

# AValiação DA ESTRUTURA DE SOLOS SOB SISTEMAS AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

## Evaluation of Soil Structure Under Biodiversal Agroforestral Systems in the West Region of Paraná

Kleber Adriano Ribeiro\*  
Milton Parron Padovan\*\*  
Alberto Feiden\*\*\*

**Resumo:** Sistemas Agroflorestais Biodiversos na Região Oeste do Paraná representam novos paradigmas para a busca do Desenvolvimento Sustentável como modelo de produção agrossilvicultural, que se aproxima daquilo que se preconiza, em termos de sustentabilidade, produção agrícola, conservação e melhoria ambiental. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o comportamento da estrutura dos solos, em função do tempo de implantação desses sistemas. A metodologia empregada foi o "DRES" – Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo. Com o uso do método foi possível identificar que ocorreram conexões importantes entre o desenvolvimento da estrutura em relação ao tempo de implantação desses sistemas agroecológicos e, principalmente, demonstráveis em campo.

**Palavras-chave:** Agroecologia, sustentabilidade, agroflorestas, solo.

**Abstract:** Agroforestry Systems Biodiverse in the Western Region of Paraná represent new paradigms for the pursuit of Sustainable Development, as a model of agroforestry production, which is close to what is advocated in terms of sustainability, agricultural production, conservation and environmental improvement. In this context, the objective was to evaluate the behavior of soil structure, as a function of the

## Introdução

A região oeste do Paraná é atualmente reconhecida por sua grande importância na atividade produtiva do estado. Responsável por cerca de 25% do Produto Interno Bruto agropecuário, de acordo com IPARDES. Para chegar neste patamar, várias fases se sucederam, desde os anos de 1950, iniciando pela exploração florestal, seguidas pelas culturas agrícolas e pecuárias extensivas e de subsistência e chegando aos dias de hoje com aumento de criações intensivas, de suínos, aves e bovinos, acompanhadas do crescimento de agroindústrias visando mercados interno e externo principalmente.

Como possíveis resultados deletérios percebidos, a simplificação dos sistemas de produção priorizados pela facilitação e intensificação da mecaniza-

\* Engenheiro agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste. E-mail: kleber.ar@bol.com.br.

\*\* Biólogo, PhD em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, MS. E-mail: contato@miltonpadovan.com.br.

\*\*\* Engenheiro agrônomo, PhD em Agronomia, Professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste e Pesquisador da Embrapa Pantanal. E-mail: alberto.feiden@embrapa.br.

time of implementation of these systems. The methodology employed was the “RDSS” - Rapid Diagnosis of Soil Structure. Using the method, it was possible to identify that there were important connections between the development of the structure in relation to the time of implementation of these agroecological systems and, mainly, demonstrable in the field.

**Keywords:** Agroecology, sustainability, agroforestry, soil.



ção, objetivando a escala de produção em detrimento da mão-de-obra. Vastas áreas cultivadas com uma espécie - a chamada “monocultura”.

No âmbito do campo, a mecanização intensiva atuando sobre os solos aliadas às monoculturas tendem reduzir a biota do solo, que invariavelmente, podem resultar em alterações dos atributos que garantem a qualidade físico-químicas e biológicas dos mesmos.

Para a avaliação da estrutura nesses sistemas de produção agroecológicos, utilizou-se da metodologia “DRES” – “Diagnóstico Rápido da Estruturação do Solo”, ferramenta de uso para resultados práticos e demonstráveis em campo. Permite identificar na amostra, detalhes, elementos e estágios conseguidos que certifiquem as expectativas de melhoria da estruturação do solo e sua evolução no tempo conforme atuamos nesta direção.

De acordo com Ralisch et al. (2017), com a aplicação deste diagnóstico chega-se ao grau de estruturação do solo, que é considerado importante atributo, que influencia positivamente as demais características e funções do solo em sistemas produtivos.

## Revisão bibliográfica

### *Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo – DRES*

Na determinação de estrutura de solos em universidades ou centros de pesquisas, que dispõe de recursos de

laboratórios de solos, os métodos de estudos a partir de informações de infiltração, coleta de agregados, isolamento e medição de volume de água deslocada, em função do peso a definição da densidade específica e outras características e atributos são comumente utilizados e complementam-se (REICHERT et al., 2003).

No caso do DRES, os exames laboratoriais, poderão ser utilizados sempre que possível como complementação e aferição principalmente de acordo com acuidade necessária a um determinado trabalho de pesquisa. O objetivo é facilitar a operacionalização deste trabalho, como o próprio nome sugere, uma diagnose rápida, confiável e em campo para verificação das ações que implementamos na direção de melhoria das condições gerais do solo. Poderá ser utilizado por agricultores e técnicos, como método para conferência de estágio de recuperação do solo e da água, além de potencial de redução de erosão e, ajudar na definição de parâmetros ou graus de desenvolvimento de lavouras que estejam passando por certificação.

