



# COINTER PDVAgro 2022

VII CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Edição 100% virtual | 29, 30 de nov a 1 de dez

ISSN: 2526-7701 | PREFIXO DOI: 10.31692/2526-7701

## INDICADORES QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DO SOLO EM AGROECOSSISTEMAS NA COMUNIDADE IDEAL, ARACOIABA-CE

Apresentação: Comunicação Oral

Eric Chaves Gadelha<sup>1</sup>; Jeane Cruz Portela<sup>2</sup>; Diego José da Costa Bandeira<sup>3</sup> Joaquim Emanuel Fernandes Godim<sup>4</sup>; Geisiane Xavier de Matos<sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VIICOINTERPDVAgro.0078>

### RESUMO

Objetivou-se avaliar os indicadores qualitativos e quantitativos do solo nas culturas (consórcio de mangueira e sapoti, cultivo de milho) implantadas e uma área de preservação permanente (mata ciliar), identificando restrições e potencialidades por meio de uma abordagem crítica. O estudo foi realizado na Comunidade Ideal, Aracoiaba-CE, coletou-se amostras nas camadas de 0,00-15,00 cm e 15,00-30,00 cm. Utilizou-se método de campo para coleta de dados e pesquisa bibliográfica, com avaliação de métodos qualitativos (cor, cobertura, estados de decomposição dos resíduos, avaliação da matéria orgânica, textura e agregados) e quantitativos (temperatura do solo, densidade do solo, relação sólidos/poros, infiltração, resistência à penetração de raízes, pH e CE). Verificou-se quanto a cobertura do solo que o consórcio de mangueira e sapoti (CMP) apresentou aproximadamente 60% de cobertura morta, área de milho (CM) com 100% de cobertura, com vegetação daninha e resquícios de culturas anteriores, a área preservada por mata ciliar (MC) apresentou serrapilheira de 1,00 a 3,00 cm de espessura, diferentemente das demais, com 50% da área coberta. Para temperatura, a área de MC apresentou melhores resultados, com temperaturas médias de 27,90 °C na camada 0,00-15,00 cm e 27,40 °C na camada 15,00-30,00 cm. Para estabilidade dos agregados, a área MC apresentou agregados mais estáveis, devido ao maior volume de raízes e leve teor de óxido de ferro. Quanto a matéria orgânica do solo os resultados foram similares nas áreas e camadas. As áreas estudadas apresentaram classificação textural franca (0,00-15,00 cm) e franco-arenosa (15,00-30,00 cm), a densidade do solo apresentou valores próximos de 1,20 g/cm<sup>3</sup>. A relação volume de partícula sólida e espaço poroso apresentou proporções 50% de sólidos e 50% de poros e uniformidade entre as velocidades de infiltração. O pH da água apresentou acidez, exceto para a área CM e a condutividade elétrica (CE) da água para as áreas de CMS e MC foram inferiores na camada superficial. Conclui-se que as áreas agrícolas não apresentaram restrições quanto aos atributos estudados, podendo ser justificado pelo manejo do solo e dos cultivos agrícolas, um aspecto negativo refere-se ao uso de herbicidas indiscriminadamente, aplicados diretamente no solo. Além disso, ressalta-se a importância de se utilizar materiais disponíveis na propriedade e adaptação das técnicas metodológicas tradicionais, conforme necessidade do estudo.

**Palavras-Chave:** Uso da terra, Manutenção de agroecossistemas, Metodologias participativas e

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, eric.cg@hotmail.com

<sup>2</sup> Pós-Doutorado em Ciência do solo, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, jeaneportela@ufersa.edu.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, diego\_costa18@hotmail.com

<sup>4</sup> Doutorando em Manejo de Solo e Água, PPGMSA, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, joaquimgodim90@gmail.com

<sup>5</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, geisianexavier2018@gmail.com

adaptadas.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável tem ganhado espaço no campo científico e político internacional, fica evidente com a adoção dos dezessete objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) desde 2015, como metas a serem alcançadas até 2030 (ONU, 2015). Nesses objetivos as Nações Unidas introduzem para sociedade o papel dos solos como a produção de alimentos, no armazenamento das águas subterrâneas, redução nas emissões de gases de efeito estufa e como meio para sobrevivência de animais (LAL et al., 2021).

Um empreendimento agrícola compreende desde a escolha da área para instalação da cultura até a pós-colheita e comercialização dos produtos, mas para o sucesso dessas atividades é importante que sejam aplicadas técnicas de combate a degradação dos solos e preservação dos agroecossistemas (LAL et al., 2021; BOUMA et al., 2022). Essa pesquisa foi focada em estudar o solo como um dos agentes dos agroecossistemas, dando a devida importância as propriedades e potencialidades do solo, pois cresce a cada dia o número de áreas improdutivas, devido principalmente ao manejo inadequado dos solos e dos cultivos agrícolas.

Foi realizada uma descrição qualitativa e quantitativa do ambiente, focando nas características do solo, aproximando o conhecimento técnico com o prático entre produtor e a comunidade científica, mostrando-se uma alternativa para o produtor que não tem disponível equipamentos laboratoriais ou um laboratório próximo a sua propriedade para obtenção de informações. Abordagens como essa possibilitam ainda que o público torne-se consciente da importância dos solos para o desenvolvimentos social e econômico (LAL et al., 2021).

