

# Qualidade socioambiental dos agroecossistemas da Microbacia Hidrográfica Mariana no município de Alta Floresta, Mato Grosso.

Avance de investigación en curso

GT 15 - Medio Ambiente, sociedad y desarrollo sustentable

Delmonte Roboredo<sup>1</sup>; Sonia Maria P. P. Bergamasco<sup>2</sup>; Monica Elisa Bleich<sup>3</sup>

## Resumo.

A abertura do município de Alta Floresta ocorreu com amplo incentivo governamental para exploração de atividades agropastoris, não havendo preocupação quanto as externalidades negativas que poderiam advir. O presente trabalho visa avaliar a qualidade socioambiental da Microbacia Hidrográfica Mariana localizada no município de Alta Floresta, Mato Grosso, por intermédio da criação de índice agregado composto por indicadores estandardizados numa escala de 0 a 1 e ponderados de acordo com sua importância. Como metodologia empregou-se a coleta de amostras de solo e água, entrevistas semi-estruturadas e história oral. O Índice Agregado de Qualidade Socioambiental diagnosticado (0,44) induz as autoridades municipais e demais atores sociais a refletirem sobre o elevado grau de instabilidade e construir caminhos para recuperação socioambiental daquele espaço rural.

**Palavras chaves:** Sustentabilidade; Índice de Qualidade; Desenvolvimento Rural.

## 1. Introdução

A Amazônia Legal<sup>4</sup> foi aberta a partir da década de 70 com todo apoio do Governo Federal subsidiando financiamentos rurais a juros módicos para ocupação da Amazônia com a argumentação de que aquele território precisava ser ocupado para proteção da soberania nacional, cujo slogan empregado era “integrar para não entregar”. Nessa linha de pensamento o governo não se preocupou com as questões ambientais estimulando a abertura de extensas áreas de terras para atividades agropecuárias, tendo como base o princípio da revolução verde. Esse processo conduziu a região norte do Estado de Mato Grosso à degradação de milhares de hectares de terras, exploradas inicialmente por culturas perenes (café, cacau e guaraná) convertidas em atividades pastoris devido à falta de infraestrutura de apoio à comercialização da produção agrícola.

A degradação do solo representa a perda de sua fertilidade e aumento da compactação provocada pelo aumento da densidade, diminuição da porosidade e redução da permeabilidade, alterando o padrão de crescimento radicular, reduzindo a infiltração das águas das chuvas e, por consequência, aumento do processo erosivo através do escoamento superficial (Muller *et al.*, 2001) e assoreamento dos recursos hídricos. Segundo Camargo e Alleoni (1997) a compactação além de ser um impedimento mecânico ao

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Professor da Universidade do Estado de Mato Grosso e Doutorando na área de Desenvolvimento Rural Sustentável pela Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil. roboredo@gmail.com

<sup>2</sup> Bolsista de Produtividade em pesquisa CNPq e Professora Titular da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil. sonia@feagri.unicamp.br

<sup>3</sup> Bióloga, Professora da Universidade do Estado de Mato Grosso e Doutorada em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil. mebleich@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Amazônia Legal é constituída pelos Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e as regiões situadas ao norte do paralelo 13° S dos Estados de Tocantins e Goiás e ao oeste do meridiano de 44° W, do Estado do Maranhão (Brasil, 2012).

crescimento radicular, também afeta os processos de aeração, condutividade térmica, infiltração e redistribuição de água além dos processos químicos e biológicos, prejudicando o desenvolvimento das raízes superficiais e pivotantes, retardando o crescimento das culturas anuais, perenes e pastagens.

Outro atributo bastante empregado na avaliação das condições físicas do solo é a resistência mecânica à penetração em virtude de ser um sistema prático e fácil de trabalhar (Imhoff *et al.*, 2000). A resistência Mecânica do solo a penetração (RMSP) quantifica a resistência mecânica oferecida pelo solo ao crescimento radicular. Para Ehlers *et al.* (1983), nos sistemas em que ocorre menor revolvimento no solo e acúmulo de matéria orgânica, há maior probabilidade de eficiência das raízes e microrganismos na sua função de estruturar o solo, permitindo maior amplitude dos limites de resistência à penetração, podendo ser considerado nessas condições o limite restritivo de 5 MPa<sup>5</sup>.

A partir de 1990, a comunidade científica começou a debater os atributos físicos e químicos de forma integrada, até então pesquisados de forma atomizados, na perspectiva de entender melhor os agroecossistemas, pois eram necessárias medidas para manter a produtividade agrícola, bem como havia maior preocupação com os problemas ambientais provocados pelos processos produtivos oriundos da revolução verde, os quais já apresentavam enormes externalidades negativas (Casalinho *et al.*, 2007; Vezzani e Mielniczuk, 2009; Mendes e Reis Junior, 2004).

O espaço rural deve ser estudado e entendido de forma sistêmica com a interação das diversas dimensões que o compõe: social, econômico, ambiental, cultural e político. Para essa compreensão, a melhor maneira é utilizar um índice que englobe essas dimensões, em que as variáveis utilizadas, quantitativas e/ou qualitativas, fiquem sintetizadas em um número que constitui um termômetro para indicar o comportamento do território pesquisado. De acordo com Barrientos (2006) um índice consiste na agregação dos indicadores que serve para medir o desempenho das unidades produtivas ou de políticas públicas relativo a sustentabilidade. Os índices, portanto, facilitam o monitoramento das unidades analisadas o qual se encontra na ponta de uma pirâmide de informação derivados de dados primários obtidos nas unidades produtivas (Sepúlveda, 2008). Entretanto, deve-se ter em mente que dificilmente o índice conseguirá avaliar integralmente a qualidade do ambiente estudado, haja vista a complexidade que envolve o espaço rural.

