

## **Indicadores ecológicos de sustentabilidade de unidades de produção agrícola do assentamento Facão – Cáceres, MT, Brasil**

Sustainability ecological indicators of agricultural production units from Facão settlement, Cáceres, MT, Brazil

THEODORO, Vanessa Cristina de Almeida<sup>1</sup>; CASTRO, Franciléia Paula<sup>2</sup>; ABURAYA, Fernando Hiroshi<sup>3</sup>

1 Professora Adjunta, Doutora em Fitotecnia/Agroecologia, Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT/Campus de Nova Xavantina), Departamento de Agronomia, Nova Xavantina/ MT - Brasil, unematvanessa@gmail.com; 2 Engenheira agrônoma, Coordenadora da FASE (Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional – Cáceres/MT), Universidade Estadual de Mato Grosso (UNEMAT/Campus de Cáceres), Cáceres/MT - Brasil, franfree@hotmail.com; 3 Engenheiro agrônomo, Universidade Estadual de Mato Grosso (UNEMAT/Campus de Cáceres), Cáceres/MT - Brasil, aburayafh@hotmail.com

---

**RESUMO** : A dimensão ecológica de dez unidades de produção agrícola no Assentamento Facão, Cáceres/MT, foi estudada através da metodologia MESMIS de análise da sustentabilidade de agroecossistemas. Foram aplicados questionários contendo onze indicadores aos quais foram atribuídas notas entre zero e dez. A análise química da fertilidade do solo (0-20cm) foi realizada em áreas produtivas e as medidas de resistência à penetração com a utilização do penetrômetro de impacto nas áreas de pastagem. Foi detectado como entrave mais limitante a existência de interação entre os níveis de compactação do solo das camadas sub-superficiais das pastagens com a quantidade de unidade animal ha<sup>-1</sup>, afetando a sustentabilidade da dimensão ecológica das UPAs; entretanto há abertura para a produção orgânica. Como ponto positivo pode-se citar a utilização de matéria orgânica de origem própria, o que possivelmente mantém a resiliência da fertilidade dos solos dos agroecossistemas, apesar da baixa utilização de técnicas agroecológicas e desmatamento de áreas de reserva legal. A metodologia MESMIS é adequada na avaliação da sustentabilidade de unidades de produção agrícola localizadas em assentamento rural, por permitir a adaptação a quantificação de novos indicadores ecológicos como a fertilidade e densidade do solo contribuindo na detecção do potencial de transição agroecológica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fertilidade do solo, resistência à penetração, transição agroecológica, metodologia MESMIS, agricultura familiar.

**ABSTRACT:** The ecological dimension of ten agricultural production units in the Settlement Facão, Cáceres/MT was studied using the MESMIS methodology even considering the agroecosystems sustainability, applying questionnaires containing eleven indicators which were graded between zero and ten. Chemical analysis of soil fertility (0-20cm) was held in the productive areas and measures penetration resistance using an impact penetrometer in the pastures. Was detected as an obstacle most limiting the existence of interaction between the levels of soil compaction layers subsurface of pasture with the amount of animal unit ha<sup>-1</sup>, affecting the sustainability of the ecological dimension of PSUs, however there are opening for organic production. One of the positive side we can mention the use of organic matter from own origin, which possibly keeps the resilience of agroecosystems soil fertility, despite the low use of agro-ecological techniques and clearing areas of legal reserve. The MESMIS methodology is suitable in assessing the sustainability of agricultural production units located in rural settlements, to allow adaptation to new ecological indicators quantify how the density of soil fertility and contributing to the detection of the potential of agroecological transition.

**KEY WORDS:** Soil fertility, resistance to penetration, transition agroecologic, Mesmis methodology, family agriculture.

## Introdução

A sociedade brasileira vive um momento histórico marcado por um crescente processo de ecologização e de conscientização com respeito ao imperativo sócio-ambiental que deve orientar o desenvolvimento rural enfatizado pela Agroecologia (GLIESSMAN, 2011; KHATOUNIAN, 2001; ALTIERI, 2002). O ideal da sustentabilidade, presente na Agenda 21 Brasileira e nas exigências da nossa sociedade, requer estratégias que levem a estilos de desenvolvimento que sejam orientados à construção de processos produtivos agroecológicos, visando uma maior distribuição de renda, valorização social do trabalhador rural e segurança alimentar.

A manutenção e recuperação da base de recursos naturais – sobre a qual se sustentam e estruturam a vida e a reprodução das comunidades humanas e demais seres vivos – constituem um aspecto central para atingirem-se patamares crescentes do ideal de sustentabilidade em qualquer agroecossistema. Vários autores apresentam e questionam a gama variada de definições e conceitos de agricultura sustentável (KHATOUNIAN, 2001; ALTIERI, 2002; MATOS FILHO, 2004). As diversas definições incluem conceitos relacionados com a sustentabilidade ecológica, econômica, social; entretanto Caporal e Costabeber, (2002) propõem o desafio da análise multidimensional da sustentabilidade a partir da Agroecologia contextualizando seis dimensões relacionadas entre si, quais sejam: ecológica, econômica e social (primeiro nível); cultural e política (segundo nível) e ética (terceiro nível).

