

# Avaliação da sustentabilidade de um agroecossistema pelo método MESMIS

N. F. Guimarães<sup>1</sup>; A. S. Gallo<sup>1</sup>; C. C. Santos<sup>2</sup>; K. P. G. Morinigo<sup>1</sup>; A. B. Bentos<sup>1</sup>; E. M. de Carvalho<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestranda(o), Pós Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural; Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, 13560-970, Araras-SP, Brasil

<sup>2</sup>Mestrando, Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados, 79825-070, Dourados - MS, Brasil

<sup>3</sup>Professor da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA, Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, 79825-070, Dourados - MS, Brasil

*n.fguimaraes@hotmail.com; andersondsgallo@yahoo.com.br; cleber\_frs@yahoo.com.br; kattia\_morinigo@hotmail.com; adriel\_bb@hotmail.com; carvalho.em@gmail.com*

*(Recebido em 14 de junho de 2014; aceito em 06 de março de 2015)*

O presente trabalho teve como objetivo levantar indicadores para avaliar a sustentabilidade da área experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (Gloria de Dourados, MS) e propor linhas de trabalho para os aspectos menos sustentáveis (pontos críticos), almejando alcançar maior sustentabilidade do sistema. O estudo foi conduzido no mês de abril através de diagnóstico visual, baseando-se nos indicadores de sustentabilidade do método MESMIS. Para avaliação foram utilizados 38 indicadores e três parâmetros, abordando aspectos sociais e ambientais. O resultado obtido com a avaliação da área experimental evidencia que a mesma apresenta muitos pontos críticos na manutenção do agroecossistema, indicando a necessidade de intervenções para transição agroecológica e, conseqüentemente, para se alcançar a sustentabilidade socioambiental. Os pontos críticos de maior abrangência estavam relacionados à integridade e manutenção da área de preservação permanente (APP), queimadas, erosão laminar e com a falta de programas que priorizem a saúde e segurança ocupacional rural. Assim foi possível propor medidas mitigadoras em conformidade com a transição agroecológica e, conseqüentemente, mais efetivas para a busca do desenvolvimento sustentável do agroecossistema.

Palavras-chave: agroecologia, indicadores ambientais, indicadores sociais, perícia agrícola, sistemas de produção.

## Assessment of the sustainability of an agroecosystem by MESMIS method

This study aimed to use indicators to assess the sustainability of the experimental area of the State University of Mato Grosso do Sul (City of Gloria de Dourados, State of MS) and propose lines of work for the least sustainable aspects (critical points), aiming achieve greater sustainability of the system. The study was conducted in April by visual diagnosis, based on indicators of sustainability MESMIS method. To evaluate 38 indicators and three parameters was used, addressing social and environmental aspects. The results obtained from the evaluation of experimental area shows that it presents many critical points in maintaining agroecosystem, indicating the need for intervention agroecologic transition and thus to achieve environmental sustainability. The critical points of greater coverage were related to the integrity and maintenance of the permanent preservation areas (APP), forest fires, soil erosion and the lack of programs that prioritize rural health and occupational safety. Thus it was possible to propose mitigation measures in accordance with the agroecological transition and hence more effective in the pursuit of sustainable development of the agro-ecosystem.

Keywords: agroecology, agricultural expertise, environmental indicators, social indicators, production systems.

## 1. INTRODUÇÃO

Analisando-se historicamente o processo de evolução tecnológica na agricultura, verifica-se que esta sempre foi objeto das observações atentas de todos os que procuravam melhorar as práticas correntes <sup>[1]</sup>. A agricultura passa por um processo contínuo de modernização, via incorporação de novas tecnologias, gerando por um lado o crescimento econômico e, por outro, riscos potenciais ao meio ambiente <sup>[2]</sup>. Este cenário se dá, principalmente, pelo fato de que atualmente, os sistemas agrícolas estão voltados para a produção convencional com alta

dependência de agrotóxicos, fertilizantes sintéticos e cultivares selecionados para elevada produtividade em sistemas de monocultivo. Dentre os impactos negativos destes sistemas destaca-se a erosão e a perda da fertilidade dos solos, a destruição florestal, a perda ou erosão genética e da biodiversidade, a contaminação dos solos, da água, dos animais silvestres, do homem do campo e dos alimentos <sup>[3]</sup>.

A agroecologia, por outro lado, propõe alternativas para minimizar a artificialização de ambientes naturais pela agricultura convencional através de uma série de princípios e metodologias para estudar, analisar, dirigir, desenhar e avaliar agroecossistemas <sup>[1]</sup>. Segundo o mesmo autor, ela utiliza-se de um enfoque científico que tem suas próprias ferramentas, teorias e hipóteses, o que lhe permite trabalhar no âmbito dos agroecossistemas e no desenvolvimento de sistemas agrícolas complexos e diversificados. Além disso, a agroecologia emerge como alternativa diante da problemática atual, baseando-se nos princípios da sustentabilidade ecológica, social, econômica, cultural e espacial <sup>[4]</sup>. Trata-se, no entanto, de uma nova abordagem que integra os princípios agronômicos, ecológicos e socioeconômicos na busca por compreender e avaliar o efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo <sup>[5]</sup>. Segundo Gliessman <sup>[6]</sup> a agroecologia proporciona o conhecimento e a metodologia necessários para desenvolver uma agricultura que é ambientalmente consistente, altamente produtiva e economicamente viável. Assim, avaliar a sustentabilidade de um local ou atividade colabora com o (re)conhecimento dos impactos causados pelas atividades e na busca por soluções para os mesmos <sup>[7]</sup>.