Segundo Sepúlveda (2008), o índice agregado de desenvolvimento sustentável serve para quantificar o desempenho de uma unidade produtiva em um determinado período de tempo, devendo monitorá-lo em determinada escala temporal para averiguar se os indicadores utilizados melhoraram mantem inalterados ou se pioraram. O monitoramento dos indicadores socioambientais também é defendido por Astier *et al.* (2008) o qual deve-se constituir numa práxis constante dos pesquisadores e demais atores envolvidos no processo.

O escopo desse trabalho foi criar um índice agregado de sustentabilidade socioambiental dos agroecossistemas da Microbacia Hidrográfica Mariana localizada no município de Alta Floresta, através do emprego de indicadores físicos e químicos do solo, água, socioeconômicos e diversidade vegetal como termômetro para tomada de decisões visando alcançar o desenvolvimento sustentável daquele território.

### **Breves considerações sobre Sustentabilidade**

O termo sustentabilidade de acordo com a perspectiva ambiental, foi aplicado a partir de 1980, por Lester Brown, Presidente da Earth Policy Institute e fundador do World Watch Institute. O adjetivo sustentável, do qual deriva o termo sustentabilidade, passou a ser usado, principalmente, com a publicação do relatório “Nosso Futuro Comum” da comissão Brundland em 1987, consensuada por 172 países e, consagrado em 1992 por ocasião da singular Conferência da Eco 92, conhecida como Rio 92,

---

<sup>5</sup> Mega Pascal (MPa) é a unidade de pressão que equivale a força (pressão) por unidade de área.

que apontou a sustentabilidade como a possível solução para os complexos problemas nas relações entre ambiente e desenvolvimento (Veiga, 2010)

O emprego da palavra sustentabilidade, de uma maneira geral, vem sendo utilizada de forma indiscriminada pelas pessoas, por uma grande maioria de profissionais do ensino, da pesquisa e extensão, e massificada pela mídia (escrita, falada e televisionada). Segundo Maser *et al.* (2000) há uma gama de definições sobre a sustentabilidade as quais vão desde as mais específicas e precisas até as mais nebulosas. Assim, é necessário apontar de qual sustentabilidade o trabalho defende quando procura apontar caminhos para o desenvolvimento rural sustentável. A sustentabilidade consiste no

“enfoque integral y holístico hacia la producción de alimentos, fibras y forrajes que equilibra el bienestar ambiental, la equidad social, y la viabilidad económica entre todos los sectores de la sociedad, incluyendo a comunidades internacionales y através de las generaciones. Inherente en esta definición es la idea de que la sostenibilidad tiene que extenderse no sólo globalmente, si no también por un tiempo indefinido (Gliessman, 2001, apud Gliessman, 2007, p. 13).

A sustentabilidade só se complementa, conforme Assis (2006), quando houver a participação da comunidade, na aplicabilidade da liberdade incondicional visando à melhoria da qualidade de vida, pelo aumento da renda individual e distribuição social dos benefícios da tecnologia e do trabalho. Tal pensamento é reiterado por Rocha e Bursztyn (2005) que destaca que a participação social, ou seja, a cooperação dos tomadores de decisão, ou seja, o envolvimento de todos os atores da comunidade na busca de tomada de decisões em conjunto é visualizada como uma pré-condição básica a obtenção do desenvolvimento local sustentável.

### **Indicadores de sustentabilidade**

Um indicador pode ser qualitativo ou quantitativo, ou ambos. Ele representa uma variável que assume um determinado valor em um tempo definido que indica a condição em que se encontra determinado sistema, ou seja, ele aponta a existência de riscos ou potencialidades e tendências no desenvolvimento de um território.

Através de indicadores de sustentabilidade busca-se avaliar o progresso de uma unidade produtiva, uma comunidade, uma bacia hidrográfica ou uma determinada região, os quais constituem ferramentas imprescindíveis na identificação de problemas e busca soluções dos mesmos, com o envolvimento participativo das pessoas que vivem nesse ambiente, visando o desenvolvimento sustentável (Guimarães e Feichas, 2009).

Os indicadores de sustentabilidade devem conjugar características que permitem entender os agroecossistemas pesquisados os quais devem: 1) mensurar diferentes dimensões de forma a aprender a complexidade de fenômenos sociais; 2) possibilitar a participação da sociedade; 3) subsidiar processo de tomada de decisões; 4) relacionar variáveis, tendo em vista que a realidade não é linear nem unidimensional (Guimarães e Feichas, 2009); 5) ser fáceis de medir; 6) suscetíveis de monitorar e baseados em informações facilmente disponíveis; 7) ser adequados ao nível de agregação da análise de sistema; 8) ser de simples entendimento (Maser *et al.*, 2000; Astier *et al.*, 2008).

Nos agroecossistemas, a família rural, constitui um componente ativo, que organiza e gestiona os recursos, podendo ainda estar envolvido elementos e/ou fatores externos ao sistema de produção, que de uma forma ou de outra influenciam ou mesmo determinam a sua dinâmica (Altieri, 1999, 2002). O termo agroecossistema e sistemas agrícolas têm sido usados para descrever as atividades agrícolas realizadas por grupos de pessoas<sup>6</sup>, os quais têm configurações próprias em cada região, sendo resultado

---

<sup>6</sup> As pessoas são “la gente que vive y trabaja dentro de un predio y explota sus recursos para la producción agrícola, basándose en sus incentivos tradicionales o económicos” (Altieri, 1999).

das variações locais de clima, solo, das relações econômicas, da estrutura social e da história (Altieri, 1999, 2002).