Os sistemas convencionais de agricultura privilegiam a introdução de monocultivos em grandes extensões de áreas e contam com incentivos governamentais e pacotes tecnológicos para a sua viabilização, objetivando a maximização produtiva e conseqüentemente uma alta lucratividade no início da atividade agrícola. Diante desse quadro aparentemente inovador, nota-se que uma parte dos chamados “agricultores

familiares” passa a adotar a mesma tecnologia, sem ter percepção das externalidades geradas pelo modelo da “revolução verde” (utilização de agroquímicos, agrotóxicos, mecanização intensiva e manipulação genética) na dimensão ecológica das suas unidades de produção agrícolas (UPA's), como por exemplo, a perda da fertilidade do solo, da biodiversidade, contaminação do homem e dos recursos naturais, degradação das pastagens entre outros.

A compactação do solo ocasiona sérios problemas no sistema de produção das pastagens, tanto nativas como exóticas, pois ambas apresentam pouca resistência às conseqüências da compactação do solo (FIGUEIREDO et al., 2009). Correa e Reichardt (1995) afirmam que quanto mais tempo a pastagem possui, maior o nível de compactação superficial, agravado pela pressão exercida pelo pisoteio dos animais ou ainda pelo uso de maquinários (CHAMEN et al., 2003), estimulando o aparecimento de plantas invasoras com melhores adaptações à solos degradados (IKEDA et al., 2007; MARTINS et al., 2008), tornando assim a propriedade com baixo retorno financeiro (PERON e EVANGELISTA, 2004), inviabilizando sua manutenção no sistema produtivo (DIAS-FILHO 2006).

A grande discussão em torno da sustentabilidade dirige-se à construção de indicadores – instrumentos que permitem mensurar as modificações nas características de um agroecossistema – objetivando descobrir em que estado de saúde ele se encontra (MARZALL, 1999; NOLASCO, 1999; LANNA, 2002; DEPONTI et al., 2002; MARQUES et al. 2003; ZANPIERI, 2003).

Um dos desafios propostos pela Agroecologia para o enfrentamento da atual crise global ecológica da agricultura é a evolução do conceito de fertilidade do solo, alicerçada em tecnologias produtivas que se reproduzam com base na

energia solar e na ciclagem biológica de nutrientes, permitindo a produção de alimentos em quantidade suficiente sem provocar mais degradação dos recursos naturais, e até mesmo restaurar agroecossistemas via transição agroecológica e dar melhores condições para a manutenção da biodiversidade do organismo agrícola. Petersen e Almeida (2008) questionam que ao privilegiar as propriedades químicas dos solos em detrimento de um enfoque mais abrangente que contemple os fenômenos físico-químico-biológicos, o conceito de fertilidade largamente aceito orientou o desenvolvimento dos métodos de fertilização baseados nos adubos sintéticos.

Enquanto, na agricultura convencional, se entende fertilidade do solo como a capacidade do solo em ceder nutrientes para a planta (RAIJ, 1991), e a adubação como o meio de reposição desses nutrientes exportados pela colheita; na Agroecologia procura-se o fortalecimento da organização vital do organismo solo-planta (SCHELLER, 2003). Nesse sentido, Primavesi (1982) aponta que não é a quantidade (ou concentração) de nutrientes no solo o fator que determina o bom desenvolvimento dos cultivos, mas sim o acesso constante das raízes das plantas a uma quantidade balanceada de nutrientes.

Um novo conceito de fertilidade do solo proposto por Khatounian (2001) estabelece fertilidade como "a capacidade de um ecossistema gerar vida de forma sustentável, medida usualmente em termos de produção de biomassa". A análise química do solo é uma ferramenta para realizar a avaliação da fertilidade e, conseqüentemente, a necessidade de adubação para as culturas, mas que necessita ser relacionada com indicadores ecológicos (DEPONTI et al., 2002;), que não apenas auxiliem na preservação dos atributos químicos, físicos, e biológicos do solo, mas também na conservação da biodiversidade e dos recursos naturais em geral

(CAPORAL e COSTABEBER, 2002).

Este trabalho visa detectar o potencial de transição agroecológica em dez UPA's localizadas em assentamento rural adequando a metodologia MESMIS para essa realidade, procedendo à quantificação dos indicadores de sustentabilidade da dimensão ecológica e de parâmetros químicos e físicos do solo.

### Material e métodos

O presente trabalho foi realizado no Assentamento Facão que possui uma área de 4.717,05 ha, localizada à margem direita da Rodovia Federal BR 070, sentido Cuiabá-Cáceres, distando 10,0 Km do referido município. A vegetação primitiva da região é composta de Mata/Cerrado, Cerradão e Cerrado Típico. De acordo com o INCRA, o Projeto de Assentamento Facão/Bom Jardim é composto por 174 famílias, ocupando parcelas que variam de 10 (dez) a 40 (quarenta) ha, com média de 20 (vinte) ha, sendo constituído por três farnas/comunidades, Bom Jardim, São José e Boa Esperança (SILVA, 2007). O Assentamento Facão está localizado na região sudoeste do Mato Grosso, sob as coordenadas 16°02'37"S e 57°37'51"W. O clima de acordo com a classificação de Köppen é AW, caracterizado como quente e úmido, com temperaturas médias máxima e mínima entre 28° a 30°C (XAVIER, et al., 2009), apresentando duas estações bem definidas de seca e chuva, e encontra-se a 118,0 metros de altitude, com precipitação média 1200 mm anual.

