutíferas através de um diagnóstico rápido. Disponível em: <<https://cointer-pdvagro.com.br/wp-content/uploads/2018/02/AVALIA%20C3%87%20C3%83O-ESTRUTURAL-DO-SOLO-EM->

UMA-%C3%81REA-DE-FRUT%C3%8DFERAS-ATRAV%C3%89S-DE-UM-DIAGN%C3%93STICO-R%C3%81PIDO.pdf>. Acesso em: 21 set. 2022.

PRAZERES, M. et al. **INFILTRAÇÃO DE ÁGUA APÓS QUATRO ANOS DE MODIFICAÇÃO DE MANEJO DO SOLO PARA SEMEADURA DIRETA**. Disponível em:

<http://rpcs2019.com.br/trabalhos_aprovados/arquivos/05102019_220543_5cd620236e566.pdf>. Acesso em: 21 out. 2022.

Propriedades do solo - Portal Embrapa. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/solos/sibcs/propriedades-do-solo#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%20morfol%C3%B3gicas%20do%20solo&text=Algumas%20caracter%C3%ADsticas%20rotineiramente%20observadas%20na,processos%20de%20forma%C3%A7%C3%A3o%2C%20dentre%20outros>>. Acesso em: 2 nov. 2022.

RALISCH, R. et al. Diagnóstico rápido da estrutura do solo dres Fotos: Henrique Debiassi, Michely Tomazi e Adoildo da Silva Melo. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160885/1/Folder-DRES-OL.pdf>> Acesso em: 4 de junho de 2022.

RALISCH, R. et al. **DIAGNÓSTICO RÁPIDO DA ESTRUTURA DO SOLO DRES Fotos: Henrique Debiassi, Michely Tomazi e Adoildo da Silva Melo**. Londrina: Embrapa Soja, 2017b. 1 folder. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160885/1/Folder-DRES-OL.pdf> Acesso dia 24 de maio de 2022.

RALISCH, R.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; TOMAZI, M.; HERNANI, L. C.; MELO, A. da S.; SANTI, A.; MARTINS, A. L. da S.; BONA, F. D. de. *Diagnóstico rápido da estrutura do solo- DRES*. Londrina: Embrapa Soja, 2017a. 63 p. (Embrapa Soja. Documentos, 390). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/194450/1/Pt-1-Cap-19-DRES.pdf>>. Acesso em: 4 jun. 2022.

RALISCH, Ricardo et al. Diagnóstico rápido da estrutura do solo (DRES). **Embrapa Solos- Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, 2017.

REVISTA CULTIVAR. **Qualidade do solo: conceito, importância e indicadores da qualidade** \ **Revista Cultivar**. Disponível em: <<https://revistacultivar.com.br/artigos/qualidade-do-solo-conceito-importancia-e-indicadores-da-qualidade>> Acesso em: 1 nov. 2022.

RIBEIRO, L. L. O. et al. Considerações sobre os indicadores biológicos de qualidade do solo. **Open Science Research III**, p. 86–91, 2022.

ROCHA, M. R. Sistema de cultivo para cultura da melancia – Santa Maria, RS. 2010. *Dissertação* (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/images/Dissertacoes/MARTA-ROCHA.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2022.

RODRIGUES, Maria da Glória Figueiredo et al. Solos e suas relações com as paisagens naturais no município de Cruz das Almas-BA. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n. 2, p. 193-205, 2009.

Santos, G. G. Impacto de sistemas de integração lavoura-pecuária na qualidade física do solo. Goiânia: UFG, 2010. 122p. Tese Doutorado.

Santos, G. G.; MARCHÃO, R. L.; SILVA, E. M.; SILVEIRA, P. M.; BECQUER, T. Qualidade física do solo sob sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p.1339-1348, 2011a.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R.C. de; SANTOS, H.G. dos; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C.; SHIMIZU, S.H. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Viçosa: SBCS, 2013. 100p.

SANTOS, U.G; JACOMINE, P.K.T; Anjos, L.H.C; OLIVEIRA, V.Á.V; LUMBRERAS, J.; 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. Brasília, Embrapa. Produção de Informações: Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2018.

SOUZA, André Leonardo Vasconcelos et al. VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO BÁSICA COMO INDICADOR DA CONSERVAÇÃO DO SOLO. **Habitats Urbanos e Rurais**, p. 74, 2019.

STEFANOSKI, D. C.; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 12, p. 1301–1309, 2013

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de Métodos de Análise de Solo. Embrapa Solos. Livro técnico (INFOTECA-E), 3. ed. rev. e amp. p573, 2017. TEIXEIRA, Paulo César, et al. Manual de métodos de análise de solo. 2017.

