

## QUALIDADE ESTRUTURAL DO SOLO EM FUNÇÃO DO MANEJO EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Matheus Henrique Martins Silva<sup>1</sup>; Raiane Maiara Gonzalez Frantz<sup>2</sup>; Eliza Fernanda Oliveira dos Santos<sup>3</sup>; Augusto Vicente Fortes Júnior<sup>4</sup>; Karen Andressa Ribeiro Artner<sup>5</sup>; Edimar Rodrigues Soares<sup>6</sup>; Adriana Ema Nogueira<sup>7</sup>.

<sup>1</sup>Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, Rondônia, Brasil, matheus.silva529h@gmail.com

<sup>2</sup>Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, Rondônia, Brasil, raianemaiaragonzales@gmail.com

<sup>3</sup>Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, Rondônia, Brasil, elizafernada@hotmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, fortesjunior199875@gmail.com

<sup>5</sup>Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, Rondônia, Brasil, karenartner\_mdo@hotmail.com

<sup>6</sup>Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, Rondônia, Brasil, soares-agro@htmail.com

<sup>7</sup>Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, Rondônia, Brasil, agronomia@faema.edu.br

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade estrutural do solo, em função do manejo, em um SIPA no município de Rio Crespo-RO. O estudo foi realizado na fazenda Esperança, em setembro de 2017. Foram estudados os seguintes manejos: área 1: safra-milho-grão/safrinha-soja (2015/2016); safra-soja/*Bracharia ruzizienses*/pastejo-60 dias - 3,87 UA/ha (2015/2016); safra-soja/safrinha-milho-silagem/*Bracharia ruzizienses* pastejo-60 dias - 3,39 UA/ha (2016/2017); área 2: safra-milho-grão/safrinha-soja (2015/2016); safra-soja/*Bracharia ruzizienses*/pastejo-60 dias - 3,39 UA/ha (2015/2016); safra-soja/safrinha-milho-silagem/*Bracharia ruzizienses* - pastejo-60 dias - 4,22 UA/ha (2016/2017); área 3: crotalaria/safra-milho-grão/safrinha-soja (2015/2016); safra-milho-grão (2015/2016); safra-soja/safrinha-milho-grão / *Bracharia ruzizienses* sem pastejo, área 4: crotalaria/safra-milho-grão/safrinha-soja (2015/2016); safra-milho-grão /*Bracharia ruzizienses*/pastejo-60 dias - 3,20 UA/ha (2015/2016); safra-soja/safrinha-milho-grão/*Bracharia ruzizienses* - pastejo-60 dias - 4,22 UA/ha (2016/2017) e área 5: mata nativa. A avaliação da qualidade do solo foi feita visualmente pelo método de diagnóstico rápido da estrutura do solo, com atribuição de notas para o Índice de qualidade estrutural do solo (IQES) de 1 a 6. O IQES de cada área foram: área 1 - 5,67 (qualidade estrutural muito boa); área 1 e 4 com IQES de 4,12 e 4,05, respectivamente (qualidade estrutural boa). As áreas 2 e 5 com IQES de 2,77 e 2,54 respectivamente (qualidade estrutural ruim). A implantação de SIPAs resulta em melhoria na qualidade estrutural do solo. A melhor qualidade da estrutura do solo é obtida quando não se emprega pastejo animal. Em áreas com lotação animal maior que 4,0 UA/ha é necessário monitoramento constante da qualidade da estrutura do solo, observando também a distribuição homogênea dos animais na área.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estrutura do solo, Integração-lavoura-pecuária, Manejo conservacionista.