A matéria orgânica nas propriedades físicas do solo é de grande importância, principalmente por fornecer substâncias de agregação e solidificação, que dão a forma grumosa, com boa estabilidade à água, sendo a profundidade mais favorecida, pela presença maior de gases atmosféricos, a região de 0 a 20 cm e, diretamente, um dos fatores mais atuantes na efetiva estruturação de agregados (PRIMAVESI, 2002).

Também ocorre melhorias da fertilidade química e diminui as perdas dos nutrientes quando a matéria orgânica aumenta, ficando mais à disposição na principal região de crescimento das raízes. As condições físicas do solo também são alteradas com aumento da matéria orgânica, permitindo que o solo fique mais friável e melhore a circulação do ar, retenha mais água para as plantas, favorecendo o desenvolvimento das raízes (PADOVAN; CAMPOLIN, 2011).

O maior ou menor crescimento das raízes, suas características morfológicas, quantidade, diâmetro, direção, tortuosidades, etc., são importantes para observação, de modo que, podemos depreender sobre a estrutura do solo. Portanto, seu conhecimento auxilia na definição do grau de estruturação do solo pesquisado (PREVEDELLO et al., 2008).

Habitualmente, solos em que os agregados tendem a um grau de desenvolvimento forte, (características de solo de floresta nativa) resistem de forma mais efetiva ao potencial de erosão causado tanto pelo impacto das gotas de chuva, quanto ao arraste por uma enxurrada. E ao contrário, quanto menor for este desenvolvimento estrutural, maior é o potencial de erosividade. A isto entendemos, como solos com boa estruturação, além de não desagregar facilmente pela ação das

chuvas, permitem uma excelente infiltração da água, diminuindo a possibilidade de arraste ou erosão por enxurradas (CAPECHE, 2008; DIAS JUNIOR, 2000).

Com estas breves considerações a respeito da importância da estrutura do solo, de modo a justificar a pesquisa apresentada e sugerir que o método DRES pode ser utilizado por pessoas, mesmo com pouco conhecimento específico na área. Pode ser empregado em praticamente todos os solos de cultivo, exceções aos solos extremamente arenosos, Ralisch et al. (2017) e solos de cultivo de arroz irrigado por inundação durante a condução da cultura, nada impede, no entanto, do trabalho ser feito em período sem inundação.

Os demais, sejam de plantio convencional, cultivo mínimo, plantio direto na palha e, neste trabalho, em solos de ambiente da agrofloresta. Para amparar os estudos base deste trabalho, apresenta-se uma breve revisão bibliográfica acerca dos sistemas agroflorestais.

### *Sistemas Agroflorestais*

Na sua essência, o conceito de sistemas agroflorestais não é novo, mas a nomenclatura utilizada atualmente para designar o conjunto de práticas e usos da terra, tradicional em diversas regiões tropicais e subtropicais, que é relativamente nova. Baseada nas práticas agroecológicas, esses sistemas denominados de agroflorestras, buscam a interação entre uma ou mais culturas com uma ou mais espécies arbóreas, buscando um sistema parecido ou igual ao da floresta (GLIESSMAN, 2000; PADOVAN, 2018).

Estes sistemas consistem em práticas milenares tanto na Ásia como na América Latina, mas é uma ciência que se desenvolveu mais intensamente nas décadas de 80 e 90. Sua abrangência é muito grande, têm sido adotados com sucesso em diversos ambientes biofísicos e socioeconômicos, desde regiões de clima úmido, semiárido ou temperado e sistemas de baixo nível tecnológico e uso de insumos à alta tecnologia, tanto em pequenas como em grandes áreas de produção, áreas degradadas ou de alto potencial produtivo (NAIR, 1987).

### *Classificação dos Sistemas Agroflorestais*

Os sistemas agroflorestais têm sido classificados de diferentes maneiras: de acordo com sua estrutura espacial, arranjo no tempo, importância relativa e a função dos diferentes componentes, objetivos da produção e características socioeconômicas predominantes. Nair (1985), apresenta os critérios em que devem estar baseadas as classificações dos sistemas agroflorestais:

