

# Sustentabilidade de agroecossistemas de mandioca: primeiro ciclo de avaliação em Bom Jesus-RN

**Valdenildo Pedro da Silva**

Instituto Federal do Rio Grande do Norte

**Gesinaldo Ataíde Cândido**

Universidade Federal de Campina Grande

p. 313 – 328

revista

**Geo**   
**USP**

espaço e tempo

Volume 18 • nº 1 (2014)

ISSN 2179-0892

Artigo disponível em:

<http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/84535>

**Como citar este artigo:**

SILVA, V. P.; CÂNDIDO, G. A. Sustentabilidade de agroecossistemas de mandioca: primeiro ciclo de avaliação em Bom Jesus-RN. *GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 313-328, 2014.



Este artigo está licenciado sob a Creative Commons Attribution 3.0 License.

# Sustentabilidade de agroecossistemas de mandioca: primeiro ciclo de avaliação em Bom Jesus-RN

Valdenildo Pedro da Silva  
Gesinaldo Ataíde Cândido

---

## Resumo

Este artigo apresenta a avaliação de sustentabilidade de agroecossistemas familiares de produção de mandioca do município de Bom Jesus, no Rio Grande do Norte, Brasil, na perspectiva do Marco de Avaliação de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidade (Mesmis). Após a aplicação de 18 indicadores estratégicos simples, vieram à luz as diferenças de sustentabilidade entre agroecossistemas de produção de mandioca, no que tange às dimensões econômica, social e ambiental, comparando-se o sistema convencional (que produz mandioca em monocultivo para comercialização usando agroquímicos) com o alternativo (que faz policultura preservando os recursos naturais e usa técnicas agroecológicas). Com base nos suportes teórico-metodológicos adotados, concluiu-se que a produção de mandioca do agroecossistema alternativo mostrou-se mais sustentável do que a do convencional, uma vez que o primeiro apresentou uma situação desejada de sustentabilidade, resultado da diversidade agropecuária e de princípios agroecológicos, enquanto o segundo deu prioridade ao aumento da produtividade ou ao crescimento econômico, negligenciando aspectos de sustentabilidade nas dimensões ambiental e social.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Agroecossistema. Agricultura familiar. Mandioca.

---

## Sustainability of cassava agroecosystems: first cycle of assessment in Bom Jesus-RN

---

### Abstract

This article presents the sustainability assessment of cassava-producing family agroecosystems in Bom Jesus municipality, Rio Grande do Norte, Brazil, from the perspective of the Framework for Assessing the Sustainability of Natural Resource Management Systems (Mesmis, for its acronym in Spanish). With the measurement of 18 simple strategic indicators of sustainability between cassava-

-producing agroecosystems, the differences between the sustainability of cassava-producing agroecosystems were highlighted, with regard to economic, social and environmental dimensions, comparing the conventional system (which produces cassava in monoculture for trade, using agrochemicals) with the alternative (which performs polyculture preserving natural resources and uses agroecological techniques). Based on the theoretical and methodological support, it was concluded that the cassava-producing alternative agroecosystem was more sustainable than the conventional, for the first presented a desired situation of sustainability, resulting from the diversity of agriculture and agroecological principles, whilst the second prioritized raising productivity or economic growth, neglecting sustainability aspects of environmental and social dimensions.

**Keywords:** Sustainability. Agroecosystem. Family farming. Cassava.

---

## Introdução

Sustentabilidade tornou-se um conceito de grande destaque entre os vários ramos do conhecimento e a sociedade. Tem sido uma temática que desperta interesse a muitos, mas também controvérsias entre diferentes segmentos sociais, tornando-se num novo paradigma social.<sup>1</sup> Quer seja um termo ambíguo, um *clichê* ou uma metáfora, nós, geógrafos, não podemos passar ao largo da discussão desse conceito, sob pena de estarmos negligenciando análises da realidade social. A discussão da sustentabilidade deve estar presente na pauta da ciência geográfica, como assinala Claval (1997). Assim sendo, diante da polêmica do conceito, optamos por refletir sobre sua vagueza e falta de rigor filosófico, repensando-o para não sucumbir à preguiça epistemológica contra a qual alertou Santos (2006). Apoiando-nos nas palavras do autor, afirmamos que, pela escolha de um tema e pela seriedade da reflexão sobre conceitos como o de sustentabilidade, talvez encontremos possibilidades de ação. Para ele, contextualizar os problemas do meio, refletindo e fugindo de estudos tópicos e da sedução de campanhas globais, como as que resultaram na difusão desse conceito (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, Rio-92), torna-se uma necessidade urgente, se quisermos apreender e propor soluções para o meio ambiente, que nada mais é que o meio de vida do homem, constituído, cada vez mais, no período atual, como sendo um meio técnico-informacional.

Um dos meios cujos níveis de sustentabilidade mais têm sido questionados é o da agricultura, ou da produção de alimentos, sobretudo em virtude da ampla modernização resultante de princípios e práticas difundidos pela revolução verde.<sup>2</sup> Esta, baseada no uso intensivo de

---

1 Ribeiro et. (1996) afirmaram ser como um novo paradigma para o entendimento de um mundo ameaçado pelo uso exacerbado dos recursos naturais e pela necessidade de continuação do crescimento econômico, dessa vez atrelado a um novo desafio: a preservação ambiental.

2 Essa revolução tem aumentado a produção e as safras agrícolas pelo melhoramento genético de sementes, pelo uso intensivo de insumos industriais (fertilizantes químicos de alta solubilidade e agrotóxicos com maior poder biocida) e pela mecanização e redução do custo de manejo, com o objetivo de resolver o problema da fome. A partir da revolução, ocorreu o uso extensivo de tecnologia no plantio, na irrigação e na colheita e no gerenciamento de produção (Ehlers, 1994; Altieri, 2004; Gliessman, 2009).

produtos agroquímicos, vem influenciando aspectos socioeconômicos e ambientais de agroecossistemas intensivos e de familiares em todo Planeta (Altieri, 2004; Gliessman, 2009). A partir dela, a maioria dos sistemas agrícolas passou a ser manejado, alterando-se os processos de produção.