## SOIL STRUCTURAL QUALITY AS A FUNCTION OF MANAGEMENT IN AN INTEGRATED AGRICULTURAL PRODUCTION SYSTEM

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the structural quality of the soil, as a function of the management, in a SIPA in the municipality of Rio Crespo-RO. The study was carried out at Esperança farm, in September 2017. The following operations were studied: area 1: corn-grain harvest / soybean-safflower (2015/2016); soybean crop / *Bracharia ruzizienses* / grazing-60 days - 3.87 AU / ha (2015/2016); crop-soybean / safrinha-maize-silage / *Bracharia ruzizienses* grazing-60 days - 3.39 AU / ha (2016/2017); area 2: harvest-corn-grain / safrinha-soybean (2015/2016); soybean crop / *Bracharia ruzizienses* / grazing-60 days - 3.39 AU / ha (2015/2016); crop-soybean / safrinha-maize-silage / *Bracharia ruzizienses* - grazing-60 days - 4.22 AU / ha (2016/2017); area 3: crotalaria / corn-grain harvest / safrinha-soybean (2015/2016); harvest-corn-grain (2015/2016); crop-soybean / safrinha-maize-grain / *Bracharia ruzizienses* without grazing, area 4: crotalaria / corn-grain harvest / safrinha-soybean (2015/2016); crop-corn-grao / *Bracharia ruzizienses* / grazing-60 days - 3.20 AU / ha (2015/2016); crop-soybean / safrinha-maize-grain / *Bracharia ruzizienses* - grazing-60 days - 4.22 AU / ha (2016/2017) and area 5: native forest. The soil quality evaluation was done visually by the method of rapid diagnosis of soil structure, assigning grades to the Soil Structural Quality Index (IQES) from 1 to 6. The IQES of each area were: area 1 - 5, 67 (very good structural quality); areas 1 and 4 with IQES of 4.12 and 4.05, respectively (good structural quality). Areas 2 and 5 with IQES of 2.77 and 2.54 respectively (poor structural quality). The implantation of SIPAs results in improvement in the structural quality of the soil. The best quality of the soil structure is obtained when no animal grazing is used. In areas with an animal stocking greater than 4.0 AU / ha, constant monitoring of the soil structure quality is necessary, also observing the homogeneous distribution of the animals in the area.

**KEYWORDS:** Conservationist management, Integration-crop-livestock, Soil structure.

## CALIDAD ESTRUCTURAL DEL SUELO EN FUNCIÓN DEL MANEJO EN SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**RESUMEN:** El objetivo del trabajo fue evaluar la calidad estructural del suelo, en función del manejo, en un SIPA en el municipio de Rio Crespo-RO. El estudio fue realizado en la hacienda Esperanza, en septiembre de 2017. Se estudiaron los siguientes manejos: área 1: cosecha-maíz-grao / safrinha-soja (2015/2016); zafra-soja / *Bracharia ruzizienses* / pastoreo-60 días - 3,87 UA / ha (2015/2016); *ruzizienses* soja-cultivo / fuera de la temporada de maíz silage- / *Bracharia* pastoreo-60 hace días - 3,39 UA / ha (2016/2017); área 2: cosecha-maíz-grao / safrinha-soja

(2015/2016); zafra / soja / *Bracharia ruzizienses* / pastoreo-60 días - 3,39 UA / ha (2015/2016); - cosecha-soja / safrinha-maíz-silaje / *Bracharia ruzizienses* - pastoreo-60 días - 4,22 UA / ha (2016/2017); área 3: crotalaria / cosecha-maíz-grao / safrinha-soja (2015/2016); cosecha de maíz-grano (2015/2016); soja-cultivo / maíz segunda cosecha de grano / *Bracharia ruzizienses* sin zona de pastoreo 4: Crotalaria / segundo cultivo -harvest maíz en grano / soja (2015/2016); y en el caso de que se produzca un cambio en la calidad del producto. y en el caso de que se produzca un cambio en la calidad de los alimentos. La evaluación de la calidad del suelo fue hecha visualmente por el método de diagnóstico rápido de la estructura del suelo, con asignación de notas para el Índice de calidad estructural del suelo (IQES) de 1 a 6. El IQES de cada área fueron: área 1 - 5,67 (calidad estructural muy buena); área 1 y 4 con IQES de 4,12 y 4,05, respectivamente (buena calidad estructural). Las áreas 2 y 5 con IQES de 2,77 y 2,54 respectivamente (mala calidad estructural). La implantación de SIPAs resulta en una mejora en la calidad estructural del suelo. La mejor calidad de la estructura del suelo se obtiene cuando no se emplea pastoreo animal. En áreas con lotación animal mayor que 4,0 UA / ha es necesario monitoreo constante de la calidad de la estructura del suelo, observando también la distribución homogénea de los animales en el área.