*Estrutural:* A estrutura dos SAFs tem relação e dependência direta com a sua composição e a forma como se estabelece a distribuição das árvores e demais componentes, mas principalmente pelas árvores de porte maior e as clímax, no terreno. Também a estratificação vertical, e arranjo temporal, são quesitos a serem bem planejados. Apresenta-se três grupos de componentes para descrição das possibilidades de manejo: *O Florestal* – representado por todos os componentes da flora nativa e exóticas que se deseja implantar no local, desde sub-lenhosas às lenhosas (árvores), estas podem ser plantadas de forma mais espalhadas quando objetivam apenas sombreamento em pastagens ou mais adensadas para maior proteção do solo e diversidade de frutíferas em pomares por exemplo; *O Agrícola:* composto basicamente pelas plantas herbáceas, hortícolas, cereais, leguminosas, gramíneas e forrageiras. São em grande parte responsáveis pelo retorno rápido do investimento, e ajudam inclusive a financiar a implantação e manejo das demais espécies que comporão o sistema. E por fim o componente *Animal:* sejam de pequeno porte como galinhas coelhos, patos, gansos etc., até animais de porte grande como bois e cavalos, logicamente com espaços, espécies de plantas e proteções adequadas para cada caso (GÖTSCH, 1996; MACÊDO, 2007).

*Funcional:* O critério funcional tem como objetivo definir as principais funções do componente arbóreo no ambiente agroflorestal, ou seja, quais serão as principais atribuições das espécies escolhidas. Pode ser a produção de madeiras, frutos, sementes, forragem animal, lenha, vara de escoramento para construção civil, roliços de madeira tratada para construções diversas etc. Outra função, importante se refere aos serviços produzidos pelas árvores, podem ser como quebra ventos, cercas-vivas e conservação de solos, criação de microclima para instalação de outras espécies, sejam plantas ou animais, principalmente o retorno da fauna silvestre ao sistema. (MACÊDO, 2007; STEENBOCK; VEZZANI, 2013; PADOVAN, 2018).

*Socioeconômico:* Os sistemas agroflorestais podem ter diferentes níveis de tecnologia, que auxiliam mais ou menos nos trabalhos de manejo e escalas de produção. Esta dependência por insumos, equipamentos, assessórios tecnológicos e ainda, repositórios, tendem a facilitar o trabalho, mas também diminuir a rentabilidade ao agroflorestor. Existem diversos equipamentos sendo desenvolvidos pelo mundo com objetivo de minimizar a dependência de mão-de-obra em sistemas agroflorestais mecanizados, mas todos inacessíveis à nossa realidade, e que de certo modo, criaria uma dependência similar aos insumos da agricultura convencional. Concretamente, é inegável que nos dias de hoje, equipamentos e máquinas são fundamentais ao bom desempenho das atividades no campo e, mecanização mínima é preponderante para ganhos de escala de produção.

É provável que os SAFs favoreçam principalmente aos agricultores familiares, pela maior ocupação de mão-de-obra, contribuindo para permanência do homem no campo. Também existem SAFs, em que seus idealizadores, o fazem por outras convicções, mas não necessariamente dependam dessa produção. Mas é fato que a produção traz enorme segurança alimentar às famílias. A questão da obtenção de renda, muito influenciada pelos mercados consumidores, sua proximidade, interesse, capacidade de exploração, proposta de tipo ou variedades de produtos do sistema, permitem, quando bem planejadas, produção contínua durante o ano de acordo com a sazonalidade das espécies (MACEDO, 2007, p. 4) sintetiza da seguinte forma:

Refere-se ao nível de utilização de insumos no manejo e intensidade ou escala do manejo e aos objetivos comerciais. Os SAFs podem atender a diferentes escalas de produção, atingindo os níveis comerciais, intermediários e de subsistência, e podem utilizar diferentes níveis tecnológicos e de manejo, como alto, médio e baixo.

*Ecológico:* O critério ecológico pode se referir tanto em termos de recuperação ou de manutenção dos ecossistemas preexistentes ou circundantes. As agroflorestas podem servir para recuperar gradativamente um ecossistema que foi degradado. E neste sentido um dos principais indicadores de que estamos em processo de recuperação é a volta de espécies que ocorriam comumente naquele local de referência. Outros indicadores podem ser utilizados para verificação do comportamento de sistemas Agroflorestais, como por exemplo, ligados às condições de fertilidade, estrutura e diversidade macro e microbiológica dos solos (DAHMER et al., 2012).

Com os SAFs biodiversos, pode-se com o passar do tempo, atingir a chamada sustentabilidade ecológica. Quando Isso começa a ser percebido nos SAFs, é porque se estabeleceram ou estão em processo de colonização espécies do ecossistema comum da região, estarão presentes as condições para as interações e funções ecológicas, permitindo uma gradativa resiliência do ecossistema (MICCOLIS et al., 2016).