Sob essa ótica, nem mesmo os agroecossistemas de produção agrícola familiares têm se distanciado das influências da revolução verde. Tal realidade tem sido vivenciada por agroecossistemas familiares de produção de mandioca do município de Bom Jesus, no estado do Rio Grande do Norte, que, no curso dos últimos anos, têm apresentado situações em que as condições socioeconômicas e ambientais apresentam níveis diferentes quanto ao rendimento agrícola, ao uso do solo, à biodiversidade, à qualidade da água, à contaminação do homem e dos recursos naturais, dentre outros aspectos geofísicos e socioculturais, e as condições de reprodução social dos agricultores. Diante do exposto, questionamos: em que medida os agroecossistemas familiares de produção de mandioca de Bom Jesus-RN podem ser considerados sustentáveis, mediante o uso do Marco para a Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (Mesmis)? Além dessa questão, indagamos ainda: até que ponto o agroecossistema de produção de mandioca alternativo é efetivamente mais sustentável do que o convencional?

Essas questões passaram a ser respondidas a partir da aplicação de 18 indicadores estratégicos simples, que foram agrupados em sete atributos de sustentabilidade — produtividade, resiliência, estabilidade, adaptabilidade, confiabilidade, equidade e autodependência (Masera; Astier; López-Ridaura, 1999). Em seguida, mensuramos os indicadores (seguindo uma escala de notas de desempenho de 1 a 3), tomando por base aportes teóricos, fontes documentais de diversos órgãos, visitas técnicas e observações *in loco*, entrevistas semiestruturadas e análises laboratoriais de amostras de solo e água dos agroecossistemas investigados.

O objetivo deste estudo é avaliar comparativa e transversalmente a sustentabilidade entre dois agroecossistemas familiares de produção de mandioca localizados em Bom Jesus-RN, pelo método Mesmis.

## **Sustentabilidade, agroecossistema e agricultura familiar: breves suportes teóricos**

O termo sustentabilidade que tem sua origem no latim *sustentare*, significando sustentar, suportar, conservar em bom estado, manter e resistir etc., é um dos conceitos base deste estudo. Trata-se de um termo amplamente utilizado nos dias atuais, o qual dispõe de muitos sinônimos e combinações, e se refere a tudo que seja capaz de ser suportado, mantido (Siche et al., 2007). Seus significados variam de acordo com a área de atividade ou o ambiente a que é aplicado. Ela se evidencia por meio de três dimensões – social, econômica e ambiental –, embasando uma nova forma de analisar o desenvolvimento, que vá além da simples ideia de crescimento econômico (Sachs, 2000).

Diferentes acepções de sustentabilidade são utilizadas em áreas distintas como biologia, economia, administração, ecologia e geografia, por exemplo. Essa diversidade de aplicações sinaliza que não existe uma única definição de sustentabilidade, devido ser uma

discussão multidimensional, ampla e complexa. Entre as muitas definições existentes, procuramos enveredar por aquelas em que o destaque recaísse sobre a preocupação com a permanência das necessidades materiais e espirituais das pessoas, bem como na busca pela melhoria das condições socioambientais que as sustentam (Masera; Astier; López-Ridaura, 1999).

Sob esse prisma, a sustentabilidade aparece como sendo uma possibilidade de se obterem, permanentemente, condições semelhantes ou superiores de vida em determinada área territorial ao longo do tempo, objetivando-se a manutenção do sistema de suporte da vida. Ela relaciona-se com um melhor bem-estar ou com uma melhor qualidade de vida para as populações do presente e futuras, a partir da capacidade de suporte dos ecossistemas. Essa qualidade de vida pode ser expressa pelo grau de prazer, satisfação e realizações concretizadas pelo indivíduo em seu contexto social e vivencial.

Portanto, a avaliação de sustentabilidade, que é o propósito deste estudo, será realizada por meio da medição de indicadores estratégicos simples.<sup>3</sup> O termo indicador, originariamente, vem do latim *indicare*, que significa apontar ou proclamar. Ele constitui uma ferramenta que possibilita a obtenção de dados ou informações sobre uma dada realidade espacial ou que procura descrever um processo específico ou um processo de controle (Masera; Astier; López-Ridaura, 1999). Além disso, afirmamos que indicadores são variáveis que revelam condições e tendências, ajudando no desenvolvimento, no planejamento e na tomada de decisão. Assim, indicadores estratégicos são certos atributos que servem para avaliar ou analisar a sustentabilidade de uma dada realidade social. Ou seja, são variáveis que procuram descrever, medir, o estado ou a alteração da condição de um atributo específico ou de controle, ou refletir sobre isso (Masera; Astier; López-Ridaura, 1999).

Convém acrescentar, ainda, que indicadores de sustentabilidade são ferramentas ou variáveis que agregam e comunicam informações relevantes (Gallopín, 1997), contribuindo para avaliar o desenvolvimento de uma dada atividade econômica ou de uma área territorial em níveis de sustentabilidade. Eles permitem que se avalie, de maneira qualitativa, quantificável e mensurável, um agroecossistema em termos econômicos, ambientais e sociais e orientam tomadores de decisão acerca das medidas corretivas que cada agricultor familiar deva considerar para que seu agroecossistema seja considerado sustentável.