**PALABRAS CLAVE:** Estructura del suelo, Integración-cultivo-pecuaria, Manejo conservacionista.

## INTRODUÇÃO

O aumento da demanda mundial de alimentos tem sido uma realidade constante nos últimos cinquenta anos. Nas próximas décadas não será diferente, devendo dobrar a demanda global por alimentos, com grande procura por produtos de origem animal. Grande parte desta demanda será suprida por países em desenvolvimento, como o Brasil (GODFRAY et al., 2010; BAUDRON;

KEN, 2014; BODIRSKY et al., 2015). Este cenário exigirá que os sistemas agrícolas tornem-se cada vez mais eficientes, em épocas de mudanças climáticas e escassez de recursos naturais, como o solo (CICERA; MASSET, 2010; GODFRAY; GARNETT, 2014). A adoção de sistemas de manejos conservacionistas que promovam o uso eficiente e sustentável dos recursos naturais é

essencial para garantir a segurança alimentar da humanidade no futuro.

O Brasil é o maior exportador mundial de carne bovina, sendo que o estado de Rondônia é oitavo maior produtor e quinto maior exportador de carne do Brasil. De 2000 a 2016, a exportação de carne no Brasil aumentou 279% (EMATER-RO, 2017; FORMIGONI, 2017). A atividade pecuária foi responsável em 2015 por 30% do agronegócio brasileiro, movimentando mais de R\$ 483,5 bilhões, sendo que as exportações de carne bovina geraram uma receita de US\$5,9 bilhões. Todavia, a sustentação do protagonismo da pecuária brasileira a nível mundial, depende da adoção de sistemas de manejos conservacionistas que promovam o uso eficiente dos recursos naturais (ABIEC, 2016).

A propósito, no Brasil, a maior parte das áreas de pastagens, encontram-se em algum grau de degradação (DIAS-FILHO, 2014), representando uma barreira para a manutenção da sustentabilidade dos

sistemas produtivos. A degradação do solo e das pastagens, frequentemente está associada a sistemas de produção específicos (CAMPOS, 2007), ou seja, em quais ocorre apenas utilização do pasto para a produção bovina, por anos seguidos, sem nenhum manejo de correção da acidez do solo ou adubação.

Uma alternativa aos sistemas específicos, são os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPAs). Estes sistemas promovem a diversificação da produção, contribuindo para a sustentabilidade econômica da propriedade. Além disso, a rotação de culturas empregada em sistemas integrados esta comumente ligada à recuperação da estrutura do solo (VILELA et al., 2011).

A estrutura do solo expressa claramente os efeitos do manejo adotado, cujas as ações de origem física (mecânica), química e biológica afetam o processo dinâmico de construção ou degradação do solo,

que por sua vez, interfere na fertilidade, na atividade biológica e na capacidade produtiva do mesmo. A preservação ou melhoria da qualidade da estrutura do solo é um dos objetivos dos manejos conservacionistas. Todavia, na prática, na maioria das vezes, os produtores não alcançam sucesso nesse empreendimento (RALICH et al., 2017). Isso ocorre porque, mesmo que o produtor busque adotar um sistema de manejo adequado, em geral, os mesmos não possuem assistência técnica adequada.

Métodos que avaliam visualmente e de forma rápida a qualidade da estrutura do solo no campo, permitem obter informações relevantes que contribuem para a supervisão das práticas agrícolas e dos sistemas de produção, auxiliando no processo de transferência de tecnologia e proporcionando a elaboração de estratégias a serem adotadas em sistemas integrados de produção que visem a melhoria da qualidade estrutural do solo (GAIROLA, et al.

2009; GAIROLA et al., 2010; RALICH et al., 2017).

Frente ao exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade da estrutura do solo em função do manejo em um sistema integrado de produção agropecuária no município de Rio Crespo-RO.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na fazenda Agropecuária Virtuosa, localizada no município de Rio Crespo, Rondônia, latitude 09°42'18" S, longitude de 62°53'59" O. O clima da região, segundo Köppen, é classificado como grupo Tropical Chuvoso (tipo Aw), com a temperatura média anual do ar, variando entre 24 e 26 °C e temperaturas máximas entre 30 e 34 °C e mínimas entre 17 e 23 °C.