Vezzani, F. M.; Mielniczuk, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.213-223, 2011.

ZEBALOS, CARLOS HENRIQUE DOS SANTOS et al. Qualidade da estrutura do solo em áreas de pastagens no município de Buritis, Rondônia. 2018.

7. ANEXOS

ANEXO A - Chave para atribuição das notas de qualidade estrutural de cada camada da amostra de solo (Q_e).

Condição Inicial	Camadas da amostra com evidências de conservação/recuperação			Camadas da amostra com evidências de degradação		
Q_e	$Q_e = 6$	$Q_e = 5$	$Q_e = 4$	$Q_e = 3$	$Q_e = 2$	$Q_e = 1$
Tamanho do agregado e % na amostra	Mais de 70% de agregados com 1 a 4 cm	50 a 70% de agregados de 1 a 4 cm	Menos de 50% de agregados de 1 a 4 cm	Menos de 50% de agregados menores que 1 cm e maiores que 7 cm	50 a 70 % de agregados menores que 1 cm e maiores que 7 cm	Mais de 70% de agregados menores que 1 cm e maiores que 7 cm
Características da estrutura	Estrutura friável, agregados muito grumosos e porosos, com atividade biológica alta. Raízes abundantes e bem distribuídas na camada avaliada, sem deformações ocasionadas por impedimentos físicos, crescendo através dos agregados.	Estrutura friável, agregados grumosos e porosos, com mediana atividade biológica. Raízes bem distribuídas na camada avaliada, podendo apresentar poucos sinais de restrição ao crescimento. As raízes crescem predominantemente através dos agregados.	Estrutura friável, pouco grumosa, pouco porosa e fraca atividade biológica. Raízes podem apresentar algum impedimento ao desenvolvimento.	Estrutura coesa nos agregados grandes, e muito solta entre os agregados menores que 1 cm. Predomínio de agregados com faces planas, com poucos poros e atividade biológica. Pode apresentar raízes achatadas com dificuldade para desenvolvimento pleno na camada avaliada.	Estrutura coesa nos agregados grandes, e muito solta entre os agregados menores que 1 cm. Predomínio de agregados com faces planas, com alguns poros e pouca atividade biológica. Desenvolvimento radicular limitado, com predomínio de raízes achatadas com dificuldade para penetração no interior dos agregados.	Estrutura coesa nos agregados grandes, e muito solta entre os agregados menores que 1 cm. Predomínio de agregados com faces planas, sem poros visíveis e atividade biológica. Forte restrição ao desenvolvimento radicular, com predomínio de raízes achatadas, crescendo preferencialmente nas fissuras entre os agregados.

¹ Classificado de acordo com a Tabela 1. ² Para solo argiloso. Nas notas 1, 2 e 3, é considerado a soma das estruturas > 7 cm e as < 1 cm, que podem ou não ocorrer simultaneamente na mesma amostra.

ANEXO B - Formulário de campo para Diagnóstico Rápido de Estrutura do Solo (DRES).

Tabela 5. Índice de qualidade estrutural do solo (IQES) para a gleba avaliada, interpretações e recomendações.

IQES	Qualidade estrutural	Recomendação de melhorias
6,0-5,0	Muito boa	Manter o sistema de manejo utilizado, atentando para possibilidade de adoção de novas tecnologias conservacionistas.
4,0-4,9	Boa	Intensificar o uso de sistemas diversificados de produção com alta capacidade de aporte de fitomassa aérea e raízes (ex. gramíneas). Verificar se não há necessidade de interferir na estratégia de rotação e consorciação de culturas adotada no sistema de produção.
3,0-3,9	Regular	Aprimorar o sistema de produção ampliando a diversificação de culturas, incluindo espécies vegetais com alta capacidade de aporte de fitomassa aérea e raízes (ex. gramíneas), e evitar/eliminar operações mecanizadas no preparo do solo. Gerenciar as operações mecanizadas visando redução de tráfego.
2,0-2,9	Ruim	Realizar um diagnóstico da área, incluindo as condições químicas e físicas no perfil, revisando as práticas conservacionistas do solo (ex. terraceamento, alocação de estradas e operações em nível). Rever e aprimorar o sistema de produção utilizado, aumentando a diversidade de espécies vegetais e priorizando culturas com alta capacidade de aporte de fitomassa aérea e raízes (ex. gramíneas). Na recuperação do solo, preferir o uso de plantas recuperadoras, em relação ao emprego de práticas mecânicas. Evitar operações de preparo de solo, mesmo as realizadas esporadicamente. Racionalizar o tráfego de máquinas agrícolas.
1,0-1,9	Muito ruim	Realizar um diagnóstico aprofundado da área, incluindo as condições químicas e físicas no perfil; adotar e/ou readequar as práticas conservacionistas mecânicas (ex. terraceamento, alocação de estradas, operações em nível) e vegetativas (cultivo em nível, faixas de retenção, consorciação e rotação de culturas) do solo. Repensar o sistema de produção utilizado. Adotar estratégias integradas de recuperação que envolvam sistemas diversificados de produção com alta capacidade de aporte de fitomassa aérea e raízes, podendo requerer intervenções mecânicas de recuperação física do solo, desde que adotadas criteriosamente, considerando a umidade do solo, as condições do equipamento e a velocidade adequada, entre outras. Inclusão de gramíneas no sistema, de preferência com pastejo, com correto manejo da pastagem e ajuste de lotação, visando intensificar a recuperação da estrutura do solo. Uso de adubação orgânica de forma criteriosa pode ajudar.

