

Eixo Temático ET-14-006 - Outros

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE AGROECOSSISTEMAS DE BASE FAMILIAR COM IRRIGAÇÃO NO NORTE DA BAHIA

Gilton Carlos Anísio de Albuquerque¹, Maria Auxiliadora Gifonni¹, Adão Ferreira Gaspar², Judenilton Oliveira dos Santos Souza², Matheus da Silva Bagano²

¹Prof. Dr. Universidade do Estado da Bahia - UNEB, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - DTCS, Juazeiro-BA; ²Discentes do curso de Agronomia da Universidade do Estado da Bahia - UNEB, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - DTCS, Juazeiro-BA.

RESUMO

O artigo aborda a sustentabilidade de dois agroecossistemas de base familiar do Vale do Submédio São Francisco, consubstanciados em perímetros de irrigação implantados através de políticas públicas de Governo voltadas para o agronegócio. Os agroecossistemas estudados foram: Mandacaru, localizado em Juazeiro-BA e Pedra Branca, entre Curaçá-BA e Abaré-BA. O objetivo foi avaliar comparativamente a sustentabilidade de cada contexto específico, como forma de contribuir para a reflexão acerca da necessidade do uso de indicadores para avaliação e monitoramento de processos de desenvolvimento. O estudo descritivo, em termos metodológicos, constou de pesquisa bibliográfica, documental e de campo, tendo no método IDS (S3) - biograma, desenvolvido por Sepúlveda (2008), o suporte para a análise e interpretação. Para aplicar o método foram consideradas as dimensões ambiental, econômica e social, com a definição de 15 indicadores. Como resultado, o estudo concluiu que o agroecossistema Mandacaru apresentou estado “instável” de sustentabilidade e o Pedra Branca um estado “crítico”, evidenciando a carência de formulação de estratégias de desenvolvimento amparadas em análises multidimensionais, para além da contabilização dos níveis de volume produção, custos e rendimentos econômicos.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Agricultura sustentável; Agroecossistema familiar.

INTRODUÇÃO

A Região do Submédio São Francisco (Figura 1) é conhecida como grande produtora de frutas do Nordeste brasileiro, fato que se liga à experiência de planejamento estatal voltada à instalação de perímetros de irrigação, tanto nos municípios de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, como em outros municípios ribeirinhos, próximos a estes, assentando agricultores familiares, através de processos de colonização ou relocação de populações atingidas por obras públicas.

Em que pese os avanços tecnológicos obtidos para incrementos da produção agrícola nas últimas décadas e os seus resultados econômicos, a estratégia governamental para aproveitamento dos recursos naturais da região, sobretudo da água do rio São Francisco, tem evidenciado contradições entre a pujança econômica e as consequências geradas pela considerável concentração de renda, exclusão social e impactos ambientais negativos (CAVALCANTI, 1996; 1999).

Essa realidade tem feito ocorrer um crescente debate nos últimos anos, acerca da sustentabilidade dos referidos agroecossistemas irrigados de base familiar que, mediante incorporação de tecnologias intensificadoras de produção, são responsáveis por parte considerável das frutas e outros gêneros alimentícios que saem dessa região com destino a centros de consumo em nível nacional (CORREIA et al., 2001; VERGULINO e VERGULINO, 1997).



Figura 1. Divisão do Vale do rio São Francisco. Fonte: Agência Nacional de Águas - ANA (2004)

Como se sabe os avanços tecnológicos que tem proporcionado incrementos na produção agrícola fundamentam-se no uso de agroquímicos maximizando o lucro econômico, mas, geram impactos negativos, traduzidos em efeito estufa, desmatamento, entre outros, ameaçando a sobrevivência e a qualidade da vida humana. Esse tipo de agricultura tem sido defendido por uns, devido aos resultados em termos de volume de produção de alimentos e à geração de riqueza, conforme Borlaug (2008), e apontado por outros como responsável por ciclos de degradação e pobreza em grandes regiões do planeta (ALTIERI, 2002).

A relevância da agricultura familiar, nesse contexto, se dá em função de que ela é um segmento social tipologicamente diversificado no Brasil, segundo Buanain (2006), e que se apresenta nesses agroecossistemas, inserida no modo de produção voltado para o mercado, adequando-se às mudanças tecnológicas, mantendo características básicas de gestão do negócio agrícola por membros da família e composição não assalariada da

mão de obra, majoritariamente, características essas que fazem parte de processos socioculturais e que exercem influência na dinâmica do desenvolvimento regional.

Nessa perspectiva do desenvolvimento regional, percebe-se atualmente a inserção de um debate sobre a sustentabilidade, resgatando a importância da inclusão das dimensões ambiental, econômica e social, tendo como eixo norteador os manejos dos recursos naturais que podem delinear sistemas agrícolas sustentáveis. E essa inclusão levaria em consideração à relação do homem-natureza, isto é, a interação entre os aspectos sociais e os recursos naturais dos sistemas agrícolas, definidos como o conjunto das atividades realizadas no local, considerando-se os elementos biofísicos e os socioeconômicos (GLIESMAN, 2001).