Dentre os métodos de avaliação de sustentabilidade de agroecossistemas existentes, escolhemos o sistema de indicadores denominado Mesmis,<sup>4</sup> haja vista ele considerar valores ideais ou ótimos de indicadores de maneira comparativos. Esse método propõe uma avaliação de sustentabilidade cíclica, com enfoque participativo, sistêmico e multiescalar, validada por meio de estudos de caso. Ele possibilita a avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas e dispõe de mecanismos participativos e interdisciplinares, contempla atributos de sustentabilidade, além das dimensões de avaliação ambiental, econômica e social, apontando

3 Indicadores podem ser classificados em simples ou compostos. Os simples são aqueles que resultam da medição ou estimativa de uma variável indicativa como, por exemplo, número total, concentração, proporção; os compostos são obtidos pela agregação de diversas variáveis ou indicadores simples (Masera; Astier; López-Ridaura, 1999).

4 O método Mesmis surgiu em 1995, como resultado de um trabalho multi-institucional e interdisciplinar, sob a coordenação do Grupo Interdisciplinar de Tecnologia Rural Apropriada (Gira), do México, para avaliar a sustentabilidade de projetos, tecnologias e agroecossistemas de países da América Latina (Mesmís).

para a melhoria dos sistemas produtivos e do manejo dos recursos naturais. Com o caráter comparativo, não será preponderante o valor da sustentabilidade de cada um dos sistemas que se pretende avaliar, mas qual deles sob análise será o mais sustentável (Masera; Astier; López-Ridaura, 1999).

Esse método, em relação a outros métodos de avaliação de sustentabilidade de agroecossistemas existentes, tem possibilitado a identificação de padrões sustentáveis de desenvolvimento, apresentando características importantes no processo de monitoramento, pois: permite a interação entre as dimensões socioeconômicas e ambiental; avalia o sistema de maneira comparativa, confrontando com outras alternativas ou referenciais (avaliação transversal), ou ao longo do tempo (avaliação longitudinal); dispõe de estrutura flexível para a adaptação de diferentes níveis de informação e de características técnicas de dimensões locais; possibilita o monitoramento do processo por um certo período de tempo; favorece a participação de agricultores e seu empoderamento; potencializa o desenvolvimento no nível local; permite a análise e a avaliação com retroalimentação do processo (Deponi; Eckert; Azambuja, 2002).

Neste estudo, o termo agroecossistema constitui num suporte fundante e baseia-se na definição de Gliessman (2009). Para ele, o agroecossistema é um local de produção agrícola, uma lavoura, em sua multidimensionalidade, reunindo todos os organismos, sejam de interesse agropecuário ou não, onde ocorrem interações entre pessoas, comunidade e ecossistema, tendo como prioridade a sustentabilidade (Gliessman, 2009). Esse conceito proporciona uma estrutura com a qual podemos analisar os sistemas de produção de alimentos como um todo, incluindo seus conjuntos complexos de insumos e produção e as demais interconexões presentes no território.

O surgimento de um agroecossistema dá-se a partir do momento em que o ecossistema é alterado com o propósito de desenvolver uma dada produção agrícola, introduzindo várias mudanças na estrutura e função do ecossistema natural, mudando o estado inicial do sistema. As novas qualidades do sistema podem servir como indicadores de sustentabilidade (Gliessman, 2009).

Ao discutir sobre agricultura sustentável, Gliessman (2009) propôs o conceito de agroecossistema, apoiando-se na necessidade da percepção sistêmica dos processos produtivos. Para ele, o termo *agroecologia* surgiu como alternativa de uma nova abordagem agrônômica, como sinônimo de sustentabilidade ampla. Nas palavras dele, esse tipo de agricultura deve reconhecer a natureza sistêmica da produção de alimentos, forragens e fibras, equilibrando, com equidade, preocupações relacionadas à saúde ambiental, à justiça social e à viabilidade econômica, entre os diferentes setores da população, incluindo distintos povos e diferentes gerações (Gliessman, 2009).

A agricultura sustentável geralmente consiste em um modo de fazer agricultura que busca assegurar produtividades sustentadas ao longo do tempo, por meio do uso de práticas de manejo ecologicamente seguras. Isso requer que a agricultura seja vista como um ecossistema e que as práticas agrícolas e a pesquisa não se preocupem com altos níveis de produtividade de uma mercadoria em particular, mas, sim, com a otimização do sistema como um todo. Requer

também que se leve em conta não apenas a produção econômica, mas o problema vital da estabilidade e sustentabilidade ecológica e social (Altieri, 2004). É nessa perspectiva de agroecossistema, que envolve elementos ou fatores externos à unidade e a dinâmica de produção, que a temática da sustentabilidade do agroecossistema de produção de mandioca de base familiar procurou se fundamentar.

Outro termo base ao estudo foi o de agricultura familiar que, mesmo não sendo uma categoria social recente e de uso novo no âmbito da sociologia rural, sua utilização, com o sentido e a dimensão ampla que lhe têm sido dados no decorrer dos últimos tempos, no Brasil, tem assumido ares de uma novidade, ou de uma renovação (Wanderley, 1999). Talvez seja uma novidade diante dos inúmeros sinônimos que foram atribuídos à agricultura praticada por membros familiares, com noções equivalentes, como estas: *agricultura de baixa renda*, *pequena produção*, *agricultura de subsistência*, por exemplo (Abramovay, 1997, grifos do original).

Entretanto, segundo Abramovay (1997), esses termos trazem em seu bojo um julgamento prévio sobre o tamanho e o desempenho econômico das unidades de produção familiar, o que pode concorrer para o desconhecimento de traços importantes do desenvolvimento agrícola da unidade produtiva familiar tanto no Brasil como em nações desenvolvidas.