## Material e Métodos

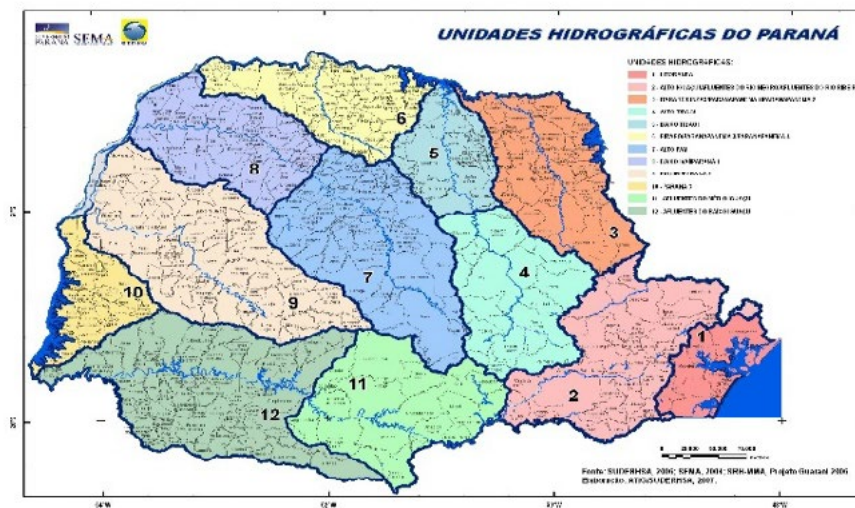
Busca-se estudar casos na região oeste do Paraná, que contrariam os paradigmas da produção regional. Encontrou-se em primeiro plano, as pessoas, com riqueza e diversidade de convicções imbuídas de alterar o próprio destino, seguir por um modelo que valorize as alternativas, os saberes tradicionais e no segundo plano, um novo paradigma, a inclusão de espécies variadas, arrançadas de forma que se sucedam, manejadas, podadas de acordo com as regras de cada indivíduo ou interesse econômico, produção diversificada, respeito às sazonalidades e, prin-



principalmente a não dependência de insumos externos, a volta gradativa da fauna aos sistemas de produção e a melhoria geral das condições de solo.

O estudo foi realizado no período de fevereiro de 2019 a maio de 2019, conforme as condições do ambiente e de solo permitiram, ou seja, umidade próxima à capacidade de campo, tempo estável, além da disponibilidade de ambos os envolvidos nas pesquisas. Simultaneamente com as amostragens de solo, foram realizadas entrevistas por meio de questionário estruturado, aos agricultores em propriedades da região oeste do Paraná, mais especificamente na Bacia do Paraná 3 (Figura 1).

**Figura 1-** Bacias Hidrográficas do Paraná



Fonte: SUDERHSA; SEMA – PARANÁ

Como pré-requisito, constituir-se de sistemas de cultivos agroecológicos, sendo três propriedades com menos de cinco anos de implantação dos SAFs e três propriedades com mais de 5 anos de implantação de SAFs biodiversos. Os agricultores selecionados são das seguintes cidades: 02 Agricultores em Marechal Cândido Rondon; 02 Agricultores em Nova Santa Rosa; 01 Agricultor em Santa Tereza do Oeste; 01 Agricultor em Entre Rios do Oeste.

### *Procedimentos metodológicos*

Foram coletadas cinco amostras de solo em cada área de estudo, com exceção de uma propriedade, de Marechal Cândido Rondon, que apresenta uma característica própria, não encontrada nas outras. Por este motivo, nesta em especial,

foram realizadas 10 amostragens devido a diferença de manejo. A referida propriedade se constitui em sistema agroflorestal de aleias, definidas como faixas de árvores e plantio de lavouras em faixas variáveis, no caso específico, de 30 a 35 metros em média. Nesta situação optou-se por realizar as coletas separadamente, ou seja, 5 amostragens nas linhas de árvores e cinco amostragens nas linhas de cultivos temporários.

Para a coleta foi utilizado uma pá reta; um enxadão; bandeja plástica retangular (25X50 cm por 15 cm de altura); canivete para auxílio na manipulação das amostras e limpeza de ferramentas; régua para medidas das camadas e parâmetro nas fotos. Na prática, atualmente, recurso de fotos presente nos celulares e, com grande poder de aproximação/ampliação, podem ser muito úteis.

Também deve compor a lista de materiais o papel ou etiqueta; caneta de escrita larga para descrição da amostra e melhor visualização em caso de fotografias; lâminas de chapa de lata ou de plástico para separação das camadas (como regra, no máximo três camadas na amostra); prancheta; caderneta de campo e folder de apoio produzido pela Embrapa para determinação da nota de qualidade estrutural ( $Q_e$ ) no campo.

Para determinação do número e locais das amostras foram seguidas as recomendações sugeridas por Ralisch et al. (2017), que apresenta todas as regras do DRES, no qual, pela área, todas as lavouras agroflorestais pesquisadas se enquadravam no critério de até 10 hectares, sugerindo uma quantidade amostral recomendada de 3 a 5 amostras.