## 2. Lócus da Pesquisa

A pesquisa foi realizada na Microbacia Hidrográfica Mariana (MBM) localizada no município de Alta Floresta no extremo norte do Estado de Mato Grosso no Território Portal da Amazônia, entre a latitude 9° 30' a 10° 8' Sul e longitude 56° 27' a 55° 30' Oeste (Figura 1) com uma área de 8.947 km<sup>2</sup> e população de 49.164 habitantes (IBGE, 2010).



**Figura 1.** Localização geográfica do município de Alta Floresta-MT.

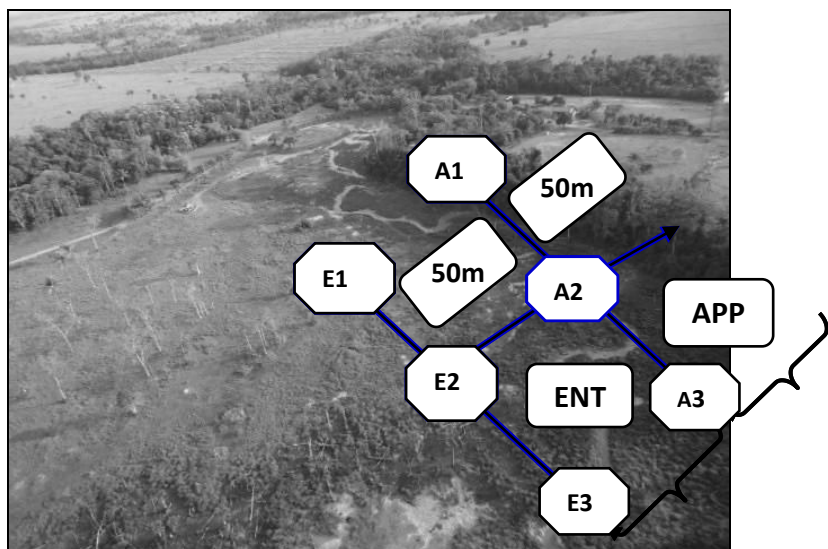
O clima segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw com estação de seca (junho a agosto) e chuvosa (setembro a maio), temperatura máxima de 38°C e mínima de 20°C, com média anual de 26°C e precipitação média anual de 2.500 mm (Souza, 2008).

## 3. Marco Metodológico

A pesquisa contempla dados secundários obtidos junto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Alta Floresta que consistiu o ponto de partida para os trabalhos de campo. Os dados primários são oriundos da pesquisa realizada em 56 unidades produtivas nas quais coletaram-se amostras de solo e água, bem como aplicaram-se entrevistas semi-estruturadas e história oral para verificar a percepção dos agricultores das condições de solo, água, diversidade vegetal e aspectos socioeconômicos dos agroecossistemas (Richardson, 1999). A pesquisa foi realizada no período de agosto de 2011 a janeiro de 2012.

### Indicadores Físicos e Químicos de Qualidade do Solo

Os atributos físicos e químicos foram estudados nas camadas de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m de acordo com a recomendação da Embrapa (1997) coletados em duas áreas: área de preservação permanente (APP) e no seu entorno (ENT). Os pontos amostrais da APP foram delimitados a, aproximadamente, 50 metros do ponto mais alto do leito dos rios/córregos, enquanto que os pontos das áreas de entorno (ENT) estavam a 100 metros da margem do rio (Figura 2).



**Figura 2.** Pontos amostrais na área de preservação permanente (APP) e área do entorno (ENT). Onde: A1, A2 e A3 = pontos amostrais na APP; E1, E2 e E3 = pontos amostrais no ENT.

Os indicadores físicos estudados foram densidade, macroporosidade e porosidade total provenientes de amostras indeformadas coletadas em dois pontos amostrais por área estudada. Outro atributo físico pesquisado foi a resistência mecânica do solo a penetração (RMSP) avaliado em três pontos distintos até 0,40 m de profundidade utilizando a metodologia preconizada por Stolf (1991) com o uso de um penetrômetro de impacto com ponteira estreita e área de 1,29 cm<sup>2</sup>.

O estudo da fertilidade do solo baseou-se nos seguintes indicadores: pH<sup>7</sup>, matéria orgânica, potássio, cálcio + magnésio, saturação por bases, e CTC<sup>8</sup> a pH 7,0. O cálculo do índice de qualidade do solo foi baseado na média das duas camadas estudadas.

### Indicadores Químicos de Qualidade da Água

As amostras de água foram realizadas no período da seca devido os rios terem menor volume possibilitando obter melhor informação dos indicadores a pesquisar. As amostras foram coletadas em rios sob matas e em pastagens sempre no período da manhã até as 12:00 horas. Na expectativa de avaliar a qualidade das águas superficiais da MBM foram estudados vários indicadores para composição do Índice de Qualidade da Água (IQA): oxigênio dissolvido, pH, amônia, fosfato total e biomassa algal por meio da análise da Clorofila *a*.

O pH e a concentração de oxigênio dissolvido na água foram medidos por meio de medidores portáteis, marca Hanna Instruments, modelo pH HI 8424, OD HI 9147-04, respectivamente. A concentração de amônia (NH<sub>3</sub><sup>-</sup>) e fosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) foi determinada segundo as técnicas descritas em APHA (1998) e a leitura da concentração dos nutrientes foi feita em espectrofotômetro marca Quimis modelo Q798U2M. A biomassa algal (g/L) foi determinada pela extração da clorofila *a* com etanol 90% aquecido a 78 °C e leitura da concentração em espectrofotômetro de acordo com Nush (1980). As análises foram realizadas no laboratório de limnologia do Campus Universitário da UNEMAT em Alta Floresta.

### Indicadores de Diversidade Vegetal e Aspectos Socioeconômicos

<sup>7</sup> Potencial hidrogênio iônico (pH) mede o nível de acidez ou alcalinidade do solo e/ou água.