Para realizar e alcançar o objetivo geral da pesquisa, primeiro foi necessário um conhecimento prévio da área (levantamento exploratório), que foi realizado junto ao proprietário. Segundo, foi realizada a descrição e qualificação do ambiente avaliando o solo, disponibilidade e qualidade de água, cobertura vegetal, aporte de matéria orgânica, plantas, animais, clima, relevo, processos erosivos e os indicadores biológicos da macrofauna. Terceiro, definiu-se os elementos que poderiam ser mensurados como a temperatura, agregados, densidade, relação sólidos/poros, resistência à penetração de raízes e método de verificação dos



resultados.

A ideia é que com a compreensão de alguns fatores envolvidos no estudo dos solos é possível resolver problemas futuros relacionados a improdutividade e deficiência de nutrientes, dada a resiliência e dinâmica do solo. Para realização desse trabalho foram utilizadas pesquisas bibliográficas, de campo e de estudos de caso. A pesquisa bibliográfica baseou-se em livros científicos da área da ciência do solo, pedologia, manejo do solo e agricultura nos trópicos. O estudo de caso foi desenvolvido em três ecossistemas, sendo dois de atividade agrícola e um de preservação ambiental (mata ciliar), em que essa última área preservada deve apresentar melhores condições de solo e diversidade ambiental.

Assim, a realização deste estudo teve como principal foco a verificação das condições do solo e outros aspectos possíveis de observação, em áreas de milho (CM), manga e sapoti (CMS) e de mata ciliar (MC), por meio de metodologias qualitativas e quantitativas e suas inter-relações. Realizando ainda uma abordagem crítica e consciente sobre o uso do solo, para garantir a manutenção dos agroecossistemas.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Os solos possuem diversas características intrínsecas e variáveis, chamadas de atributos, que interagem entre si, neste trabalho foram analisados indicadores da qualidade do solo, possíveis de avaliação em campo. Para tanto, as avaliações qualitativas foram baseadas nas seguintes características: cor do solo; textura; agregados; densidade; relação sólidos poros (P/S); matéria orgânica e cobertura do solo.

A cor do solo é uma das primeiras características observadas em uma área de cultivo, mas sua descrição mostra-se difícil, especialmente considerando as percepções particulares do observador e a vasta variação de cores. As cores dos solos podem fornecer informações a respeito de outras propriedades e condições do solo. Porém, para uma descrição precisa é necessário o uso da tabela de cores de Munssell, que leva em consideração o matiz, o valor e o croma. O conteúdo de matéria orgânica modifica a cor das partículas minerais do solo, tornando-os mais escuros no período chuvoso, além disso o conteúdo de água interfere na oxidação dos óxidos de ferro e manganês, colaborando para alteração das cores dos solos



(BRADY; WEIL, 2013).

Conforme Brady & Weil (2013), textura do solo é a mensuração das partículas minerais do solo de acordo com seu tamanho e quantidade presente no solo. Para Primavesi (1999) a textura permite o entendimento do comportamento e disponibilidade da água presente no solo. Sendo que a água disponível para as plantas está nos poros médios do solo, que permitem a retenção ao invés da sua percolação. Conhecer a textura do solo é parte fundamental para um bom manejo, deve-se ter em mente também que os diferentes horizontes possuem características específicas que se complementam durante a determinação das proporções de cada fração (areia, silte e argila), sendo ainda uma propriedade pouco variável ao longo do tempo, considerada permanente (BRADY; WEIL, 2013).

Pela textura do solo podemos verificar diversas propriedades e comportamentos tais como: a capacidade de retenção ou drenagem de água, conseqüentemente saberemos um pouco mais sobre o espaço poroso ou aeração do solo; também podemos inferir sobre a suscetibilidade a compactação, a erosão hídrica ou eólica; capacidade de armazenamento de nutrientes e retenção de água. Cita-se como exemplo, solos argilosos possuem alta capacidade de retenção, com lenta drenagem, alta capacidade de armazenar nutrientes e suscetível a compactação. Já os solos arenosos possuem características inversas aos solos argilosos, com boa drenagem e pouco suscetível a compactação. Solos com maior concentração de silte apresentam propriedades intermediárias na maioria dos casos. Contudo, a maioria dos solos possuem as três frações em diferentes proporções, formando as classes texturais.

Segundo Brady & Weil (2013), pode-se dizer que os agregados são formados a partir de forças com diferentes intensidades, apresentando diferentes formatos, a fração argila compõe os primeiros agregados e a matéria orgânica promove o suporte energético para atividade microbiana, dando origem aos segundos agregados, que se unem aos primários. Os agregados do solo permitem a estabilidade dos solos reduzindo a erosão, o livre movimento do ar e da água no solo, crescimento e desenvolvimento de raízes e microrganismos, garantindo assim uma maior produtividade.

A fração argila é um importante agente agregante, especialmente na presença de matéria orgânica decomposta, proveniente dos cultivos agrícolas e usos do solo. Primavesi (1999) ainda



ênfatiza a participação dos microrganismos do solo, em especial os actinomicetos, formadores eficientes de substâncias húmicas, último estágio de decomposição da matéria orgânica e com boa capacidade de agregação.

Brady & Weil (2013) trata a densidade como uma relação entre massa e volume, quando se fala em densidade do solo as partículas sólidas definem o volume e o espaço poroso a ser analisado. Já para densidade de partículas a relação de massa e volume não considera o espaço poroso, apenas os sólidos. O método tradicional é do anel volumétrico, conforme Forsythe (1975), a escolha do método depende da textura e estrutura do solo, podendo ser pelos métodos da proveta (estrutura solta) e do torrão (solos bem estruturados, com argila de atividade coloidal alta).