A propriedade em estudo foi utilizada nas últimas três décadas para produção pecuária extensiva, sem nenhum investimento em correção do solo, adubação. No ano de 2010, o atual proprietário instalou um confinamento e a partir de 2014,

começou a trabalhar o restante da propriedade no sistema integrado de produção pecuária.

Foram selecionadas cinco áreas, cada uma com um manejo diferente,

com cada manejo representando um tratamento. Os históricos das áreas estão apresentados nas tabelas 1, 2, 3 e 4.

**Tabela 1.** Histórico de manejo da área 1 durante os últimos três anos.

Histórico das áreas	
2014/2015	
Área 1	Preparo do solo com grade aradora e grade niveladora / Aplicação de 100 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 90 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e 22 kg ha <sup>-1</sup> de N / milho grão - safra / Aplicação de 70 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e soja safrinha.
	2015/2016
	Adubação com 82 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 100 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e 8 kg ha <sup>-1</sup> de N / Plantio direto - Safra Soja / Plantio de <i>Bracharia ruzizienses</i> : Pastejo com lotação de 3,87 UA/ha durante 60 Dias.
	2016/2017
	Adubação com 110 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 110 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e 12 kg ha <sup>-1</sup> de N / Safra Soja / Adubação com 42 de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 90 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e 100 kg ha <sup>-1</sup> de N / Safrinha Milho - silagem de planta inteira / <i>Bracharia ruzizienses</i> : Pastejo com lotação de 3,39 UA/ha, durante 60 Dias.

**Tabela 2.** Histórico de manejo da área 2 durante os últimos três anos.

Histórico das áreas	
2014/2015	
Área 2	Preparo do solo com grade aradora e grade niveladora / Aplicação de 104 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 90 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e 22 kg ha <sup>-1</sup> de N / milho grão safra / Aplicação de 70 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e soja safrinha.
	2015/2016
	Adubação com 82 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 100 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e 8 kg ha <sup>-1</sup> de N / Plantio direto - Safra Soja / Plantio de <i>Bracharia ruzizienses</i> : Pastejo com lotação de 3,39 UA/ha durante 60 Dias.
	2016/2017
	Adubação com 110 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 110 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e 12 kg ha <sup>-1</sup> de N / Plantio direto - Safra Soja / Adubação com 42 de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 90 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e 100 kg ha <sup>-1</sup> de N / Plantio direto - Safrinha Milho utilizado para silagem de planta inteira / <i>Bracharia ruzizienses</i> : Pastejo com lotação de 4,22 UA/ha, durante 28 Dias.

**Tabela 3.** Histórico de manejo da área três durante os últimos três anos.

Histórico das áreas	
2014/2015	
Área 3	Preparo do solo com grade aradora e grade niveladora / cobertura do solo com Crotalária / Aplicação de 104 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 90 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e 22 kg ha <sup>-1</sup> de N / Plantio direto - milho grão safra / Aplicação de 70 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e soja safrinha.
	2015/2016
	Preparo do solo com subsolador (40 cm de profundidade) / grade aradora e grade niveladora / Correção da acidez do solo com aplicação de 2500 kg ha <sup>-1</sup> de calcário. Adubação com 82 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 100 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e 8 kg ha <sup>-1</sup> de N / - Safra milho -grão.
	2016/2017
	Adubação com esterco bovino com 17000 kg / adubação 110 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 110 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e 12 kg ha <sup>-1</sup> de N / Plantio direto - Safra Soja / Adubação com 42 de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 90 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e 100 kg ha <sup>-1</sup> de N / Plantio direto - Safrinha Milho grão / <i>Bracharia ruzizienses</i> sem pastejo.