<sup>8</sup> Capacidade de Troca de Cátions (CTC) de um solo representa a quantidade total de cátions (cálcio, magnésio, potássio, hidrogênio e alumínio) retidos à superfície desses materiais em condição permutável (Ronquim, 2010).

Os indicadores utilizados para composição do índice da qualidade da diversidade vegetal (IQDV) e socioeconômico (IQSE) foram coletadas por intermédio das entrevistas semi-estruturadas (Richardson, 1999) e história oral (Meihs e Ribeiro, 2011) que permitem obter uma visão macro das variáveis quantitativas e qualitativas do ambiente investigado.

O IQDV constitui-se dos seguintes indicadores: 1) Mata - representa a floresta remanescente existente em relação a área total da propriedade; 2) Total Explorado - busca identificar a relação entre a área total explorada com a área total da unidade produtiva; 3) Diversidade - levanta a diversidade de espécies agropecuárias exploradas economicamente cuja produção é destinada à comercialização e/ou consumo das famílias.

O IQSE foi composto por quatro indicadores, a saber: 1) Trabalho familiar - identifica quantos membros da família mora e trabalha na propriedade; 2) Renda Total - representa a renda líquida total da unidade produtiva oriunda dos produtos agropecuários comercializados, aposentadorias, serviços realizados em outras propriedades rurais e/ou arrendamento da propriedade; 3) Transporte - reflete como a o produtor e sua família se locomove até a cidade de Alta Floresta; e 4) Comercialização - identifica se o produtor utiliza algum canal de venda direta para consumidores dos produtos produzidos e/ou beneficiados na propriedade.

### Índice Agregado de Qualidade Socioambiental

1

A premissa desse trabalho é entender como está a sustentabilidade socioambiental da MBM para buscar alternativas que possam contribuir para o seu desenvolvimento sustentável. Para tanto se adotou a metodologia preconizada por Sepúlveda (2008, p. 7) que destaca que o desenvolvimento rural sustentável consiste de um processo “... *que busca transformar la dinámica de desarrollo del territorio mediante una distribución ordenada de las actividades productivas, de conformidad con el potencial de sus recursos naturales y humanos.*” Para o autor o que se busca

“es generar un cambio en las bases económicas y en la organización social, a nivel local, que sea el resultado de la movilización de las fuerzas sociales organizadas, de manera que aproveche el potencial de la población. Eso implica crear nuevos mecanismos de acceso a las oportunidades sociales, fortalecer la viabilidad económica local y la capacidad de inversión y de gasto de las instituciones públicas, y asegurar la conservación de los recursos naturales. (p. 7)

Nesse contexto foi utilizado o Índice Agregado de Qualidade Socioambiental (IAQSA) que consiste na agregação dos indicadores já discriminados anteriormente. Portanto, o IAQSA aborda diferentes dimensões permitindo verificar o grau de desempenho das unidades de análises por um determinado período através de indicadores representativos conforme (Sepúlveda *et al.*, 2005; e Sepúlveda, 2008). Esses preconizam o emprego do Biograma que consiste em um diagrama multidimensional contendo os Índices do estado de sustentabilidade dos agroecossistemas estudado no qual pode-se comparar os índices obtidos com os considerados ótimos para o desenvolvimento rural sustentável.

O cálculo de cada tema (índice secundário) foi realizado com base na Fórmula 1 preconizado por Karlen e Stott (1994) que utiliza o somatório dos indicadores selecionadas por exercerem importante funções aos quais são atribuídos pesos arbitrários também preconizado por Pompermayer *et al.*(2007) e Coelho *et al.* (2011).

$$IQ = \sum(qWi \times wt)$$

Fórmula 1

Onde: *IQ* representa o índice de qualidade do tema selecionado, *qWi* é o valor calculado para cada função principal e *wt* é um peso numérico atribuído para cada função escolhida de acordo com o objetivo da avaliação.

O IQSA conforme Sepúlveda (2008) serve para quantificar o desempenho de uma unidade produtiva em um determinado período de tempo. Entretanto, os dados obtidos a campo sejam quantitativos ou qualitativos contemplam diferentes unidades de medição. Assim, para superar a heterogeneidade das informações obtidas adotou-se a padronização (ponderação) dos dados trazendo-os para uma mesma escala que varia de 0 (zero) a 1 (um) em conformidade com a importância de cada variável (Waquil et al., 2010; Sepúlveda, 2008; Ramos *et al.*, 2010; Ramos *et al.*, 2011). “Os pesos dos indicadores, contidos na Tabela 01, é fruto da discussão entre os pesquisadores e consulta a alguns ‘experts’”.

A caracterização do nível de desenvolvimento sustentável dos agroecossistemas estudadas baseou-se nas cinco classes preconizada por Sepúlveda (2008), Ramos *et al.* (2010) e Ramos *et al.* (2011): 1) grave [ $x < 0,2$ ] que simboliza o estado de um sistema com probabilidade de colapso; 2) crítico [ $0,2 \leq x < 0,4$ ] indica situação crítica; 3) instável [ $0,4 \leq x < 0,6$ ] corresponde a um sistema instável; 4) estável [ $0,6 \leq x < 0,8$ ] caracteriza um sistema estável; e 5) ótimo [ $0,8 \leq x \leq 1$ ] quando identifica agroecossistemas com uma situação ótima. Nesse contexto, por exemplo, o solo será de melhor qualidade quando o somatório dos indicadores utilizados estiver mais próximo de um ou 100% indicando que o solo está mais próximo do ideal (Jakelaitis *et al.*, 2008), raciocínio idêntico para os demais temas.