Ainda conforme Brady & Weil (2013), a densidade de partículas é o mesmo que massa específica de uma substância sólida, desconsiderando seu espaço poroso e para a maioria dos solos minerais com predominância de quartzo, essa densidade pode variar entre 2,60 e 2,75 g/cm<sup>3</sup>. De forma que para cálculos em geral se a densidade não for conhecida pode-se considerar 2,65 g/cm<sup>3</sup>.

A partir do que foi explicado pode-se utilizar a densidade do solo como indicativo de qualidade do solo, para mensuração do espaço poroso, relação sólidos/poros, capacidade de retenção, infiltração, aeração e suscetibilidade a compactação.

A relação sólidos/poros (P/S) é uma proporção que relaciona as partículas físicas (mineral e orgânica) com o espaço poroso preenchido por ar e água, dividido macro e microporos. Segundo Takane et al. (2013) conhecer e quantificar as frações dos sólidos e poros permite maior entendimento das potencialidades do solo e as técnicas de manejo mais adequadas.

De acordo com Brady & Weil (2013), um solo em boas condições para o crescimento de plantas, apresenta 45% de partículas minerais, 5% de matéria orgânica e 50% de espaço poroso, onde a proporção de água e ar variam à medida que o solo está mais úmido ou seco, sendo que uma proporção quase igual de ar e água oferece melhores condições para o crescimento de plantas.



Solos agrícolas de boa qualidade são formados por 50% de sólidos e 50% de poros, com relação P/S=1, valores menores do que 1 podem indicar compactação e possível restrição para penetração de raízes (TAKANE et al., 2013).

A matéria orgânica é de suma importância para as atividades do solo, funciona como indicativo de qualidade, fornecendo cores escuras ao solo, auxilia na formação e estabilização dos agregados, retenção de água, fonte de nutrientes e energia para plantas e microrganismos. Conforme Brady & Weil (2013), a matéria orgânica consiste em uma variedade de substâncias orgânicas, presença do elemento carbono, sendo restos vegetais e animais. Apesar da matéria orgânica está em pequenas proporções no solo, normalmente de 1 a 6% e predominantemente na superfície, ela influencia o crescimento e desenvolvimento de plantas dada sua disponibilidade de nutrientes.

Em Primavesi (1999) é ressaltada a importância da cobertura do solo pela matéria orgânica. Relaciona solo, planta e atmosfera: reduz a evaporação de água do solo, pois diminui a intensidade da incidência solar direta, a perda de água torna-se menor em solos cobertos mantendo uma temperatura amena a umidade por mais tempo; também protege a superfície do solo contra o impacto das gotas de chuva e posterior erosão hídrica; acrescenta nutrientes ao solo, advindos da matéria orgânica; melhora a infiltração da água no solo.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa utilizada se enquadra como de natureza aplicada e descritiva, direcionada ao avanço do conhecimento por meio da coleta de dados e posterior verificação de suas relações.

Foi realizada no município de Aracoiaba-CE, comunidade Ideal, nas coordenadas Latitude 4° 25' 39,5'' S e Longitude 38° 40' 15,70'' O. Conta com produção de base familiar, onde é praticado cultivo agroflorestal com cultivo de coqueiro (*Cocos nucifera*), mangueira (*Mangifera indica*), sapoti (*Manilkara zapota*) e milho (*Zea mays*), presente na área mata nativa preservada e sem exploração.

O clima da região é tropical quente semiárido, com precipitação pluvial média anual de 1010,3 mm no período chuvoso de fevereiro a abril, a temperatura média anual situa-se entre



24-26 °C (Alvares et al., 2013). O relevo é do tipo maciços residuais, solos aluviais e litólicos em vegetação de caatinga arbustiva densa (IPECE, 2017).

## RECONHECIMENTO EXPLORATÓRIO DOS AGROECOSSISTEMAS

Inicialmente foi realizada uma visitada nas áreas, junto aos proprietários para obtenção de informações a respeito do histórico das áreas, como as principais limitações, materiais utilizados no plantio e aquisição de mudas. Ademais, a avaliação dos ambientes foi realizada por meio de uma caminhada transversal, técnica proposta por Verdejo (2006) que consiste na realização de caminhada transversal ao longo da maior extensão do terreno, compreendendo a formação do relevo e das paisagens locais.

A propriedade dispõe de máquinas e equipamentos necessários para desenvolver maior parte das atividades realizadas no local, como um trator de rabetta, roçadeira, sulcador e pulverizador. Construções como galpão, aviários, casa de bombas e uma casa. Plantio de 2,00 ha da cultura do coqueiro, aproximadamente 4,00 ha da cultura do milho, 0,50 ha com pomar contendo ciriguela, caju, graviola, pitanga, acerola, ata (fruta do conde, pinha) e cajarana, 0,50 ha de bananeira (em expansão, conforme perfilamento para produção de mudas) e 0,10 ha destinado a hortaliças para consumo. Aproximadamente 12,00 ha são destinadas a áreas de preservação, sendo 7,00 ha para preservação permanente e 5,00 ha de mata ciliar.

## ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRES OS AGROECOSSITEMAS CMS E CM

A área CMS possui 85,00 m de largura e 88,00 m de comprimento totalizando 884,00 m<sup>2</sup> ou 0,748 ha, onde foram plantadas 280 plantas enxertadas de mangueira, sendo 120 da variedade coité, 80 moscatel e 80 rosa. Outras 40 plantas de sapoti enxertado, um total de 320 plantas com espaçamento de 4,00 m entre plantas e 5,00 m entre fileiras (plantio adensado), havia ainda uma linha de eucalipto que funcionava como barra vento na bordadura entre as áreas CMS e MC.