O conjunto de agroecossistemas familiares existentes no Norte da Bahia, consubstanciados em perímetros públicos de irrigação, ora ocupam parcelas de área produtiva irrigada conjuntamente com as empresas agrícolas, ora ocupam totalmente as áreas de produção (tabela 1). No caso do agroecossistema Mandacaru, 53 famílias foram assentadas por processo colonização³ em 1971; no caso do Pedra Branca, 680 famílias foram reassentadas⁴, em 1987 e ocupam integralmente a área destinada à irrigação.

Tabela 1. Relação dos perímetros de irrigação (agroecossistemas) localizados no Norte do Estado da Bahia, região do Submédio São Francisco.

AGROECOSSISTEMA	LOCALIZAÇÃO	ÁREA DE PRODUÇÃO IRRIGADA (ha)	
		AGRICULTURA FAMILIAR	EMPRESAS
Mandacaru	Juazeiro	399	51
Maniçoba	Juazeiro	1.781	2.379
Tourão	Juazeiro	189	14.048
Curaçá	Juazeiro	1.818	2.386
Pedra Branca	Curaçá e Abaré	2.139	0
Glória	Glória	369	0
Rodelas	Rodelas	1.096	0

Fonte: CODEVASF (2015)

Em ambas as situações, os modelos de produção utilizados baseiam-se na lógica produtivista, porém comportando algumas mudanças que indicam redução de impactos negativos, como a substituição de antigos sistemas de irrigação com sulcos, no agroecossistema Mandacaru, por sistemas de gotejamento e microaspersão, aumentando a eficiência do manejo da água e incorrendo em redução nos níveis de degradação de solo, além de outros aspectos que importam para a perspectiva da sustentabilidade.

³O processo de colonização nos perímetros públicos de irrigação do Vale do Submédio São Francisco, segundo Bergamasco e Norder (1996), configurou-se como um tipo de assentamento rural.

⁴As famílias de agricultores do agroecossistema Pedra Branca foram transferidas de áreas inundadas para enchimento do lago da hidrelétrica de Itaparica no ano de 1987, pela Companhia Hidrelétrica do São Francisco – CHESF, tendo sido denominado: reassentamento de Itaparica.

Na medida em que no lado baiano do Vale do Submédio São Francisco ocorrem processos intensivos de produção agrícola em agroecossistemas de base familiar, ainda sem adequações tecnológicas de irrigação, levantou-se a seguinte questão de pesquisa: em que medida uma política pública voltada para a adequação tecnológica dos métodos de irrigação assegura a sustentabilidade desses agroecossistemas de base familiar?

O Objetivo da pesquisa foi avaliar a sustentabilidade de dois assentamentos rurais, consubstanciados nos perímetros de irrigação: Mandacaru e Pedra Branca, localizados em municípios do Norte do estado da Bahia, lançando mão do método IDS (S³) – biograma, desenvolvido por Sepúlveda (2008), como forma de contribuir para a reflexão acerca da importância do uso de indicadores multidimensionais para formulação de estratégias de desenvolvimento sustentável.

Após essas considerações introdutórias, o artigo apresenta na segunda parte os aspectos teóricos que fundamentaram o estudo; na terceira parte a metodologia utilizada; na quarta parte os resultados e discussão e, por último, as respectivas conclusões.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

A agricultura teve início há cerca de 10.000 anos, no período neolítico, tornando-se a partir de então no principal fator de transformação dos ecossistemas naturais terrestres, incorporando intensos processos produtivos e com isso gerado impactos negativos sobre o meio ambiente, à medida que a população humana cresce e suas condições de vida sendo favorecidas pela sua capacidade criativa e adaptativa.

Segundo Almeida (2000), no fim do século XIX e durante todo o século XX, o avanço das ciências, sobretudo das teorias econômicas, influenciaram e substituíram gradativamente a então “economia rural” e determinaram a lógica do rendimento financeiro e, assim, a modernização agrícola apareceu como um processo científico e técnico de “libertação” da atividade produtiva dos contrastes do meio físico. Foi nesse contexto que ocorreu a “revolução verde” do paradigma produtivista.

Se de um lado aquela agricultura considerada tradicional não permitia maiores rendimentos, por outro lado, esse tipo de exploração agrícola permite a resiliência ambiental proporcionando proteção dos recursos naturais, coisa que a utilização das tecnologias de produção “modernas”, não conseguiu garantir, fazendo incorrer em vários problemas ligados à degradação dos ecossistemas, implicando no reconhecimento da necessidade de novas alternativas de agricultura menos impactantes ambientalmente.

Essa problemática relativa às formas de produção tem atualmente evoluído de uma dimensão meramente técnica e incorporado outras dimensões de cunho socioeconômico, político, ambiental e cultural as quais, segundo Altieri (1999, 2004) representa a preocupação central acerca da sustentabilidade da agricultura, cuja compreensão mais ampla requer maior entendimento sobre a relação entre o contexto agrícola e o ambiente global como um todo, baseando-se na interação de subsistemas biofísicos, técnicos e socioeconômicos.