A metodologia completa do método pode ser consultada no portal da Embrapa, na busca pelo DOC – 390. solo da região da pesquisa é predominantemente, pela nova Classificação Brasileira, denominado como *Latossolo Vermelho Distrófico*: São solos minerais com teores médios a alto de  $Fe_2O_3$  conhecidos anteriormente como Latossolos Vermelho-Escuro. Abaixo está apresentado imagem do Google Earth, que permite visualizar a localização da região onde foram realizadas as pesquisas e amostragens de solo, é meramente ilustrativa para efeito de entendimento da microrregião (Figura 2).



**Figura 2-** Imagem do oeste do Paraná, região do lago de Itaipú

Legenda: Em azul a delimitação média da Bacia do Paraná 3; ícones amarelos localização dos agricultores estudados em relação à bacia

Fonte: <http://mapas.google.com>

### *Descrição das propriedades*

Para descrição e comentários da continuidade do trabalho, será denominado cada agricultor por um número de ordem, objetivando a facilitação e organização das descrições, com melhor efeito nas discussões finais.

*Agricultor 01-* Proprietário L. V. H., Casado, 51 anos; Propriedade localizada em Marechal Cândido Rondon - Paraná, no distrito de Linha Periquito, com 24 hectares de área total. E área de Agrofloresta de 10 hectares aproximadamente.

*Agricultor 02-* Proprietário E. A. B., casado 72 anos; Propriedade localizada em Nova Santa Rosa – Paraná, com área total de 24 hectares, sendo 2 hectares reservados à agrofloresta biodiversa, em torno de 4 hectares de pastagem e açudes e o restante arrendadas aos filhos para plantio de lavoura convencional.

*Agricultor 03-* Proprietário I. M., casado, 68 anos, propriedade localizada em Nova Santa Rosa, com total de 29 hectares de área, dedica 1,5 hectares para a agrofloresta biodiversa, além de atuar como reserva legal e de mata ciliar.

*Agricultor 04-* Sitio Ecos da Agrofloresta, entrevistado: L. P., propriedade familiar localizada em Marechal Cândido Rondon - Paraná, Linha Campo Salles. O sítio tem área total de 25 hectares, a área destinada ao sistema agroflorestal é de 2,00 hectares, o restante 23 hectares, arrendados para terceiros.

*Agricultor 05*- Sítio: Cantinho Nosso Lar, Proprietário: A. D. L. C, Engenheiro Agrônomo, 44 anos, Secretário de Agricultura de Santa Tereza – Paraná, Assentamento Rural Olga Benário. Área total: 2,5 hectares, área do SAF biodiverso: 1,00 hectare.

*Agricultor 06*- Nome do sítio: Sítio dos Ipês; Proprietário: J. A. A., 51 anos e Esposa: R. A.; Propriedade localizada na linha Volta Gaúcha, Município de Entre Rios do Oeste – Paraná. Propriedade com área total de 5,4 hectares, onde o SAF ocupa 1,00 ha, atualmente, 1,0 ha de mata nativa, 0,7 há de lavoura de mandioca milho, pastagem e a sede ocupam o restante.

### *Definição de critérios para emprego do DRES e realização do trabalho de campo*

Para verificação das características da estrutura do solo, para este estudo (conforme padrão do DRES, amostras de 0 a 25 cm) definiu-se três camadas de solo, não se verificando diferenças importantes de cores no perfil do solo da região, padronizou-se da seguinte forma: Amostragens “a”, “b”, “c”. Onde a camada “a” é a camada superior, de 0-10 cm de profundidade; camada “b” a camada intermediária, 10-20 cm de profundidade; e camada “c” 20-25 cm de profundidade.

Para a abertura de trincheiras, as amostragens foram realizadas entre os meses de fevereiro e maio de 2019, coletadas com a umidade do solo próximo à capacidade do campo, avaliada de forma expedita.

Descrição do procedimento:

- a) Com enxadão retirou-se um pouco da palha, folhas e galhos do solo;
- b) Faz-se uma minitrincheira de aproximadamente 50-60 centímetros de largura, 30 centímetros de profundidade;
- c) Com a pá-de-corte, posiciona-se na lateral da trincheira e com o pé fazemos pressão para a possibilitar a retirada de uma porção de solo, de espessura, não inferior a 10 cm. Na maioria das vezes, devido a problemas de compactação, faz-se necessário a utilização de força adicional para garantir a penetração da pá no solo. Na prática a parte de cima do enxadão tem sido suficiente para ser usada em pancadas fracas, visando garantir a profundidade que necessitamos.
- d) Após atingir a profundidade com a pá, basta segurar a parte da frente da amostra e forçar a pá para traz, isso faz com que se rompa essa camada de terra mantendo a amostra na pá. Com o canivete faz-se o desbaste lateral e do fundo, pronta para ser colocada na bandeja de plástico.