A coleta de dados foi realizada em dez UPA's da região do Facão em Cáceres, após indicação da EMPAER sobre as UPA's a serem avaliadas. Foram adotados como critérios para escolha das UPA's avaliadas o maior tempo de atividade agrícola na região e/ou produção diversificada apresentando sistema de criação de gado exclusivamente a campo e com pastagem utilizando Brizantão (*Brachiaria brizantha*).

Na determinação da RMSP (Resistência

Mecânica do Solo à Penetração), as medidas foram obtidas por meio de penetrômetro de Impacto modelo IAA/Planalsucae-Stolf, com leituras tomadas a cada 10 cm, até uma profundidade de 60 cm. Com os resultados das médias de seis coletas por área, os dados de impactos por 10 cm, foram transformados em RMS (Mpa), conforme a equação descrita por STOLF (1991).

O procedimento adotado para a realização da pesquisa teve por base a proposta do método MESMIS. A escolha desse método recaiu sobre uma série de qualidades e vantagens em relação a outros métodos de avaliação de sustentabilidade de agroecossistemas referendadas por Matos Filho (2004). O MESMIS permite a análise e retroalimentação do processo de avaliação, apresenta uma estrutura flexível para adaptação a diferentes níveis de informações e características técnicas locais e permite o monitoramento do processo ao longo de um determinado tempo (DEPONTI, 2002).

As entrevistas foram realizadas de março de 2009 a junho de 2009 e foi adotado o critério de visitas e entrevistas aos responsáveis pelas UPAs. O questionário cobriu uma ampla gama de informações sobre a dimensão ecológica das UPAs, de forma que os indicadores representativos dos atributos de produtividade, resiliência e estabilidade. Os questionários adaptados de Matos Filho (2004) foram constituídos de partes estruturadas e semi-estruturadas, com perguntas e constatações objetivas e opiniões do produtor.

A escolha dos indicadores procedeu-se mediante a análise do trabalho de referência (MATOS FILHO, 2004), que fez uso de trinta e um indicadores de sustentabilidade, desses foram escolhidos onze indicadores ecológicos que se enquadraram na realidade do universo pesquisado. Foram utilizados os seguintes indicadores ecológicos de sustentabilidade: intensidade de uso da área da unidade de

produção, perda de colheita, diversidade de técnicas alternativas, matéria orgânica com origem na propriedade, área com erosão visível, resistência à estiagem, área de preservação, quantidade de espécies manejadas, nível de aceitação a produção orgânica, uso de implementos agrícolas, utilização de agroquímicos, e incluídos dezessete indicadores relacionados aos parâmetros de fertilidade de solo (pH, teor de matéria orgânica, soma de bases, saturação de bases, m%, CTC a pH 7,0; CTC efetiva, K, Ca, Mg, P, Zn Cu, Fe, Mn, B e S) totalizando vinte e oito indicadores ecológicos.

A tabulação dos questionários e a elaboração dos gráficos com agregação dos resultados foram realizadas com a construção de uma programação em planilha de cálculo no programa Microsoft Excel. Estas planilhas refletiram o modelo e os dados do questionário de campo, o que uniformizou os critérios atribuídos as variáveis, evitando assim possíveis discrepâncias na análise entre diferentes UPAs. Os indicadores foram representados no gráfico tipo ameoba, sendo possível representar a dimensão ecológica. Para a representação gráfica foram seguidos os seguintes passos: 1) Extração das variáveis contidas nos questionários das entrevistas e utilizadas para a construção dos indicadores, separadamente por UPA; 2) Cálculo das variáveis e elaboração dos indicadores em separado e depois organizados em relação à dimensão ecológica; 3) Elaboração dos gráficos representativos da situação particular da UPA; 4) Cálculo e elaboração do gráfico representativo das UPAs pesquisadas.

Foram coletadas amostras de solo utilizando-se trado tipo caneco em pelo menos uma área produtiva de cada UPA. As amostras simples foram constituídas de 20 pontos que foram homogeneizados, sendo retirada uma amostra composta com cerca de 0,3 kg de material de solo, acondicionada em saco plástico e encaminhada ao Laboratório "Plante Certo" de Análises de Solo

em Cuiabá/MT. As análises químicas de solo permitiram mensurar as seguintes características: pH, bases trocáveis (Ca + Mg), potássio disponível (K), fósforo disponível (P), enxofre (S), micronutrientes, CTC efetiva, CTC a pH 7,0, soma de bases (S), saturação de bases (V), saturação de alumínio (m) e o teor de matéria orgânica (EMBRAPA, 1997).

### Resultados e discussão

As dez unidades de produção agrícolas selecionadas para a aplicação da pesquisa apresentaram uma área total de 196,46 ha perfazendo uma média de 19,6 ha/UPA. A principal atividade rural desenvolvida em 80% das UPA's é a pecuária leiteira, representando 45,35% da área total, as áreas destinadas à preservação permanente perfazem 16,3ha e lavouras permanentes 58,5ha. O cultivo de subsistência é caracterizado pelo plantio de cultivos como: bananeira, mandioca, milho, arroz, feijão e hortaliças.