Visando otimizar o manejo de agroecossistemas, tem-se utilizado indicadores capazes de detectar modificações ambientais e suas consequências, proporcionando condições de avaliar se determinado manejo está ou não trazendo pleno benefício e alcançando a capacidade produtiva máxima dos sistemas. Os indicadores ambientais, por exemplo, são usados para se ter um retrato da qualidade ambiental e dos recursos naturais, além de avaliar as condições e as tendências ambientais rumo ao desenvolvimento sustentável <sup>[8]</sup>. Maser et al. <sup>[9]</sup> apresentam uma proposta metodológica para avaliar agroecossistemas, com uso de indicadores de sustentabilidade, denominada “Marco para Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad” - MESMIS. Esse método é amplamente utilizado em diversas partes do mundo, principalmente quando são analisados casos de agricultura familiar ou campesina com ênfase em atividades com base ecológica <sup>[10]</sup>. Segundo o mesmo autor, o método busca entender de maneira integral os fatores limitantes e as possibilidades para a sustentabilidade dos sistemas de manejo que surgem da intersecção de processos ambientais com o âmbito social e econômico.

Na estrutura MESMIS, a avaliação não é concebida como um processo linear, mas como uma espiral de sucessivas avaliações <sup>[11]</sup>. , seus indicadores exercem uma função fundamental na geração de dados para a avaliação de sustentabilidade, indicando a direção, a prioridade das mudanças e direcionando um caminho de proposta para contribuir com um desenvolvimento sustentável baseados nos agroecossistemas <sup>[12]</sup>. Um estudo com indicadores não apenas proporciona a construção de propostas de agroecossistemas mais adequados através da transformação de dados em relevantes informações, mas também informações para a construção de estratégias políticas e de planejamento para um desenvolvimento sustentável <sup>[10]</sup>.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi levantar indicadores para avaliar a sustentabilidade da área experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul e propor linhas de trabalho para os pontos críticos, almejando alcançar maior sustentabilidade do sistema.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no mês de abril de 2013 na área experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, unidade de Glória de Dourados, MS. A área de estudo está localizada a 400 m de altitude (22°25'03" S e 54°13'57" W) em um solo classificado como Argissolo Vermelho de textura arenosa e o clima, segundo a classificação de Köppen, do tipo Aw, com estação quente e chuvosa no verão e moderadamente seca no inverno.

A área de estudo é de domínio da Prefeitura Municipal de Glória de Dourados, e foi cedida à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS para o desenvolvimento de pesquisas nos cursos de Tecnologia em Agroecologia e Produção Sucoalcooleira. Nesse sentido, a área é de gestão pública e não apresenta produção de origem familiar ou campesina, necessitando, assim, a adaptação da metodologia MESMIS e a exclusão da dimensão econômica entre os indicadores. A escolha da área para avaliação de conformidade agroecológica ocorreu em função da necessidade de se apresentar às Instituições Públicas (prefeitura e universidade), aos grupos acadêmicos de pesquisa e à Associação de Produtores Orgânicos de Mato Grosso do Sul - APOMS resultados para formulação de planos e programas de manejo socioambiental modelo para o desenvolvimento local.

A área apresenta 25,5 ha e incorpora os seguintes sistemas: a) fruticultura orgânica; b) olericultura através da Produção Agroecológica Integrada e Sustentável - PAIS; c) produção de leguminosas e gramíneas cultivadas organicamente e d) cana-de-açúcar cultivada convencionalmente. Além destes sistemas, há um fragmento de vegetação nativa de 4,5 ha, que corresponde a 17,5% da área total (Figura 1).



Figura 1: Mapa da área experimental – UEMS. (1) Olericultura orgânica, (2) Fruticultura orgânica, (3) Cana-de-açúcar convencional, (4) Leguminosas e gramíneas orgânicas em geral, (5) Vegetação Nativa. Fonte: Google Maps.

Para avaliar o grau de sustentabilidade da área de estudo foram empregados os procedimentos do método MESMIS “*Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad*”. Assim, foi elaborado um quadro adaptado do modelo proposto por Maser et al.<sup>[6]</sup> contendo 38 indicadores e três parâmetros a serem utilizados na avaliação, abordando as dimensões ambientais, socioambientais e sociais (Quadro 1). As dimensões econômicas não foram utilizadas, uma vez que a área amostrada não apresenta relação comercial.

Quadro 1: Indicadores de sustentabilidade utilizados para a avaliação da área experimental. As letras sobrescritas em cada indicador são referentes às dimensões ambientais (<sup>a</sup>), socioambientais (<sup>sa</sup>) e sociais (<sup>s</sup>) utilizadas no quadro MESMIS.