Assim, a problemática da sustentabilidade da agricultura não é apenas lograr do máximo rendimento e o desenvolvimento de agroecossistemas viáveis economicamente, diversificados e autossuficientes, provém, no entanto de novos desenhos de sistemas de cultivo que permitam o manejo a partir de tecnologias adaptadas aos ambientes locais,

com uso dos recursos existentes, levando em consideração também, a conservação de energia e de recursos, a qualidade ambiental, a saúde das comunidades e o desenvolvimento socioeconômico equitativo.

No entanto, é possível afirmar que a agricultura sustentável é aquela que deve satisfazer a um conjunto diversificado de objetivos através dos tempos, resultando de um processo evolutivo, sistemicamente, ensejando sua característica multidimensional.

Sobre isso, Costa (2010a) ressalta que o conceito de agricultura sustentável varia com a disciplina do pensador e seus interesses; com a escala do sistema em estudo, a especificidade de cada realidade; e a dimensão temporal, caracterizando sua subjetividade.

Fazer considerações acerca da sustentabilidade da agricultura, segundo Gliesman (2001), deve-se entretanto recorrer a análises em torno de especificidades de agroecossistemas, considerando a complexidade que envolve o sistema biótico e abiótico desse contexto modificado para a atividade agrícola.

Assim, um agroecossistema, enquanto base para as relações produtivas - econômicas, sociais e ambientais, pode apresentar-se sob quaisquer dimensões, desde um único campo, uma fazenda ou uma paisagem agrícola, região ou país, sendo que cada sistema de produção agrícola que utilize determinada tecnologia define um modelo, plano, ou pacote tecnológico que o agricultor ou a comunidade usa para moldar aquela determinada área.

Não é demais comentar neste íterim que os agroecossistemas são os elementos primordiais da análise agroecológica os quais se caracterizam como sistemas abertos e que podem ser definidos para qualquer escala do espaço, apresentando configurações próprias em cada região, sendo assim, um resultado das variações de diversos fatores (ALTIERE, 2004).

Assim, para tratar da sustentabilidade da agricultura, fatores econômicos, sociais, culturais, institucionais, etc., devem ser considerados, sistemicamente à luz do enfoque agroecológico, sistêmico, enquanto uma área do conhecimento propõe paradigmas próprios e detém um componente estratégico que é capaz de legitimar as ações de muitos agentes na construção de estilos de agricultura, com base os princípios ou critérios sustentabilidade.

Tais critérios da sustentabilidade da agricultura foram formulados inicialmente por Altieri (1999), sendo eles: produtividade, estabilidade, equidade e resiliência. A esses critérios acrescentou-se o da autonomia, de forma que são cinco os fatores considerados atualmente que podem restringir ou impulsionar a agricultura em direção à sustentabilidade.

Sob o prisma desse conjunto de critérios ou atributos da sustentabilidade da agricultura, alguns autores tem defendido que são muitas as vantagens apresentadas pela agricultura familiar brasileira, entre os quais Veiga (1996), que, ressaltando a ênfase na diversificação das explorações familiares, à maleabilidade dos seus processos decisórios e ao perfil essencialmente distributivo é mais sustentável do que a especialização fragmentada da agricultura empresarial.

Reconhecendo o potencial da agricultura familiar brasileira para a perspectiva da sustentabilidade, necessário se faz reconhecer nela um perfil eminentemente heterogêneo, o qual é reflexo da diversidade das condições socioculturais locais, das condições de clima, de acesso aos mercados, de infraestrutura, tamanho da propriedade, nível de acumulação etc.

A análise dos diversos agroecossistemas familiares, além disso, tem revelado uma forte capacidade de adaptação às restrições enfrentadas historicamente o que explica em parte, a sua contribuição na oferta de alimentos básicos e de insumos para a agroindústria, contribuindo consideravelmente para a economia brasileira.

Desse contexto, ressalta-se que para efetivamente qualificar a agricultura enquanto um sistema econômico, social e ecológico, como sustentável é decisivo reconhecer a importância dos estudos que estão procurando estabelecer elementos para a avaliação e monitoramento dos agroecossistemas, a partir de indicadores de sustentabilidade apropriados.

Quanto a isso, ressalta-se que após a criação do PIB, em meados do século XX, consensos passaram a ser construídos contra o uso desse indicador isoladamente, dadas as suas limitações à perspectiva do desenvolvimento sustentável, conforme o referencial do relatório Brundtland de 1987. E, tais manifestações, segundo Louette (2007), reivindicaram processos de construção de sistemas de avaliação mais realistas, com vista a suplantarem a mera contabilidade monetária, corrigindo uma deficiência estrutural da ciência econômica, antes hegemônica para esse referido processo de avaliação do desenvolvimento.

Assim, os propósitos de medir a complexidade do desenvolvimento sustentável ecoaram como necessários, tendo essa mensagem chegado à Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento - CNUMAD em 1992, em meio à elaboração da Agenda 21, na qual em seu capítulo 40, encontra-se registrado o exposto incentivo ao desenvolvimento de indicadores de desenvolvimento sustentável para dar suporte aos processos decisórios em todos os níveis.