As pastagens foram formadas após desmate mecanizado, utilizando sementes de capim *B. brizantha* Brizantão (*Brachiaria brizantha*), para a formação da pastagem. O tempo médio de implantação da pastagens é de 2,8 anos, utilizando

manejos como a roçada manual e uso de herbicidas e tipo de pastejo rotacionado.

A análise da curva de resistência do solo à penetração representada pela Figura 1, registra maiores valores (6 Mpa) na camada superficial (0-10 cm), corroborando com resultados de Correa & Reichardt (1995) que também obtiveram valores mais altos de resistência, em locais com pisoteio do gado. Além disso, o pisoteio dos animais nas áreas de pastagens incrementa a compactação do solo e afeta significativamente a infiltração de água no solo, realidade edáfica que pode alterar a homeostase do agroecossistema. A ocorrência de uma maior compactação na área superficial de 10,0 cm é explicada pela alta taxa de lotação (UA), que ocasiona maior compactação do solo em sistemas de pastejo rotacionado quando comparado com os extensivos.

As áreas com maiores níveis de compactação média foram as UPA's 2 (4,17 Mpa) e a 10 (5,97Mpa) com relação à lotação de animais ha<sup>-1</sup> a UPA 10 apresenta a maior taxa de lotação entre todas as propriedades agrícolas avaliadas do Assentamento Facão, registrando 4,6 animais ha<sup>-1</sup>, ressaltando-se que o padrão para pastagem do tipo *B. brizantha* é de 1,5 UA (AZEVEDO, 2004). Os resultados de fertilidade do solo foram

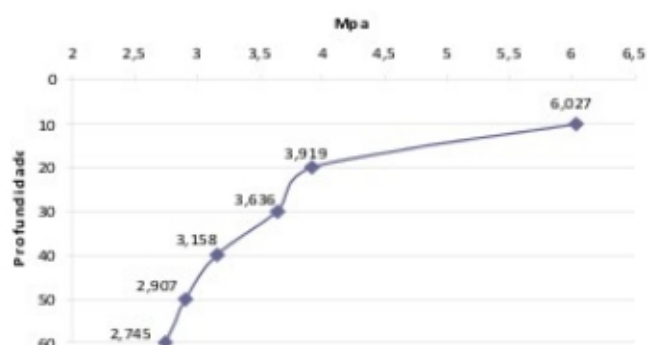


Figura 1 – Curva de resistência à penetração nas camadas de solo de 10 a 60 cm de profundidade, em um Latossolo Amarelo vermelho, Assentamento Facão, Cáceres, MT, Brasil.

interpretados segundo as Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª Aproximação (RIBEIRO et al., 1999). Nota-se em geral que as UPA's apresentam alta fertilidade do solo apresentando a grande maioria dos parâmetros químicos dentro de suas faixas adequadas (Tabela 1).

Os resultados dos indicadores ecológicos foram interpretados de acordo com uma escala de cinco faixas usuais de avaliação de desempenho. As notas foram classificadas em intervalos de pontuação, listados a seguir: de 0 a 3 (crítica), de 3,1 a 5 (sofrível), de 5,1 a 7 (regular), de 7,1 a 9 (boa) e de 9,1 a 10 (ótima) segundo MATOS

Tabela 1: Média dos indicadores de fertilidade do solo em dez unidades de produção agrícola pertencentes ao Assentamento Facão, Cáceres, MT, Brasil.

Indicadores	Profundidade (cm)		
	0-20	Faixa adequada	Interpretação segundo a 5ª Recomendação
pH (H <sub>2</sub> O)	5,9	5,5 a 7,0	Acidez média
P (mg dm <sup>-3</sup> )	14,5	12,1 a 18,0	Bom
K (mg dm <sup>-3</sup> )	134,55	71 a 120	Muito bom
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,23	2,41 a 4,0	Muito alto
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,98	0,91 a 1,50	Bom
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0	0	Muito baixo
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	7,56	3,61 a 6,0	Muito alto
t (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	7,56	4,61 a 8,0	Bom
T (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	8,98	8,61 a 15,0	Bom
V %	82	60,1 a 80,0	Bom
m %	0	≤ 15,0	Muito baixo
MO (g kg <sup>-1</sup> )	27,15	>15	Médio
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	3,25	1,6 a 2,2	Alto
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	48,6	31 a 45	Alto
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	68,8	9,0 a 12,0	Alto
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	0,65	1,3 a 1,8	Baixo
B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,49	0,61 a 0,9	Médio
S (mg dm <sup>-3</sup> )	4,16	10,0	Baixo
Textura do solo			
Argila (g dm <sup>-3</sup> )	242	Média: teor de argila + silte > que 150 g kg <sup>-1</sup> e argila	
Silte (g dm <sup>-3</sup> )	97	< que 350 g kg <sup>-1</sup> . Baixa/moderada susceptibilidade à	
Arcia (g dm <sup>-3</sup> )	661	erosão. Médios a baixos valores de retenção de água.	

P, K, Fe, Zn, Mn e Cu, extrator Melich 1; Ca, Mg e Al, extrator KCl 1N; H + Al, Acetato de Ca pH 7,0; B, extrator água quente; S, extrator fosfato monocálcico em ácido acético; SB, soma de bases; CTC (t), capacidade de troca catiônica efetiva; CTC (T), capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V, índice de saturação de bases; m, índice de saturação de alumínio; matéria orgânica (MO), oxidação Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 4N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10N.