Nº	INDICADORES	PARÂMETROS		
		1	2	3
1	<sup>a</sup> APP	< 50% protegidas	< 100 ≥ 50%	100% protegidas
2	<sup>a</sup> Acesso de Animais em APP	Tem acesso	Áreas isoladas	Não tem
3	<sup>a</sup> Reserva Legal	< 20% da área	20% da área	>20% da área
4	<sup>a</sup> Uso de Recursos Naturais	Não faz	Faz, sem manejo	Faz, com manejo
5	<sup>a</sup> Uso de Áreas de Mata	Não faz	Faz s/ Educação ambiental	Faz c/ Educação ambiental
6	<sup>a</sup> Plantas Indicadoras	Poluição	Poluição e Qualidade	Qualidade ambiental
7	<sup>a</sup> Avifauna	Não tem	Poucos	Número significativo
8	<sup>a</sup> Animais Silvestres	Não há	Animais não ameaçados	Ameaçados de extinção
9	<sup>sa</sup> Água p/ consumo humano	Não tratada	Filtrada	Tratada
10	<sup>sa</sup> Água p/ agricultura	Não tratada	Filtrada	Tratada
11	<sup>sa</sup> Reciclagem de lixo	< 50%	< 100 ≥ 50%	100% reciclado
12	<sup>sa</sup> Resíduos Orgânicos da Cozinha	Lixo comum	Alimentação normal	Compostagem
13	<sup>sa</sup> Óleo residual	Pia	Armazenamento	Reciclado
14	<sup>sa</sup> Resíduos da agroindústria	Lixo comum	Alimentação animal	Compostagem
15	<sup>sa</sup> Esgoto	Ambiente	Fossa	Tratado
16	<sup>sa</sup> Adubos	< 50% orgânico	< 90 ≥ 50% orgânico	≥ 90% orgânico
17	<sup>sa</sup> Uso de adubação verde	Não faz	De vez em quando	Faz sempre
18	<sup>sa</sup> Rotação de culturas	Não faz	Alguns sistemas	Faz em todos os sistemas
19	<sup>sa</sup> Consorciação de culturas	Não faz	Alguns sistemas	Faz em todos os sistemas
20	<sup>sa</sup> Compactação do solo	> 0,5 ha	≥ 0,5 ha	Não tem
21	<sup>sa</sup> Cobertura do solo	Solo exposto	Apenas c/ cultivos	Cobertura em todo o ano
22	<sup>sa</sup> Defensivos químicos	Todas as culturas	Grandes culturas	Não se faz/ orgânicos
23	<sup>sa</sup> Processo erosivo	Grandes	Pequenas, correção simples	Não tem
24	<sup>sa</sup> Irrigação	Aspersão	Manual	Gotejamento
25	<sup>sa</sup> Controle de plantas espontâneas	Herbicida	Capina + herbicida	Cobertura + capina
26	Uso de EPI	Não faz	Parcialmente	Todas as atividades
27	<sup>sa</sup> Implementos agrícolas usados	Modo intensivo	Manual	Quando necessário
28	<sup>sa</sup> Aproveitamento de resíduos	Não se faz	Alguns materiais	Sempre se faz
29	<sup>sa</sup> Microclima em sistemas	Não se tem	Em alguns	Sempre
30	<sup>sa</sup> Áreas degradadas	Várias	Algumas	Não há
31	<sup>sa</sup> Ocorrência de queimadas	Algumas vezes	Apenas uma vez	Nunca houve
32	<sup>sa</sup> Desmatamento	Já se realizou	Parcialmente	Nunca houve
33	<sup>sa</sup> Análise química	Não se faz	Quando necessário	Sempre se faz
34	<sup>s</sup> Mão de obra terceirizada	Para todas as atividades	Apenas algumas	Não há
35	<sup>s</sup> Potencial de inserção social	Não existe	De vez em quando	Sempre há
36	<sup>s</sup> Infraestrutura	Não adequada	Precisa de adequações	Adequada
37	<sup>s</sup> Interdependência do sistema	Não existe	Parcialmente	Existe
38	<sup>s</sup> Potencial restaurador	Produção de Mudas	Mudas + Nucleação	Nucleação

O estudo foi executado nas seguintes etapas: a) seleção de indicadores de sustentabilidade e definição dos critérios de diagnóstico regional; b) estudo detalhado dos agroecossistemas presentes na área experimental, através da identificação dos sistemas de manejo, suas características no contexto social e principalmente ambiental; c) avaliação e pontuação dos indicadores de sustentabilidade; d) levantamento dos pontos críticos pertencentes ao local; e) análise descritiva dos resultados; f) propostas de ações mitigadoras e preventivas para a área experimental através de alternativas para fortalecer a sustentabilidade dos sistemas de manejo.