O uso de indicadores de sustentabilidade na agricultura revelam esforços que têm sido envidados para favorecer a percepção mais ampla, transcendendo o mero recorte produtivo que a agricultura enseja - enquanto base para um conjunto de relações econômicas, sociais e ambientais -, evidenciando-se como ferramentas úteis para a melhor compreensão da concepção de desenvolvimento e das aspirações vitais da humanidade.

As avaliações da sustentabilidade da agricultura, apesar de se constituírem em estratégias recentes, conforme Costa (2010b), bem como Marzall e Almeida (2000), têm se convertido numa área de intensa investigação em escala internacional, requerendo abordagens interdisciplinares e integradoras voltadas para análises de processos ambientais e socioeconômicos, através de diversos tipos de metodologias com uso de indicadores.

Ressalta-se sobre esse aspecto, que o *International Institute for sustainable development* – IISD fornece informações sobre o conjunto de 895 metodologias aplicáveis a sistemas diversos, seja em nível internacional, nacional, territorial, setorial e ecossistemas locais, sendo que desse total, uma quantidade da ordem de 134 iniciativas são aplicáveis na agricultura (PINTÉR et al., 2005).

Pode-se citar algumas metodologias que são consideradas como marcos internacionais para avaliação da sustentabilidade da agricultura, como: a) *Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales*: bases para estabelecer indicadores - IICA/GTZ; b) FESLM - *Framework for the Evaluation of Sustainable Land Management* – FAO; c) MESMIS – *Marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales mediante indicadores de sustentabilidad*; d) IDEA – *Indicateurs de durabilite des exploitations agricoles*.

Entre os métodos mais conhecidos, existem iniciativas que visam possibilitar ao usuário mais praticidade no processo de avaliação, tendo destaque o IDS (S³) - biograma, desenvolvido por Sepúlveda (2008), o qual foi utilizado como ferramenta para análise da sustentabilidade dos agroecossistemas, neste artigo, conforme será visto a seguir.

METODOLOGIA

A pesquisa caracterizou-se como descritiva, uma vez que visou tornar inteligível a existência de determinados fenômenos e a influência desses em relação a outros elementos ou fatores, avançando para além da mera identificação e, buscando determinar a natureza das relações existentes, aproximando-se de uma perspectiva explicativa (GIL, 2008).

Quanto ao delineamento da pesquisa, os procedimentos técnicos utilizados para coleta de dados buscou distintas fontes, lançando-se mão de: publicações em periódicos e sites da internet; relatórios técnicos do serviço de assistência técnica e extensão rural - ATER; observações diretas e; entrevistas abertas junto a profissionais dos distritos de irrigação, possibilitando a caracterização, quanto aos meios utilizados em: pesquisa bibliográfica; documental e; pesquisa de campo, tendo sido coletados dados qualitativos e quantitativos, os quais foram analisados em conformidade com os requisitos do método IDS (S³) para avaliação da sustentabilidade de um agroecossistema.

Para cálculo do Índice de Desenvolvimento Sustentável - IDS (S³) – biograma, proposto por Sepúlveda (2008), deve-se definir inicialmente as respectivas unidades de análise, seguida pelo estabelecimento das dimensões da sustentabilidade: econômica, social e ambiental, bem como da escolha dos indicadores em cada dimensão, com base na disponibilidade de informações e contemplando os atributos da agricultura sustentável – produtividade, estabilidade, equidade, resiliência e autonomia (ALTIERE, 2004).

Seguidamente, são calculados os índices dos indicadores pelas médias aritméticas simples, os quais foram amparados em fundamentação teórica para permitir o estabelecimento das bases para relacionamento com a noção da sustentabilidade, através da correta aplicação da função de relação (1): aplicada quando o aumento no valor da variável resulta na melhoria do sistema agrícola ou (2), quando aumento no valor da variável resulta na piora do sistema agrícola.

a) Função relação positiva (favorável à sustentabilidade)
$$F(x) = \frac{x - m}{M - m} \quad (1)$$

b) Função relação negativa (desfavorável à sustentabilidade)
$$F(x) = \frac{x - M}{m - M} \quad (2)$$

Destaca-se que nestas equações, a notação “x” corresponde ao valor da variável ou indicador observado na unidade de análise. As notações “m” e “M” representaram os valores mínimo e máximo, respectivamente, definidos mediante comparação de indicadores de outros referenciais, que neste estudo foram três agroecossistemas de base familiar da região: Maniçoba; Tourão e Curaçá.

Realiza-se em seguida, o procedimento de ajuste dos valores observados, conforme uma escala cujo valor mínimo foi 0 (zero) e o máximo 1 (um), tendo uma variação de níveis, através da qual representa-se o estado de sustentabilidade: colapso, crítico, instável, estável e ótimo, conforme a Figura 2.