Sua localização fica a leste da mata ciliar e do riacho “sem nome”, oeste do plantio de milho, a norte fica o rio Aracoiaaba, e ao sul fica uma área sem atividade até o momento. No plantio foram aplicados 200,00 g de Super Simples no fundo da cova e fez-se um raio de 1,00



m e aplicou-se 2,00 kg de calcário em cobertura. Foram feitas duas adubações por fertirrigação com NPK e posterior adubação orgânica com cama de galinha de 10,00 a 20,00 L por planta em um raio de 1,00 m. A cultura da mangueira possui sinais de antracnose nas folhas mais novas, mas no geral as plantas estão em bom desenvolvimento e sem perdas.

Na área CM a variedade plantada é um milho híbrido BRS 2022 produzido por GranSafra e milho BRS Caatingueiro, plantado no final de março, antes do plantio foi realizada aração e gradagem. O espaçamento foi de 80,00 cm entre linhas e 15,00 cm entre plantas, aplicou-se 200,00 kg/ha de NPK 20-10-20 junto ao plantio. Foi realizada uma aplicação de herbicida Aminol 806 antes do plantio, para controlar principalmente o capim amargoso (*Digitaria insularis*). Além da aplicação de um produto não citado contra a lagarta do cartucho, na ocasião da aplicação o milho tinha na faixa de crescimento de 15,00 a 20,00 cm de altura.

## AGROECOSSISTEMAS E ATRIBUTOS DO SOLO ESTUDADOS

Foram avaliados os agroecossistemas com consórcio de mangueira e sapoti (CMS), milho (CM) e mata ciliar (MC). Por meio da amostragem de solo nas camadas superficiais 0,00–15,00 cm e 15,00–30,00 cm, para posterior avaliação dos atributos do solo.

Em cada agroecossistema foram coletadas 12 amostras deformadas simples, formando uma composta para as camadas de 0,00–15,00 cm e 15,00–30,00 cm, totalizando 6 amostras compostas, e os resultados apresentados são valores médios das repetições.

Quanto aos atributos do solo avaliados de forma qualitativa foram cor, cobertura, estados de decomposição dos resíduos, avaliação da matéria orgânica utilizando água oxigenada, textura e agregados. Já os quantitativos foram temperatura do solo, densidade, relação sólidos/poros, infiltração, resistência à penetração de raízes, pH e condutividade elétrica (CE).

## DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS QUALITATIVOS

A cor foi observada no campo durante a coleta com solo úmido e posteriormente seco ao ar, a descrição foi feita pela experiência do pesquisador, sem tabela de cores para comparação. A cobertura do solo também foi observada em campo, a proporcionalidade foi





estimada a olho nu e para a serrapilheira foi medido com o auxílio de régua.

A análise de agregados foi adaptada pelo método científico tradicional, conforme Yoder (1936), obtidos por meio das amostras compostas. Dois tipos de peneiras foram utilizadas, com malha na forma de losango, sendo a peneira grossa com área da malha de 20,00 mm<sup>2</sup> e a peneira fina 5,00 mm<sup>2</sup>. As amostras compostas ficaram dois dias expostas a sombra e posteriormente passaram por beneficiamento. Para os agregados retidos na peneira grossa, foi verificado o tipo de agregado, poros, planos de fraqueza, dureza de forma manual, presença de raízes e óxidos de ferro. Depois, os agregados retidos na peneira fina foram reservados e usados nos testes de estabilidade sob ação da água e reação a água oxigenada.

Para os agregados menores, retido na peneira com malha de 5,00 mm<sup>2</sup>, para cada agroecossistema foram retiradas porções de aproximadamente 100,00 ml para a camada de 0,00-15,00 cm e para 15,00-30,00 cm (objetivo verificar as condições no mesmo local) reservadas em pratos, depois com um borrifador tipo spray, foram emitidas 30 borrifadas a uma distância de 30,00 cm que permitiu analisar a estabilidade dos agregados.

O próximo teste foi atividade da matéria orgânica, usando uma porção com cerca de 100,00 ml da terra fina em um prato, adicionando-se 50,00 ml de água oxigenada 10 volumes (peróxido de hidrogênio a 3%) em sequência foram realizadas observações.

O último teste foi para obtenção da textura pelo método de determinação da textura pelo tato, proposto por Brady & Weil (2013), que consistem em inicialmente amassar uma amostra úmida de solo até obter uma massa com consistência uniforme, adicionando água aos poucos, esse passo é importante porque alguns agregados de argila e silte podem se comportar como se fossem grão de areia, em seguida pegar uma porção referente ao tamanho de um limão e sentir as sensações provocadas pelas diferentes frações de partículas.