A avaliação se deu através de notas: 1 (um) representa uma condição não desejável; 2 (dois) representa uma condição regular e 3 (três) representa condição desejável. Foram considerados como ponto crítico os parâmetros que representaram uma condição não desejável. Os resultados foram representados por gráfico tipo radial, visando facilitar a leitura e interpretação de cada um dos 38 parâmetros socioambientais adotados na avaliação. A somatória destes parâmetros refere-se ao grau de sustentabilidade do local, onde: a pontuação menor que 56 pontos o agroecossistema está em condição não desejável, apresentando muitos pontos críticos para se alcançar a sustentabilidade; a pontuação de 57 a 95 pontos o agroecossistema está em condição regular, apresentando alguns pontos críticos para se alcançar a sustentabilidade; a pontuação maior que 96 pontos o agroecossistema está no caminho para sustentabilidade, com poucos ajustes na transição agroecológica. Estes valores foram calculados através do ponto de corte mínimo e máximo e o estabelecimento de intervalos de notas a serem aplicados aos resultados encontrados no presente estudo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A somatória final dos indicadores foi de 81 pontos, ou seja, o agroecossistema encontra-se em condição regular, apresentando alguns pontos críticos para se alcançar a sustentabilidade. Entende-se por sustentabilidade ambiental a manutenção da capacidade de sustentação do ecossistema, o que implica a capacidade de absorção e recomposição do ecossistema em face das agressões antrópicas <sup>[13]</sup>. Em agroecossistemas, no entanto, a manipulação humana e a alteração de um ecossistema acontecem com o propósito de estabelecer a produção agrícola, acarretando várias mudanças na estrutura e função do ecossistema natural <sup>[14]</sup>. No sentido de inferir sobre possíveis mudanças estruturais e funcionais do ecossistema natural, bem como os aspectos sociais relacionados ao agroecossistema estudado foram utilizados 38 indicadores de sustentabilidade socioambiental e que podem ser observados no Quadro 1.

Mais do que simplesmente apontar o grau de sustentabilidade de agroecossistemas, a aplicação dos indicadores permite reconhecer os pontos críticos e falhos na estrutura e funcionamento do mesmo, fomentando propostas de intervenção para o incremento dos níveis de sustentabilidade <sup>[15]</sup>. A presente pesquisa trata-se da primeira avaliação da área experimental para transição agroecológica. As tecnologias agrícolas desenvolvidas na área têm como objetivo desenvolver modelos de sistemas produtivos financeiramente acessíveis à pequena produção familiar. Dessa forma, torna-se indispensável oferecer alternativas, apropriadas ou intermediárias, para a melhoria dos sistemas produtivos e que, necessariamente, permitisse a inclusão da agricultura familiar <sup>[1]</sup>.

Os pontos críticos identificados na área estudada foram os seguintes: fragilidades na proteção e manutenção da área de proteção permanente (APP) e reserva legal (RL); falta de tratamento ou disposição adequada do óleo utilizado na alimentação; existência de erosão laminar em áreas com maior declividade; falta de treinamentos e/ou uso de equipamentos de segurança individual (EPI); ocorrência de queimadas em áreas de cultivo e vegetação nativa (Quadro 1; Figura 2). Relacionados aos pontos críticos apontados, destaca-se também: o uso de fertirrigação com vinhaça no solo sem o devido manejo; plantio e manejo de cana-de-açúcar pelo modelo convencional; assoreamento do recurso hídrico (APP).

Os pontos críticos levantados serão fundamentais na elaboração de planos e programas para adoção de medidas preventivas e mitigadoras na busca de um agroecossistema mais sustentável. De acordo com Deponti et al. <sup>[16]</sup>, os pontos críticos são aspectos ou processos que limitam ou

fortalecem a capacidade dos sistemas de sustentar-se no tempo. Assim, para tais pontos críticos foram apresentadas algumas medidas mitigadoras, as quais podem ser verificadas na sequência.