Diante disso, entendemos que a agricultura familiar deva ser compreendida como aquela em que os membros da família, ao mesmo tempo em que são proprietários dos meios de produção, assumem o trabalho e a gestão no agroecossistema produtivo. Assim, o caráter familiar não é um mero detalhe superficial e descritivo, pois o fato de uma estrutura produtiva vincular família, produção e trabalho tem consequências importantes para o modo como ela age social, econômica e ambientalmente e para a diversidade de formas sociais.

Como assinala Lamarche (1993), a agricultura de base familiar não é um elemento da diversidade, mas contém, nela mesma, toda a diversidade, palavra-chave da sustentabilidade da vida. Para esse autor, a família, o trabalho e a propriedade são os elementos principais da agricultura familiar. Essas são algumas das principais características das unidades de produção agrícola que utilizam principalmente a mão de obra familiar (Lamarche, 1993). Esse tipo de agricultura tem perseguido os atributos sistêmicos — produtividade, estabilidade, confiabilidade, resiliência, adaptabilidade, equidade e autodependência — que levam, em certa medida, ao desenvolvimento de uma agricultura sustentável (Masera; Astier; López-Ridaura, 1999).

Além disso, considerando as palavras de Veiga (2005), as vantagens da agricultura familiar estão além da diversidade da produção, uma vez que ela apresenta perfil essencialmente distributivo e sustentável, em relação aos outros tipos de agricultura, assim como o fortalecimento da vida dos agricultores. Entrementes, convém ressaltar que, há práticas de agricultura familiar, desenvolvida em alguns agroecossistemas de produção de mandioca do município de Bom Jesus-RN, que têm apresentado características que se distanciam de uma diversidade agrícola e de um perfil equitativo e sustentável, requerendo com isso uma avaliação comparativa e transversal dos níveis de sustentabilidade socioeconômica e ambiental locais.

## Sustentabilidade dos agroecossistemas de mandioca de Bom Jesus: resultados

O primeiro ciclo de avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas de produção de mandioca do município de Bom Jesus-RN foi desenvolvido durante os anos de 2011 e 2012, seguindo os seis passos do método Mesmis, que são: caracterização do objeto de avaliação, determinação dos pontos críticos, seleção dos indicadores, medição e monitoramento dos indicadores, apresentação e integração dos resultados e, por fim, as conclusões e recomendações (Masera, Astier; López-Ridaura, 1999). Como não existe uma lista de indicadores universais, para a operacionalização do Mesmis foram selecionados 18 indicadores estratégicos simples<sup>5</sup> que fossem específicos e melhor refletissem a realidade local em relação aos atributos, pontos críticos e critérios de diagnóstico de sustentabilidade de maneira multi-dimensional, tanto no nível do agroecossistema como em nível hierarquicamente superior (município ou região).

Os agroecossistemas investigados, quanto aos níveis de sustentabilidade, estão situados no município de Bom Jesus, localizado geograficamente na microrregião do Agreste Potiguar do Rio Grande do Norte. Esse município tem uma área de 122 km<sup>2</sup> (o equivalente a 0,23% da superfície estadual) e dista 51 quilômetros da cidade de Natal, capital do estado. Atualmente, residem nele cerca de 9.432 habitantes, dos quais 4.691 são do sexo masculino (49,73%) e 4.741 do feminino (50,27%), sendo 6.766 habitantes residentes da área urbana e 2.666 da área rural. Historicamente, a base da economia do município tem sido atrelada ao desenvolvimento da agricultura familiar, a qual compreende, atualmente, 279 agroecossistemas. A maioria dos estabelecimentos rurais está abaixo de 10 hectares, abrangendo uma área total de 2.179 hectares, de acordo com o último censo agropecuário do IBGE de 2006.

Bom Jesus fica no semiárido do Rio Grande do Norte, apresentando características de forte insolação (insolação de 2.700 h/ano, uma média de 25,6 °C e uma umidade em torno de 74%), baixa nebulosidade, elevadas taxas de evaporação (em torno de 2.000 mm anuais), temperaturas constantes e normalmente altas, com variações entre 21 °C e 31 °C, e índice pluviométrico irregular. Sua formação geológica é rica em minerais, e os solos têm entre alta e baixa fertilidade natural, onde a cobertura vegetal é rala e escassa, predominando a caatinga hipoxerófila.

Os agroecossistemas de cultivo de mandioca predominam no município de Bom Jesus-RN e têm-se destacado por apresentarem grandes áreas plantadas, colhidas, e de produção, contribuindo para a geração e a diversificação da renda, para a subsistência alimentar, a reciclagem de nutrientes e, para muitos agricultores familiares, como única fonte de reprodução social. Essa é uma cultura agrícola ancestral, de origem indígena, que tem desempenhado his-

5 A seleção demanda que os indicadores devem estar atrelados aos atributos gerais de sustentabilidade (produtividade, estabilidade, confiabilidade e resiliência, adaptabilidade, equidade e autodependência), aos pontos críticos que fragilizam ou fortalecem os agroecossistemas e a alguns critérios de diagnóstico que permitam avaliar os pontos críticos, evitando listas intermináveis de indicadores que não estejam diretamente ligados ao problema do estudo ou às dimensões socioeconômica e ambiental (Masera; Astier; López-Ridaura, 1999).

toricamente papel imprescindível para a economia local, para a manutenção de laços sociais e culturais das pessoas e é desenvolvida principalmente por agricultores familiares, usando ainda diversos métodos tradicionais de cultivo.

○ plantio da mandioca começa com o preparo do solo (por meio de desmatamento, aração com enxada, cultivador ou trator etc.), o cultivo de manivas, a colheita de raízes e a venda para casas de farinha, indústrias e criadores de gado, apresentando diversas utilidades. A mandioca tem sido considerada como uma raiz de amplo aproveitamento devido as suas inúmeras possibilidades de utilização, que vão desde a diversidade de produtos alimentares – farinha, fécula (polvilho doce), goma, bebidas, diversos pratos típicos –, até a produção de *chips*, rações e forragem, energia e matérias-primas industriais (Amaral; Jaigobind; Jaisingh, 2007).