As interpretações das observações foram realizadas de acordo com (Brady & Weil, 2013, p. 115):

1. A amostra de solo não se torna coesa, como uma bola, desfazendo-se facilmente: areia.
2. A amostra forma uma pequena bola, mas não uma tira: areia-franca.
3. A tira é friável e se quebra quando está com menos de 2,5 cm de comprimento e:



- a. O rangido é audível e a sensação é áspera: franco-arenosa;
  - b. A sensação é de maciez e sedosidade e o rangido não é audível: franco-siltosa;
  - c. A sensação é ligeiramente áspera e macia, e o rangido não é claramente audível: franca.
4. O solo exibe moderada pegajosidade e plasticidade, forma tiras alongadas de 2,5 a 5 cm de comprimento e:
- a. O rangido é audível e a sensação é de aspereza: franco-argiloarenosa;
  - b. A sensação é macia e sedosa e o rangido não é audível: franco-argilo-siltosa;
  - c. A sensação é de pouca aspereza e alguma maciez e o rangido não é claramente audível: franco-argilosa.
5. O solo exibe dominante pegajosidade e plasticidade, formando fios mais longos do que 5 cm e:
- a. O rangido é audível e a sensação de aspereza predomina: argiloarenosa;
  - b. A sensação é de maciez e sedosidade; o rangido não é audível: argilo-siltosa;
  - c. A sensação é de apenas pequena aspereza e sedosidade e o rangido não é claramente audível: argila.

## DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS QUANTITATIVOS

A temperatura do solo foi verificada usando instrumento THDL-400 da marca INSTRUTHERM, esse instrumento possui uma sonda de 7,00 cm que foi introduzida na superfície do solo e outra aferição com profundidade de 15,00 cm. As medições foram realizadas no período entre 13 e 14 horas, considerado mais crítico.

Utilizando as amostras compostas e deformada foram feitas as seguintes análises: densidade do solo; relação S/P; velocidade de infiltração; pH e CE. A água usada tinha pH 7,30 e CE 12,00  $\mu\text{S}$  a 28,00 °C. Para um volume fixo de 200,00 ml foi usado um copo americano passando uma régua rente a “boca” do copo.

Para quantificar a densidade do solo, a massa da amostra deformada foi obtida utilizando copo americano com volume de 200,00 ml, com três repetições em cada camada dos agroecossistemas. A medida foi feita com a umidade da terra fina seca ao ar e a equação aplicada foi a relação massa por volume. Seguiu metodologia adaptada de Forsthy (1975).

Para determinar a relação sólidos/poros (S/P) foi utilizada metodologia adaptada de Teixeira et al., (2017), com o auxílio de um copo medidor do tipo Becker da marca JProLab



com volume de 500,00 ml e um copo americano com volume de 200,00 ml. Adicionou-se 200,00 ml de água dentro do Becker e em seguida 200,00 ml de solo, depois registrou-se o volume final de água no Becker. Foi utilizada a amostra composta seca ao ar.

Para o tempo de infiltração, 200,00 ml de solo seco foi colocado em um filtro de papel “103” para café e 200,00 ml de água foi reservado em Becker. Ao adicionar a água cuidadosamente um cronômetro foi iniciado, quando a primeira gota caiu foi registrado o tempo em segundos, o teste continuou até que o intervalo entre as gotas fosse igual ou superior a 1,00 minuto. O solo úmido foi pesado e registrado. Ao recuperar a água infiltrada do teste anterior foi verificado o pH e condutividade elétrica da água (CE), usando um medidor digital multiparâmetro da marca JUANJUAN.

O último teste quantitativo foi o de penetração de raízes, usando instrumento desenvolvido pelo pesquisador e proprietário. Esse instrumento é uma vara de ferro com 3/8” de polegadas de diâmetro e 120,00 cm de comprimento, uma arruela foi colocada no meio da vara. Um peso de 4,00 kg com um guia foi usado para exercer uma força fixa (que não foi determinada), esse peso é solto no início e a vara cai de uma altura de aproximadamente 60,00 cm (menos a espessura da arruela) bate na arruela e realiza a penetração no solo.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **MÉTODOS QUALITATIVOS**

A coloração dos solos foi semelhante para a camada de 0,00-15,00 cm, verificou-se um marrom escuro, já para a camada de 15,00-30,00 cm um marrom mais claro até um tom de amarelo escuro, isso porque os solos estavam úmidos e pela maior presença de matéria orgânica na superfície do solo. Quando as amostras simples foram misturadas e colocadas para secar ao ar, a tonalidade mudou para um marrom médio acinzentado nas camadas de 0,00-15,00 cm e marrom claro acinzentado nos 15,00-30,00 cm e perdeu a tonalidade amarelada que foi apresentada em umas das amostras simples.

Os solos em todas as áreas estavam cobertos e protegidos, a área CMS apresentava 60%



de cobertura morta, na área CM cobertura total com plantas daninhas ou vegetação espontânea e na área de MC 50% da área com serrapilheira, além das copas das árvores que sombreava quase que 100% do solo. A área de MC possuía cobertura de melhor qualidade, protegendo dos impactos das chuvas e insolação direta, seguido pela área CM e por último a CMS onde constavam sinais de erosão próximos a mata ciliar.

Os agregados maiores que ficaram retidos na peneira com malha de 20,00 mm<sup>2</sup>, apresentaram-se do tipo granular porosa para as áreas CMS e CM e do tipo granular grumosa (muito porosa) para área de MC. Na área CMS para a camada 0,00-15,00 cm havia baixa concentração de raízes e para área CM média concentração de raízes, nos casos CMS e CM os agregados se destorroaram com forte força dos dedos, que esfarelaram. Já para a camada 15,00-30,00 cm apresentaram menos raízes e estabilidade, necessitando média força para esfarelar. Para os agregados da área MC as duas camadas apresentaram maior concentração de raízes e maior diâmetro, os agregados estavam estáveis e alguns menores não esfarelaram com a força de pressão entre os dedos, na camada de 15,00-30,00 cm também foi observado baixo teor de óxidos de ferro, verificado por pequenos conglomerados com tonalidade vermelho intenso, que pode significar presença de hematita.