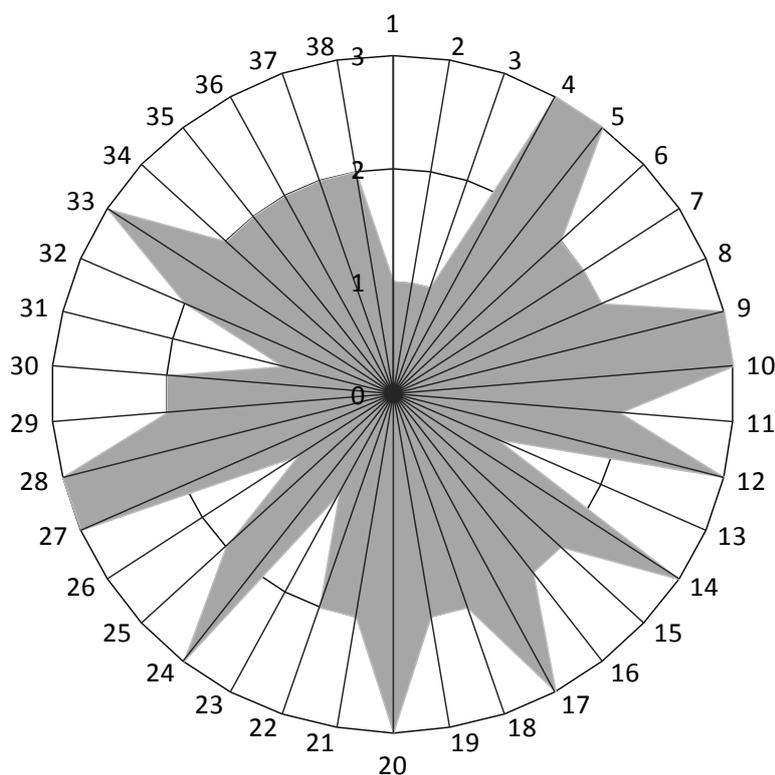


Figura 2: Pontuação dos indicadores de sustentabilidade na área experimental da UEMS/ Glória de Dourados, MS. O valor 3 corresponde ao grau desejado de sustentabilidade, o valor 2 ao grau aceitável de sustentabilidade e o valor 1 ao grau crítico. Os 38 indicadores encontram-se descritos no Quadro 1.

Os pontos críticos relacionados à integridade e manutenção da APP na área de estudo aponta para a necessidade da recomposição da mata ciliar. Dentre os benefícios proporcionados ao meio ambiente por esta vegetação, tem merecido destaque o controle à erosão e assoreamento nas margens dos rios e córregos, a redução dos efeitos de enchentes, manutenção da quantidade e qualidade das águas <sup>[17]</sup>, filtragem de resíduos de produtos químicos, como agrotóxicos e fertilizantes <sup>[18]</sup> e habitat para diferentes espécies animais de grande importância para a manutenção da biodiversidade da fauna local <sup>[19]</sup>. Por se tratar de um patrimônio público, aponta-se para a necessidade do desenvolvimento de projetos pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, em parceria com outras instituições locais, e que venham contemplar os planos e programas do governo municipal na recuperação e manutenção dessas áreas de APP.

No que concerne ao assoreamento do riacho na área estudada, propõe-se o isolamento do corpo hídrico, para que não haja acesso de animais de grande porte, visto que próximo ao riacho há produção de bovinocultura. O isolamento deve envolver a mata ciliar presente na APP ou, quando a mesma não estiver presente, prever uma zona de amortecimento para autorregeneração da mata nativa de no mínimo 30 metros. O Código Florestal atual estabelece como áreas de preservação permanente (APPs) as florestas e demais formas de vegetação natural situadas às margens de lagos ou rios (perenes ou não); nos altos de morros; nas restingas e manguezais; nas encostas com declividade acentuada e nas bordas de tabuleiros ou chapadas com inclinação maior que 45°; e nas áreas em altitude superior a 1.800 metros, com qualquer cobertura vegetal <sup>[20]</sup>.

O pisoteio de animais de grande porte nas margens de corpos hídricos desprovidos de mata ciliar pode ocasionar erosão, e, conseqüentemente, assoreamento e eutrofização, favorecendo a degradação destes. No contato direto dos animais com os corpos hídricos, devido ao pisoteio e

ao revolvimento do leito e das margens, os sedimentos são colocados em movimento tanto em suspensão quanto em arraste de fundo <sup>[21]</sup>. Além do isolamento já mencionado para permitir a autorregeneração da mata nativa, a associação do plantio de espécies nativas de crescimento rápido, como Sangra-d'água (*Croton urucurana* Baill.), Ingá (*Inga vera* Willd.), Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão.), Angico-do-Cerrado (*Anadenanthera falcata*), Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), Jacarandá (*Dalbergia miscolobium* Benth.), Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), Embaúba (*Cecropia pachystachya*) e Copaíba (*Copaifera langsdorffii*) podem desacelerar o processo erosivo e otimizar o reestabelecimento do sistema ambiental.

Em relação à erosão laminar contígua à APP e áreas de cultivo propõe-se como medida o plantio de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala*. Segundo Carvalho Filho et al. <sup>[22]</sup>, estas espécies são leguminosas arbóreas que apresentam crescimento rápido e enraizamento profundo, o que lhe confere boa tolerância à seca, igualmente, estas espécies suportam muito bem a realização de cortes periódicos em consequência da alta capacidade de rebrota. De acordo com os mesmos autores, são consideradas espécies de múltiplos usos, como adubação verde, forragem, reflorestamento, cerca viva e atrativos para insetos chave. Além disso, possuem grande potencial no que se refere ao controle de erosão e recuperação de solos degradados.