Tabela 2: Notas dos indicadores da dimensão ecológica de acordo com os atributos e critérios adaptados da metodologia MESMIS (Matos Filho, 2004).

Atributo	Elemento	Indicador e forma de cálculo da nota	Nota
Produtividade	Manejo	<b>Intensidade de utilização da área da unidade produtiva (UP)</b> (% da área cultivada em relação ao total de área da UP, descontadas as áreas de preservação).....	6,9
		<b>Matéria orgânica com origem na propriedade</b> (% da matéria orgânica produzida na UP em relação ao total utilizado).	9,3
		<b>Nível de aceitação a produção orgânica</b> (10 = já produz nesse linha; 7,5 = já tentei mas não consegui; 5,0 = gostaria de produzir; 2,5 = mensalmente; 0 = sempre que pode).....	6,7
Resiliência	Água	<b>Resistência a estiagem</b> (0= Frequentemente; 7,5 = com estiagem de 20 a 30 dias; 5,0 = de 30 a 90 dias; 2,5 = mais de 90 dias; 10 = nunca sofreu com estiagem).....	4,7
	Flora e fauna	<b>Área de preservação</b> (% de área de preservação ou reserva legal, tendo como referência o ideal de 25% da área total da UP).	2,7
	Manejo	<b>Quantidade de espécies manejadas</b> (atribuição de um ponto na nota para cada espécie cultivada até um máximo de 10).....	6,9
		<b>Diversidade de técnicas alternativas</b> (quanto mais práticas utilizadas, maior a pontuação, no máximo 10).....	3,0
		<b>Perda de colheita</b> (10 = até 10 % de perdas; 7,5 = de 10 a 20 %; 5,0 = de 20 a 30 %; 2,5 = de 30 a 40 %; 0 = mais de 40 %).....	5,2
Estabilidade	Terra/solo	<b>Área com erosão visível</b> (10 = nenhum; 7,5 = raro; 5,0 = moderado; 2,5 = comprometedor e 0 = severo).....	9,0
		<b>Uso de implementos agrícolas</b> (nunca = 10; 7,5 = anualmente; 5,0 = por ciclo das culturas; 2,5 = mensalmente; 0 = sempre que pode).....	5,7
		<b>Utilização de agroquímicos</b> (0 = frequentemente; 2,5 = sempre que posso; 5,0 = às vezes; 7,5 = já usei mas parei; 10 = nunca)...	4,7
Indicador médio da dimensão ecológica			5,9

FILHO (2004) (Tabela 2).

A visualização dos dados obtidos a campo está apresentada na Figura 2, cujo comportamento dos indicadores ecológicos e de fertilidade do solo apresenta peculiaridades específicas e efeitos sinérgicos entre eles. A metodologia MESMIS permitiu avaliar e detectar nuances e identificar entraves, pontos positivos e medidas de ajuste para o alcance da sustentabilidade.

Em relação ao indicador ecológico “intensidade

de utilização da área da UP” que apresenta a nota de 6,9 (regular) (Tabela 2, Figura 2) constata-se que a utilização das áreas dentro das unidades de pesquisa em sua maioria não cumpre a legislação ambiental (Código Florestal Brasileiro – lei n° 4.771 de 15 de setembro de 1965) quanto à áreas de preservação permanente e reservas legais. A atividade mais representativa do uso da terra é a pecuária leiteira caracterizada pela existência de degradação do solo (Figura 1).