e) De posse da amostra ainda na pá, posicionou-se horizontalmente na bandeja e ergueu-se com cuidado o cabo da ferramenta, com um pouco de ajuda da mão, pode-se garantir que a amostra fique praticamente intacta. De posse das régua ou separadores de plástico ou de lata, foi feita a medição e divisão das camadas.

f) Um item importante para o trabalho no campo e para podermos dar continuidade no trabalho e poder passar para o computador de forma organizada e mensurar corretamente os resultados obtidos é a tabela de campo. Para este trabalho realizou-se algumas adaptações na tabela ou “formulário”, com base em modelo/sugestão feita pelos pesquisadores Ralisch, et al. (2017), sendo também adicionados algumas colunas e aumentados os espaços para anotações. O recurso da Tabela sugerida, melhorada em seu formato pelo auxílio da planilha eletrônica, facilitou o trabalho no campo. Para a digitalização dos resultados, a tabela formatada na planilha serviu também, para facilitar os cálculos, pela possibilidade de inclusão de fórmulas.

g) Com a amostra depositada na bandeja, e separadas as camadas, iniciou-se a observação de detalhes em cada camada, para não passarem despercebidos, como: presença e tipo de insetos e outros macrorganismos como minhocas, descreveu-se tudo na planilha de campo. Com as mãos, e com o auxílio do canivete iniciou-se o processo de espalhamento e esboroamento da amostra, lateralmente na bandeja, sempre prestando atenção em detalhes que foram surgindo.

### *Tabulação dos resultados de campo*

De posse das tabelas de campo preenchidas, foram passados os resultados de cada camada para planilha eletrônica de formato similar à Tabela de campo, mas com os índices descritos a seguir para gerar os resultados e servir de comparativo em relação a todas as propriedades pesquisadas em função do tempo de implantação dos SAFs.

### *Q<sub>e</sub> - Qualidade estrutural da camada*

As notas de Q<sub>e</sub> foram atribuídas pela observação entre dois critérios que foram observados em cada camada, para isto deve-se ter em campo o Folder DRES.

a) Evidências de degradação ou conservação/recuperação do solo.

b) proporção visual da ocorrência (em volume) dos diferentes tamanhos de agregados após a manipulação da amostra e observando nas tabelas de referência,

com descrições para atribuição das notas, de acordo com procedimentos sugeridos no Documento 391 da Embrapa.

### *Índice de qualidade estrutural do solo da amostra- IQEA*

O IQEA corresponde à média das notas atribuídas às camadas, ponderada pela espessura das mesmas. Para o método proposto e considerando se tratar de uma avaliação para uma profundidade de 25 cm, não é necessário separar a amostra em mais de 3 camadas.

### *Índice de qualidade estrutural do solo- IQES*

Logo após foi determinado o IQES da propriedade avaliada. O IQES da gleba, propriedade, talhão ou área homogênea é composto pela média das notas de IQEA das amostras individuais daquela propriedade, gleba, talhão ou área homogênea. As fórmulas estão no Documento 390, disponível de baixar arquivo do site da Embrapa.

Com a aplicação da fórmula alimentada na planilha eletrônica, compara-se os índices de qualidade estrutural do solo (IQES) para a gleba ou propriedade avaliada. Para tanto, no DOC – 390 encontra-se também a tabela de “NOTAS DE CLASSIFICAÇÃO” sugerida segundo Ralisch et al., (2017) para classificação conforme o IQES alcançado. A tabela traz também importantes recomendações a serem utilizadas para recuperação ou manutenção da estrutura.

## **Resultados e Discussões**

O trabalho de coleta de amostras de solo, avaliação das condições gerais, atribuição das notas das camadas e posterior tabulação para obtenção de médias ponderadas, resultaram e foram adaptados para melhor visualização na Tabela 1. Consegue-se assim, visualizar de forma prática onde cada produtor se enquadra atualmente em relação aos critérios de IQES, (obtidos a partir dos IQEAS) os resultados obtidos dos solos dos agricultores pesquisados conforme abaixo:

**Tabela 1-** Posicionamento IQES em função das notas IQEA

Classe de Nota IQES	Qualidade Estrutural Alcançada	Enquadramento dos Agricultores no critério IQES, obtidos a partir das notas do IQEA das amostras pesquisadas.
6,0-5,0	Muito boa	Nota IQES: 5,88 Agricultor 03 (40 anos de SAF) *Nota IQES: 5,72 Agricultor 01(a) (19 anos de SAF) Nota IQES: 5,44 Agricultor 02 (16 anos de SAF) *Nota IQES: 5,08 Agricultor 01(b) (19 anos de SAF) Nota IQES: 5,04 Agricultor 06 (4 anos de SAF)
4,0-4,9	Boa	Nota IQES: 4,96 Agricultor 04 (2 anos de SAF) Nota IQES: 4,48 Agricultor 05 (0,7 anos de SAF)
3,0-3,9	Regular	-
2,0-2,9	Ruim	-
1,0-1,9	Muito Ruim	-

Com os resultados alcançados e observados na Tabela 2 e, apesar destas poucas unidades amostrais, pode-se fazer algumas considerações. Observa-se que o tempo decorrido da implantação da agrofloresta, parece ter relação direta no resultado da evolução da estrutura do solo, apontada pelos dados obtidos pelo método DRES.