No que se refere às queimadas, já ocorreram dois eventos na área estudada, sendo uma nas áreas de cultivo e outra no fragmento de vegetação nativa. As principais consequências das queimadas são: impacto na atmosfera, perda da biodiversidade, desequilíbrio ecológico, impacto na fauna, impacto na saúde humana <sup>[23]</sup> e, numa escala global, contribui para o aquecimento atmosférico, influenciando diretamente nas condições climáticas, na qualidade e no período das chuvas <sup>[24]</sup>. Além disso, alteram de maneira significativa os atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) elaborou o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado <sup>[25]</sup>, que prevê ações destinadas à recuperação de pastagens degradadas, adoção do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, ampliação do sistema de plantio direto, do uso de fixação biológica de nitrogênio e aumento da área de florestas plantadas. Com este plano, espera-se que até 2020 tenha como resultado a redução da taxa de desmatamento em pelo menos 40% e a redução das queimadas e dos incêndios florestais. Soares e Santos <sup>[26]</sup>, assinala que as causas de incêndios foram agrupadas em oito categorias ou grupos pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO): raios, incendiários, queima para limpeza, fumantes, operações florestais, fogos de recreação, estradas de ferro e diversos. As queimadas ocorridas na área experimental foram atribuídas a fumantes que, seja por desconhecimento das consequências ou por distração, jogam pontas de cigarro acesas na vegetação. Portanto, uma das medidas apontadas para eliminar essa ocorrência é a educação ambiental que, de acordo com o Artigo 1º da Lei n. 9.795 de abril de 1999 <sup>[27]</sup>, é o "processo em que se busca despertar a preocupação individual e coletiva para a questão ambiental, garantindo o acesso à informação em linguagem adequada, contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência crítica e estimulando o enfrentamento das questões ambientais e sociais".

No que se refere à falta de tratamento ou disposição adequada do óleo utilizado na alimentação, Oliveira <sup>[28]</sup> menciona que o óleo de cozinha pós-consumo pode ser um excelente subproduto, recebendo uma destinação mais nobre por meio do reaproveitamento e da reciclagem, de maneira a produzir bens de valor, gerar renda e minimizar os impactos adversos ao meio ambiente. O mesmo autor cita que este subproduto pode ser utilizado na produção de sabão e detergentes, de ração animal, de resina para colas e tintas industriais, de amaciante de couro, de cosméticos, dentre outros produtos à base de óleo vegetal. Também podem ser aproveitados como lubrificante para as formas de fabricação de tijolos de plástico e em biodiesel, ocorrendo assim a redução do consumo de combustíveis fósseis, e incentivando ao uso de combustíveis renováveis. Dentre os exemplos de reaproveitamento do óleo de cozinha, a fabricação de sabão artesanal, tanto pelos acadêmicos do curso de Tecnologia em Agroecologia como pelos residentes na área experimental representa uma iniciativa rápida, de baixo custo e retorno imediato.

A falta de treinamentos em segurança do trabalho rural, bem como o desconhecimento da importância dos equipamentos de proteção individual (EPI) no cotidiano do trabalho no campo, tanto dos profissionais como dos acadêmicos envolvidos nas atividades agrícolas apontam para a necessidade de desenvolver ações educativas e de inspeções sobre a saúde e segurança do trabalho no meio rural. Mesmo com a adoção de biofertilizantes e caldas em substituição aos agrotóxicos e fertilizantes sintéticos, ainda existe o risco de contaminações e comprometimento da saúde ocupacional do trabalhador do campo, bem como acidentes com máquinas agrícolas, animais peçonhentos, entre outros.

A Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura (NR-31) <sup>[29]</sup> pode ser um material de referência no desenvolvimento de um guia instrucional para ações educativas e de inspeção em segurança ocupacional rural, pois tem por objetivo “estabelecer os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento das atividades da agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura com a segurança e saúde e meio ambiente do trabalho”. Em 2010, a NR-12 incorpora a parte relativa a máquinas e equipamentos da NR-31 e define “referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas” <sup>[30]</sup>. No entanto, este quesito pode implicar numa grande barreira para uma possível certificação da área, visto que exige um planejamento por pessoal qualificado.

Em relação à aplicação de vinhaça propõe-se a suspensão da fertirrigação, considerando que a área experimental se encontra próxima a uma reserva florestal legal (RFL). No que se refere ao uso da vinhaça como fertilizante na produção agrícola, a Norma Técnica P4.231 de 2005 da CETESB dispõe sobre critérios e procedimentos para aplicação no solo do resíduo em questão, abordando desde o armazenamento, transporte e modo de aplicação <sup>[31]</sup>. Apesar do agroecossistema estudado contar com o suporte técnico da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul para monitorar a qualidade do solo receptor da vinhaça, de acordo com a Norma P4.231 este deveria estar integrado a um plano de manejo da aplicação da vinhaça no solo e que, necessariamente, deve ser elaborado e assinado por um profissional registrado no CREA e vinculado a unidade produtora do etanol. Uma vez que a CETESB não atua de forma fiscalizatória no Estado de Mato Grosso do Sul, a Norma Técnica P4.231 passa a ter caráter apenas instrucional.

No que se refere ao plantio e manejo de cana-de-açúcar pelo modelo convencional propõe-se a adoção de práticas agroecológicas na produção deste cultivar. Para isso podem ser implantadas outras culturas em consorciamento com cana-de-açúcar, como adubos verdes, feijão, girassol, pepino, entre outros, sempre adotando a norma vigente de agricultura orgânica, como realizado por Margarido et al. <sup>[32]</sup>. Tais práticas irão manter a cobertura do solo de forma a protegê-lo, além de fornecer matéria orgânica para manutenção da ciclagem biogeoquímica. Outros métodos também devem ser incorporados, como por exemplo, substituição dos fertilizantes sintéticos pelos orgânicos, inseticidas por caldas agroecológicas e/ou controle biológico e aproveitamento da palha da cana-de-açúcar na cobertura do solo. O uso de medidas alternativas para o manejo de plantas tem se intensificado nos últimos anos devido à necessidade de uma agricultura sustentável, com alta produtividade e qualidade, e baixo impacto econômico e ambiental <sup>[33]</sup>.