Trata-se de uma cultura alimentar de uma grande fonte de produção de carboidratos para a alimentação humana e a animal, com possibilidades de extração e modificação do amido, que também é um nutriente muito presente. Além disso, o valor proteico da folha da mandioca faz dela um produto de importante valor econômico e cultural, mesmo que a produção e a comercialização ocorram sem grandes vantagens para os agricultores e familiares, devido à insegurança socioambiental e aos baixos salários e preços praticados. Portanto, para que se avalie os níveis de sustentabilidade do cultivo da mandioca de Bom Jesus-RN, são apresentados, a seguir, os seis passos propostos pelo método Mesmis.

## **Caracterização dos agroecossistemas de produção de mandioca (primeiro passo)**

Os agroecossistemas foram classificados e caracterizados como sendo: um *alternativo*, por ser baseado num baixo uso de insumos externos, aplicar técnicas agroecológicas e dispor de um sistema agrícola diversificado, e um outro denominado *convencional*, por ser um sistema de monocultivo que faz uso de insumos agroquímicos e tem sua produção voltada para a comercialização.

○ *agroecossistema alternativo*, pertencente à Família Nascimento, localiza-se no distrito São Francisco, no extremo sul do município de Bom Jesus, a 3,9 km da sede municipal, entre a latitude 6° 0' 39" S e a longitude 35° 34' 42" W. Esse agroecossistema, fazendo ainda uso de enxada, de cultivador e, em poucas vezes, de trator, tem desenvolvido o plantio associado e diversificado de atividades agrícolas — de milho, feijão, macaxeira, banana, laranja, acerola, melancia, mamão, caju, coco verde etc. –, o criatório de diferentes espécies animais (gado, galinhas, abelhas etc.), e o cultivo de hortaliças — coentro, cebola, pimentão, tomate –, basicamente para o consumo familiar, além do plantio da mandioca (com produtividade em torno de 12 toneladas por hectare). Ou seja, com uma área de 34 hectares próprios, esse agroecossistema vem sendo utilizado da seguinte maneira: 5 hectares para a produção de mandioca – tanto convencional como alternativo –, 2,3 hectares para a produção de milho e feijão, batata, dentre outros produtos, 3 hectares para o cultivo de pastagens, e cerca de 2 hectares,

ou 5% da área total, sendo revestidos de campo nativo ou reversa legal. Os insumos que têm sido utilizados nos cultivos diversos do agroecossistema são produzidos dentro da própria unidade agrícola, de modo que não se faz uso de agrotóxicos e adubos sintéticos. A fertilização do solo tem sido preparada por meio de esterco curtido de aves e animais (cama de aviário) e também através de restos de culturas de safras anteriores. Trata-se de um agroecossistema de policultivo e de características familiares que utiliza mão de obra própria, para realizar todas as atividades, e, esporadicamente, mão de obra externa, por ocasião do plantio e da colheita dos produtos cultivados.

O *agroecossistema convencional*, pertencente à Família Santos, está localizado na comunidade Lagoa dos Bezerras, município de Bom Jesus, no extremo sul, a 8,9 km do centro da cidade, mais precisamente na latitude 6° 0' 36" S e longitude 35° 34' 45" W. A família é composta por quatro pessoas: o pai, a mãe, uma adolescente e uma criança, mas só o casal trabalha nas atividades agrícolas do agroecossistema. Diferente do alternativo, o agroecossistema se caracteriza pelo monocultivo e transformação da mandioca em produtos voltados para a comercialização. Tem uma área de 7 hectares destinados basicamente à produção de mandioca. Devido a problemas com pragas, a produtividade, em 2011, foi de cerca de 7 toneladas por hectare. Além disso, pouco do que é produzido internamente é consumido pela família. Trata-se de um agroecossistema baseado no trabalho familiar, com pouca diversidade de produtos agrícolas. A fertilização do solo tem sido realizada por meio de adubos químicos e sintéticos, algumas vezes utilizando-se, em pequena escala, esterco curtido de aves e animais. Faz uso de mão de obra contratada para ajudar na execução das atividades que realiza.

### **Identificação dos pontos críticos e indicadores dos agroecossistemas familiares de produção de mandioca (segundo e terceiro passos)**

Após a caracterização dos agroecossistemas, assim como das visitas técnicas e entrevistas realizadas com os agricultores e técnicos agrícolas, da participação de uma equipe interdisciplinar de pesquisadores, e da observação direta sobre a produção e a organização do agroecossistema de mandioca, de base familiar de Bom Jesus, identificamos os pontos críticos que tem influenciado positiva e negativamente na sustentabilidade dos agroecossistemas. O Quadro I mostra os pontos críticos, os critérios de diagnóstico e os indicadores utilizados na avaliação de sustentabilidade dos agroecossistemas de produção de mandioca.

O agroecossistema alternativo tem apresentado como pontos limitantes: a baixa produtividade, a qualidade e escassez d'água, a degradação do solo, problemas com pragas e doenças e com comercialização — uma vez que o preço do produto é determinado por atravessadores. Quanto aos pontos positivos, identificamos no agroecossistema principalmente a alta diversidade de cultivo de produtos agrícolas, o criatório de espécies animais, a produção voltada para o consumo, a presença de mata nativa, o uso de insumos produzidos internamente, segurança alimentar, qualidade de vida e participação em associações.