Para os agregados retidos na peneira de malha 5,00 mm<sup>2</sup>, mostraram-se estáveis contra a ação da água nos primeiros centímetros do solo, já para as camadas de 15,00-30,00 cm os agregados esboroaram com certa facilidade, o que já era esperado, pois eles apresentam menor teor de matéria orgânica e maior conteúdo de areia.

Para a atividade de matéria orgânica em todos os casos e em todas as camadas foram identificados principalmente pela efervescência do carbono orgânico, que liberava gases formando bolhas. Esse fenômeno foi observado visualmente e por um levantamento do solo, pelo som característico da efervescência e pelo tato, já que a amostra ficava com consistência cremosa. Deve ser ressaltando que ocorreu maior atividade nas camadas de 0,00-15,00 cm do solo e na área da mata ciliar.

Para a textura pelo método do tato na camada 0,00-15,00 cm em todas as áreas notou-se a formação de bolas uniformes e brilhantes, ao aperta essa bola com o polegar primeiro modelava o dedo, logo em seguida rachava formando uma fenda, era possível fazer uma



“minhoca” sem quebra-se. Foi identificado certa plasticidade e conseqüentemente presença de argila e silte, quando adicionada mais água não foi observado pegajosidade, ao tentar fazer uma tira essa rompeu com menos de 2,5 cm, a sensação é ligeiramente áspera e macia do tipo franca (BRADY; WEIL, 2013).

Para os 15,00-30,00 cm em todas as áreas observações mostravam a formação de uma bola uniforme e brilhante, ao aperta essa bola com o polegar logo se rachava em uma fenda; era possível fazer uma “minhoca”, mas que quebrava em alguns pontos, isso identificou menos plasticidade que nas amostras anteriores, mais ainda existia a presença de argila e silte, quando adicionada mais água não foi observado pegajosidade, ao tentar fazer uma tira essa se quebra com menos de 2,5 cm, a sensação é áspera, do tipo franco-arenosa (BRADY; WEIL, 2013).

## MÉTODOS QUANTITATIVOS

A temperatura do solo variou bastante nas três áreas. As maiores temperaturas foram registradas na área CMS com média de 34,2 °C na camada de 0,00-15,00 cm e 31,1 °C na camada de 15,00-30,00 cm, mas com o aumento do volume de sua copa espera-se redução da temperatura. Na área CM a temperatura média foi 31,5 °C na camada de 0,00-15,00 cm, não sendo verificado na camada de 15-30 cm. Para a área de MC foram obtidos os melhores resultados com média de 27,9 °C e 27,4 °C para camadas 0,00-15,00 cm e 15,00-30,00 cm respectivamente.

**Tabela 01:** Valores de temperatura em °C para as camadas analisadas na comunidade Ideal.

Áreas	(CMS)			(MC)			(CM)
	0 – 15 cm	15 – 30 cm	Diferença entre 0-15 e 15-30 cm	0 – 15 cm	15 – 30 cm	Diferença entre 0-15 e 15-30 cm	0 -15
1	32,1	29,8	2,3	28	27,7	0,3	29,8
2	32,2	30	2,2	28,1	27,9	0,2	30,1
3	33,2	31	2,2	28	27,6	0,4	31,2
4	35	32,8	2,2	27,7	27	0,7	31,8
5	35,5	32,1	3,4	27,9	26,9	1	31,2
6	34,6	31,7	2,9	27,7	27,1	0,6	32,5
7	35,8	32	3,8	28	27,6	0,4	31,6
8	33,7	30	3,7	28,2	27,8	0,4	32,2
9	34,6	31,2	3,4	27,9	27,3	0,6	31,6



10	34	31,1	2,9	27,8	27,1	0,7	32,9
11	35,3	30,9	4,4	28	27,2	0,8	30,9
12	34	30,5	3,5	27,8	27	0,8	31,7
<b>Média</b>	<b>34,2</b>	<b>31,1</b>	<b>3,1</b>	<b>27,9</b>	<b>27,4</b>	<b>0,6</b>	<b>31,5</b>

Fonte: Própria (2021).

A densidade dos solos estava compreendida entre 1,10-1,20 g/cm<sup>3</sup>. Esse valor de densidade do solo é favorável ao crescimento de raízes, serve também como referência para avaliar a compactação diante das operações de manejo, em específico a passagem de máquinas. Em todos os solos o volume de partícula sólida e volume do espaço poroso registraram volume de 100,00 ml com relação P/S = 1, conforme tabela 2. Que representa 50% de sólidos e 50% de poros.

**Tabela 02:** Valores obtidos para relação sólidos/poros, nos três agroecossistemas.

Amostra/área	Volume da amostra (v)	Volume inicial de água (vi)	Volume final da água (vf)	Volume da partícula sólida (S = vf - vi)	Volume do espaço poroso (P = v - S)
0 - 15 _ CMS	200 ml	200 ml	300 ml	100 ml	100 ml
15 - 30 _ CMS	200 ml	200 ml	300 ml	100 ml	100 ml
0 - 15 _ CM	200 ml	200 ml	300 ml	100 ml	100 ml
15 - 30 _ CM	200 ml	200 ml	300 ml	100 ml	100 ml
0 - 15 _ MC	200 ml	200 ml	300 ml	100 ml	100 ml
15 - 30 _ MC	200 ml	200 ml	300 ml	100 ml	100 ml

Fonte: Própria (2021).