Diante do exposto, fica evidente que as pesquisas desenvolvidas na área experimental, bem como a integração entre manejo e práticas sustentáveis ainda são insuficientes para a transição agroecológica da unidade. Dessa forma, cabe destacar a necessidade de reformulação do delineamento atualmente utilizado, de forma que possa promover a integração ecológica entre as culturas e, conseqüentemente, diminuir os impactos socioambientais.

Em suma, os apontamentos decorrentes dos indicadores de sustentabilidade mostraram-se bastante efetivos e flexíveis, principalmente por permitir explorar aspectos intrínsecos de caráter regional e local. Além disso, a presente pesquisa permitiu estabelecer um sistema de referência na avaliação da sustentabilidade, bem como propiciar o trabalho integrado entre pesquisadores e

produtores. Além disso, a continuidade do monitoramento do agroecossistema permitirá, segundo Pereira e Martins<sup>[14]</sup>, avaliar a que distância o sistema se encontra da sustentabilidade, quais aspectos são tidos como menos sustentáveis, de que forma está sendo minado e como este sistema pode se mover a direção do funcionamento sustentável.

#### 4. CONCLUSÕES

1. O resultado obtido com a avaliação da área experimental evidencia que a mesma apresenta muitos pontos críticos na manutenção do agroecossistema, indicando a necessidade de intervenções para transição agroecológica e, conseqüentemente, para se alcançar a sustentabilidade socioambiental.
2. Os aspectos menos sustentáveis ou pontos críticos identificados estiveram relacionados a fragilidades na proteção e manutenção da área de proteção permanente (APP) e reserva legal (RL), falta de tratamento ou disposição adequada do óleo utilizado na alimentação, existência de erosão laminar em áreas com maior declividade, falta de treinamentos e/ou uso de equipamentos de segurança individual (EPI) e ocorrência de queimadas em áreas e cultivo e vegetação nativa.
3. Para mitigar os aspectos menos sustentáveis foram apresentadas propostas, como recuperação da APP, plantio de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* para conter a erosão laminar, o desenvolvimento de ações educativas e de inspeção em saúde e segurança do trabalho no meio rural, suspensão da fertirrigação de vinhaça no solo e transição do plantio convencional de cana-de-açúcar para o plantio orgânico.
4. Os resultados obtidos através dos indicadores de sustentabilidade permitiram visualizar os pontos fracos e, assim, buscar o fortalecimento através de medidas mitigadoras alternativas. Com o monitoramento contínuo do desempenho efetivo destas medidas mitigadoras será possível estabelecer novas metas na busca do desenvolvimento sustentável do agroecossistema e que, necessariamente, estejam em consonância com os planos e programas de desenvolvimento rural para o pequeno produtor.

- 
1. Assis RL. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. *Economia Aplicada*. 2006; 10(1):75-89.
  2. Rosset JS, Coelho GF, Greco M, Strey L, Junior ACG. Agricultura convencional versus sistemas agroecológicos: modelos, impactos, avaliação da qualidade e perspectivas. *Scientia Agraria Paranaensis*, 2014; 13(2):80-94.
  3. Ehlers E. Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma. 2.ed., Guaíba: Agropecuária, 1999. 157p.
  4. Finatto RA, Corrêa WK. Emergência e dinâmica da agricultura de base agroecológica – Pelotas/RS. In: 4º Encontro Nacional de Grupos de Pesquisa – ENGRUP; 2008 Set. 8-10; São Paulo.
  5. Altieri MA. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora UFRGS, 1998. 110p.
  6. Gliessman SR. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005. 653 p.
  7. Silva RJN. Avaliação da sustentabilidade de uma escola técnica agrícola por meio de indicadores [Internet]. Itapetininga (SP): Escola Técnica Estadual Edson Galvão. 2009 – [citado em 28 mar. 2014] Disponível em: [http://cpscetek.com.br/brasil\\_cuba/artigos\\_2011/art5\\_avaliacao\\_sustentabilidade.pdf](http://cpscetek.com.br/brasil_cuba/artigos_2011/art5_avaliacao_sustentabilidade.pdf) .
  8. Rufino RC. Avaliação da Qualidade Ambiental do Município de Tubarão (SC) através do uso de indicadores ambientais [Dissertação]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina; 2002. 118p.
  9. Masera O, Astier M, López-Ridaura S. Sustentabilidad y Manejo De Recursos Naturales: el marco de evaluación MESMIS. México: GIRA, 1999. 109p.
  10. Verona LAF. Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul [Tese]. Pelotas (RS): Universidade Federal de Pelotas. Programa de Pós-graduação em Agronomia. 2008. 192p.
  11. Kemerich PDC, Ritter LG, Borba WF. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. *Revista Monografias Ambientais*. 2014; 13(4):3718-3722.