O índice Agregado de Qualidade Socioambiental (IAQSA) consiste na agregação dos Índices (Fórmula 2) de: Qualidade do solo (IQS), Qualidade da água (IQA), Qualidade da Diversidade Vegetal (IQDV) e Qualidade Socioeconômico (IQSE).

$$IAQSA = (IQS + IQA + IQDV + IQSE)/4 \quad \text{Fórmula 2}$$

**Tabela 01.** Indicadores e pesos utilizados na composição do Índice Agregado de Qualidade Socioambiental (IAQSA) da Microbacia Hidrográfica Mariana em Alta Floresta-MT.

Temas	Índices de Qualidade	Indicadores	Pesos dos Indicadores
Solo	Índice de Qualidade quanto a Compactação	Densidade do solo	0,25
		Macroporosidade	0,25
		Porosidade Total	0,25
		RMSP	0,25
		<b>Total</b>	<b>1</b>
	Índice da Qualidade Textural	Textura	<b>1</b>
	Índice da Qualidade da Profundidade Efetiva	Impedimento Físico	<b>1</b>
	Índice de Qualidade da Fertilidade	Matéria Orgânica	0,40
		pH em água	0,12
		CTC a pH 7	0,12
		Saturação por bases	0,12
		Potássio	0,12
		Cálcio + Magnésio	0,12
<b>Total</b>	<b>1</b>		
Água	Índice de Qualidade da Água - IQA	Fósforo Total	0,15
		Clorofila a	0,15
		Oxigênio Dissolvido	0,15
		Aspecto Visual	0,15
		pH	0,15
		Amônia	0,15
		<b>Total</b>	<b>1</b>

Diversidade Vegetal	Índice de Qualidade da Diversidade Vegetal - IQDV	Mata	0,33
		Área total explorada	0,33
		Diversidade vegetal	0,33
		<b>Total</b>	<b>1</b>
Diversidade Socioeconômica	Índice de Qualidade Socioeconômico - IQSE	Trabalho familiar	0,25
		Renda líquida total	0,25
		Transporte	0,25
		Comercialização	0,25
		<b>Total</b>	<b>1</b>

### Calculando o Índice Agregado de Qualidade Socioambiental

A guisa de exemplificação serão abordados os passos para o cálculo do IQDV empregando o indicador “Mata” cujo primeiro passo é criar as modalidades da variável dando-lhes notas de 0 (menor nota) a 1 (maior nota) onde cada unidade produtiva receberá uma nota de acordo com a modalidade que represente sua realidade. No exemplo, foram definidas as seguintes modalidades (categorias das variáveis) com suas respectivas notas: 0 (zero) quando a relação for  $\leq 10\%$ ; 0,3 quando a relação for  $>10\%$  e  $\leq 25\%$ ; 0,6 quando a relação for  $>25\%$  e  $\leq 40\%$ ; e 1 (um) quando a relação for  $>40\%$ . A nota maior sempre se refere às condições que possam indicar melhor nível de qualidade quanto a sustentabilidade, enquanto que quanto mais próximo de zero os agroecossistemas estarão propensos ao colapso. O valor encontrado será multiplicado pelo peso atribuído a cada variável conforme o nível de importância da mesma em relação às demais (Jakelaitis *et al.*, 2008).

Esse trabalho foi realizado empregando a função “SE” do Excel 2010. Deste modo, o IQDV consistirá no somatório dos valores obtidos de cada variável que terá como menor valor (zero) e o máximo 1 (um) equivalente a 100%. Mesmo raciocínio adota-se para o cálculo dos demais índices secundários. Por consequência, o IAQSA será o produto da média dos índices secundários (Fórmula 2).

#### 4. A (In)estabilidade da Microbacia Hidrográfica Mariana

O paradigma para busca da justiça social no campo consiste no processo de recuperação da degradação socioambiental dos agroecossistemas provocada ao longo do tempo pela política neoliberal alicerçada na busca constante do retorno econômico, onde os mais fracos, nesse caso, os agricultores familiares, na sua grande maioria ficam invisíveis ante as políticas públicas. Estas quando acontecem ficam muito distante do acesso à família rural devido à excessiva burocracia. Essa extrema dificuldade na obtenção de crédito rural e também por conta da dificuldade para venda da produção a um preço justo tem contribuído fortemente para o abandono das atividades agrícolas gerando forte êxodo rural. Sepúlveda (2008) com base nos preceitos de Amartya Sen (2010) destaca que o bem estar das pessoas (uma das premissas para se alcançar o desenvolvimento sustentável) se mede pelo acesso real que elas têm das oportunidades, pois não basta criar programas (políticas públicas) se não existe a oportunidade das pessoas acessarem aos mesmos. Por consequência, segundo IBGE (2010), 87% da população de Alta Floresta encontra-se morando na cidade e o restando (13%) na zona rural, sinalizando que o município necessita de ações concretas para frear a evasão do campo.

O resultado obtido para o IAQSA médio geral 0,44 (Tabela 2) demonstra que a MBM encontra-se instável requerendo providências em caráter de urgência para recuperação socioambiental, conforme metodologia recomendada por Sepúlveda (2008). Segundo o autor esse território não tem solidez tendo em vista que o índice está abaixo do considerado desejável quando atinge valor igual ou acima de 0,6 para que se enquadre na classe estável ou ótima (Sepúlveda, 2008; Ramos *et al.*, 2011). Obviamente que cada agroecossistema representa uma particularidade, com seus pontos positivos e negativos,



requerendo uma ação específica para cada unidade produtiva, não devendo ser tomada decisão unilateral para todas as propriedades. Além do mais as decisões visando a recuperação socioambiental devem ser construídas com os principais protagonistas do processo, ou seja, as famílias rurais (Maserá *et al.*, 2000; Astier *et al.*, 2008).

**Tabela 2.** Resultados da estatística descritiva dos índices dos agroecossistemas pesquisados na Microbacia Hidrográfica Mariana no município de Alta Floresta-MT.