Figura 2. Estado da sustentabilidade sob a ótica do IDS (S³) - biograma.



Fonte: Adaptado de Sepúlveda (2008)

Ainda na sequência, são feitas as devidas considerações acerca da análise e elaborado o biograma, o qual é uma representação gráfica que permite a visualização dos aparentes desequilíbrios existentes em cada dimensão, aglutinando todos os indicadores do desenvolvimento sustentável.

Para este estudo foram definidos os seguintes indicadores da dimensão econômica, com respectivas relações quanto à sustentabilidade (+ ou -):

E1 - custo da água de irrigação (relação -): avaliado com base na comparação do custo de 1.000 m³ de água, cobrado pelos distritos de irrigação nos agroecossistemas de Juazeiro-BA (BERNARDO, 2006).

E2 - renda bruta anual/família (relação +): obtido a partir da comparação dos valores do quociente entre o valor econômico da produção agrícola anual, pelo respectivo número de famílias (GUANZIROLI; CARDIN, 1999).

E3 - diversificação da produção (relação +): resultante da comparação do índice de diversificação da produção: $IDP = 1 / \sum Fx^2$, onde Fx é a fração do rendimento econômico total referente a cada produto colhido e comercializado no ano (HOFFMANN, 1987);

E4 - Confiança econômica (relação +): obtido a partir da comparação da variação percentual do produto total (em ton./ano) dos últimos três anos (CARMO; MAGALHÃES, 1999).

E5 - Produtividade média, com base em Triomphe (1996), tendo sido considerada a produtividade média da principal cultura agrícola do agroecossistema (manga para Mandacaru e banana para o Pedra Branca).

Na dimensão social os indicadores utilizados e relação à sustentabilidade foram:

S1 - Quantidade de organizações de agricultores (relação +): Foram atribuídos valores de zero a quatro, em relação ao número de associações e cooperativas em cada agroecossistema;

S2 - geração de emprego (relação +): Estimado na geração de 1,0 emprego direto e 1,3 empregos indiretos por hectare cultivado/família.ano (SAMPAIO 1999).

S3 - Condições das estradas (relação +), mensurado através de arbitramento de valores em relação às condições de tráfego de veículos na principal estrada que dá acesso aos agroecossistemas (rodovia BA 210), tendo os valores variado de zero – péssimas condições na maior parte da rodovia – e, quatro – ótimas condições (LITMAN, 2009).

S4 - tamanho da unidade de produção (relação +): calculado com base nos tamanhos das unidades individuais de produção dos perímetros irrigados localizados em Juazeiro-BA.

S5 - assistência técnica e extensão rural (relação +): obtido com base em valores arbitrados em relação à oferta do serviço de ATER aos usuários, com base em

Bergamasco (2010), cuja escala variou de zero (ausência de ATER) e, quatro (ATER planejada e avaliada pelos técnicos com participação dos agricultores);

A dimensão ambiental teve como indicadores e relação à sustentabilidade:

A1 - *reserva legal* (relação +): obtido a partir da situação encontrada, quanto à existência e o estado de preservação das áreas de Reserva Legal, variando de zero (ausência de área) a quatro (reserva preservada) (BRASIL, 2012);

A2 - *eficiência de irrigação* – calculado com base no percentual de áreas com sistemas de irrigação eficientes implantados: gotejamento e micro aspersão, conforme Bernardo (2006), com notas variando de zero (áreas 100% desprovidas de sistemas de irrigação eficientes) e quatro (áreas 100% irrigadas com sistemas eficientes);

A3 - *uso de agrotóxicos* (relação -): determinado pela comparação dos quocientes entre a quantidade média de embalagens de agrotóxicos recolhidas no agroecossistema (ton./ano) à central regional de recebimento de embalagens (BRASIL, 2000).

A4 - *saneamento básico* (relação +): calculado com base em valores arbitrados, de zero a quatro, relativos à situação encontrada quanto à disponibilidade de: água tratada, coleta de resíduos sólidos, esgotamento sanitário domiciliar (PHILIPPI Jr.; MALHEIROS, 2004);

A5 - *volume de retirada de água para a irrigação* (relação -): mediante comparação dos valores relativos aos volumes de água captados do rio São Francisco (m³) para irrigar um hectare por ano, em cada agroecossistema (CRISTÓFIDIS, 2008).

CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS UNIDADES DE ANÁLISE

O agroecossistema Pedra Branca possui uma área total de 2.371,50 ha, entre os municípios de Abaré-BA e Curaçá-BA, distante 160 Km do município de Juazeiro-BA, pela rodovia BA-210. Por seu turno, o agroecossistema Mandacaru, com área total de 854 ha, integra um conjunto de perímetros de irrigação localizados em Juazeiro-Ba, composto por Maniçoba; Curaçá e Tourão, no lado baiano no Vale do Submédio São Francisco.

Essa região caracteriza-se como de clima quente e seco, tipo B'Swh', segundo a classificação de Köppen, com pluviosidade média de 468 mm, e concentração de chuvas entre os meses de fevereiro maio; umidade relativa do ar de 60%, em média e; temperatura média anual de 23°C. A vegetação nativa predominante é a caatinga hiperxerófito, dominando as espécies de porte arbustivo de formação rala.