**Tabela 4.** Histórico de manejo das áreas quatro e cinco durante os últimos três anos.

Histórico das áreas	
2014/2015	
Área 4	Preparo do solo com grade aradora e grade niveladora / cobertura do solo com Crotalária / Aplicação de 104 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 90 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e 22 kg ha <sup>-1</sup> de N / milho grão safra / Aplicação de 70 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e soja safrinha.
	2015/2016
	Preparo do solo com subsolador (40 cm de profundidade) / grade aradora e grade niveladora / Correção da acidez do solo com aplicação de 4000 kg ha <sup>-1</sup> de calcário. Adubação com 82 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 100 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e 8 kg ha <sup>-1</sup> de N / Safra milho-grão. Plantio de <i>Bracharia ruzizienses</i> : Pastejo com lotação de 3,20 UA/ ha durante 60 Dias.
	2016/2017
	Adubação com esterco bovino com 17000 kg / adubação 110 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 110 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e 12 kg ha <sup>-1</sup> de N / Plantio direto - Safra Soja / Adubação com 42 de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 90 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O e 100 kg ha <sup>-1</sup> de N / Plantio direto - Safrinha Milho grão / Plantio de <i>Bracharia ruzizienses</i> : Pastejo com lotação de 4,2 UA/ ha <sup>-1</sup> durante 38 Dias.
Área 5	Área de mata nativa

Os fertilizantes utilizados para o fornecimento de N, P e K foram, respectivamente ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. A

avaliação visual da estrutura do solo, foi feita de acordo com a metodologia proposta por Ralich et al. (2017). Em cada área (tratamento) foram retiradas três amostras, conforme a metodologia recomendada, constituindo assim um delineamento experimental, inteiramente casualizado com três repetições.

Com o auxílio de pá reta e enxadão foram abertas minitrincheiras de 40 cm de comprimento, 30 cm de largura e 30 cm de profundidade. Em cada minitrincheira foi retirado um bloco de espessura de 10 cm, largura de 20 cm e profundidade de 25 cm. Em seguida, o bloco foi cuidadosamente colocado em uma bandeja plástica com 25 cm de largura, 50 cm de comprimento e 15 cm de altura. Na sequência procedeu-se a fragmentação do bloco de solo em torrões ou agregados de menor tamanho. Durante a fragmentação tomou-se o cuidado de identificar diferentes camadas nas amostras, caso houvessem.

A atribuição de notas foi feita em cada camada da amostra. As notas

atribuídas à qualidade estrutural de cada camada (Qec) detectada na amostra serviram de base para cálculo e definição da qualidade estrutural dessa amostra (IQEA) e da gleba como um todo (IQES).

As Qec foram atribuídas em função de dois critérios: 1) evidências de degradação (compactação ou desagregação) ou conservação/recuperação do solo; e 2) proporção visual da ocorrência (em volume) dos diferentes tamanhos de agregados após a manipulação da amostra, segundo a chave atribuição das notas. As notas foram baseadas em uma pontuação crescente (Qec 1 a Qec 6), variando em função das evidências de compactação ou degradação.

Após a identificação das camadas, obtenção da espessura e atribuição de notas para cada camada (Qec), calculou-se o Índice de Qualidade Estrutural do solo da Amostra (IQEA), por meio da equação (1):

$$IQEA = \frac{(Ec1 \times Qec1) + (Ec2 \times Qec2) + (Ec3 \times Qec3)}{Etotal} \quad (1)$$

Sendo: IQEA = índice de qualidade estrutural do solo da amostra; Ec = espessura de cada camada, em cm (o número de camadas pode variar de 1 a 3); Qec = nota de qualidade estrutural atribuída à cada camada; Etotal = espessura/profundidade total da amostra (25 cm). Com a média das três amostras tem-se o Índice de qualidade estrutural do solo (IQES).

Com os dados obtidos, procedeu-se a análise estatística, sendo realizada a análise de variância e posterior separação de médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 5 apresenta o resumo da análise de variância para o índice de qualidade estrutural do solo - IQES.

Nota-se que o manejo empregado na área 3 proporcionou a obtenção de melhor qualidade da estrutura do solo, superando estatisticamente os resultados obtidos na área 2 e na área 5 (área de mata nativa). Os valores de IQES obtidos com os manejos empregados na área 1 e 4 não se diferiram estatisticamente da área de mata nativa (área 5), tão pouco da área 5.

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância para o índice de qualidade estrutural do solo em função do manejo em sistema de produção integrado no município de Rio Crespo-RO.