Na área CMS o início da infiltração na camada de 0,00-15,00 cm ocorreu com média de 53,00 s e aproximadamente 105,00 ml de água foram recolhidos, o pH médio dessa água foi 6,81 e a CE média de 367,30 µS. Na camada de 15,00-30,00 cm as médias de início de infiltração, volume recuperado, pH e CE foram 42,00 s, 115,00 ml, 6,80 e 557,30 µS respectivamente. Os valores de tempo e quantidade de água recolhida indicam maior capacidade de retenção nos primeiros centímetros, podemos associar isso a textura com partículas menores e maior teor de matéria orgânica. O pH aproximado representa um bom indicativo para absorção de nutriente, próximo a 6,50. A CE pode-se explicar também pela



textura o solo na camada de 15,00-30,00 cm com menor capacidade de retenção de nutrientes, indicativo de menor teor de argila.

Na área CM a camada de 0,00-15,00 cm as médias de início de infiltração, volume recuperado, pH e CE foram 45,60 s, 110,00 ml, 7,14 e 638,00  $\mu$ S respectivamente. Já na camada de 15,00-30,00 cm as médias foram 44,60 s, 110,00 ml, 7,11 e 514,3  $\mu$ S.

Na área MC a camada de 0,00-15,00 cm as médias de início de infiltração, volume recuperado, pH e CE foram 90,00 s, 110,00 ml, 6,17 e 314,00  $\mu$ S respectivamente. Já para 15,00-30,00 cm as médias foram 46,60 s, 115,00 ml, 5,83 e 413,30  $\mu$ S. Essa área apresentou os melhores resultados explicados principalmente pelos indicadores de textura e matéria orgânica.

**Tabela 03:** Infiltração de água nos três ambientes analisados, na comunidade de Ideal, Aracoiaba-CE.

Agroecossistemas	Camada (cm)	Peso inicial (g)	Início da infiltração (segundos)	Última gota (intervalo 1 min)	fim da infiltração
C. Mangueira e Sapoti	0-15	233,7	46	10min e 15 seg	11min e 18 seg
		236,6	55	10min e 26 seg	11 e 28 seg
		233,1	58	9min e 55 seg	11 e 1 seg
	Média	234,47	53,00		
	15-30	240,4	45	12min e 38seg	13min e 41seg
		238,2	41	11min e 8seg	12min e 16seg
		239,4	41	11min e 55seg	13min e 5seg
Média	239,33	42,33			
C. Milho	0-15	224,4	47	10min e 12seg	11min e 26seg
		223,6	48	10min e 27seg	11min e 40seg
		222,3	42	10min e 10 seg	11min e 24seg
	Média	223,43	45,67		
	15-30	235	46	11min e 2 seg	12min e 6 seg
		231,2	45	10min e 56 seg	12min e 1seg
		232	43	11min e 12seg	12min e 20 seg
Média	232,73	44,67			



Mata Ciliar	0-15	240,8	88	14min e 16seg	15min e 18seg
		240,3	90	13min e 38seg	14min e 50seg
		241,6	91	13min e 20seg	14min e 320seg
		Média	240,90	89,67	
	15-30	246,2	48	12min e 15seg	13min e 22seg
		248,5	50	12min e 32seg	13min e 49seg
		242,6	42	11min e 58seg	12min e 10seg
		Média	245,77	46,67	

Fonte: Própria (2021).

Continuação da tabela 3.

Peso saturado (g)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	PS-PI (g)	Volume de água drenado	pH	CE (µS)
328,1	1,1685	94,4	105ml	6,84	395
331,2	1,183	94,6	105ml	6,8	349
326,6	1,1655	93,5	105 ml	6,78	358
328,63	1,17	94,17	105ml	6,81	367,33
326,1	1,202	85,7	115ml	6,76	564
321,4	1,191	83,2	115ml	6,82	540
322,6	1,197	83,2	115ml	6,81	568
323,37	1,20	84,03	115ml	6,80	557,33
311,8	1,122	87,4	110ml	7,14	674
311,2	1,118	87,6	110ml	7,12	621
309,6	1,1115	87,3	110ml	7,16	619
310,87	1,12	87,43	110ml	7,14	638,00
322,2	1,175	87,2	110ml	7,14	516
317,7	1,156	86,5	110ml	7,1	530
318,6	1,16	86,6	110ml	7,08	497
319,50	1,16	86,77	110ml	7,11	514,33
330,5	1,204	89,7	110ml	6,14	334
331,2	1,2015	90,9	110ml	6,2	296
332,6	1,208	91	110ml	6,18	312
331,43	1,20	90,53	110ml	6,17	314,00
331,8	1,231	85,6	115ml	5,8	410





334,3	1,2425	85,8	115ml	5,76	398
328,8	1,213	86,2	115ml	5,92	432
331,63	1,23	85,87	115ml	5,83	413,33

**Fonte:** Própria (2021).

Para o teste de penetração de raízes as áreas de CMS e CM apresentaram aproximadamente 40,00 cm, após quatro quedas de um peso 4,00 kg, para área de MC ocorreu maior heterogeneidade penetrando até 20,00 cm em quatro quedas do peso, até 60,00 cm em três quedas. Para mais resultados verificar as tabelas 3, 4 e 5.