Em relação aos tipos de solos agrícolas, de modo geral há no agroecossistema Pedra Branca um predomínio de associações de solos com destaque para a classe: podzólico (solos minerais, com horizonte superficial evidenciando elevada perda de argila e matéria orgânica; de coloração clara) moderadamente profundos, com deficiência de drenagem. No agroecossistema Mandacaru ocorrem solos argilosos do tipo grumossolos e vertissolos, ambos possuindo teor de argila na camada subsuperficial entre 35-50% (CODEVASF, 2005).

No que diz respeito aos sistemas de produção, pode-se afirmar que ocorrem em ambos agroecossistemas a diversificação de culturas agrícolas, incluindo frutícolas, com predomínio da manga no Mandacaru e, banana no Pedra Branca, associadas a um conjunto de culturas alimentares tradicionais como feijão, cebola, amendoim, etc., essas últimas cultivadas em parcelas de área separadas (cultura solteira) ou em consórcio com as fruteiras.

Nos 53 lotes agrícolas familiares do agroecossistema Mandacaru e nos 686 lotes do Pedra Branca estão implantados sistemas de irrigação pressurizados, sendo que ocorre na quase totalidade do agroecossistema Pedra Branca a aspersão convencional e no Mandacaru, predominantemente o gotejamento e a microaspersão, cabendo ressaltar que nesse último, ocorreu a substituição do antigo sistema por gravidade (por sulco) a cerca de três anos.

No que diz respeito ao aspecto da habitação, as 53 famílias do Mandacaru e as 686 famílias residentes no agroecossistema Pedra Branca dispõem de casas que foram edificadas originalmente, quando da implantação dos respectivos perímetros de irrigação, formando núcleos residenciais ou agrovilas, sendo uma única no Mandacaru e, dezenove no Pedra Branca, com número variado de residências, todas de alvenaria, dotadas de energia elétrica, rede de abastecimento de água e com fossas sépticas.

Nessas áreas residenciais, bem como fora delas, existem escolas do ensino fundamental e médio; postos de saúde (um no Mandacaru e três no Pedra Branca); serviço de telefonia móvel e internet, assim como transporte coletivo (mais frequente no Mandacaru).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os índices de sustentabilidade são números que permitem a comparações e inter-relacionamento entre distintas dimensões, sendo possível realizar análise comparativa integrando informações econômicas, ambientais e sociais e, como resultado, tem-se que os agroecossistemas Mandacaru e Pedra Branca apresentaram índices de desenvolvimento sustentável (S^3) – biograma de 0,61 e 0,33 respectivamente, indicando para o primeiro um estado instável de sustentabilidade e para o segundo um estado crítico, conforme a Tabela 2.

O agroecossistema Mandacaru obteve um indicador “zero” na dimensão econômica: E5, aspecto que pode estar ligado a aspectos técnicos de manejo de solo, dado o uso intensivo deste, com uso de agroquímicos por mais de 40 anos. Além disso, outros dois indicadores – S1 e S5, da dimensão social e A1 e A2 da dimensão ambiental também obtiveram “zero”.

Afora as relações ligadas às limitações dos rendimentos agrícolas; do considerável uso de agrotóxicos e de falta de reservas ambientais nesse agroecossistema, pode-se também evidenciar uma correlação entre a pouca capacidade de organização social dos agricultores, para defesa de interesses comuns e a inexistência de processos de assessoramento voltados para formação de capital social, por parte do serviço de assistência técnica e extensão rural – ATER. Ressalta-se que esses fatos serão objeto de outras investigações mais aprofundadas de forma a buscar mais evidências capazes de confirmar a insuficiência de ações integradas, em termos de políticas públicas.

Tabela 2. Dimensões, indicadores e índices de sustentabilidade dos agroecossistemas.

DIMENSÃO	INDICADOR	AGROECOSSISTEMA	
		Mandacaru	Pedra Branca
ECONÔMICA	E1- Custo da água de irrigação	1,00	0,00
	E2- Renda Bruta familiar	0,48	0,00
	E3- Diversificação da produção	1,00	0,00
	E4 - Confiança econômica	0,73	0,20
	E5- Produtividade média	0,00	0,14
SOCIAL	S1- Quantidade de Organizações de agricultores	0,00	1,00
	S2- Geração de empregos	1,00	0,00
	S3 - Condições das estradas	1,00	0,00
	S4 - Tamanho unid. de produção	0,90	0,00
	S5 - ATER	0,00	0,00
AMBIENTAL	A1 - Reserva legal	0,00	1,00
	A2 - Eficiência de irrigação	1,00	0,20
	A3 - Uso de agrotóxico	0,00	1,00
	A4 - Saneamento básico	1,00	0,75
	A5 - Volume de retirada de água	1,00	0,63
	Índice Geral (S³)	0,61	0,33

Quanto ao agroecossistema Pedra Branca, percebe-se que ocorre um conjunto de entraves estão a demandar formulações de estratégias institucionais para apoio ao aproveitamento do potencial de mobilização social existente, de forma a estabelecer metas de longo prazo, as quais possam ser monitoradas e avaliadas conjuntamente por entidades públicas e pelas organizações dos agricultores familiares.