Avaliação Visual da Estrutura do Solo

A estrutura do solo afeta a penetração das raízes, água disponível às plantas e aeração do solo. Este teste simples e rápido de avaliar a estrutura do solo baseia-se na aparência e tato de um bloco de solo retirado com uma pá. A escala de teste varia de Qe1, estrutura boa, a Qe5, estrutura pobre.



Equipamentos:
Pá reta de aprox. 20 cm de larg., 22-25 cm de comp.
Opcional: folha plástica de cor clara, saco ou bandeja 50 x 80 cm, taca pequena, câmera digital.

Quando amostrar:
Qualquer época do ano, mas preferencialmente quando o solo estiver úmido. Se o solo estiver muito seco ou muito úmido será difícil de ser obtida uma amostra representativa. Raízes são melhores vistas em uma área com cultura estabelecida ou logo após a colheita.

Onde amostrar:
Selecione uma área de cultura ou padrão de solo uniforme ou uma área onde há suspeita de restrições físicas. Dentro desta área, planeje uma malha de amostragem para avaliar o solo em 10 pontos, no mínimo. Em áreas experimentais pequenas pode ser necessário a redução deste número para 3 a 5.

Success through Knowledge



Método de avaliação:		
Passo	Opção	Procedimento
Extração da fatia de solo		
1. Extraia uma fatia de solo	Solo solto	Remova a fatia de solo de ~15 cm de espessura diretamente da profundidade total da pá e coloque a pá com o solo em uma folha, bandeja ou no chão.
	Solo firme	Cave um buraco de acesso um pouco mais largo e profundo que a pá deixando um lado do buraco intacto. No lado intacto, corte cada lado do bloco com a pá e remova o bloco como mostrado abaixo.
2. Examine a fatia de solo amostrado	Estrutura uniforme	Remova qualquer solo compactado ou resíduo ao redor do bloco.
	Duas ou mais camadas com estrutura diferente	Estime a profundidade de cada camada e prepare para atribuir uma nota de qualidade estrutural (Qe) para cada uma separadamente.
Fragmentação da fatia de solo		
3. Fragmenta a fatia (tire uma foto - opcional)		Meça o comprimento da fatia e procure camadas. Delicadamente manipule a fatia utilizando as duas mãos para revelar qualquer camada coesiva ou torrões de agregados. Se possível separe o solo em seus agregados naturais e torrões manipulados. Torrões são agregados grandes, duros, coesos e arredondados.
4. Reduza agregados maiores para confirmar a nota		Quebre os agregados e fragmentos até obter um agregado de 1,5 - 2,0 cm. Obte sua forma, porosidade, raízes e facilidade de quebra. Torrões podem ser quebrados em agregados não porosos, angulosos e são indicativos de estrutura pobre e nota alta.
Atribuição da nota		
5. Atribua a nota		Compare o solo com as fotos, categoria por categoria, e determine o que mais se assemelha.
6. Confirme a nota com:		Fatores que aumentam a nota: Extração da fatia: Dificuldade em extrair a fatia de solo. Forma e tamanho dos agregados: Maiores, mais angulosos, menos poros, presença de orifícios (buracos) devido a presença de raízes ou minhocas. Raízes: Agrupamento, engrossamento e achatamento. Anisotropismo: Regiões ou camadas de solo chza, que cheira enfiado e apresentam tons de ferro. Fragmentação de agregados: Reduza agregados para ~ 1,5 - 2,0 cm de diâmetro para revelar seu tipo.
7. Calcule a nota da fatia com duas ou mais camadas de estrutura diferente		Multiplique a nota de cada camada pela sua espessura e divida o produto pela profundidade total, e.g. para uma fatia de 25 cm com 10 cm de profundidade de solo solto (Qe1) sobre uma camada mais compacta (Qe3) de 10-25 cm de profundidade, a nota será $(1 \times 10/25) + (3 \times 15/25) = Qe 2,2$.
Notas: A nota pode ser atribuída entre categorias se a camada apresentar características das duas. Notas entre 1-3 são geralmente aceitáveis enquanto notas de 4 a 5 requerem mudanças no manejo do solo.		