**Tabela 04:** Teste de resistência à penetração na área de mangueira e sapoti (CMS).

Repetição	1 queda (cm)	2 queda (cm)	3 queda (cm)	4 queda (cm)
2L 4;5	17	25	31	38
4L 9;10	19	27	33	40
6L 14;15	17	26	32	40
8L 18;19	19	25	35	43
10L 12;13	20	26	33	39
12L 7;8	16	22	31	39
14L 4;5	23	32	37	43
16L 10;11	17	22	30	35
15R	10	17	23	29
9R	15	28	38	46
5R	13	22	31	41
1R	13	21	28	39

**Fonte:** Própria (2021).

**Tabela 05:** Teste de resistência à penetração na área de milho (CM).

Repetição	1 queda (cm)	2 queda (cm)	3 queda (cm)	4 queda (cm)
1	19	26	34	45
2	14	19	26	32
3	17	24	31	40
4	16	24	33	41
5	15	22	30	38
6	16	23	31	38



7	15	23	30	37
8	18	24	30	38
9	17	25	35	46
10	18	26	31	34
11	20	26	31	37
12	19	29	36	44

Fonte: Própria (2021).

**Tabela 06:** Teste de resistência à penetração na área de mata ciliar (MC).

Repetição	1 queda (cm)	2 queda (cm)	3 queda (cm)	4 queda (cm)
1	29	35	40	50
2	25	44	60	-
3	14	20	24	30
4	13	18	25	30
5	32	43	60	-
6	32	41	50	60
7	8	15	20	21
8	11	15	17	22
9	13	19	22	25
10	24	32	41	52
11	16	26	34	42
12	21	32	48	60

Fonte: Própria (2021).

## CONCLUSÕES

O desenvolvimento desse trabalho permitiu uma análise superficial e parcial das propriedades do solo, a identificação das relações entre os atributos do solo e sua influência sobre as plantas, animais e o homem.

Deste modo, os agricultores, agrônomos e outros profissionais que trabalham com o solo podem manejar os cultivos de forma mais eficiente conhecendo as características e potencialidades dos solos. O presente trabalho pode ser replicado em outros locais ou utilizado na cidade de Aracoiaba-CE como ponto de partida para outras análises, tendo sempre como referência áreas de preservação que poderá, ou não, apresentar resultados superiores as áreas agricultáveis (com intervenção antrópica).



Ao conversar com o proprietário e outros envolvidos na atividade, todos demonstraram interesse em aprender sobre o solo para maximizarem sua produção por meio de práticas conservacionistas.

Diante da importância de fazer medições precisas para obtenção de resultados que condizem com a realidade, algumas melhorias devem ser citadas como: planejamento quanto ao período para realização da amostragem (caso do milho que a vegetação estava muito densa); utilização de medidor volumétrico mais preciso; a matéria orgânica participou da terra fina seca ao ar, o que não ocorreria em laboratório; condições atmosféricas variáveis, o que também não ocorreria em laboratório; precisão do tempo para o teste de infiltração, onde a água foi despejada manualmente. Nesse sentido, a utilização de um espaço apropriado como uma pequena sala que possa simular um laboratório, não só para análise de solo, deveria ser uma construção essencial em uma propriedade, mas que com um pouco de criatividade e esforço muitas análises podem ser realizadas de forma viável e eficaz.

## REFERÊNCIAS

ALEGRIA, R.; ALMEIRA, P.; ARATANGY, V., & VICTOR. **Teoria e prática da pesquisa aplicada**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2011.

ALVARES, C. A.; STAPE J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, 711-728, 2013. Disponível em: < <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. 2013 >.

BALL, B.C.; BATEY, T.; MUNKHOLM, L.J. **Field assessment of soil structural quality – a development of the Peerlkamp test**. Soil Use and management, 23:329- 337, 2007.

BOUMA, J.; BONFANTE, A.; BASILE, A.; VAN TOL, J.; HACK-TEN BROEKE, MJD, MULDER, M.; HEINEN, M.; ROSSITER, DG, POGGIO, L.; HIRMAS, DRHIDE DETAILS **How can pedology and soil classification contribute towards sustainable development as a data source and information carrier?**. Geoderma, Volume 424, 15 October 2022. Disponível em: < <https://www-sciencedirect.ez13.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0016706122002956> >. Acesso em: 16 de out 2022.

BRADY, N. C.; & WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3ª ed. Porto Alegre: Brookman, 2013.



ESTRELA, C. **Metodologia científica: ciência, ensino, pesquisa.** 4ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2018.

FORSYTHE, W. **Manual de laboratorio: Física de suelos.** (No. IICA-LME 25). IICA, San José (Costa Rica). 1975.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUIMARÃES, R.M.L.; BALL, B.C.; TORMENA, C.A. **Improvements in the visual evaluation of soil structure.** Soil Use and Management, 27: 395-403, 2011.

LAL, R., BOUMA, J., BREVIK, E., DAWSON, L., FIELD, DJ, GLASER, B., ET AL 2021. **Solos e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas Uma Perspectiva IUSS.** Geoderma Regional. Vol.25. Junho de 2021. Disponível em: < <https://doi-org.ez13.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.geodrs.2021.e000398> >.

PRIMAVES, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais.** São Paulo: Nobel.

**Sustainable Development Goals: The 17 Goals [WWW Document]** UN Dep. Econ. Soc. Aff. Sustain. Dev. Goals 2015. Disponível em: < <https://sdgs.un.org/goals> >. Acesso em: 16 de out 2022.

TAKANE, R. J.; YANAGISAWA, S. S.; & GÓIS, E. d. **Técnicas em substratos para a floricultura.** Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2013.

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA G.K.; WENCESLAU, A.F.; TEIXEIRA, G. **Manual de métodos de análise de solo.** 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017, 573 p.

VERDEJO, M. E. **Diagnóstico Rural Participativo: um guia prático.** Brasília: MDA/Secretaria de Agricultura, 2006.