## Quadro 1

Indicadores por atributo, pontos críticos, critérios de diagnóstico, áreas e métodos de medição dos agroecossistemas de mandioca de Bom Jesus-RN

atributo	pontos críticos	critérios de diagnóstico	indicadores	áreas de avaliação*	métodos de medição**
produtividade	baixa produtividade	eficiência	rendimento da mandioca	A e E	a, b, d
	baixa rentabilidade		relação custo/benefício		a, b
	insegurança alimentar		renda familiar		a, b, d
			autossuficiência alimentar		a, b, d
adaptabilidade	inovações tecnológicas	capacidade de inovação e mudança	acesso a inovações tecnológicas	E e S	a, b
estabilidade, resiliência e confiabilidade.	falta d' água	conservação dos recursos naturais	qualidade da água	A, E e S	a, b, d
	degradação do solo		disponibilidade de água		a, b, d
	baixa diversidade	diversidade	condições de fertilidade do solo textura do solo implementação de práticas de conservação do solo diversidade de espécies porcentagem de área coberta com vegetação nativa e mata ciliar		c, d
equidade	condições de vida	qualidade de vida	nível de escolaridade	S	a, b
			disponibilidade de acesso aos serviços de saúde		a, b
autodependência ou autogestão	gastos com insumos	dependência de insumos externos	grau de dependência de insumos externos	E e S	a, b
	dificuldade de acesso a crédito	acesso a financiamento	disponibilidade de crédito		a, b
	falta de cooperação entre agricultores	participação, controle e organização	participação em associações e cooperativas participação de membros da família no manejo agrícola		a, b

fonte: Silva (2012).

\* áreas de avaliação: ambiental (A), econômica (E) e social (S).

\*\* métodos de medição: (a) entrevista, (b) visita de campo, (c) análises laboratoriais (d) referências bibliográficas.

O agroecossistema convencional apresentou, por sua vez, pontos limitantes quanto à baixa produtividade, à utilização da mão de obra externa — uma vez que verificamos a necessidade de contratação de trabalhadores para ajudar nas atividades de produção da farinha de mandioca —, pouca diversidade de produtos agrícolas, ausência de reserva de mata nativa, má qualidade e pouca disponibilidade da água, degradação do solo, uso de adubos químicos, problemas relacionados com pragas e doenças, comercialização realizada por intermediários, insegurança alimentar etc. Quanto aos pontos positivos encontrados no agroecossistema, destacaram-se somente a facilidade de acesso a crédito e a participação em associações e cooperativas rurais. Os pontos críticos apresentados — potencialidades e dificuldades — interferem na capacidade do sistema agrícola de se sustentar ao longo do tempo, requerendo a seleção e a medição de indicadores.

### **Medição dos indicadores de sustentabilidade dos agroecossistemas de mandioca (quarto passo)**

Após a determinação dos pontos críticos, a definição dos critérios de diagnóstico e a seleção dos indicadores estratégicos, apresentamos os métodos e procedimentos de medição dos indicadores de sustentabilidade, abordando as especificidades e os parâmetros utilizados para mensurar cada indicador. Convém ressaltar, ainda, que, para todas as quantificações dessa avaliação, levamos em consideração o padrão de notas, qual seja: *1* indica uma situação não desejada (ruim); *2* uma situação regular (média); e, por fim, *3* uma situação desejada (ideal ou ótima) de sustentabilidade.

A avaliação da sustentabilidade do agroecossistema de produção de mandioca de base familiar de Bom Jesus, realizada através do método Mesmis, utilizando indicadores, evidenciou que, dos 18 indicadores estratégicos simples definidos, o agroecossistema alternativo apresentou percentuais sustentáveis ótimos ou desejados em 10, regulares em 4 e não desejados em 4, enquanto o desempenho do convencional foi o seguinte: situação desejada em 3, regulares em 4 e situação não desejada em 11 indicadores de sustentabilidade.

Os resultados contidos na Tabela 1 mostram que o agroecossistema alternativo apresentou um índice de *2,33*, ficando abaixo do valor ideal ou ótimo (valor 3) dos indicadores, mas acima da situação regular de sustentabilidade, por isso é mais sustentável que o convencional que obteve o índice em torno de *1,55*. Essa situação desejada de sustentabilidade decorre da preocupação do agroecossistema alternativo em manter características que melhoram a qualidade de vida das pessoas e do ambiente natural em que vivem e não somente com a produtividade ou crescimento econômico como requer o convencional.

## Tabela 1

Resultados comparativos de cada indicador obtido por cada agroecossistema e os percentuais de sustentabilidade desejados

indicadores	alternativo	convencional
produtividade da mandioca (kg/ha)	2,0	1,0
relação custo-benefício	3,0	1,0
renda familiar	3,0	1,0
autossuficiência alimentar	3,0	2,0
acesso a inovações tecnológicas	2,0	2,0
qualidade da água, coliformes termotolerantes	3,0	1,0
disponibilidade de água	1,0	1,0
condições de fertilidade do solo (pH)	3,0	3,0
textura do solo	1,0	1,0
implementação de práticas de conservação do solo	3,0	1,0
diversidade de espécies	3,0	1,0
porcentagem de área coberta com vegetação nativa e mata ciliar	2,0	1,0
nível de escolaridade	1,0	1,0
disponibilidade de acesso a serviços de saúde	2,0	2,0
grau de dependência de insumos externos	3,0	1,0
disponibilidade de crédito	1,0	3,0
participação em associações e cooperativas	3,0	3,0
participação de membros da família no manejo agrícola	3,0	2,0

fonte: Silva (2012).

O índice de sustentabilidade, apresentado pelo agroecossistema alternativo, representa a priorização dos membros familiares em produzir a mandioca de maneira consorciada com outros cultivos agrícolas, preservando os recursos naturais, o trabalho familiar, a diversidade de cultivo, a criação de animais e o sustento familiar, baseando-se, ainda, nos saberes, conhecimentos e experiências de vida dos próprios agricultores e num bom uso sistêmico da Natureza, como assinalou Sachs (2000). Enquanto isso, o convencional tem se preocupado somente com a produtividade agrícola voltada para a comercialização de produtos originários da mandioca (com destaque para a produção de farinha e goma), negligenciando aspectos das dimensões socioambientais.