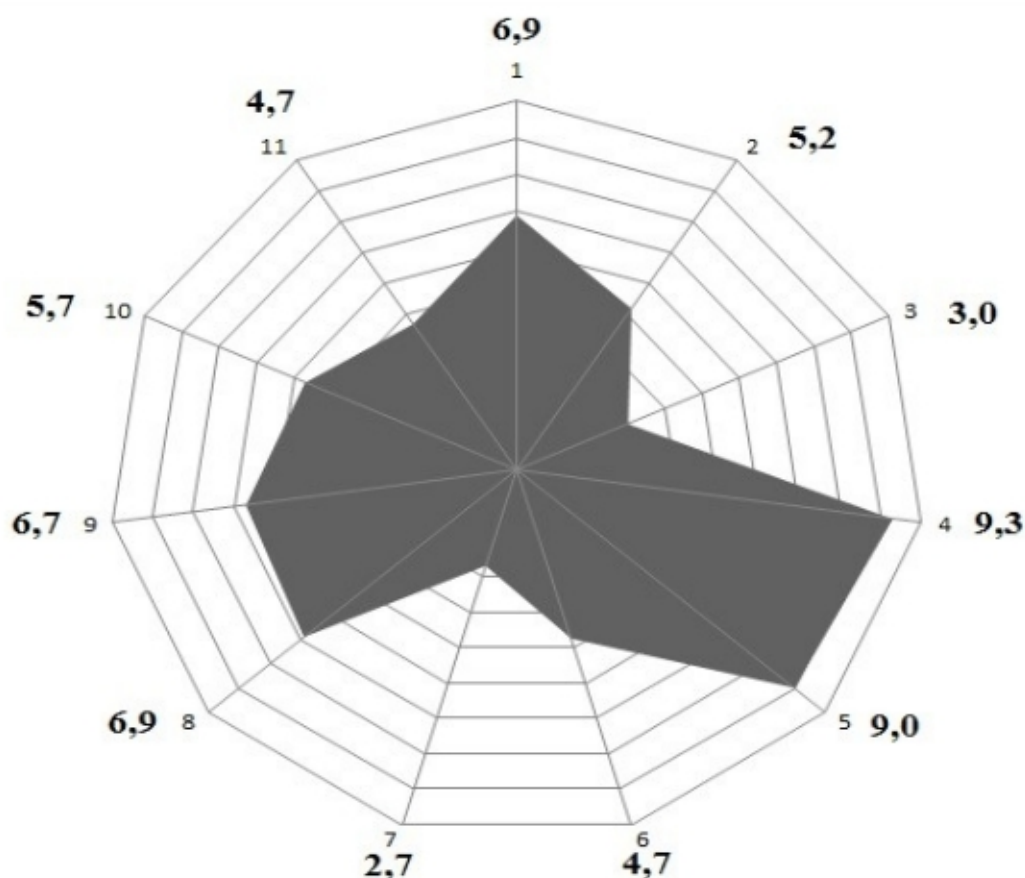


Figura 2: Gráfico representativo da dimensão ecológica das dez UPA`s avaliadas no Assentamento do Facão/Cáceres/MT. Onde: 1. Intensidade de utilização da unidade de produção (nota: 6,9); 2. Perda de colheita (5,2); 3. Diversidade de técnicas alternativas, (3,0); 4. Matéria orgânica com origem na propriedade (9,3); 5. Área com erosão visível (9,0); 6. Resistência a estiagem (4,7); 7. Área de preservação (2,7); 8. Quantidades de espécies manejadas (6,9); 9. Nível de aceitação a produção orgânica, 6,7); 10. Uso de implementos agrícolas para preparo do solo (5,7); 11. Utilização de agroquímicos (4,7).



Registrou-se para a “perda de colheita” a nota 5,2 (regular) (Figura 2) correlacionada com a existência de áreas produtivas que apresentam perdas de colheita ocasionadas pelas condições climáticas da região de Cáceres/MT como déficits hídricos e problemas fitossanitários como ataque de pragas (lagartas, cochonilhas, pulgão, cigarrinhas das pastagens, formigas, pássaros e nematóides) e doenças fúngicas. Outros fatores que afetaram o resultado deste indicador foram o manejo inadequado das técnicas de produção (colheita fora de época, falta de manejo de irrigação, plantio tardio das culturas) e o desperdício da produção influenciado pela falta de mercado comprador.

A “diversidade de técnicas alternativas” adotadas nas UPA's avaliadas apresenta nota 3 (valor crítico) (Figura 2) devido à realidade constatada em 70% das UPA's que não adotam uso de cobertura morta, adubação verde, rotação de culturas, manejo integrado de pragas, compostagem, uso de caldas agroecológicas, plantio consorciado entre outras.

O uso de “matéria orgânica com origem na propriedade” registra nota 9,3 (ótima) (Figura 2) constatando-se que em 90% destas a matéria orgânica utilizada é de origem interna à UPA (esterco bovino e cama de frango) e apenas 10% é de origem externa (cama de frango). Esse resultado é um excelente indicador do uso consagrado da adubação orgânica em pequenas propriedades em assentamentos rurais nas culturas de subsistência, minimizando o uso de agroquímicos e fortalecendo o ideal de sustentabilidade. Os resultados encontrados para o indicador teor de matéria orgânica no solo (Tabela 1) registram um teor médio de 27,15 g kg<sup>-1</sup> para as UPA's avaliadas, possibilitando inferir que possivelmente a mineralização do esterco bovino e cama de frango funciona como entrada de Carbono a médio e longo prazo, mantendo o suprimento de macro e micronutrientes (Zn, Mn e

B).

Foram detectadas poucas “áreas com erosão visível” cujo indicador atingiu a nota 9 (ótima) (Figura 2). As áreas de estudo da produção familiar avaliadas apresentam uso adequado do solo respeitando-se sua aptidão agrícola, entretanto é frequente o uso de implementos agrícolas no preparo do solo que a médio e longo prazo podem interferir na resiliência das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

A avaliação da “resistência a estiagem” apresentou nota 4,7 (índice regular) (Figura 2) devido a 70% das UPA's registrarem carência de água, fato que afeta a manutenção de índices eficientes da produção agropecuária. Diante dessa realidade, constatou-se que os produtores caminham longas distâncias para conseguir água para consumo humano e animal. Outro entrave detectado é a inadequabilidade e limitação das UPA's para o cultivo de olerícolas que poderiam ser uma alternativa de renda.

Foi identificado que as “áreas de preservação” atingiram a nota 2,7 (situação crítica) (Figura 2) em 50% das UPA's avaliadas que não possuem áreas destinadas à reserva legal apresentado utilização intensiva da área total. Aproximadamente 40% das UPA's possui uma área destinada a conservação da vegetação nativa, mas não atinge o percentual recomendado pela legislação. Apenas 10% das UPA's possuem área de preservação de acordo com o código florestal. É preciso ressaltar que 80% dos produtores apontam conhecer o código florestal, mas não conseguem cumpri-lo justificando-se pela sua condição de pequenos produtores e pela necessidade de maximização produtiva para obtenção de lucratividade adequada.