<b>Discriminação</b>	<b>IQA</b>	<b>IQS</b>	<b>IQDV</b>	<b>IQSE</b>	<b>IAQSA</b>
Média	0,44	0,54	0,30	0,48	0,44
Desvio Padrão	0,08	0,12	0,21	0,14	0,07
Mínimo	0,29	0,30	0,00	0,19	0,31
Máximo	0,67	0,81	0,87	0,75	0,65

Onde: IQA = Índice de Qualidade da Água; IQS = Índice de Qualidade Solo; IQDV = Índice de Qualidade da Diversidade Vegetal; IQSE = Índice de Qualidade Socioeconômico; IAQSA = Índice Agregado de Qualidade Socioambiental.

Ao proceder a análise estatística univariada dos índices nas unidades produtivas pesquisadas percebe-se na Tabela 2 que os menores índices foram gerados pelo IQDV (0,00) e também IQSE (0,19) indicando a existência de agroecossistemas na condição de “grave” com elevada probabilidade de colapso (Sepúlveda, 2008; Ramos *et al.*, 2010; Ramos *et al.*, 2011).

Pela Tabela 2 observa-se que o IQDV (0,30), no cômputo geral, foi o que mais contribuiu negativamente na formação do IAQSA (0,44). Acredita-se que a interferência do IQDV deve-se ao fato de que a maioria das propriedades apresentam características como: predomina pouca ou nenhuma área de floresta remanescente; a relação entre a área total explorada e área total da propriedade é elevada haja vista que 41 (73%) das propriedades exploram acima de 80% da área total; forte predomínio da pecuária de leite e/ou de corte; inexistência de produção agrícola destinada a comercialização e venda do excedente.

Verifica-se que o IQS (0,54) médio (Tabela 2) obtido foi superior ao encontrado por Ramos *et al.* (2011) que encontraram um índice crítico (0,26) no processo de exploração da cultura da soja sob solo de cerrado ao estudarem os mesmos atributos físicos do solo utilizados neste trabalho acrescido de indicadores microbiológicos do solo.

Abreu *et al.* (2011) diagnosticando a Microbacia Hidrográfica Riacho da Igreja na região de Borborema no Estado da Paraíba avaliaram o grau de deterioração daquele ambiente obtendo o índice de 0,47 (47,7%) semelhante ao encontrado na MBM. Em ambos os casos os espaços rurais que integram essas microbacias requerem ação imediata de todos os atores sociais, sobretudo do poder público através da construção de alternativas para solução dos problemas encontrados.

Estudo realizado por Alfonso *et al.* (2011) no período de 2006 a 2010 na Empresa Pecuária Valle del Perú no município de San José, Cuba identificou que durante os cinco anos de monitoramento ocorreu variação dos índices no estudo das condições socioeconômicas, sendo que em 2007 obtiveram menor índice (0,20), melhorando em 2009 (0,60) com decréscimo em 2010 (0,32). Com essa análise reforça a defesa de que com o monitoramento é possível identificar as variáveis que precisam ser melhoradas para que se possa alcançar pelo menos um nível de estabilidade com índices superiores a 0,60.

No ranking geral das classes (Tabela 3) 16 (28,6%) unidades produtivas estão na condição crítica e 39 (69,6%) como instável, sendo que apenas uma propriedade (1,8%) foi classificada como estável. Na avaliação individual dos índices de cada unidade produtiva elaborada na planilha do Excel detectou-se que esta propriedade obteve o valor máximo do IQSA (0,65) produto da média do IQA (0,32), IQS (0,67), IQDV (0,87) e IQSE (0,75). Acredita-se que esse resultado deve-se ao fato de que nessa unidade produtiva os cinco membros da família moram e trabalham na propriedade, há quatro ou mais

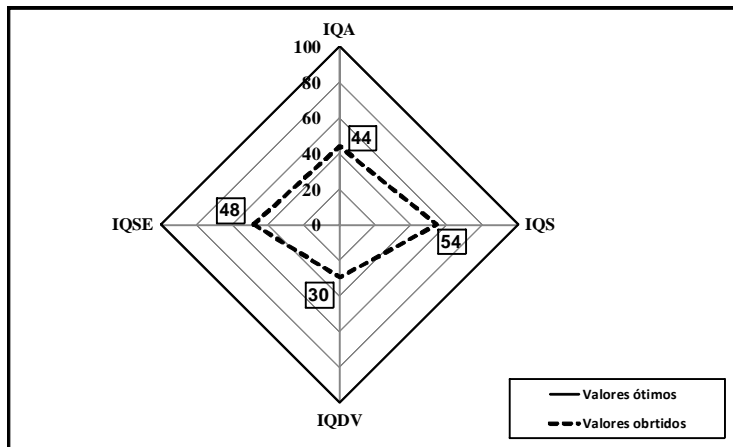
espécies agropecuárias exploradas como fonte de renda e comercialização do excedente, utilizam-se a feira livre municipal como canal para comercialização e não utilizam agrotóxicos.

**Tabela 3.** Classes gerais da Sustentabilidade Socioambiental da Microbacia Hidrográfica Mariana. Alta Floresta-MT

Classes	Valores Absolutos	Valor Relativo (%)
Grave (péssimo)	0	0,0
Crítico	16	28,6
Instável	39	69,6
Estável	1	1,8
Ótimo	0	0,0
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100,0</b>

Fonte: os autores

Nota-se na Figura 3 elaborada pelos autores com os dados coletados na MBM que existe uma grande distância entre a realidade e o ótimo a ser alcançado. A análise geral permite visualizar apenas o IQS que está próximo de alcançar a classificação como estável, pois seu índice (0,54) é menor do que 0,60. Entretanto, esse índice não deve constituir motivo de animação tendo em vista que as condições dos solos da MBM estão com elevado nível de compactação e baixa fertilidade requerendo das autoridades constituídas injeção de esforços para recuperação desse recurso natural. Acredita-se que muitos podem perguntar: porque os produtores não recuperam os solos para melhorar a capacidade de apascentamento do rebanho, entre outras atividades agropecuárias? A resposta é simples: primeiro cabe ressaltar que todos os produtores estão cientes da necessidade de recuperação do solo e querem fazê-lo, mas faltam condições financeiras para tal investimento. Estudo realizados por Waquil *et al.* (2010) na composição de índice de desenvolvimento sustentável de quatro territórios brasileiros também encontraram índices agregados péssimos no tocante a dimensão social (0,19) e econômica (0,23), semelhantes aos mínimos detectados na MBM (Tabela 2).