Neste momento, salienta-se um detalhe importante nos resultados, sinalizados pelo asterisco (\*), diferenciados pelas letras “a” e “b”, justificou-se avaliar de forma separada o caso específico do Agricultor 01. No início das descrições dos materiais e métodos, foi comentado que neste agricultor, pela sua característica própria, qual seja: cultivo em aleias, realizou-se 10 amostragens, enquanto nos outros foram somente 5.

Este fato se justificou, pelo tipo de manejo adotado, onde, nas entrelinhas de aleias, tem havido preparo do solo mecanizado, de acordo com as intenções e necessidades de cultivo do produtor. Enquanto que, nas linhas de árvores (nas aleias) o preparo de solo não ocorre e utilizando as 5 amostras separadamente, apresenta-se um IQES de 5,72 o que levaria o Agricultor 01<sup>(a)</sup> à segunda posição em nível de desenvolvimento de estrutura de solo. Quando observamos o resultado do DRES das amostras do Agricultor 01<sup>(b)</sup>, na parte onde é feito preparo do solo mecanizado, houve a diminuição da nota de IQES do solo.

As cinco amostras desses locais, entre as aleias, quando analisadas separadamente atingem uma nota de IQES de 5,08, esse efeito foi suficiente para diminuir e posicionar o resultado para baixo, mas não o suficiente para desclassificar para outro nível de graduação da tabela. Na prática, em sistemas convencionais isso tende a ocorrer em maior ou menor grau, dependendo de uma série de fatores.



Cabe ressaltar que o Agricultor 01, utiliza-se de métodos agroecológicos para convivência com hospedeiros ou insetos bem como no manejo das culturas. Faz também intenso cultivo de adubação de cobertura com adubos verdes variados e não se utiliza de adubos químicos há muitos anos, apenas adubação orgânica oriunda da propriedade, seja cultural, de podas e dejetos da criação de gado leiteiro.

Comparando os sistemas de produção em aleias do Agricultor 01 com as aleias formadas pelo modelo de produção do Agricultor 05, neste último, não ocorre plantio de cereais e outras culturas anuais, apenas a manutenção de braquiária para manejo e produção de material vegetal por meio de roçadas, além de serem menores os espaçamentos. Ainda segundo o Agricultor 05, poderia perfeitamente serem conduzidas linhas de milho ou feijão, por exemplo, mas que ele optou apenas pela braquiária e sua roçada periódica, pelo fato da pouca disponibilidade de mão-de-obra, já que trabalha fora da propriedade também. Em suma, o agricultor 01 explora mais intensamente entre as aleias, com as culturas anuais, já o agricultor 05 explora ou pretende explorar as plantas da própria aleia, com frutas e o espaço entre elas mantém o capim objetivando o fornecimento de material orgânico. Similares a este último caso, podem ser citadas também as agroflorestas dos agricultores 02 e 06.

Com o fator tempo atuando nos sistemas agroflorestais, foram ocorrendo alterações, percebidas pelo escurecimento principalmente da primeira camada amostral ou camada "a". O que sugere o aumento de matéria orgânica ou Carbono microbiano, fato muito bem percebido no solo da Agrofloresta do Agricultor 06, que apresentou cor mais escura (Figura 3) nas amostras da parte mais antiga (4 anos de SAF), e na parte recentemente instalada, (Figura 4, apenas 6 meses) cor mais clara e com solo solto e desagregado.

**Figura 3** (esquerda) e **4** (direita)- Descrição do perfil do solo nas propriedades visitadas



Fonte: Acervo do autor



Outro fator contributivo nesse exemplo, é que no solo de SAF mais antigo, havia o plantio de verduras nas entrelinhas, e era regularmente utilizado material orgânico, como esterco de animais. Segundo o próprio agricultor esta atividade não está mais sendo realizada há mais de ano, pela grande demanda de mão-de-obra.

Nas amostragens dos agricultores com agroflorestas mais antigas, foram também percebidos escurecimento dessas camadas superficiais (Figura 5).

**Figura 5-** Agrofloresta com mais de 40 anos de manutenção e de implantação



Fonte: Acervo do autor

Esta observação corrobora também com outro trabalho realizado por Dahmer, (2012) que verificou maior quantidade de Carbono Microbiano nas áreas de agroflorestas e em áreas em regeneração de 10 anos de idade, comparando com áreas de 5 anos de sistema agroflorestal, mostrando que o acúmulo de carbono se intensifica com o passar do tempo, em mantendo-se a cobertura vegetal.