Com base nos dados obtidos, a sustentabilidade da produção de mandioca de Bom Jesus pode ser evidenciada pela apresentação dos melhores desempenhos do agroecossistema alternativo que aconteceram nas dimensões econômica e social; enquanto que esse agroecossistema apresentou uma situação regular de sustentabilidade na dimensão ambiental. Por outro lado, considerando esses mesmos indicadores por dimensões, o agro-

ecossistema convencional não apresentou desempenho ótimo ou ideal em nenhuma delas (ambiental, econômica e social), mas somente em três indicadores, em que os valores ideais ou ótimos recaíram somente sobre as condições de fertilidade do solo, disponibilidade de crédito e participação em associações e cooperativas; porém, apresentou desempenho regular de sustentabilidade na área social e não desejada ou ruim nas demais dimensões econômica e ambiental. Vale ressaltar que os resultados ótimos, obtidos por esses três indicadores, se explicam basicamente devido o forte uso de insumos externos, aplicados para melhorar temporariamente a fertilidade do solo, bem como pela participação efetiva, do agricultor do agroecossistema convencional, em cooperativas que viabilizam financiamentos para o plantio de mandioca.

Apesar da produtividade dessa cultura, no âmbito da agricultura familiar de Bom Jesus-RN, não ser tão elevada assim, tanto no agroecossistema alternativo como no convencional, o primeiro vem se destacando com relação ao segundo, devido desenvolver práticas alternativas de caráter agroecológicas<sup>6</sup> de produção, voltadas principalmente para o sustento familiar, característica essa que tem contribuído para a sustentabilidade desse tipo de agroecossistema, mesmo que em dimensão e escala geográficas locais. Com base nos dados da tabela, podemos assinalar que esses dois tipos de agroecossistema de produção familiar de mandioca, pelos valores apresentados, precisam melhorar, ainda mais, seus níveis de sustentabilidade, mantendo prioritariamente os recursos naturais e a produtividade sustentável de alimentos por um longo período de tempo, na perspectiva da inclusão socioambiental tanto da presente como das futuras gerações locais, por meio da difusão de uma ética que não esteja atrelada tão somente a produtividade e ao crescimento econômico.

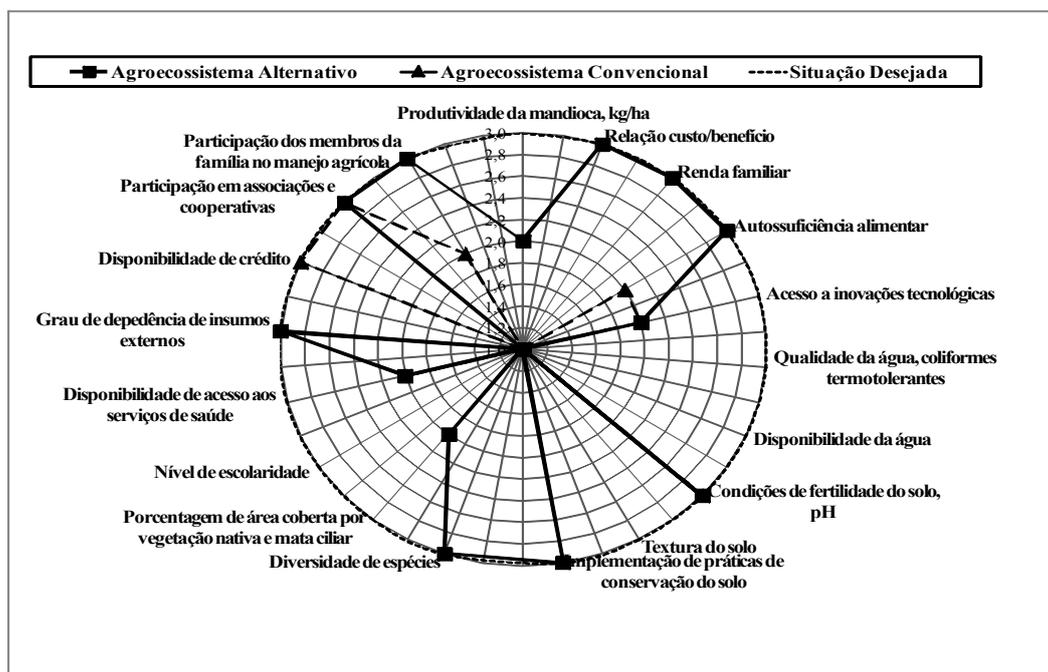
### **Apresentação e integração dos resultados dos indicadores de sustentabilidade dos agroecossistemas e conclusões e recomendações (quinto e sexto passos)**

Face aos resultados obtidos por cada indicador escolhido e embasado nos suportes teóricos, nos dados secundários e nas informações da pesquisa de campo, optamos pela integração e elaboração de um gráfico do tipo radial de sustentabilidade dos agroecossistemas de mandioca de Bom Jesus-RN, evidenciando os níveis diferentes de sustentabilidade em relação às dimensões socioeconômica e ambiental. O Gráfico 1 mostra os resultados dos indicadores de sustentabilidade, considerando as características de cada atributo e as dimensões de avaliação. Por meio da mensuração dos indicadores, avaliamos a produtividade ou rentabilidade dos agroecossistemas, mas também a estabilidade, a resiliência e a confiabilidade da gestão dos sistemas agrícolas desenvolvidos, bem como a sua capacidade de adaptação, a equidade e a autodependência.