**Figura 3.** Diagrama multidimensional dos quatro índices de qualidade socioambiental da Microbacia Hidrográfica Mariana no município de Alta Floresta-MT.

No decorrer do trabalho de campo, sobretudo nas entrevistas (semi-estruturadas e história oral) diagnosticou-se o descrédito da classe produtora quanto às políticas públicas implementadas ao longo do tempo naquele espaço rural, principalmente, devido a descontinuidade, deixando os produtores no meio do caminho. Nesse caso, os produtores tem se consistido em meros objetos para coleta e repasse de informações, o que caracteriza completo desrespeito e desvalorização com esses atores sociais. Dessa forma, o nível de insatisfação tem se acumulado e a maioria dos produtores não quer mais participar de reuniões promovidas pelas diversas entidades governamentais e não governamentais tendo

em vista que as mesmas, até então, não tem contribuído para a melhoria das condições de vida das famílias rurais. O ceticismo dos agricultores quanto às ações na comunidade, mormente as governamentais, está refletido na fala do produtor JRA que espelha o pensamento da maioria dos produtores: “*não participo de mais nenhuma reunião, estou cansado.*” O descrédito com as instituições governamentais também tem sido relatado em alguns trabalhos (Farah, 2001; Hespanhol, 2005; Rosângela, 2006).

## 5. Considerações

O Índice Agregado de Qualidade Socioambiental encontrado na Microbacia Hidrográfica Mariana indica, numa visão mais abrangente, a “instabilidade” (0,44) desse espaço rural e sugere a existência de agroecossistemas enquadradas na condição “grave” (IQDV = 0,0) com probabilidade de colapso.

O índice de instabilidade diagnosticado sugere a necessidade, em caráter de urgência, de uma discussão dialógica entre todos os atores sociais (Produtores Rurais, Organizações Governamentais e Não Governamentais) para tomada de decisões na busca da recuperação socioambiental. Entretanto, para se alcançar sucesso nas ações é imprescindível que os representantes Governamentais e Não Governamentais vejam os agricultores como sujeitos do processo e não como objetos.

Entende-se que é injusto considerar os produtores como responsáveis pela degradação ambiental, haja vista que eles foram apenas os instrumentos instigados e apoiados pela política governamental de ocupação e exploração do norte Matogrossense. Para tanto, recorre-se a expressão de Costa e Fernandes (2012, p. 49) que escrevem: “não se deve culpar os pobres pela degradação da terra em que vivem, causando desmatamento e empobrecimento nos terrenos, mas cabe aos mais ricos ajudar os pobres a superarem sua pobreza”.

## 6. Agradecimentos

Os autores agradecem aos agricultores da Microbacia Hidrográfica Mariana que participaram da pesquisa, a Universidade do Estado de Mato Grosso por liberar o primeiro autor com dedicação exclusiva para o doutorado, ao apoio financeiro e a Bolsa de Doutorado fornecido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP.

## 7. Referências bibliográficas

- Abreu B. S. de; Fernandes Neto S.; Melo, A. A. de; *et al.* (2011). Diagnóstico socioeconômico da microbacia hidrográfica Riacho da Igreja, Cabaceiras/PB. Revista Educação Agrícola Superior, v.26, n.1, 25-29.
- Alfonso, Y. V.; Bustillo, C. W. G.; León, O. E. S. (2011). Modelación estadístico-Matemática para el estudio de la sostenibilidad socioeconómica en el sector agrícola-pecuario del municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, v. 20, n. 4.
- Altieri, M.; Nicholls, C. I. (2000). Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. (1ª Ed.) México D.F., México: Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe.
- Altieri, M.; Nicholls, C. I. (2002). Un metodo agroecologico rapido para la evaluacion de la sostenibilidad de cafetales. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, Costa Rica, n.64, 17-24.
- APHA (American Public Health Association). (1998). Standart methods for the examination of water and wastewater. (20 Ed.) Clescere, L.S.; Creenberg, A.E.; Eaton, A.D. (Eds.). Baltimore, Maryland: United Book Press, Inc. APHA, AWWA, WEF.