Área		IQEA		IQES
Área 1	5,0	3,5	3,86	4,12 ab
Área 2	2,7	2,6	3,0	2,77 b
Área 3	5,0	6,0	6,0	5,67 a
Área 4	5,0	2,14	5,0	4,05 ab
Área 5	3,34	2,62	1,68	2,54 b

Médias seguidas pela mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

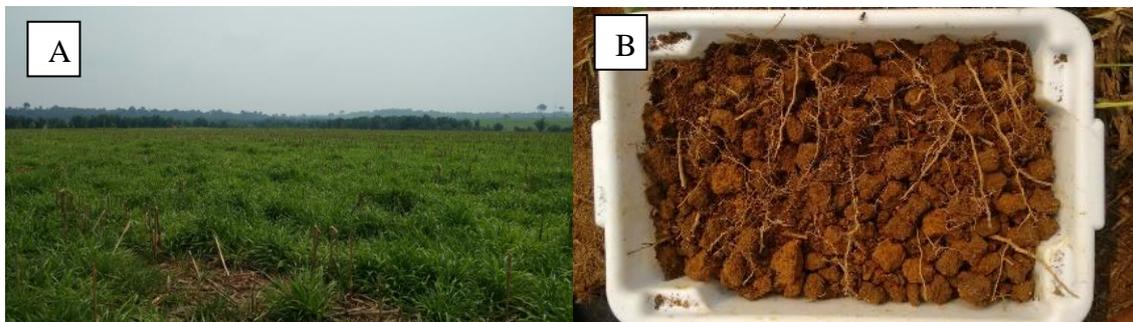
De acordo com a metodologia proposta por Ralich et al. (2017), notas entre 5,0 e 6,0 indicam qualidade estrutural do solo muito boa. A Recomendação dos autores para solos com essa estrutura é manter o sistema de manejo utilizado, observando sempre a possibilidade de adoção de novas tecnologias conservacionistas. A nota obtida com o manejo empregado na área 3 está dentro dessa faixa.

Nesse manejo, no primeiro ano agrícola houve cobertura do solo com Crotalária. No ano agrícola seguinte, foi realizada subsolagem, aplicação de calcário e cultivo de milho para produção de grãos. No último ano agrícola foi realizada aplicação de esterco, cultivo soja/milho e por fim, plantio de *Bracharia ruzizienses* sem pastejo. Todos estes fatores contribuem significativamente para a melhoria da qualidade da estrutura do solo. Brandão e Silva (2012) concluíram que o sistema radicular da *Bracharia ruziziensis* favorece maior formação e estabilização dos agregados no solo.

A calagem, por sua vez, através do fornecimento de cálcio, age como ligante entre as partículas de argila (OLIVEIRA, 2008), contribuindo para maior agregação do solo (CASTRO-FILHO; LOGAN, 1991). Via de regra a adubação orgânica é benéfica para a estrutura física do solo, além de diminuir as perdas por erosão e aumentar a capacidade de retenção de água do solo (COSTA et al., 2008).

Na Figura 1, observa-se grande quantidade de massa seca ou resíduos vegetais deixada pela cultura do milho, não apenas mas também, a quantidade de massa verde produzida pela da *Bracharia ruzizienses*, mesmo no período da seca. Na mesma figura observa-se, a estrutura do solo após a fragmentação, apresentando grande quantidade de raízes ao longo de todo perfil, com mais de 70% de agregados com tamanho entre 1 e 4 cm e agregados com característica grumosa, características estas que demonstram evidências de conservação do solo, segundo Ralich et al. (2017).

**Figura 1.** Demonstração da área 4 após manejo sem o emprego de pastejo animal (A) e estrutura do solo após a fragmentação (B).



Nas áreas 1 e 2, o manejo utilizado foi semelhante nos três anos agrícolas, sendo que no último ano a safrinha foi utilizada para o plantio de milho para produção de silagem. Nessas condições, toda a parte aérea do milho é colhida, ou seja, não há retorno da palhada a superfície do solo. Além disso, há maior trânsito de máquinas nas áreas, contribuindo para que haja maior probabilidade de compactação do solo.