Além da coloração, a atividade biológica principalmente com a presença de alguns micélios de fungos, insetos, corós, cupins, minhocas (Figura 6) entre outros foram facilmente encontradas no momento do manejo e esboroamento das amostras e registradas por meio de fotos. Esta atividade e diversidade favorece a formação dos grumos e agregados e, a ação e muco das minhocas promove a solidificação de galerias, melhora da absorção da água das chuvas e sua permanência, no sistema e contribui mormente para a estruturação. Isto tudo ocorrendo concomitantemente, favorece e estimula a recuperação, manutenção e/ou melhoria da qualidade estrutural do solo (PRIMAVESI, 2002; PADOVAN, 2018).

A Figura abaixo foi coletada na região, mais antiga da agrofloresta do produtor 06, e vem reforçar aquilo que vem sendo afirmado, o local da coleta, que antes do crescimento das árvores era utilizado para cultivo de verduras nas entrelinhas das árvores, mostra o resultado prático da atividade microbiana, na construção de galerias, grumos, coloração e coesão e permeabilidade do solo.

**Figura 6-** Agregados com excelente porosidade, granulometria e atividade biológica. Amostra da agrofloresta de Entre Rios do Oeste, com 4 anos de implantação, visualiza-se galerias feitas pelas minhocas



Fonte: Acervo do autor

## Conclusões

Na proposta de avaliar o desenvolvimento da estrutura do solo em função do tempo decorrido nas agroflorestas pesquisadas, o DRES foi efetivo e certificador das expectativas apontadas pela maioria das literaturas acerca dos ganhos dos atributos estruturais e das condições gerais dos solos dos Sistemas Agroflorestais Biodiversos, mostrando a tendência de melhorias com o passar dos anos.

Apesar de poucas unidades amostrais de Sistemas Agroflorestais Biodiversos conseguidos para a pesquisa, foram verificadas nesses SAFs, características desejáveis de recuperação gradativa da atividade biológica e de proteção do solo.

## Referências bibliográficas

- CAPECHE L. C. Noções sobre tipos de estrutura do solo e sua importância para o manejo conservacionista. *Comunicado Técnico 51*, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, dez. 2008.
- DAHMER, G. W. et al. Influência do tempo de condução de agroflorestas na atividade microbiológica do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 30., 2012, Maceió. *Anais [...]*. Viçosa: SBCS, 2012.
- DIAS JUNIOR, M. S. Compactação do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVEREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (eds). *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira em Ciência do Solo, 2000. p. 55-94.
- GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável*. Editora UFRGS: Porto Alegre, 2000.
- GÖTSCH, E. *O Renascer da Agricultura*. 2. ed. Rio de Janeiro: ASPTA, 1996.
- MACÊDO, J. L. V. de. Cultivo de Fruteiras em Sistemas Agroflorestais. In: ENCONTRO DE FRUTAS NATIVAS DO NORTE E NORDESTE DO BRASIL Frutas Nativas: Novos Sabores para o Mundo, 4., 2007, São Luís, MA. *Anais [...]*. São Luís: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007. p. 1-29.
- MICCOLIS, A. et al. *Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção opções para cerrado e caatinga*. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN; Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF, 2016.
- NAIR, P. K. R. Agroforestry systems inventory. *Agroforestry Systems*, Dordrecht, v. 5, n. 3, p. 301-317, set. 1987.
- NAIR, P. K. R. Classification of agroforestry systems. *Agroforestry System*, Dordrecht, v. 3, n.1, p. 97-128, 1985.
- PADOVAN, M. P. Sistemas Agroflorestais em bases agroecológicas. In: PEZARICO, C. R.; RETORE, M. (Ed.). *Tecnologias para a agricultura familiar*. 3. ed. rev. e atual. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2018. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 122). p. 71-75.
- PADOVAN, M. P.; CAMPOLIN, A. I. *Caminhos para mudanças de processos e práticas rumo à agroecologia*. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011.
- PREVEDELLO, J. *Preparo do solo e crescimento inicial de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden. em argissolo*. 2008. 86p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico do solo: A agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Nobel, 2002.
- RALISCH R. et al. *Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo – DRES*. Londrina: Embrapa Soja. 2017. (Embrapa Soja. Documentos 390).
- REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade do solo e sustentabilidade em sistemas agrícolas. *Ciência e Ambiente*, Santa Maria, v. 14, n. 27, p. 28-48, jul./dez. 2003.
- STEENBOCK, W.; VEZZANI, F. *Agrofloresta: Aprendendo a produzir com a natureza*. Curitiba: Fabiane Machado Vezzani, 2013.