No biograma (figura 2), ressalta-se que quanto maior e mais homogênea área colorida, ou sombreada, maior o desempenho do agroecossistema e, a partir dele, pode-se perceber que existe clara distinção entre os respectivos estados de sustentabilidade. Além disso, pode-se também destacar que, a despeito do maior desempenho do agroecossistema Mandacaru, em relação ao Pedra Branca, ele apresenta, no biograma, a cor amarela, indicando o referido “estado instável” de sustentabilidade, enquanto este último, em “estado de colapso”, coloração laranja.

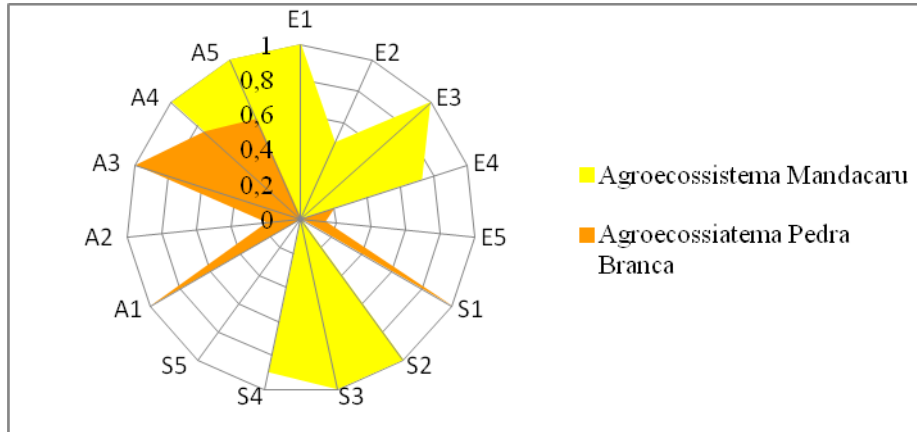


Figura 2. Biograma.

CONCLUSÕES

A aplicação do método biograma de Sepúlveda (2008) permitiu a comparação dos níveis de sustentabilidade e dos aparentes desequilíbrios de dois dos agroecossistemas de base familiar do Vale do Submédio São Francisco: Mandacaru e Pedra Branca.

Quanto aos indicadores econômicos relativos a custo de água de irrigação; renda agrícola familiar e diversificação da produção o agroecossistema Mandacaru apresentou resultados máximos, comparativamente aos do agroecossistema Pedra Branca. Esses resultados também ocorreram em nível da dimensão social nos indicadores: geração de empregos; condição das estradas e; na dimensão ambiental, com os indicadores saneamento básico, eficiência de irrigação e volume de retirada de água.

Em todos esses parâmetros, o agroecossistema Pedra Branca obteve desempenho muito baixo, a exceção dos indicadores: quantidade de organizações de agricultores, na dimensão social; bem como, reserva ambiental e uso de agrotóxicos, na dimensão ambiental.

Diante dos resultados destaca-se conclusivamente a premente importância do uso de indicadores de sustentabilidade para avaliar agroecossistemas, na medida em que não foi detectado neste estudo um cenário ótimo, tampouco estável para o perímetro Mandacaru, o qual tem se destacado pelas ações da CODEVASF de substituição dos antigos sistemas de irrigação por sulco, por métodos mais eficientes, evidenciando que há necessidade de se considerar todos os perímetros de irrigação do Submédio São Francisco como “sistemas abertos”, em que quaisquer políticas públicas setorializadas e desconectadas das relações complexas existentes em cada contexto, não se constituem em estratégias que permitam a persecução de objetivos econômicos que assegurem concomitantemente a reprodução social da agricultura familiar em harmonia com o meio ambiente, no longo do tempo.

O aprofundamento e o exercício prático de metodologias de avaliação da sustentabilidade permitirão avaliações mais realistas e mais úteis que os estudos baseados unicamente em indicadores de produção agrícola e em unidades monetárias, como historicamente tem sido realizadas na região, permitindo planejamentos e

monitoramentos de estratégias de mais factíveis para o objetivo do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Montevideo: Nordan-Comunidad, 1999.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 5. ed. Porto Alegre: UFRS, 2004.

ALTIERI, M. **Biotechnology agrícola**. Porto Alegre: ASCAR-EMATER/RS, 2002.

ANA - Agencia Nacional de Águas. **Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades na Bacia do São Francisco**. ANA/GEF/PNUMA/OEA. Subprojeto 4.5C - Plano. Estudo Técnico de Apoio ao PBHSF – nº 12. Brasília, 2004.

ALMEIDA, J. A Agronomia Entre a Teoria e a Ação. **Revista de Educação Agrícola Superior**, v. 18. n. 2, p.7-13, 2000.