Porém, na área 1 não foram observadas evidências de compactação. Enquanto que, na área 2, na camada abaixo de 12 cm foram

observadas evidências de compactação do solo (Figura 2), justificando a média obtida para a IQES (2,77), nesse manejo. No ano agrícola 2016/2017, na área 2 o pastejo ocorreu por um período de tempo menor (28 dias), todavia a lotação foi 0,83 UA/ha maior do que a da área 1, estando este fato, provavelmente, ligado a pior qualidade da estrutura do solo observada na área 2. O pisoteio animal altera estrutura do solo, sobretudo quando a carga animal é muito alta (FLORES et al., 2007; PIRES et al., 2012).

**Figura 2.** Evidência de compactação do solo na área 2, em função do manejo empregado.



Collares et al. (2011), ressalta que a degradação da estrutura do solo ocorrer em sistemas de produção integrados, em função da pressão do pisoteio animal e do tráfego intenso de máquinas, sendo necessário, portanto, adotar práticas de manejo adequadas para a recuperação destes solos e evitar o aumento da compactação.

Conforme Ralich et al. (2017), solos com IQES entre 2,0 e 2,9 possuem qualidade estrutural ruim. Para este cenário, os autores indicam que seja feita uma revisão das práticas conservacionistas do solo, dar

preferência ao uso de plantas recuperadoras ao invés do uso de práticas mecânicas e aumentar a diversidade de espécies vegetais, priorizando culturas com alta capacidade de aporte de fitomassa aérea e raízes.

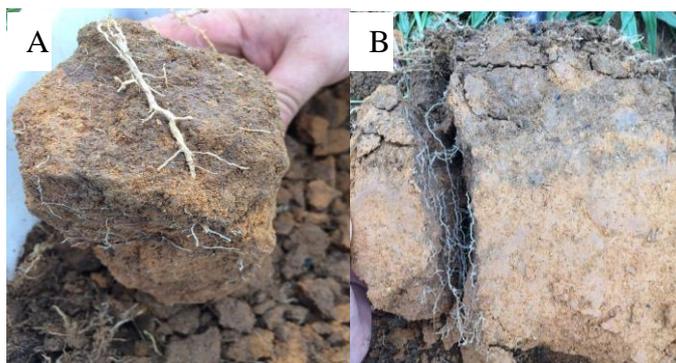
O IQES de 4,0 a 4,9 indica uma qualidade da estrutura do solo boa (RALICH et al., 2017). No entanto, recomenda-se, intensificar o uso de sistemas diversificados de produção com alta capacidade de aporte de fitomassa aérea e raízes e verificar se não há necessidade de interferir na estratégia de rotação e consorciação

de culturas adotada no sistema de produção. As áreas 1 e 4 obtiveram notas nessa faixa. Na área 4, não houve cultivo de milho para silagem e sim, de milho-grão. Neste caso, é menor tráfego de máquinas e grande parte da massa seca produzida pelo milho permanece na área. Neste manejo, verifica-se que apenas uma das repetições obteve baixo valor de IQES (Quadro 5), isso indica, provável concentração dos animais em uma determinada área do talhão, demonstrando ser necessário adotar

estratégias para melhorar o trânsito dos animais dentro do mesmo.

Nesta amostra, foi observada forte evidência de compactação. Na Figura 3, observa-se o desenvolvimento das raízes apenas nas fissuras do solo, sendo que, devido a compactação, a raiz da planta cresceu horizontalmente até encontrar uma fissura no solo para se desenvolver. De acordo com Silva, Albuquerque e Costa (2014), em função do aumento da resistência a penetração, a compactação do solo influencia direta e indiretamente o crescimento das raízes.

**Figura 3.** Raiz de *Bracharia ruzizienses* crescendo horizontalmente (A) e desenvolvendo-se nas fissuras do solo, devido à compactação.



A área de mata nativa (área 5), apresentou qualidade estrutural do

solo inferior, comparado aos outros manejos, especificamente, ao da área

3. Esta qualidade estrutural do solo ruim, se deveu principalmente, a forte desagregação do solo. Este fato demonstra que a implementação do sistema de produção integrado, com práticas de manejo conservacionistas colaboraram pra a melhoria da qualidade da estrutura do solo.

Os resultados observados neste trabalho, evidenciam a importância do monitoramento da qualidade da estrutura do solo para a manutenção dos sistemas de produção integrados. O diagnóstico rápido da estrutura do solo demonstra ser uma ferramenta essencial para auxiliar os produtores nesse processo.