A avaliação da “quantidade de espécies manejadas” apresentou nota 6,9 (situação regular) (Figura 2). Foi computada a existência de áreas de criação de gado, de cultivos de hortaliças como

espécies folhosas (alface, couve, rúcula) tomate, cenoura, cebolinha, rabanete e outras como mandioca, milho, limão, banana, cana-de-açúcar, feijão e arroz; destinadas para o auto abastecimento familiar, para comércio local e para a CONAB Visando atender ao PAA (Programa de Aquisição de Alimentos) do Governo Federal.

Essa realidade é fortemente influenciada pela alta fertilidade do solo de textura média, detectada nos indicadores pH,  $Al^{3+}$ , P, Mg, MO, m%, t, T e V% que se encontram dentro de sua faixa adequada, enquanto que soma de bases, K e  $Ca^{2+}$  apresentam valores acima da faixa adequada (Tabela 1).

O “nível de aceitação a produção orgânica” registrou nota 6,7 (regular) (Figura 2) em 30% das UPA's observou-se a adoção de técnicas recomendadas pelas normas de agricultura orgânica. No restante das UPA's nota-se que os produtores apresentavam interesse em um modelo de produção livre de insumos externos e agroquímicos. Entretanto existe resistência à implantação de sistemas orgânicos nas UPA's devido à falta de políticas públicas e assistência técnica qualificada, entraves apontados pelos produtores para a adoção do modelo agroecológico de produção proposto pela agricultura orgânica.

O “uso de implementos agrícolas para preparo do solo” recebeu nota 5,7 (regular) (Figura 2) devido à alta frequência do uso de implementos agrícolas (tratores de aração e grade) nas UPA's.

A “utilização de agroquímicos” apresentou nota 4,7 (Figura 2); situação considerada sofrível e correlacionada com a realidade de 70% das unidades produtivas que fazem o uso de agroquímicos (inseticidas e adubos químicos) em suas lavouras de maneira intensiva e sem orientação técnica. Em apenas 30% das UPA's não se faz o uso de agroquímicos e através dos relatos dos produtores tem-se essa decisão tomada devido

aos casos de contaminação observados entre eles e pela opção de preservação da saúde humana e do meio ambiente.

A média geral da dimensão ecológica (5,9) apresenta possíveis causas de desequilíbrios que minam a sustentabilidade dos agroecossistemas (Tabela 1). Foi notado que nas UPA's é nítida a correlação existente entre os indicadores 1 (intensidade de utilização da área da UP) que evidenciou a adoção de monocultivos (pastagens) na grande maioria das UPA's. Esse resultado apresenta interferência direta nos indicadores 7 (área de preservação) e 3 (diversidade de técnicas alternativas) que apresentam uma situação crítica, reflexo da adoção dos paradigmas da “revolução verde” na agricultura familiar; uma vez que a maximização lucrativa está ligada ao monocultivo que incrementa o desmatamento das áreas de preservação permanente e reserva legal. A introdução de sistemas diversificados de produção pressupõe a utilização de tecnologias agroecológicas que ainda não são adotadas nas UPA's; entretanto o indicador 8 (quantidade de espécies manejadas) registrou boa diversidade de cultivos nas UPA's ressaltando-se que a percepção do produtor não é necessariamente manter a biodiversidade, mas sim, manter o sustento da família, por esse motivo explora e maneja uma diversidade razoável de espécies em busca de alternativas econômicas.

Apesar das perdas de colheita (indicador 2) apresentarem resultado preocupante ligado ao maior entrave detectado nas UPA's que é a falta de água (indicador 6 “resistência a estiagem”), existe abertura para a agricultura orgânica detectada pela nota do indicador 9 (nível de aceitação a produção orgânica). O referido indicador apresenta uma situação regular e com grandes possibilidades de implantação de sistemas orgânicos devido a utilização de matéria orgânica com origem na propriedade (indicador 9), que registrou uma

situação ótima com nota 9,3 nas áreas de olericultura das UPA's.

A avaliação do ideal de sustentabilidade em UPA's localizadas em assentamentos rurais é um desafio metodológico, tendo em vista que o alcance da sustentabilidade pressupõe a coexistência das potencialidades e limites críticos para os diversos indicadores avaliados. Os entraves para a transição agroecológica nas UPA's avaliadas no Assentamento Facão são: área de reserva legal abaixo do permitido pelo código florestal, a atividade principal e muitas vezes única nas UPA's é a pastagem; solos degradados e compactados pelo uso de maior número de animais/ha do que a capacidade de suporte da área, falta de assistência técnica especializada em Agroecologia, falta de água; uso de agrotóxicos sem critérios técnicos; falta de conhecimento em como substituir os adubos químicos por manejo orgânico; falta de linhas de financiamento apropriadas para a transição agroecológica; falta de infra-estrutura para armazenamento e beneficiamento dos produtos, dependência externa na aquisição de sementes e apenas um produtor usa herbicida dessecante na pastagem.

Os pontos positivos detectados que potencializam a transição agroecológica das UPA's avaliadas são: a abertura e vontade de aprender mais sobre técnicas agroecológicas, a maioria das UPA's não utilizam agrotóxicos, existência de formas associativas de organização e grande envolvimento em ações comunitárias; existe abertura para sistemas silvipastoris através da arborização das pastagens com espécies nativas em consórcio com exóticas; o relevo plano permite tratamentos culturais não mecanizáveis; a abertura para enriquecimento dos quintais agroflorestais; a utilização de cobertura morta sobre o solo através do manejo com roçada da vegetação espontânea; a adoção de rotação de culturas utilizando principalmente a cultura da mandioca umas das

principais geradoras de renda nas UPA's.