12. Kemerich PDC, Martins SR, Kobiyama M, Buriol GA, Borba WF, Ritter LG. Avaliação da sustentabilidade ambiental em bacias hidrográficas mediante a aplicação do modelo P-E-R. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*. 2013; 10(10):2140-2150.
13. Sachs I. *Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente*. São Paulo: Studio Nobel, Fundação do Desenvolvimento Administrativo, 1993.
14. Pereira VS, Martins SR. Indicadores de sustentabilidade do agroecossistema arroz orgânico com manejo de água contínuo na bacia do Araguá (SC) mediante aplicação da metodologia MESMIS. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*. 2010; 15(1):56-78.
15. Ferraz JMG. *Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 281p.
16. Deponi CM, Eckert C, Azambuja JLB de. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*. 2002; 3(4):44-52.
17. Araujo MM, Longhi SJ, Barros PLC, Bruna DA. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual Ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. *Scientia Forestalis*. 2004; 66:128-141.
18. Martins SV. *Recuperação de matas ciliares*. 2ª Ed. Revista e ampliada. Viçosa: Editora Aprenda Fácil; 2007. 255p.
19. Santos DG, Domingos AF, Gisler CVT. Gestão de Recursos Hídricos na Agricultura: O Programa Produtor de Água. In: *Manejo e conservação da água no contexto e mudanças ambientais*. 17ª Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. 2008 Ago. 10-15; Rio de Janeiro.
20. Brasil. Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [Internet]. Brasília (DF); 2012 – [citado em 03 mai. 2014]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.html).
21. Bednarz JA, Antoneli V, Andrade AR, Carvalho MFA. Movimentação de leito de rio em cabeceira de drenagem potencializada por ação de animais domésticos (suínos). *Revista Geografia*. 2012; 21(3):75-93.
22. Filho OMC, Drumond MA, Languidey PH. *Gliricidia sepium – leguminosa promissora para regiões semi-áridas*. 1ª Ed. Embrapa Semi-árido, 1997. 16p.
23. Silva S. *Queimadas, Perguntas e Respostas*. 1ª Ed. Viçosa: Aprenda Fácil; 2007. 151 p.
24. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Problemas causados pelas queimadas* [Internet]. 2009 - [citado em 13 de jun de 2014]. Disponível em: [www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br).
25. Ministério do Meio Ambiente. *Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado* [Internet]. 2010 – [atualizado em set. de 2009; citado em 13 de jun de 2014]. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/182/\\_arquivos/ppcerrado\\_consultapublica\\_182.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/ppcerrado_consultapublica_182.pdf).
26. Soares R, Santos JF. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997. *Revista Floresta*. 2002; 32(2):219-225.
27. Política Nacional de Educação Ambiental. Lei 9.795/1999 [Internet]. 1999 – [atualizado em 27 de abr. de 1999; citado em 12 de jun de 2014]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>.
28. Oliveira BMG, Sommerlatte BR. *Plano de gerenciamento integrado do resíduo óleo de cozinha*. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, Fundação Israel Pinheiro. 2009. 24p.
29. Brasil. Portaria nº 86, de 03 de março de 2005 - Aprova a Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura [Internet]. Ministério do Trabalho e Emprego. 2005 – [atualizado em 04 mar. de 2005; citado em 11 de jun de 2014]. Disponível em: [http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BF91BAE4A6A38/p\\_20050303\\_86.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BF91BAE4A6A38/p_20050303_86.pdf).
30. Brasil. Portaria nº 2.546, de 14 de dezembro de 2011. Altera a redação da Norma Regulamentadora n.º 31 [Internet]. Ministério do Trabalho e Emprego. 2011 – [atualizado em 16 de dez. de 2011; citado em 13 de jun. de 2014]. Disponível em: [http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D33EF459C01345615AF507D69/Portaria%20n.%20C2%BA%202546%20\(Altera%20a%20NR-31\)%20M%C3%A1quinas%20e%20Equipamentos.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D33EF459C01345615AF507D69/Portaria%20n.%20C2%BA%202546%20(Altera%20a%20NR-31)%20M%C3%A1quinas%20e%20Equipamentos.pdf).
31. Damy CRS, Luz PHC, Vizzotto BA. Manejo do uso da vinhaça no solo agrícola de acordo com a Norma Técnica P4.231. *Nucleus*. 2008; Edição Especial, 76-81.
32. Margarido LAG, Ruas DGG, Lavorenti NA, Matsouka S, Beskow PR, Stolf R. Produção orgânica da cana-de-açúcar, açúcar mascavo, melão e rapadura: uma experiência. *Extensão Rural e Desenvolvimento Sustentável*. 2005; 1(4):39-43.

- 
33. Soares RM, Maringoni AC, Lima GPP. Ineficiência de acibenzolar-S-methyl na indução de resistência de feijoeiro comum à murcha-de-Curtobacterium. *Fitopatologia Brasileira*. 2004; 29(4):373-377.