## CONCLUSÕES

A implantação de sistemas integrados de produção agropecuária resulta em melhoria na qualidade estrutural do solo.

A melhor qualidade da estrutura do solo é obtida quando não se emprega pastejo animal.

Em áreas com lotação animal maior que 4,0 UA/ha, deve ser feito

monitoramento constante da qualidade da estrutura do solo, observando também a distribuição homogênea dos animais dentro da área.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. ABIEC. **Perfil da pecuária no Brasil**: Relatório anual 2016. Disponível em: <[http://www.newsprime.com.br/img/upload2/2016\\_FolderPerfil\\_PT.pdf](http://www.newsprime.com.br/img/upload2/2016_FolderPerfil_PT.pdf)>. Acesso em: 24 set. 2017.
- BAUDRON, F.; KEN, E. G. Agriculture and nature: trouble and strife? **Biological Conservation**, v. 170, p. 232-245, 2014.
- BODIRSKY, B. L.; ROLINSKI, S.; BIEWALD, A.; WEINDL, I.; POPP, A. and LOTZE-CAMPEN, H. Global Food Demand Scenarios for the 21<sup>st</sup> Century. **Plos One**, v. 10, n. 11, 2015.
- BRANDAO, E. D.; SILVA, I. de F. da. Formação e estabilização de agregados pelo sistema radicular de braquiária em um Nitossolo Vermelho. **Ciencia Rural**, v. 42, n. 7, p. 1193-1199, 2012.
- CAMPOS, K. C. Análise da volatilidade de preços de produtos agropecuários no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.5, p.303-328, 2007.

CASTRO-FILHO, C.; LOGAN, T. J. Liming effects on the stability and erodibility of some Brazilian Oxisols. **Soil Science Society American Journal**, v. 55, n. 5, p. 1407-1413, 1991.

CICERA, X.; MASSET, E. Income distribution trends and future food demand. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 365, p. 2821-2834, 2010.

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

COSTA, L. C. do B.; PINTO, J. E. B. P.; CASTRO, E. M. de.; BERTOLUCCI, S. K. V.; CORREA, R. M.; REIS, E. S.; ALVES, P. B.; NICULAU, E. dos S. Tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2173-2180, 2008.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p.

EMATER-RO. **Bovinocultura de corte**. Entidade Autárquica de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia. Disponível em: <http://www.emater.ro.gov.br/ematerro/bovinocultura-de-corte/>. Acesso em: 06 jul. 2017.

FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. de F.; LEITE, J. G. de B.; FRAGA, T. I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 4, p. 771-780, 2007.

GIAROLA, N. F. B., TORMENA, C. A., SILVA, A. P.; BALL, B. Método de avaliação visual da qualidade da estrutura aplicado a Latossolo Vermelho Distroférico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2531-2534, 2009.

GIAROLA, N. F. B.; SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; BALL, B.; ROSA, J. A. Visual soil structure quality assessment on Oxisols under no-tillage system. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 4, p. 479-482, 2010.

GODFRAY, H. C. J.; BEDDINGTON, J. R.; CRUTE, I. R.; HADDAD, L.; LAWRENCE, D.; MUIR, J. F.; PRETTY, J.; ROBINSON, S.; TOMAS, S. M. and TOULMIN, C. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. **Science**, v. 327, n. 5967, p. 812-818, 2010.

GODFRAY, H. C. J.; GARNETT, T. Food security and sustainable intensification. **Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences**, v. 369, n. 1639, p. 1-11, 2014.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia Aplicada**. 3 ed. Piracicaba: FEALQ, 2008. 592p.

PIRES, B. S.; DIAS-JUNIOR, M. de S.; ROCHA, W. W.; ARAUJO-JUNIOR, C. F. A. CARVALHO, R. de C. R. Modelos de capacidade de suporte de carga de um Latossolo Vermelho-amarelo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 2, p. 635-642, 2012.

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. **Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo**: DRES. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 64p.

SILVA, F. R. da; ALBUQUERQUE, J. A.; COSTA, A. da. Crescimento inicial da cultura da soja em Latossolo Bruno com diferentes graus de compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 6, p. 1731-1739, 2014.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistema de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1127-1138, 2011.