- Astier, M.; Masera, O. R.; Galván-Miyoshi, Y. (Coords.). (2008). *Evaluación de sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional*. Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y sostenible. España.
- Barrientos, F. R. (2006). El diseño de indicadores e índices para evaluar el aporte de las fincas agropecuarias a la sostenibilidad ambiental: análisis de caso en la Microregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos, Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual*, Universidad de Costa Rica, v. 6, n. 7.
- BRASIL. Presidência da República. Lei N°12.651, de 25 de Maio de 2012. (2012). Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. *Diário Oficial da União*, de 28 mai. 2012.
- Camargo, O. A. de.; Alleoni, L. R. F. (1997). Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba.
- Casalinho, H. D.; Martins, S. R.; Silva, J. B. da.; et al. (2007). Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas. *R. Bras. Agrociência*, Pelotas, v. 13, n. 2, 195-203.
- Coelho, R. C. T. P.; Buffon, I.; Guerra, T. (2011). Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: um método para avaliar a importância da zona ripária. *Revista Ambiente & Água*, v. 6, n. 1.
- Costa, E. da; Fernandes, M. L. (2012). A contribuição do cristianismo na construção de um pensamento socioambiental. *Protestantismo em Revista*, São Leopoldo, RS, v. 27.
- Ehlers, W.; Kopke, V.; Hesse, F.; et al. (1983). Penetration resistance an root growth of aots in tilled and untilled loess soil. *Soil Tillage Research*, Amsterdam, v. 3, 261-275.
- EMBRAPA. (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). (1997). *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos.
- Farah, M. F. S. (2001). Parcerias, novos arranjos institucionais e políticas públicas no nível local de governo. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, 35(1), 119-44.
- Gliessman S R. (2001). *Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible*. CATIE, Turrialba.
- Gliessman, S.R.; Rosado-May, F.J.; Guadarrama-Zugasti, C. et al. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas* 16 (1), 13-23.
- Guimarães, R. P.; Feichas, S. A. Q. (2009). Desafios na Construção de Indicadores de Sustentabilidade. *Ambiente & Sociedade*, Campinas, n. 2, 307-323.
- Hespanhol, R. A. M. (2005). Ação coletiva no meio rural: as associações de produtores na região de Presidente Prudente. *Anais... III Simpósio Nacional de Geografia Agrária - II Simpósio Internacional de Geografia Agrária Jornada Ariovaldo Umbelino de Oliveira*, Presidente Prudente/SP.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). (2010). *População 2010*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=510025&search=mato-grosso|alta-floresta>>. Acesso em: 15 de Jul. de 2013.
- Imhoff, S.; Silva, A. P. da.; Tormena, C. A. (2000). Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, 1493-1500.
- Jakelaitis, A.; Silva, A. A. da.; Santos, J. B. dos; et al. (2008). Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 38, n. 2, 118-127.

- Karlen, D. L.; Stott, D.E. (1994). A framework for evaluating physics and chemical indicators of soil quality. In: Doran, J. W.; Coleman, D.C.; Bezdicek, D.F.; Stewart, B.A. (Ed.). *Defining soil quality for a sustainable environment*, Madison: Soil Science Society of American, 53-71.
- Masera, O.; Astier, M., López-Ridaura, S. (2000). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El marco de evaluación MESMIS*. México: Mundi Prensa.
- Meihsy, J. C. S. B; Ribeiro, S. L. S. (2011). *Guia prático de história oral: para empresas, universidades, comunidades, famílias*. São Paulo: Contexto.
- Mendes, I. C.; Reis Junior, F. B. dos. (2004). *Uso de parâmetros microbiológicos como indicadores para avaliar a qualidade do solo e a sustentabilidade dos agroecossistemas*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados.
- Muller, M. M. L.; Guimarães, M. F.; Desjardins, T.; et al. (2001). *Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n. 11, 1409-1418.
- Nush, E. A. (1980). *Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination*. *Archive of Hydrobiologia*, n.14, 14-36.
- Pompermayer, R. de S.; Paula Júnior, D. R. de; Cordeiro Netto, O. de M. (2007). *Análise multicritério como instrumento de gestão de recursos hídricos: o caso das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí*. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.12, n.3, 117-127.
- Ramos, F. T.; Monari, Y. C.; Nunes, M. C. M.; et al.(2010). *Indicadores de qualidade em um Latossolo vermelho-amarelo sob pastagem extensiva no pantanal Matogrossense*. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 23, n. 1, 112-120.
- Ramos, F. T.; Nunes, M. C. M.; Campos, D. T. S.; et al. (2011). *Atributos físicos e microbiológicos de um Latossolo vermelho-amarelo distrófico típico sob cerrado nativo e monocultivo de soja*. *Rev. Bras. de Agroecologia*. 6(2), 79-91.
- Richardson, R. J.; Peres, J. A. S.; Wanderley, J. C. V.; et al.(2005). *Pesquisa Social: métodos e técnicas*. São Paulo: Atlas.
- Rocha, J. D.; Bursztyn, M. A. (2005). *A importância da participação social na sustentabilidade do desenvolvimento local*. *Revista Internacional de Desenvolvimento Local*. Campo Grande: UCDB, v. 7, n. 11, 45-52.
- Rosângela, R. (2006). *Diagnóstico da situação das associações de produtores na região de Presidente Prudente - SP*. *Anais... XLIV CONGRESSO SOBER, Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural*. Fortaleza, 23 a 27 de Julho de 2006.
- Sen, A. (2010). *Desenvolvimento como liberdade (L.T. Motta, Trad.)*. São Paulo: Companhia das Letras (Trabalho original publicado em 1999).
- Sepúlveda, S. (2008). *Biograma: metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios*. San José: IICA.
- Sepúlveda, S.; Chavarría, H.; Rojas, P. (2005). *Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de los territorios rurales (El Biograma)*. San José, C.R.: IICA.
- Souza, F. M. (2008). *Estudo das consequências climáticas decorrentes das alterações na vegetação natural do município de Alta Floresta-MT, utilizando técnicas de sensoriamento remoto*. Trabalho de Conclusão de Curso de Agronomia não publicada,, Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT.

- Stolf, R. (1991). Teoria e teste experimental de formulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 15, 229-235.
- Veiga, J. E. da. (2010). Indicadores de sustentabilidade. *Estudos avançados*, 24 (68), 39-52.
- Vezzani, F. M.; Mielniczuk, J. (2009). Uma visão sobre qualidade do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 33:743-755.
- Waquil, P.; Schneider, S.; Filippi, E.; et al. (2010). Avaliação de desenvolvimento territorial em quatro Territórios Rurais no Brasil. *REDES*, Santa Cruz do Sul, v. 5, n.1, 104-27.