<sup>6</sup> Valorização de produtos tradicionais, conservação dos recursos naturais, redução do uso de insumos externos, adoção de esterco de aves e animais (cama de aviário) e de restos de culturas de safras anteriores, bem como diversidade vegetal e animal.

## Gráfico 1

Sustentabilidade dos agroecossistemas de produção de mandioca de Bom Jesus, utilizando o diagrama tipo ameiba



fonte: Silva (2012).

Com o desenvolvimento desses passos, encerra-se o ciclo avaliativo do método Mesmis. Diante disso, são requeridas algumas conclusões e recomendações que resumem a análise e propõem estratégias específicas, fortalecendo a sustentabilidade do sistema agrícola e subsidiando o aperfeiçoamento do próprio processo de avaliação. Conforme os dados do diagrama, o agroecossistema alternativo foi o que apresentou melhores níveis de sustentabilidade em relação ao agroecossistema convencional, devido este último ter na produtividade sua principal tônica. Em face disso, sugerimos outras avaliações com visão sistêmica e integrada, ao longo do tempo, para a interpretação dos agroecossistemas no rumo para sistemas alternativos e sustentáveis; o aproveitamento dos resultados desta avaliação para a efetiva implantação de ações sustentáveis no meio rural; efetiva ação de preservação das áreas naturais dos agroecossistemas, conforme previsto em leis; o desenvolvimento de estudos de custos e de lucratividade de produção agrícola, bem como de alternativas técnicas e agroecológicas e de assistência técnica e de extensão rurais mais sustentáveis.

## Considerações finais

Neste artigo, os resultados da pesquisa apontaram que a sustentabilidade tornou-se mais evidente no agroecossistema alternativo, devido a práticas agrícolas que reconhecem a finitude dos recursos naturais. Aí, a mandioca é consorciada com outras culturas agrícolas, rumo a produção e autossuficiência alimentar sustentáveis. Assim, a sustentabilidade não é numa invenção nossa; ela se evidencia local e pontualmente, em ações desenvolvidas por agroecossistemas convencionais e alternativos de Bom Jesus-RN, de diferentes maneiras. No al-

ternativo, a família tem produzido mandioca associada a cultivos e criatórios diversos, buscando bem-estar, prosperidade ou sua reprodução social ao longo do tempo — adotando princípios agroecológicos e reduzindo o hiperconsumo, a pegada ecológica e o desperdício no agroecossistema —, e não só o aumento da produtividade ou o crescimento econômico, como vem fazendo o agroecossistema convencional, ao negligenciar as condições socioambientais locais.

Assim, os resultados permitem inferir que, ainda que com algumas limitações, o *Mesmis*<sup>7</sup> se mostrou adequado aos propósitos da avaliação dos agroecossistemas. As informações obtidas por meio dos indicadores podem redirecionar o cultivo de mandioca, tanto local como regionalmente – haja vista terem determinado pontos críticos para a sustentabilidade –, e se constituem em ferramentas importantes para os tomadores de decisão, seja o agricultor ou seus familiares, para modificar sustentavelmente o sistema de manejo implementado, sejam os técnicos, extensionistas ou governantes, no que tange à aplicação de políticas públicas que apoiem a produção da cultura da mandioca rumo à sustentabilidade.

## Referências

- ABRAMOVAY, R. Agricultura familiar e uso do solo. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 73-78, abr./jun. 1997.
- ALTIERI, M. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. Rio de Janeiro: Agropecuária, 2004.
- AMARAL, L.; JAIGOBIND, A. G.; JAISINGH, S. *Processamento de mandioca*. Curitiba: SBRT/Tecpar, 2007.
- CLAVAL, P. A geopolítica e o destino do desenvolvimento sustentável. In: BECKER, B. K.; MIRANDA, M. (Org.). *A geografia política do desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: UFRJ, 1997.
- DEPONTI, C. M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J. L. B. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, v. 3, n. 4, out./dez. 2002.
- EHLERS, E. M. *O que se entende por agricultura sustentável*. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- GALLOPÍN, G. Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators, a systems approach. *Environmental Modeling & Assessment*, n. 1, p. 101-117, 1997.
- GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2009.

---

7 Método validado por meio de estudos de caso no cerne da agricultura familiar que contempla apenas três dimensões: ambiental, social e econômica. Além disso, não permite a incorporação de outros subsistemas que integram o agroecossistema, nem tampouco dá maior atenção a aspectos que fortalecem os sistemas de produção ou dificultam a articulação dos atributos de sustentabilidade com pontos críticos e indicadores.

- LAMARCHE, H. (Coord.). *A agricultura familiar: comparação internacional*. Campinas: Unicamp, 1993.
- MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación Mesmis*. México: Mundi Prensa, 1999.
- MESMIS. Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad. Disponível em: <<http://mesmis.gira.org.mx/>>. Acesso em: 25 jul. 2014.
- RIBEIRO, W. C. et al. Desenvolvimento sustentável: mito ou realidade? *Terra Livre*, São Paulo, n. 11-12, p. 77-90, 1996.
- SACHS, I. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Garamond, 2000.
- SANTOS, M. A questão do meio ambiente: desafios para a construção de uma perspectiva transdisciplinar. *InterfacEHS*, São Paulo, v. 1, n.1, p. 1-14, ago. 2006.
- SICHE, R. et al. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. *Ambiente & Sociedade*, v. 10, n. 2, p. 137-148, jul./dez. 2007.
- SILVA, V. P. *Sustentabilidade de agroecossistemas de mandioca de base familiar sob a ótica do método Mesmis*. Relatório de pós-doutoramento. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012.
- VEIGA, J. E. *Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.
- WANDERLEY, M. N. B. Raízes históricas do campesinato brasileiro. In: TEDESCO, J. C. (Org.). *Agricultura familiar: realidades e perspectivas*. Passo Fundo: EDIUPF, 1999.