Bruce Ball, SAC (bruce.ball@sac.ac.uk), Rachel M. L. Guimarães, University of Maringá, Brazil (rachellocks@gmail.com), Tom Batley, Independent Consultant (3233@batbatley.co.uk) and Lars Munkholm, University of Aarhus, Denmark (Lars.Munkholm@agrsci.dk) - Tradução: Rachel M. L. Guimarães e Cassio A. Torrena, Universidade Estadual de Maringá, Brasil

Qualidade Estrutural	Tamanho e aparência dos agregados	Porosidade visível e raízes	Aparência depois do manuseio: vários solos	Aparência depois do manuseio: mesmo solo diferentes manejos	Característica distintiva	Aparência e descrição de agregados naturais ou fragmento reduzido de ~ 1,5 cm de diâmetro	0 1 2 3 4 5 10 15 20 25 cm
Qe1 Fritável Agregados quebram facilmente com os dedos	Majoria < 6 mm após a quebra	Alta porosidade Raízes por todo solo			Agregados pequenos	 A ação de quebrar o bloco é suficiente para revelá-los. Agregados grandes são compostos por agregados menores, presos pelas raízes.	
Qe2 Intacto Agregados quebram facilmente com uma mão	Uma mistura de agregados porosos e redondos entre 2 mm - 7 cm Sem presença de torrões	Majoria dos agregados são porosos Raízes por todo solo			Agregados altamente porosos	 Agregados quando obtidos são redondos, muito frágeis, despedaçam muito facilmente e são altamente porosos.	
Qe3 Firme Majoria dos agregados quebram com uma mão	Uma mistura de agregados porosos entre 2mm -10 cm; menos de 30% são <1 cm. Alguns torrões angulares não porosos podem estar presentes	Macroporos e fissuras presentes Porosidade e raízes: ambas dentro dos agregados			Agregados com baixa porosidade	 Fragmentos de agregados são razoavelmente facéis de serem obtidos. Apresentam poucos poros e são arredondados. Raízes geralmente crescem através dos agregados.	
Qe4 Compacto Quebrar agregados com uma mão requer esforço considerável	Majoria > 10 cm e são sub-angulares não porosos; possibilidade de horizontalização; menos que 30% são <7 cm	Poucos macroporos e fissuras Raízes agrupadas em macroporos e ao redor dos agregados			Macroporos bem distintos	 Fragmentos de agregados são facéis de serem obtidos quando o solo está úmido, em forma de cubo muito angulosos e pontudos e apresentam fissuras internamente.	
Qe5 Muito compacto Difícil quebra	Majoria são maiores que > 10 cm, muito poucos < 7 cm, angular e não poroso	Porosidade muito baixa. Macroporos podem estar presentes. Pode conter zonas anaeróbicas. Poucas raízes e restritas a fissuras			Cor azul-acinzentada	 Fragmentos de agregados são facéis de serem obtidos quando o solo está úmido, no entanto, considerável força é necessária. Geralmente não apresentam poros ou fissuras.	

ANEXO E - Cartão de escores para a utilização do método VSA para solos cultivados (SHEPHERD, 2009).

Cartão de Escores			
Indicadores visuais para avaliar a qualidade do solo sob culturas			
Indicadores do solo			
Proprietário da terra:	Uso do solo:		
Localização da área:	GPS:		
Profundidade do bloco:	Profundidade do horizonte A:		
Tipo do solo:	Classificação do solo:		
Classe de drenagem:	Data:		
Condição de umidade:			
Indicadores Visuais da qualidade do solo	Escore Visual 0 = Pobre 1 = Moderada 2 = Boa	Fator de ponderação	Ranking
Textura do solo		x 3	
Estrutura do solo		x 3	
Porosidade do solo		x 3	
Número e cor de mosqueados		x 2	
Cor do solo		x 2	
Minhocas (Número:)		x 3	
Cheiro do solo		x 2	
Profundidade efetiva das raízes (cm:)		x 3	
Formação de lagoas na superfície		x 3	
Cobertura e formação de crostas na superfície		x 2	
Erosão do solo		x 1	
QUALIDADE DO SOLO (soma do ranking)			
Avaliação da qualidade do solo		Índice de qualidade do solo	
Pobre		< 20	
Moderado		20 – 37	
Boa		> 37	