BERGAMASCO, S. M.; NORDER, L. A. C. **O que são assentamentos rurais**. Brasília: Brasiliense, 1996.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa: Editora Universitária da UFV, 2006.

BORLAUG, N. E. Agriculture's global hero continues to inspire. In: BORLAUG, N.E. **Confronting crisis: agriculture and global development in the next fifty years**. Des Moines, Iowa: 2008.

BRASIL. Leis decretos, etc. **Lei nº 9.974/2000**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9974.htm>. Acesso em: 15 set. 2015.

BRASIL. Leis decretos, etc. **Lei nº 12.727/2012**. Código florestal brasileiro. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 03 set. 2015.

BUANAIN, A. M. **Agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento sustentável: questões para debate**. Brasília: IICA, 2006.

CARMO, M. S.; MAGALHÃES, M. M. Agricultura sustentável: avaliação da eficiência técnica e econômica de atividades agropecuárias selecionadas no sistema não convencional de produção. **Informações Econômicas**, v. 29, n. 7, 1999.

CAVALCANTI, J. S. B. Globalização Novas regiões de produção agrícola e desigualdades sociais, **Caderno CRH**, Salvador, n.24/25, p.109-121, 1996.

CAVALCANTI, J. S. B. Globalização e processos sociais localizados na fruticultura de exportação do Vale do São Francisco. In: CAVALCANTI, J. S. B. **Globalização, trabalho e meio ambiente**: mudanças sócioeconômicas em regiões frutícolas para exportação. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 1999. p. 123-170.

CODEVASF. Elenco de Projetos. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/principal/perimetros-irrigados/elenco-de-projetos>>. Acesso em: 12 set. 2015.

CODEVASF. **Diagnóstico Ambiental dos Perímetros Irrigados da 6ª Superintendência Regional**. Brasília: PLENA/COAME, 2005.

CORREIA, L.; ARAUJO, J.; CAVALCANTI, E. A fruticultura como vetor de desenvolvimento: o caso de Petrolina e Juazeiro. EMBRAPA, 2001. Disponível em: <www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/134327/1/OPB427.pdf>. Acesso em: 8 set. 2015.

COSTA, A. A. V. M. R. Agricultura sustentável I: Conceitos. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 33, n. 2, p. 61-74, 2010a.

COSTA, A. A. V. M. R. Agricultura sustentável III: Indicadores. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 33, n. 2, p.90-105, 2010b.

CHRISTOFIDIS, D. Água na produção de alimentos: o papel da academia e da indústria no desenvolvimento sustentável. **Revista Ciências Exatas**, Taubaté, v. 12, n. 1, p. 37-46, 2006.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2001.

GUANZIROLI, C. E.; CARDIM, S. E. C. S. **Novo retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto**. Brasília: INCRA/FAO, MDA, 2000. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/fao>>. Acesso em: 17 jul. 2014.

HOFFMANN, R.; ENGLER, J. D. C.; SERRANO, O.; THAME, A. C. M.; NEVES, E. M. **Administração da empresa agrícola**. São Paulo: Pioneira, 1987.

LITMAN, T. **Sustainable transportation indicator data quality and availability**. Victoria, Canadá: Victoria Transport Policy Institute, 2009.

LOUETTE, A. **Gestão do Conhecimento**: compêndio para a sustentabilidade - ferramentas de gestão de responsabilidade socioambiental, São Paulo: Antakarana, 2007. Disponível em: <<https://pactoglobalcreapr.files.wordpress.com/2010/10/compendio2008parte11.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2015.

MARZALL, K.; ALMEIDA, J. Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas: estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 1, p. 41-59, 2000.

PHILIPPI JR., A.; MALHEIROS, T. F. Saúde ambiental e desenvolvimento. In: PHILIPPI JR., A.; PELICIONI, M. C. F. (Ed.). **Educação ambiental e sustentabilidade**. Barueri: Manole, 2005.

PINTÉR, L.; HARDI, P.; BARTELMUS, P. **Sustainable Development Indicators Prepared for the United Nations Division for Sustainable Development**. IISD: New York, 2005. Disponível em: <https://www.iisd.org/pdf/2005/measure_indicators_sd_way_forward.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2015.

SAMPAIO, Y. **Investimentos públicos e privados em agricultura irrigada e seus impactos sobre o emprego e a renda nos Pólos de Petrolina/Juazeiro e Norte de Minas Gerais**. Recife: FADE, 1999.

SEPÚLVEDA, S. S. **Biograma: metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios**. San José, C.R.: IICA, 2008.

TRIOMPHE, B. Rendimiento de maíz en milpas de campesinos. **Red Gestión de Recursos Naturales**, v. 5, p. 22-31, 1996.

VEIGA, J. E. Agricultura familiar e sustentabilidade. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 13, n. 3, p. 383-404, 1996.

VERGOLINO, T. B., VERGOLINO, J. R. **Relações de trabalho, condições de vida dos trabalhadores na agricultura irrigada do submédio São Francisco**. Recife: UFPE, 1997.