### Conclusões

1. A metodologia MESMIS adequou-se a quantificação de indicadores de sustentabilidade da dimensão ecológica em assentamentos rurais, bem como na construção de novos indicadores ecológicos funcionando como uma ferramenta na detecção dos entraves e pontos positivos das unidades de produção do Assentamento Facão.

2. Como medidas de ajuste para o alcance da sustentabilidade indicam-se a recomposição das áreas de reserva legal e restauração das áreas de preservação permanente, bem como a correção do manejo animal nas UPA's através da adoção do pastejo rotacionado e a arborização da lavoura (sistema silvipastoril) com espécies com copa larga e/ou que sirvam também como banco de proteína, quebra-vento e renda extra: *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, Ingá spp; Teca (*Tectona grandis*); Eucalipto (*Eucalyptus grandis*), Ipê (*Tabebuia serratifolia*), Baru (*Dipterix alata*), Bacuri (*Scheelea phalerata*); Babaçu (*Attalea speciosa*) e Pequi (*Caryocar brasiliense*).

### Referências Bibliográficas:

- ALTIERI, M.A. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v.93, p.1-24. 2002.
- AZEVEDO, E. de. Uso da geoestatística e de recursos de geoprocessamento no diagnóstico da degradação de um solo argiloso sob pastagem no estado de Mato Grosso. 2004. 141 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas.
- CAPORAL, F.R.; COSTABEBER, J.A. **Análise multidimensional da sustentabilidade. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.3, jul./set. 2002. p.70-85.
- CHAMEN, T. et al. Prevention strategies for field traffic-induced subsoil compaction: a review:

- Part 2. Equipment and field practices. **Soil and Tillage Research**. v.73, 1-2, p.161-174, 2003.
- CORREA, J.C.; REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de um Latossolo amarelo da Amazônia central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n. 1, 1995.
- DEPONTI, C.M. et al. Estratégias para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n. 4, out./dez. 2002. p. 44-52.
- DIAS-FILHO, M.B. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 535-553, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.
- FIGUEIREDO, C. C. de et al. Propriedades físico-hídricas em Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. vol.13, n.2, pp. 146-151, 2009.
- GLIESSMAN, S. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 653p.
- IKEDA, F. et al. Bancos de sementes no solo em sistemas de cultivo lavoura-pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1545-1551, 2007.
- KHATOUNIAN, C.A. A reconstrução ecológica da agricultura. In: **A fertilidade do sistema**. Botucatu: Agroecológica, 2001. p. 155-202.
- LANNA, A.C. **Impacto ambiental de tecnologias, indicadores de sustentabilidade e metodologias de aferição: uma revisão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002, 31p. (Documentos 144)
- MARQUES, J.F et al. (Ed.) **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 281p.
- MARTINS, S.V. et al. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, V.32, n.6, p. 1081-1088, 2008.
- MARZALL, K. Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas. 1999. 234p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MASERA, O.; et al. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS**. México: Mundi Prensa, 2000. 109p.
- MATOS FILHO, A. M. Agricultura orgânica sob a perspectiva da sustentabilidade: uma análise da região de Florianópolis – SC, Brasil. 2004. 171 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina.
- NOLASCO, F. Avaliação da sustentabilidade em agroecossistema: um método fitotécnico. UFV, 1999, 225p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.
- PERON, A.J. & EVANGELISTA, A.R. Degradação de pastagens em regiões de Cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 28, n. 3, p. 655-661, 2004.
- PETERSEN, P; ALMEIDA, E. Revendo o conceito de fertilidade: conversão ecológica do sistema de manejo dos solos na região do Contestado, PB. **Revista Agriculturas**. v.5, n.3, 2008.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel. 541p. 1982.
- RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: CERES/POTAFOS, 1991. 343p.
- RIBEIRO, A.C.; et al. (Ed.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª aproximação)**. Viçosa, MG: CFSEMG/UFV, 1999. 359p.
- SCHELLER, E. **Fundamentos científicos da nutrição vegetal na agricultura ecológica**. Tradução de Bernardo Thomas Sixel. Botucatu: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2003. 78p.
- SILVA, J.G. Agricultura sustentável: um novo paradigma ou um novo movimento social? In: **Reconstruindo a Agricultura**. Porto Alegre: UFRGS, 1997. p.106-127.
- SILVA, E. F. Uso sustentável frutíferas do cerrado, no projeto de Assentamento Facão/Bom Jardim, no município de Cáceres-MT, Brasil. Cáceres-MT: UNEMAT, 2007. Monografia. Instituto de Ciências Naturais e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso.
- STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmula de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas,

Indicadores ecológicos de sustentabilidade

v.15, p.229-235, 1991.

XAVIER, A.L.et al. Variação da temperatura e umidade entre áreas urbanas de Cuiabá. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v.6, n. 1, p. 082-093, 2009.

ZANPIERI, S.L. Método para seleção de indicadores de sustentabilidade e avaliação de sistemas agrícolas do estado de Santa Catarina. 2003. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina.