



Agricultura Familiar:

Pesquisa, Formação e Desenvolvimento

RAF. v.11, nº 01, 2015 / jan-jun 2017, ISSN 1414-0810

A sustentabilidade e a gestão hídrica de sistemas agroflorestais em comunidades rurais familiares, no nordeste do Pará.

The sustainability and water management of agroforestry systems in rural family communities, in the northeast of Pará.

Mariana Menezes Vanzin - Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável, PPGAA/UFPA, nanavanzin@yahoo.com.br

Oswaldo Ryohei Kato - Doutorado em Agricultura Tropical pelo Universitat Goettingen, Alemanha, EMBRAPA Amazônia Oriental, osvaldo.kato@embrapa.br

Resumo

A dinâmica produtiva nos agroecossistemas familiares amazônicos, aliada a uma diversidade sócio produtiva, propicia modificações interessantes nesse território, além de potencializar impactos socioeconômicos e ambientais positivos. A inserção de inovações técnicas, especialmente no tocante a implantação de Sistemas Agroflorestais, surge como uma alternativa viável de consolidação de espaços produtivos capazes de manter a diversidade ecológica e favorecer ganhos socioeconômicos locais. Buscou-se avaliar, através de indicadores de sustentabilidade as formas de manejo do uso da água em processos produtivos, realizados em agroecossistemas familiares nos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, localizados no estado do Pará. Para tanto, a utilização de ferramentas que auxiliam na escolha de combinações e modos de produção é imprescindível para a interpretação do cenário atual. Dessa forma, o processo metodológico desenha-se a partir da utilização da ferramenta Ambitec-Agro a fim de avaliar o uso da água em agroecossistemas tidos como agroecológicos. Assim, obtém-se a interpretação necessária acerca do impacto gerado pelo incremento produtivo em cada unidade familiar, considerando o uso de insumo e recursos, qualidade ambiental, respeito ao consumidor, gestão e administração, renda, emprego, e saúde

Abstract

The productive dynamic in Amazonian family agro-ecosystems, coupled with a socio-productive diversity, provide interesting changes in this territory, as well as enhancing positive socioeconomic and environmental impacts. The insertion of technical innovations, especially regarding the implantation of Agroforestry Systems, appears as a viable alternative of consolidation of productive spaces able to maintain the ecological diversity and to favor local socioeconomic gains. The aim of this study was to evaluate, through sustainability indicators, ways of managing water use in productive processes, carried out in family agroecosystems in the municipalities of Igarapé-Açu and Marapanim, located in the state of Para. For this, the use of tools that help in the choice of combinations and modes of production is essential for the interpretation of the current scenario. Thus, the methodological process is drawn from the use of the Ambitec-Agro tool in order to evaluate the use of water in agroecosystems considered as agroecological. Thus, we obtain the necessary interpretation of the impact generated by the productive increase in each family unit, considering the use of inputs and resources, environmental quality; Respect for the Consumer, Management and Administration; Income, Employment, and environmental health.

ambiental. Os principais resultados apontaram que a todas as Unidades Produtivas têm índice de impacto econômicos e sociais positivos, quanto aos índices ambientais, três foram classificadas como negativas. No entanto, conforme a metodologia, todas as Unidades Produtivas investigadas apresentaram-se sustentáveis. Quanto à demanda racional, 60% das Unidades Produtivas foram classificadas como parcialmente racionais, já em relação à qualidade de água, 70% das Unidades Produtivas enquadraram-se como adequada para o uso. Por fim, constatou-se que este sistema foi capaz de avaliar as Unidades Produtivas, revelando as formas de manejo considerando a qualidade e quantidade do uso da água na atividade agrícola. Embora algumas unidades produtivas alcançaram indicadores relativamente baixo em relação a sustentabilidade global, a implantação de Sistemas Agroflorestais nos agroecossistemas estudados se mostrou promissora na manutenção dos recursos hídricos e ampliação da diversidade ecológica e produtiva.

Palavras-chave

Agricultura Familiar; Ambitec-Agro; Indicadores de Sustentabilidade, Gestão Hídrica.

The main results indicated that all productive units have a positive economic and social impact index, regarding environmental indexes, three were classified as negative. However, according to the methodology, all productive units investigated were sustainable) regarding the rational demand, 60% of the productive units were classified as partially rational, already in relation to the water quality, 70% of the productive units were classified as suitable for use. Finally, it was verified that this system was able to evaluate the productive units, revealing the forms of management considering the quality and quantity of water use in the agricultural activity. Although some productive units reached relatively low indicators in relation to global sustainability, the implantation of Agroforestry Systems in the studied agroecosystems has shown to be promising in the maintenance of water resources and expansion of the ecological and productive diversity.

Keywords

Family Farming; Ambitec-Agro; Sustainability Indicators, Water Management.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a Amazônia vem atravessando mudanças na sua configuração territorial. Mudanças essas que afetam, especialmente, o uso e gestão da água nos espaços rurais. Tais modificações se relacionam intimamente com as formas de exploração produtiva adotadas pelas populações rurais e, também a partir de políticas públicas de incentivo ao aumento da escala produtiva e a multiplicação dos atores de desenvolvimento no espaço amazônico (LÉNA, 2002).

Neste contexto de mudanças, os agricultores familiares apresentam-se ativamente como catalizadores de muitos processos de mudança sócio produtiva, onde a gestão hídrica é fundamental para seu sucesso. A representatividade amazônica da agricultura familiar beira a 85,4% no número de estabelecimentos, mesmo distribuídos em apenas 37,5% da área total, mas respondem por 58,3% do valor bruto total da produção agropecuária. Em termos fundiários, apesar de realizarem suas produções em uma área relativamente pequena (média apenas 57 ha por família)¹, a agricultura familiar é responsável por 82,15% do pessoal ocupado (INCRA/FAO, 2000).

Reforçando o caráter estratégico das lógicas familiares nos processos produtivos em espaço rural, os dados do recém-extinto Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) confirmam que o número de estabelecimentos da agricultura familiar representam um total de 4.367.902, ou seja, 84% quando comparado à agricultura não familiar, estes agricultores geraram uma receita no valor de 41,3 bilhões em 2006 (DIEESE, 2011).

Essa importância da agricultura familiar é cada vez mais evidente, seja nas esferas políticas, econômica, cultural e social, geralmente associadas à sua capacidade de produzir alimentos saudáveis e uma maior preocupação com o ambiente. É nesse contexto que essa categoria social tem fundamentado suas formas de produção, mas que ainda demanda mecanismos que ajudem a mensurar e avaliar o grau de sustentabilidades alcançado por esta lógica produtiva.

O foco, ora proposto, foi uma análise de como os agroecossistemas familiares impactam na quantidade e qualidade da água, a partir da inserção tecnológica, neste caso considerando especialmente a implantação e manejo de Sistemas Agroflorestais (SAFs). Diante desse desafio investigativo, a utilização de indicadores multidimensionais de sustentabilidade se tornou fundamental para mensurar também impactos socioambientais, relacionando-os com a economia, bem como proporcionar alternativas adaptadas a manejos mais sustentáveis, nos processos produtivos locais. Na academia, tais indicadores vêm sendo desenvolvidos (e adaptados) para avaliar a sustentabilidade de agroecossistemas familiares, com a perspectiva de apoiar uma gestão menos frágil da biodiversidade natural, nos distintos processos e lógicas de produção (MASERA et al., 1999; ASTIER, 2008; MAIOR et. al., 2012).

Em distintos ambientes rurais, o uso de indicadores socioeconômicos e ambientais ajuda na avaliação do estado de sustentabilidade de agroecossistemas familiares, numa perspectiva de compreender os impactos e subsidiar propostas de gestão local, nos distintos processos e lógicas de produção. Para tanto, algumas ferramentas gerenciais têm se destacado, por considerarem as distintas realidades e seus sistemas produtivos mais complexos (lógicas familiares de produção). E dentre elas, ressaltamos os métodos MESMIS (*Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad*); o método IDEIA (*Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles*) (MASERA et. al., 1999;

¹ Em contraposição, a agricultura patronal (comercial) conta com uma área média de 1.008 ha (INCRA/FAO, 2000).

VILAIN, 2000) e; o método Ambitec-Agro (EMBRAPA, 1998; RODRIGUES et. al., 2002; RODRIGUES et. al., 2010).

Tomando como exemplo o MESMIS, o mesmo é aplicado geralmente em escala local (lote, unidade produtiva e/ ou comunidade), valorizando os sujeitos locais, através de abordagens participativas e uma análise interdisciplinaridade, privilegiando uma abordagem soft-systems e utilizando os princípios da agroecologia, com fins pedagógicos e de apoio à decisão. (MASERA et. al., 1999). No caso do método IDEIA, diferentemente da proposição do MESMIS, é aferido somente em escala no nível da propriedade rural. Conforme descreveu Vilain (2000), trata-se de um método que limita a participação do agricultor na composição dos indicadores, já que os mesmos se encontram delimitados. Assim, para avaliar e diagnosticar a sustentabilidade em sistemas agrícolas, o método é desenhado a partir da ponderação de três eixos básicos: dimensões agroambientais, socioterritoriais e econômicos; que somados produzem o *quantum* (percentual) uma atividade agrícola é (in) sustentável.

No entanto, a aplicação desses métodos é limitada quando se consideram a subjetividade e a escala de ocorrência. A subjetividade pode estar implícita no processamento e composição dos indicadores, que compõem os índices e consideram parcialmente a complexidade da lógica da agricultura familiar de tal modo que, cada aplicação demanda adaptações específicas. Aditando tais adaptações, o processamento é realizado a partir da inclusão de dados pré-determinados, cuja interação é conceitual e qualitativa, podendo comprometer a interpretação dos resultados.

Nesta busca metodológica, o Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Agro) foi concebido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), se apresenta como possibilidade de apoiar a avaliação da sustentabilidade, na escala do agroecossistema. O mesmo pode ser operado como ferramenta de avaliação dos impactos na dimensão ambiental da agricultura (EMBRAPA, 1998; RODRIGUES et. al., 2002; RODRIGUES et al., 2010). Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar a sustentabilidade ambiental de agroecossistemas familiares, nos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim - estado do Pará. Um critério fundamental reside na implantação e manejo de sistemas agroflorestais (SAFs) como atividade de investimento.

A pesquisa foi delimitada no âmbito do Projeto “Mudanças de práticas agrícolas, biodiversidade e capacitação: semeando alternativas agroecológicas para redução do desmatamento e das queimadas”, nomeado de “Raízes da Terra”, concebido pela Embrapa Amazônia Oriental. O principal objetivo foi minimizar a derrubada e o uso do fogo no nordeste paraense por meio de práticas alternativas sustentáveis (AZEVEDO et al., 2011). O respectivo projeto nasceu de uma parceria com o projeto Tipitamba que, a partir do ano 2000 foi operacionalizado pela Embrapa Amazônia Oriental. Tinha como principal objetivo a redução do desmatamento a das queimadas, através da transferência e validação da tecnologia de corte e trituração, cujos detalhes podem ser consultados no trabalho de Denich et al. (2004).

A proposta motivou as associações comunitárias envolvidas, experimentarem a diversificação de cultivos perenes por meio da inserção de sistemas agroflorestais (SAFs). Desse modo, em 2005, de forma participativa e envolvendo 50 famílias, foram construídas as estruturas do projeto Raízes da Terra, sendo submetido ao Ministério do Meio Ambiente (FERREIRA 2012; KATO et al. 2012). De acordo com Kato et al. (2012), o projeto significou redução de queima vindo a contribuir para a melhoria da situação socioeconômica das famílias, uma vez que as propriedades envolvidas substituíram monoculturas por duas ou mais culturas aditadas de espécies florestais.

A agricultura de ambos os municípios, de um modo geral, se caracteriza como itinerante de derruba e queima. Comumente, algumas propriedades agrícolas familiares ainda utilizam

técnicas como o uso de agrotóxicos e queimas frequentes. Nesse sentido, a fim de melhorar a produtividade foi vislumbrado uma proposta da Embrapa Amazônia Oriental às associações comunitárias dos agricultores dos respectivos municípios. Buscando substituir esses processos por práticas sustentáveis, nomeadamente a adoção de sistemas agroflorestais, materializadas pelo projeto Raízes da Terra, justificando a escolha dos respectivos municípios para realização dessa pesquisa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O processo metodológico desenhou-se a partir da caracterização das áreas de estudo, no âmbito do projeto Raízes da Terra, e, por conseguinte, a identificação de um conjunto amostral das unidades produtivas a serem estudadas na região pré-determinada, através da implantação de sistemas agroflorestais. Após a caracterização foi possível identificar os principais elementos que compõem a avaliação da sustentabilidade, realizada com aporte da ferramenta Ambitec-Agro, bem como dos materiais utilizados para validar a qualidade da água, identificando as formas de captação e das fontes de abastecimento de água. Em seguida foram realizadas adaptações, procedidas com base na ferramenta metodológica, direcionadas à avaliação do manejo do uso da água na agricultura familiar.

Para a operacionalização do sistema, este é composto de três etapas. A primeira etapa corresponde ao levantamento e coleta geral dos dados associados à produção da unidade produtiva. A segunda etapa é efetivamente a aplicação de um questionário em forma de entrevista individual, composto de informações a respeito dos indicadores de impactos; este na plataforma do Excel, portando obtendo os resultados quantitativos dos impactos. A terceira etapa consiste na interpretação dos índices gerados na segunda etapa, podendo ainda incluir novas proposições com intuito de minimizar os impactos negativos, e maximizar os impactos positivos, desta forma contribuindo de maneira significativa para melhorar a eficiência dos agroecossistemas de base familiar. (RODRIGUES et al., 2002; IRIAS et al., 2004).

2.1. Definição da área de estudo

A área estudada está localizada no nordeste do estado do Pará que abriga 49 municípios com cerca de 1.600.000 habitantes, correspondendo a uma área de 83.074,047 km², dividido em cinco microrregiões: Bragantina, Cametá, Guamá, Salgado e Tomé-Açu (IBGE, 2010). De acordo com o decreto estadual de 31-10-1938, o município de Igarapé-Açu está dividido em 5 distritos: Sede, Nova Timboteua, Peixe-Boi, São Luiz e Timboteua, distante a 110 km da capital do estado do Pará (IBGE, 2010). Ocupando o 47º município do estado do Pará em extensão territorial e uma densidade demográfica de 39,12 hab./km², possui uma área de 756 km² sendo pertencente à microrregião Bragantina, é delimitado topograficamente por uma bacia hidrográfica drenada pelo rio Maracanã, cuja extensão é cerca de 50 km. Esse corpo hídrico nasce no município de Castanhal, porém, além de cortar o município de Igarapé-Açu limita territorialmente, os municípios de Nova Timboteua e Santa Maria do Pará.

Por outro lado, o município de Marapanim, distante a 168 km da capital, possui uma área de 792 km² com uma população de 27.619 habitantes, e é pertence à microrregião do Salgado (IBGE, 2010). A rede hidrográfica é formada pelas bacias dos rios Paramaú, Mau e Marapanim, sendo este último o principal, estendendo-se por outros municípios limítrofes, atravessando todo o município e desaguardo no oceano Atlântico.

Na Figura 1 situam-se, geograficamente, os respectivos municípios contextualizados no estado do Pará, região norte brasileira.

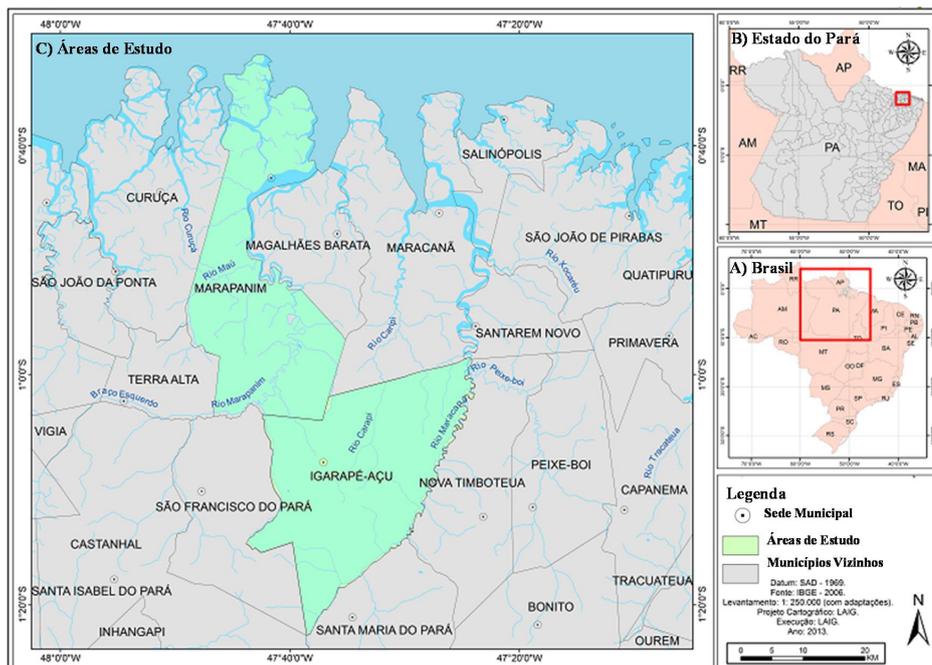


Figura 1 - Localização geográfica dos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, Pará, Brasil.
Fonte: Adaptado do IBGE (2006).

2.2. Avaliação do uso da água na produção agrícola familiar

A avaliação da sustentabilidade no espaço rural pelo sistema Ambitec-agro (RODRIGUES, et al., 2003) foi realizado a partir do cálculo dos Índices de Impacto Ambiental (IIA), Social (IIS) e Econômico (IIE). Para o cálculo do valor de IIA utiliza-se a conjugação dos aspectos: uso de insumos e recursos, e qualidade ambiental. Assim sendo, o aspecto que relaciona o uso de insumos e recursos é estabelecido por três critérios: insumos agrícolas e recursos; veterinários e matérias primas; e energia. Tais critérios têm sua composição qualificada nos componentes: uso de insumos, recursos naturais, matérias primas e fonte de energia.

A partir dessa conjugação é estabelecido um indicador para cada componente, que somados geram um coeficiente de impacto (produto de um coeficiente de alteração e um fator de ponderação). Esse coeficiente indica o desempenho de um determinado incremento produtivo, que ponderado aos critérios de impacto de cada atividade, obtém-se o respectivo índice.

Os índices que compõem a dimensão social (IIS) e econômica (IIE) foram obtidos pelo mesmo processo acima descrito. Para a composição do valor de IIS, cujos aspectos são relacionados a emprego, renda e saúde, são definidos os seguintes critérios: capacitação, oportunidade em emprego local e qualificado, oferta e condição de trabalho, e qualidade de emprego; geração de renda do estabelecimento, diversidade de fontes de rendas, e valor da propriedade; saúde ambiental e pessoal, segurança e saúde ocupacional, e segurança alimentar.

A formação do IIE inclui aspectos relacionados a respeito do consumidor, e gestão e administração, que respectivamente, são estabelecidos pelos critérios: qualidade do produto, e ética produtiva; dedicação e perfil do responsável, condição de comercialização, disposição de resíduos e relacionamento institucional. Em ambas as dimensões a composição de cada critério é formada por componentes correspondente à agregação de indicadores que por sua vez, ponderado àqueles critérios de impacto por atividade, resultam no valor de IIS e IIE.

De modo geral, a avaliação da sustentabilidade pelo sistema Ambitec-Agro tem uma estruturação sistemática para a valoração dos índices de impacto ambiental, social e

econômico, identificam-se aspectos, critérios, componentes, indicadores, coeficientes e índice de impacto, representado pelos caracteres. A avaliação da sustentabilidade, quantificando índices de impactos, acima definidos, embora sinalize aspectos relacionados ao uso da água, como na dimensão ambiental, não os evidencia de forma isolada. Portanto, a partir de um IIA, não é possível estabelecer uma robusta ferramenta ao processo gerencial e tomada de decisão, quanto ao uso da água na agricultura familiar.

Dessa forma, subsidiar esse processo de gestão, com o propósito de aferir quantidade e qualidade da água, consideram-se dois aspectos encontrados na dimensão ambiental: uso de insumos e recursos; e qualidade ambiental, respectivamente. Identificados tais aspectos, quantifica-se o coeficiente de impacto de quantidade e qualidade no manejo da água, em uma unidade de produção, considerando o SAF como incremento produtivo.

Para tanto, é necessário relacionar tais coeficientes aos impactos social, econômico e ambiental, e analisar o quanto esses impactos podem influenciar no manejo racional da quantidade com adequada qualidade físico-químico da água, em destaque, a adaptação dos coeficientes de qualidade de quantidade do uso da água na produção agrícola (Figura 2).

Assim sendo, para avaliar a sustentabilidade em cada unidade produtiva aplica-se, primeiramente, o sistema Ambitec-agro. Separara-se a dimensão ambiental, social e econômica em seus respectivos aspectos, obtendo-se a interpretação necessária acerca do impacto gerado pelo incremento produtivo em cada unidade familiar, considerando o uso de insumo e recursos (UIR), qualidade ambiental (QAM); respeito ao consumidor (RCS), gestão e administração (GAD); renda (REN), emprego (EMP), e saúde ambiental (SAM).

Essa interpretação culmina com o seguinte entendimento: a unidade produtiva é sustentável quando todos os índices gerados são positivos, isto é, estão em consonância com o desempenho do incremento produtivo na dimensão ambiental, social e econômica; quando dois dos índices são negativos, a unidade produtiva é insustentável, isto é, está em dissonância com o desempenho do incremento produtivo em uma das dimensões.

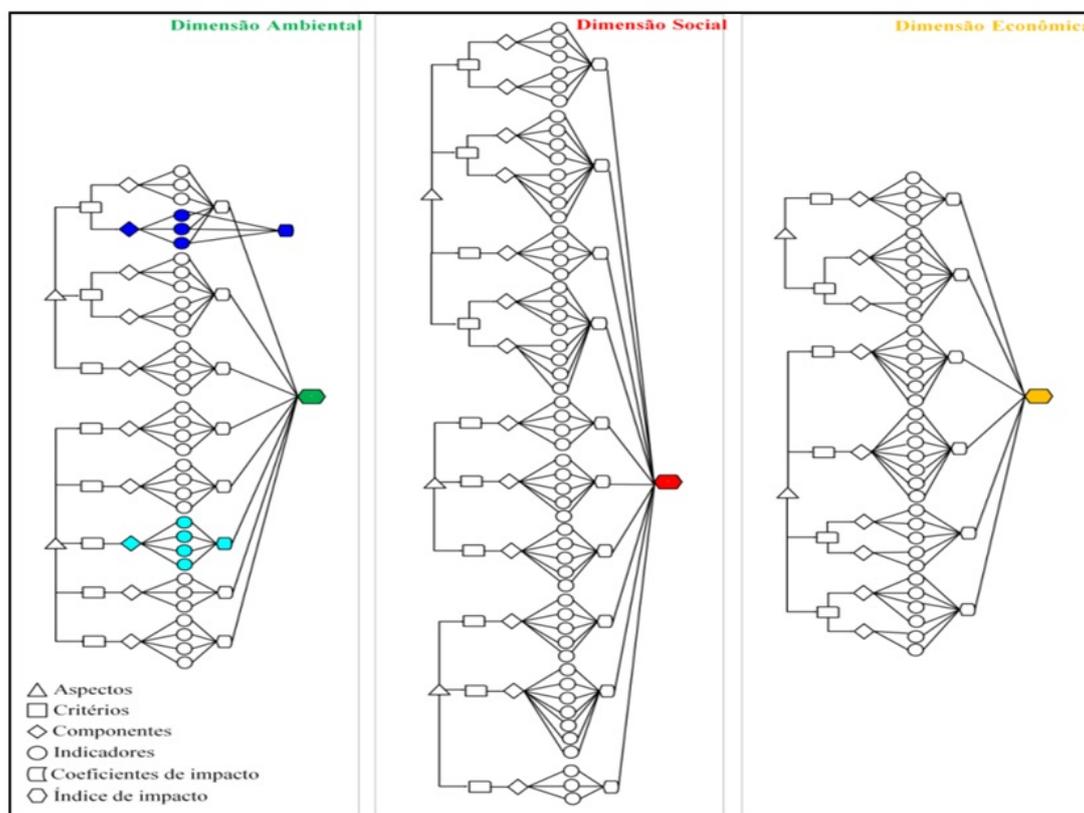


Figura 2 – Desenho esquemático do sistema Ambitec-Agro.

Fonte: Apoio referencial Rodrigues et. al.(2003).

Após a avaliação da sustentabilidade, quantifica-se o Coeficiente de Impacto (CI) de quantidade ($CI_{\text{quantidade}}$) e qualidade ($CI_{\text{qualidade}}$) no manejo da água, em uma unidade de produção, considerando a inserção de um determinado incremento produtivo. Para obtenção de $CI_{\text{quantidade}}$ faz-se uma adaptação apenas no componente uso de insumo e recurso que relaciona os indicadores: Água incorporada, Água no processo e Área (solo). A partir da soma desses indicadores gera-se o respectivo coeficiente, que é calculado por meio da escala de valores de $\pm 4,5$. Assim sendo, a demanda pela quantidade de água pode ser classificada em racional (+) ou irracional (-).

Na obtenção do $CI_{\text{qualidade}}$ as escalas de valores, advindas do somatório dos indicadores: DBO, Turbidez, Espuma/Óleo/Materiais flutuantes e Sedimento/Assoreamento; o coeficiente que relaciona a qualidade da água, é quantificado conforme a escala de ocorrência como: pontual, com um intervalo variando de ± 3 ; local, com intervalo variando de ± 6 ; e no entorno, com intervalo variando de ± 15 .

Para a detecção de possíveis alterações da qualidade, a água foi coletada em cada fonte de abastecimento das unidades produtivas. Feitas as aferições das concentrações dos indicadores de DBO e turbidez (previstos no Ambitec-Agro), os seguintes parâmetros foram considerados para complementar a análise físico-química da água: temperatura, pH, fosfato (PO-4), nitrato (NO-3), coliformes (totais, fecais e *Salmonella*).

As aferições foram realizadas com uso de equipamentos: para medidas de temperatura, pH e turbidez, foi utilizada a sonda HORIBA–Modelo U52; Modelo U-5000; Power: LR14 1.5Vx4). Para o cálculo de fosfato e nitrato foi utilizado o Refletômetro BP-5006612. Para detecção de coliformes foi utilizado o kit microbiológico TECNOBAC. Para o cálculo de DBO a água foi coletada em frascos plásticos esterilizados, mantidos refrigerados até serem levados ao laboratório particular para análise (Laboratório Analítico). Os demais indicadores socioeconômicos foram aferidos através de questionário e entrevista aplicados diretamente ao agricultor, além dos registros fotográficos.

Com o propósito de subsidiar a gestão do uso da água em agroecossistemas familiares, relacionam-se os resultados obtidos na avaliação da sustentabilidade foram relacionados em função dos valores quantificados ao coeficiente de impacto na qualidade e quantidade. A partir das relações prescritas acima, foram laborados três diagramas relacionados ao uso da água: demanda racional, adequação da qualidade, e manejo sustentável.

O primeiro diagrama (Figura 3) trata da análise da demanda racional do uso da água, em cada unidade produtiva, relacionando-a com a avaliação da sustentabilidade. O eixo das ordenadas, expressa ao somatório dos índices de sustentabilidade pelo sistema Ambitec-Agro (IIA, IIS, e IIE), o eixo das abscissas mostra aos valores de $CI_{\text{quantidade}}$ obtido através da seguinte expressão:

$$CI_{\text{quantidade}} = K \cdot \left(\pm CA_{\text{componente}} \right) \cdot \left(-P_{\text{indicador}} \right)$$

Onde: K corresponde ao fator de ponderação, delimitado pela escala pontual de peso 5; $CA_{\text{componente}}$ é o coeficiente de alteração do componente (variando de ± 3); $P_{\text{indicador}}$ corresponde ao peso do indicador que, neste caso, é igual a -0,1

A interpretação do diagrama considerando que a plotagem do somatório dos índices de sustentabilidade em função do $CI_{\text{quantidade}}$ de cada unidade produtiva, seja enquadrado em quatro quadrantes (Q), (Figura 5). Tais quadrantes traduzem a demanda pelo uso da água a partir da inserção do SAF.

Assim sendo, tem-se para cada quadrante o seguinte:

I. Demanda do uso da água Racional: Quando o incremento produtivo emprega a demanda racional da água na produção e no processo, em consonância à sustentabilidade;

II. Demanda do uso da água Parcialmente irracional: Quando o incremento produtivo demanda uma quantidade em excesso de água, em sintonia a sustentabilidade da unidade produtiva;

III. Demanda do uso da água Irracional: Quando o incremento produtivo demanda uma quantidade de água em excesso na atividade agrícola, em dissonância com a sustentabilidade;

IV. Demanda do uso da água parcialmente racional: Quando o incremento produtivo emprega o uso racional, porém em dissonância com a sustentabilidade do agroecossistema familiar.

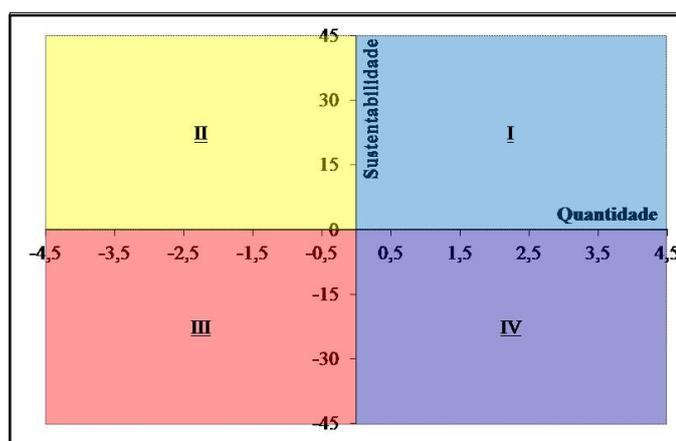


Figura 3– Diagrama da demanda racional do uso da água.

Fonte: Vanzin (2014).

O segundo diagrama (Figura 4), trata da adequação da qualidade da água, e foi elaborado como primeiro, considerando no eixo das abscissas os valores de $CI_{\text{qualidade}}$, estabelecendo-o nas três escalas de ocorrência (pontual, local e entorno), e as ordenadas as mesmas obtidas como no primeiro diagrama. Obtém-se o valor de $CI_{\text{qualidade}}$ através da seguinte formulação:

$$CI_{\text{qualidade}} = K \cdot \left(\pm CA_{\text{componente}} \right) \cdot \left(-P_{\text{indicador}} \right)$$

Onde: K é o fator de ponderação da escala pontual: 1; local: 2; e entorno: 5; $CA_{\text{componente}}$ é o coeficiente de alteração do componente (variando de ± 3); $P_{\text{indicador}}$ é o peso do indicador que neste caso é igual a -0,25

Atribuiu-se intervalos, às escalas de ocorrência de modo que a plotagem dos valores correspondentes nos respectivos quadrantes fosse estabelecida da seguinte forma: (a) escala de entorno com intervalo variando de ± 15 a ± 6 ; (b) escala local, com intervalo variando de ± 6 a ± 3 ; e (c) escala pontual com intervalo variando no máximo de ± 3 .

Cada quadrante considera da seguinte maneira as escalas de ocorrência correspondentes:

I. Qualidade Adequada: quando o incremento produtivo não impacta na adequada qualidade da água na produção agrícola, consoante à sustentabilidade da unidade produtiva;

II. Qualidade Parcialmente inadequada: quando o incremento produtivo impacta na adequada qualidade da água na produção agrícola, consoante à sustentabilidade da unidade produtiva;

III. Qualidade Inadequada: quando o incremento produtivo impacta na adequada qualidade da água na produção agrícola, em dissonância com a sustentabilidade da unidade produtiva;

IV. Qualidade Parcialmente adequada: quando o incremento produtivo não impacta na adequada qualidade da água na produção agrícola, em dissonância com a sustentabilidade da unidade produtiva.

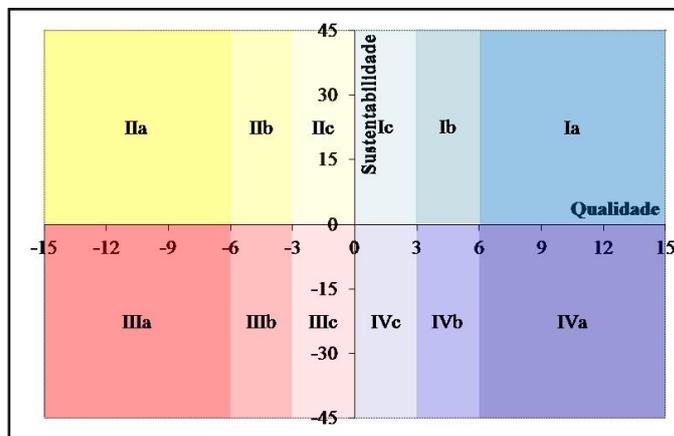


Figura 4 – Diagrama da adequação da qualidade do uso da água.

Fonte: Vanzin (2014).

O terceiro diagrama (Figura 5) trata da relação entre o manejo sustentável do uso da água e a sustentabilidade de cada unidade produtiva.

Os valores atribuídos ao manejo pela relação entre $CI_{\text{qualidade}}$ e $CI_{\text{quantidade}}$ cujos valores máximos estão no intervalo de $\pm 1,5$ foram atribuídos intervalos para as escalas de ocorrência, de modo que os valores correspondentes nos respectivos quadrantes fossem estabelecidos da seguinte forma: (a) corresponde à escala de pontual com intervalo variando de $\pm 1,5$ a $\pm 0,75$; (b) escala local, com intervalo variando de $\pm 0,75$ a $\pm 0,3$; e (c) escala no entorno com intervalo variando entre $\pm 0,3$ a $0,15$. Cada quadrante revela o quanto o manejo é sustentável em cada unidade produtiva, de modo que:

I. Manejo Sustentável: quando o incremento produtivo não impacta na adequada qualidade e emprega de forma racional o uso da água na produção agrícola, em consonância à sustentabilidade da unidade produtiva.

II. Manejo Parcialmente insustentável: quando o incremento produtivo impacta na adequada qualidade, e emprega de forma irracional o uso da água na produção agrícola, em consonância com a sustentabilidade da unidade produtiva;

III. Manejo Insustentável: quando o incremento produtivo impacta na adequada qualidade e emprega de forma irracional o uso da água na produção agrícola, em dissonância com a sustentabilidade da unidade produtiva;

IV. Manejo Parcialmente sustentável: quando o incremento produtivo não impacta na adequada qualidade, e emprega de forma racional o uso da água na produção agrícola, em dissonância com a sustentabilidade da unidade produtiva.

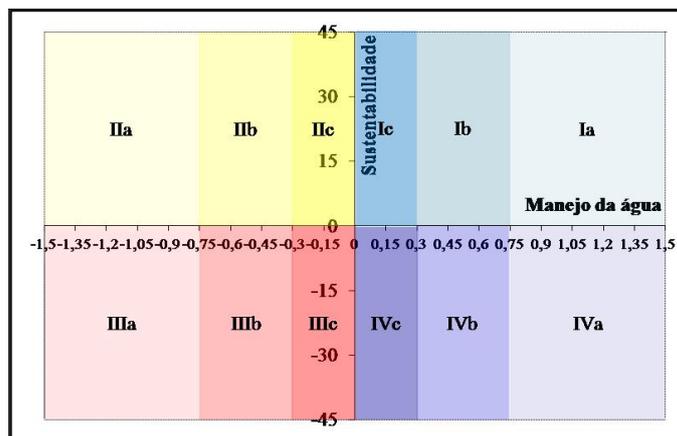


Figura 5 – Diagrama do manejo sustentável do uso da água.

Fonte: Vanzin (2014).

O quarto diagrama (Figura 6) trata do subsídio da gestão do uso da água e considera o índice de impacto geral da atividade, que traduz o desempenho de um determinado incremento produtivo, neste caso considerando o SAF.

O índice varia de ± 15 , onde (-) indica desempenho insustentável e (+) indica desempenho sustentável de um incremento produtivo. Para cada unidade produtiva, os resultados desse desempenho foram plotados no eixo das ordenadas, relacionando o manejo do uso da água cujos resultados foram plotados no eixo das abcissas.

Essa relação tem como objetivo identificar se em uma dada escala de ocorrência, o desempenho do incremento produtivo reflete positiva ou negativamente no manejo da água na unidade produtiva. Assim, foram atribuídos intervalos as escalas de ocorrência.

Em cada quadrante o desempenho do incremento em relação ao manejo da água mostra que:

I. Desempenho Positivo: quando o manejo sustentável da água está em consonância com o desempenho sustentável do incremento produtivo;

II. Desempenho Parcialmente negativo: quando o manejo da água resulta na insustentabilidade e em consonância com o desempenho do incremento produtivo.

III. Desempenho Negativo: quando o desempenho do incremento produtivo é negativo em dissonância com a sustentabilidade da atividade produtiva;

IV. Desempenho Parcialmente positivo: quando o manejo da água é sustentável, em dissonância com o desempenho do incremento produtivo.

A metodologia culmina com quatro etapas: caracterização, avaliação, construção e interpretação.

A primeira etapa consistiu da caracterização dos agroecossistemas familiares, para obtenção de informações de cada unidade produtiva investigada antes e após a inserção de um incremento produtivo, como área cultivada, demanda de água incorporada ao processo e no processamento do produto, identificação das práticas agrícolas e fonte de captação de água (superficial e/ou subterrânea) e, por fim, a aplicação de questionário, que deve compor a análise da etapa subsequente.

A segunda etapa aplicou a ferramenta Ambitec-Agro para avaliar a sustentabilidade de cada unidade produtiva, permitindo evidenciar que, embora uma unidade produtiva obtenha impactos positivos em uma determinada dimensão, pode haver impactos negativos em outras, isto é, a inserção do incremento produtivo pode tornar a unidade produtiva dissonante com a sustentabilidade. Estas evidências foram discutidas realizando adaptações na ferramenta, a fim de propor mecanismos de subsídio ao manejo sustentável no uso da água na agricultura familiar.

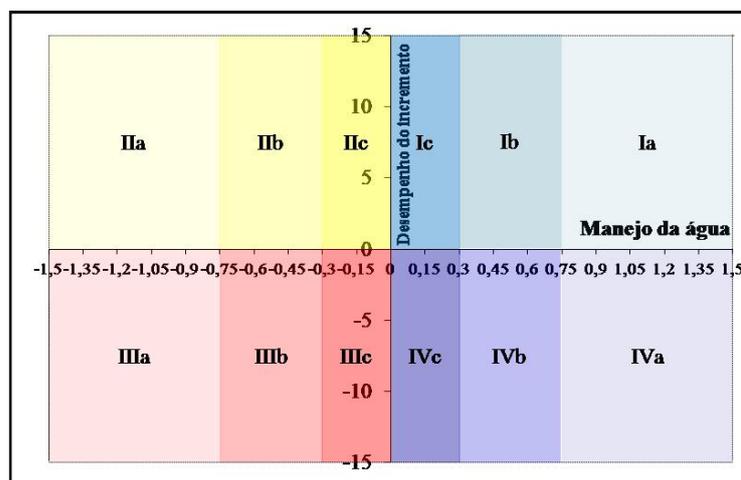


Figura 6 – Diagrama do desempenho do incremento produtivo.

Fonte: Vanzin (2014).

A terceira etapa evidenciou tais adaptações com a proposição de um coeficiente de impacto de qualidade e quantidade, as quais foram relacionadas ao somatório dos índices de impacto ambiental, social e econômico. A partir dessa relação foram construídos três diagramas em relação ao uso da água: demanda racional, adequação da qualidade e manejo sustentável, interpretados nos quatro quadrantes, que nas duas últimas relações expõem a escala de ocorrência.

Finalizando essa etapa, o desempenho do incremento produtivo foi relacionado com o manejo do uso da água (produto entre qualidade e quantidade), de tal modo que em cada unidade produtiva, foi evidenciado o quanto a sustentabilidade do manejo da água é influenciada pela inserção do SAF.

A quarta etapa apontou os limites e potencialidades da ferramenta Ambitec-Agro, na avaliação da sustentabilidade, bem como as adaptações adotadas como subsídio a gestão sustentável nos agroecossistemas familiares, tendo como precedente todas as etapas anteriormente prescritas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Perfil dos agroecossistemas avaliados

A Tabela 1 apresenta informações básicas de cada unidade produtiva, entre elas o tamanho total da área, ano e produção das culturas após implantação do SAF, vislumbra-se que a dedicação do SAF nas áreas de amostragem iniciou-se a partir do ano de 2002. De acordo com informações dos agricultores, anteriormente a implantação de práticas alternativas, 100% das unidades produtivas dedicavam-se essencialmente ao roçado para produção de mandioca, como principal atividade agrícola. A preparação da área produtiva realizava-se com a queima e derrubada da vegetação, caracterizando práticas agrícolas insustentáveis. Este contexto mudou a partir da implantação do SAF, onde a maioria das unidades produtivas abandonou o uso do fogo na limpeza da área para cultivo, optando por “descansar” este espaço, e assim aumentar a reserva legal prevista no Código Florestal.

Ferreira (2012), afirma que a técnica de corte e trituração resulta no aumento do teor de matéria orgânica no solo e flexibilização do período de plantio, já que não há necessidade de épocas secas para o preparo de área (apud KATO et al, 1999). Os resultados financeiros são apontados por Kato et al. (2008), revelando que em médio prazo os produtos orgânicos

obtidos, podem promover retornos financeiros mais vantajosos, em função de agregar valor ao produto.

Tabela 1 – Perfil das unidades produtivas

UP _n	Área (ha)	Ano de implantação	Cultivo pós a implantação do SAF.
1	50	2006	Açaí*; Cupuaçu; Feijão; Limão; Milho; Tangerina.
2	17	2002	Feijão; Mandioca; Melancia; Milho; Pimenta do Reino.
3	14	2005	Cacau; Limão; Mogno; Paricá; Tangerina.
4	13	2005	Açaí; Graviola; Laranja; Limão; Mamão; Mandioca; Pimenta do Reino; Pimentinha; Teca; Mogno.
5	25	2005	Cupuaçu; Laranja; Mandioca*; Limão; Mamão; Pimenta do Reino; Pupunha; Roça**.
6	50	2005	Açaí*; Laranja; Cacau; Limão Mogno; Muruci; Paricá; Roça**; Tangerina; Teca.
7	50	2008	Açaí; Cupuaçu; Gliricídia***; Roça**; Pimenta.
8	25	2006	Feijão; Horta; Maracujá; Milho; Pimenta do Reino.
9	25	2006	Açaí; Cedro; Cupuaçu; Limão; Mandioca; Maracujá; Mogno; Tangerina.
10	25	2005	Açaí; Limão; Laranja; Taperebá.

Fonte: Vanzin (2014).

* Consumo próprio; ** Comercialização de farinha; *** Fazer muda.

3.2. A Avaliação do estado de sustentabilidade comparativa dos agroecossistemas

De acordo com a metodologia utilizada pelo Ambitec-Agro, todas as unidades produtivas investigadas foram classificadas como sustentáveis a partir da inserção do SAF, mesmo aquelas que obtiveram resultados negativos no IIA.

Os resultados dos IIA são compostos por dois aspectos: UIR e QAM. No primeiro, os resultados apontaram que as UP_{1;3;4;5} obtiveram níveis ≤ -15 , considerados insustentáveis. O uso de insumos agrícolas, produtos veterinários e matéria-prima contribuíram para o valor negativo obtido pelas UP_{1;4;5} caracterizado pelo uso de ração para os animais, como cavalo, vacas, galinha e porco. O outro indicador que cooperou negativamente nas UP_{1;3;4;5} relacionou-se ao aumento do uso de energia. Apenas a UP₄ alcançou um valor de -1,15 no aspecto QAM.

O IIE também é formado de dois aspectos: RCS e GAD e, de um modo geral, quase todas as unidades produtivas obtiveram um balanço positivo ≤ 15 , interpretado como sustentáveis, a exceção das UP₈ que atingiu valor de -1,15, relacionado, principalmente, à qualidade do produto, apesar da considerável diminuição do uso de agrotóxicos após a implantação do SAF. Ainda assim, esta unidade produtiva utiliza agrotóxicos na plantação de maracujá e pimenta.

Os aspectos REN, EMP e SAM estão atribuídos ao IIS, e em relação aos dois primeiros aspectos, todas as unidades produtivas foram consideradas sustentáveis, com valores ≤ 15 . No aspecto SAM, as UP_{1;4;5} atingiram valores ≤ -15 , e foram consideradas insustentáveis, em decorrência da segurança e saúde ocupacional, relatado pelos agricultores, como a utilização de ferramentas como enxada, facões e outros.

Na Tabela 2 se observa detalhadamente os resultados que cada unidade produtiva obteve nos aspectos relacionados aos IIA; IIE e IIS. Conforme o sistema Ambitec-Agro avalia a sustentabilidade ambiental de cada unidade produtiva, como visto limita-se a sustentabilidade em três principais índices, indicando que todos os valores positivos evidenciam o nível de sustentabilidade.

Sendo que os valores negativos mencionam o nível de insustentabilidade, culminando na seguinte interpretação: quando todos os índices são positivos, interpreta-se que a unidade produtiva está em consonância com a implantação do SAF, por outro lado, se mais de dois índices resultarem em um valor negativo, estabelece, portanto a dissonância com a utilização do SAF na produção agrícola, sendo classificada como insustentável.

Por fim, obtém-se a interpretação necessária acerca do impacto gerado pelo SAF em cada unidade produtiva, considerando as dimensões de todos os aspectos, culminando também na confecção da matriz sustentável, que permite a visualização da avaliação geral da sustentabilidade obtida através do Ambitec-Agro, onde se podem observar claramente às unidades produtivas que obtiveram valores inferiores a -15.

Os resultados definitivos dos índices (IIA, IIE, IIS) apontam que todas as UPs, tanto nos IIS quanto no IIE obtiveram resultados ≤ 15 . No que diz respeito ao IIE, o indicador com maior destaque é a renda, portanto a implantação do SAF proporcionou as UPs aumentar seus rendimentos, através da produção diversificada de produtos agrícolas. Já no IIS, o indicador responsável pelo saldo positivo é a segurança alimentar, ou seja, ligado principalmente na garantia da produção, assim como na quantidade de alimento produzido tanto para o consumo próprio, como aqueles considerados excedentes e direcionados para a comercialização. Em consequência da drástica redução de agrotóxicos, permitindo a qualidade nutricional dos produtos agrícolas.

Tabela 2 – Resultados dos aspectos: uso de recursos e insumos (UIR), qualidade ambiental (QAM), respeito ao consumidor (RCS), gestão e administração (GAD), renda (REN), emprego (EMP) e saúde ambiental (SAM).

UP	IIA		IIE		IIS		
	UIR	QAM	RCS	GAD	REN	EMP	SAM
UP ₁	-2,17	2,15	0,73	3,81	1,00	0,68	-0,17
UP ₂	2,83	1,29	1,25	2,31	1,75	0,53	0,07
UP ₃	-1,33	3,57	-3,75	4,06	0,00	1,36	2,87
UP ₄	-1,58	-1,15	4,13	1,50	3,67	0,54	-0,17
UP ₅	-3,33	1,59	1,25	2,94	0,92	0,00	-0,73
UP ₆	2,50	0,52	2,50	1,06	1,33	0,44	0,50
UP ₇	1,25	1,26	1,88	3,63	2,92	0,53	4,33
UP ₈	0,17	1,33	-1,15	2,25	1,33	0,57	0,73
UP ₉	3,25	1,07	0,63	2,63	1,75	0,61	1,10
UP ₁₀	1,50	1,97	1,25	2,50	3,42	0,53	0,80

Fonte: Vanzin (2014).

Somente no IIA as UP_{1;4;5} apresentam-se ≤ -15 , os indicadores com mais relevância para este quadro, referem-se à qualidade da água e ao aumento de consumo de energia, como uso da bomba na atividade de irrigação. De acordo com a metodologia utilizada pelo Ambitec-Agro, todas as unidades produtivas investigadas foram classificadas como sustentáveis a partir da inserção do SAF, mesmo aquelas que obtiveram resultados negativos no IIA.

3.3. O uso da água na produção e impactos observados

A avaliação do uso da água congrega duas características básicas: a qualidade e quantidade da água utilizada na entrada do sistema produtivo. Os diagramas abaixo interpretam o uso da água, como adequado e racional, de acordo com o abastecimento de água na produção e classificam a demanda e qualidade da água, relacionados com a sustentabilidade baseada no sistema Ambitec-Agro. No entanto a sustentabilidade não é garantia de que o SAF indique um manejo correto da água no processo produtivo.

O primeiro diagrama (Figura 7) mostra a demanda do uso da água, relacionada com três indicadores obtidos através do Ambitec-Agro, sendo estes: água incorporada; água no processo e área (solo). Os resultados apontam que as UPS_{3;4;8;10} foram classificadas no quadrante I, portanto a demanda do uso da água é Racional, ou seja, o SAF como incremento produtivo demanda a água de maneira equilibrada na produção, estando em consonância com a sustentabilidade. Destas apenas a UP₃ não se dedica a prática de irrigação.

Em contrapartida as demais UPS_{1;2;5;6;7;9} enquadraram-se no quadrante II classificando-as como *Parcialmente Irracional*, neste caso a sustentabilidade é positiva, porém a demanda do uso da água é utilizada em excesso na atividade produtiva, esta classificação pode estar relacionada ao fato de que todas as unidades produtivas investigadas aumentaram a demanda do uso da água, tanto aquelas que fazem irrigação no verão, porém o aumento da água também está relacionado à limpeza dos produtos finais, para a comercialização, bem como a diversidade das culturas nas áreas produtivas, assim demandando uma maior quantidade de água. Apesar deste resultado, adverte-se não houver nenhum tipo de controle da quantidade do uso da água utilizada no processo produtivo, mesmo com a inserção de um SAF.

Conforme os dados do Ambitec-Agro as UPS_{1;2;5;6;7} obtiveram resultados negativo no indicador *área (solo)*, ou seja, após a inserção do incremento produtivo (SAF), tais unidades produtivas aumentaram o tamanho da área produtiva. No indicador *água no processo* as UPS_{5;6;7} resultaram em um valor negativo, ou seja, antes do SAF a demanda da água utilizada no processo era inferior, após a implantação do SAF houve um excesso da quantidade de água empregada na produção agrícola. Apenas a UP₅ obteve no indicador *água incorporada* valor negativo utilizando água em excesso na lavagem do mamão, pimenta-doce e maracujá.

A figura 10 traz o diagrama correspondente à adequada qualidade de água e que se relaciona com quatro indicadores provenientes do sistema Ambitec-Agro, sendo estes: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); Turbidez, Materiais Flutuantes; e Sedimento/Assoreamento. Essa figura mostra que as UPS_{1;3;4;5;6;8;9} classificaram-se como *Adequadas*, conseqüentemente a implantação do SAF não impacta na adequada qualidade da água empregada na atividade produtiva, por conseguinte encontra-se em consonância com a sustentabilidade.

Por outro lado, percebe-se que as UPS_{2;7;10} enquadraram-se na qualidade da água como *Parcialmente Inadequada*, desta forma conduzindo ao SAF a uma ação impactante na adequada qualidade da produção agrícola, mesmo as referidas unidades produtivas estando em consonância com a sustentabilidade.

A qualidade *Parcialmente Inadequada* da água pode estar relacionada com atividades potencialmente poluidora no entorno das unidades produtivas, não se podendo atribuir tal condição a inserção do SAF. Além disso, UPS_{2;10} obtiveram resultados em discordância com que está previsto para o DBO, acima do limite aceitável, já a UP₇ quanto ao indicador *turbidez* ficou acima do aceitável, conduzindo desta forma para uma água barrenta.

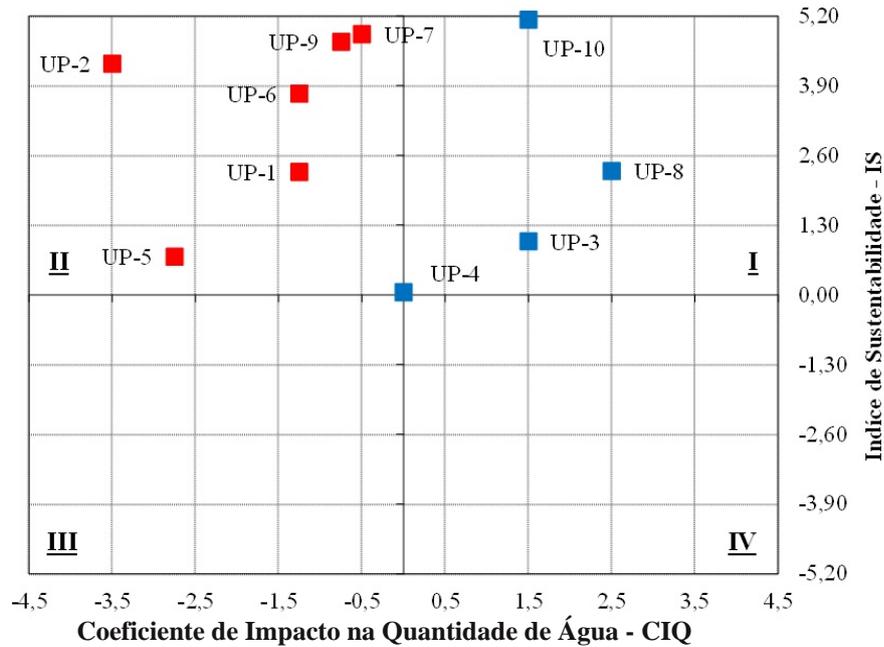


Figura 7 - Diagrama da demanda racional do uso da água.

Fonte: Vanzin (2014).

A partir da avaliação do sistema Ambitec-Agro no indicador *turbidez* as UPs_{2;7;10} obtiveram valor negativo, desta forma atingindo a insustentabilidade neste determinado indicador. Os indicadores *sedimento (assoreamento)* UP_{2;10} alcançaram pontuação negativa, assim sendo tornando-as como insustentável nestes indicadores este fato pode estar ligado ao desmatamento realizado a beira do igarapé. Somente a UP₂ obteve valor negativo no indicador *materiais flutuantes*, conforme relatos do agricultor, apontando para alguns resíduos encontrados no manancial.

O manejo sustentável é resultado da relação entre CI_{quantidade} e CI_{qualidade}, estes obtidos a partir das adaptações aferidas através do sistema Ambitec-Agro (conforme exposto no capítulo da metodologia). Portanto, o quadrante I revelou que as UPs_{2;3;4;7;8} caracterizam-se por um *Manejo Sustentável*, ou seja, o SAF não impacta na adequada qualidade da água, e emprega o manejo de forma racional na atividade produtiva, além de estar em consonância com a sustentabilidade aferida através do sistema Ambitec-Agro.

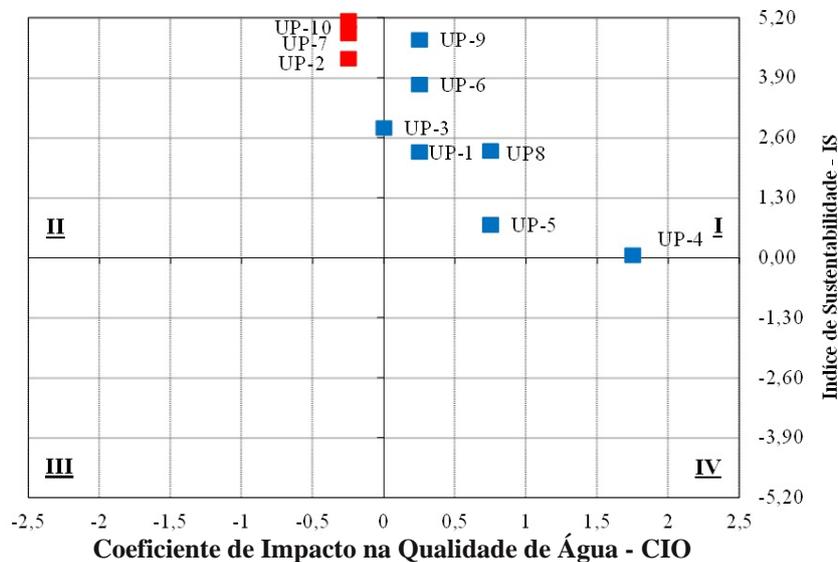


Gráfico 8 - Diagrama da adequada qualidade do uso da água.

Em contrapartida, as UPS_{1;5;6;9;10} comportaram-se com características de um *Manejo Parcialmente Insustentável*, interpretando que o SAF impactou na adequada qualidade e empregando a água de forma irracional na produção agrícola, porém em consonância com a sustentabilidade das unidades produtivas (Figura 9).

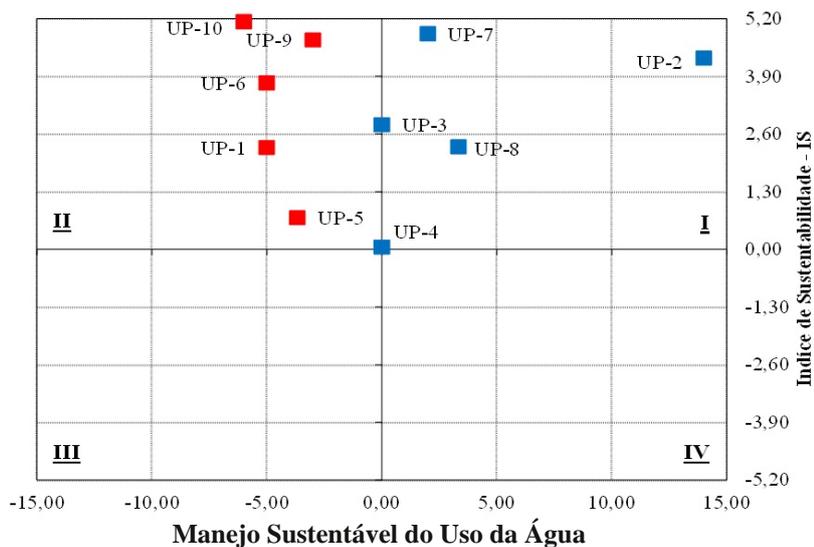


Figura 9 - Diagrama do manejo sustentável do uso da água.
Fonte: Vanzin (2014).

A figura 10 corresponde ao índice de impacto geral da atividade, relacionando-se com manejo da sustentabilidade, portando este traduz qual o desempenho que o SAF obteve em cada unidade produtiva. Conforme esta relação constata-se que as UPS_{2;3;4;7;8} situam-se no quadrante I refletindo em um manejo sustentável da água, estando em consonância com o desempenho da implantação do SAF na atividade produtiva, consequentemente tendo um *Desempenho Positivo*. No quadrante II obtendo um *Desempenho Parcialmente Negativo*, refletindo no manejo da água insustentável, em consonância com o desempenho do SAF estão as UPS_{1;5;6;9;10} (Gráfico 5).

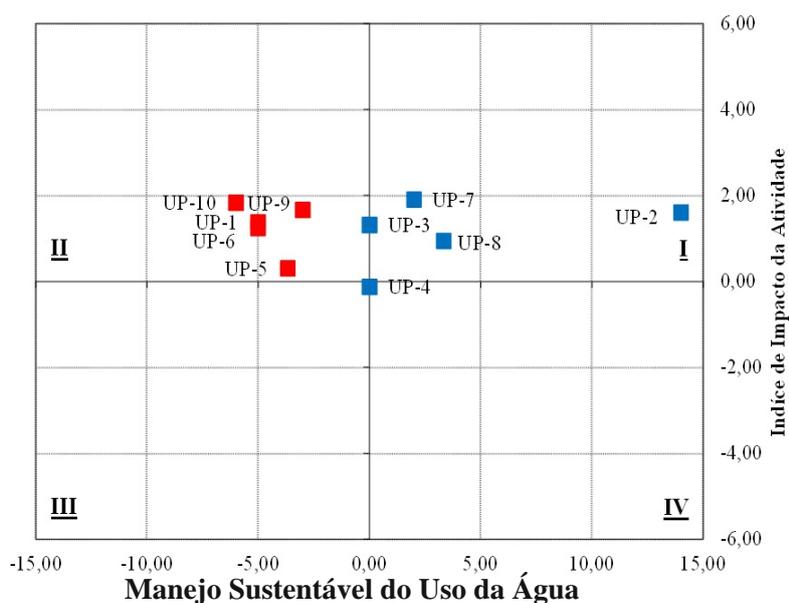


Figura 10 - Diagrama do desempenho do SAF.
Fonte: Vanzin (2014).

Desta forma, a fim de subsidiar o processo de gestão do uso da água na produção agrícola, com o propósito de aferir quantidade e qualidade da água, esta análise mostrou-se capaz de aferir sobre os impactos gerados pela inserção do SAF, em cada agroecossistema familiar analisado. Porém, esta interpretação da sustentabilidade ambiental nas unidades investigadas não assegura para um correto manejo da água no processo produtivo, já que a gestão consiste não apenas na quantidade e qualidade positivas. Indo além, através de uma relação sistêmica, a exemplo do adequado tratamento da água; do solo com a ausência do uso de agrotóxicos na atividade produtiva.

Por outro lado, a integração do manejo do uso da água, com perspectiva de mitigar os impactos socioambientais, tem direta interface entre as áreas de recursos hídricos e de saneamento ambiental. Entre essas questões, destacam-se algumas de caráter mais abrangente, como as intervenções voltadas ao controle da contaminação da água, e outras mais específicas, por sua estreita e direta relação com a saúde pública, caso dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário.

Conforme análise de Silva (2007), realizada na Floresta Nacional de Caxuanã, no estado do Pará, a situação de vulnerabilidade da população é submetida à precária condição sanitária e de saúde, mostrando a relação existente entre a fonte de água para o consumo doméstico e prevalência de múltiplas parasitoses intestinal. Este autor ressalta ainda que estudos feitos em outras populações da Amazônia revelam níveis superiores de doenças de veiculação hídrica, o que reforça a relação entre o acesso a saneamento ambiental e incidências de moléstias.

Ressaltam-se as adaptações realizadas através do sistema Ambitec-Agro feitas a partir dos resultados dos Índices Ambiental, Econômico e Social, mostrou ser capaz de interpretar o uso da água na agricultura, evidenciando assim, a importância do SAF nas áreas produtivas para o desenvolvimento da sustentabilidade nas áreas produtivas.

As considerações delineadas para análise da água culminou na avaliação de parâmetros que mediram a qualidade das fontes de abastecimento, embora o sistema Ambitec-Agro considere o DBO e Turbidez, apenas estes dois indicadores não ponderariam a qualidade da água de forma específica. Desta forma, aponta-se como potencialidade ao sistema abranger parâmetros que denotem efetivamente o conjunto de características para uma boa qualidade de água, tanto para o consumo humano, quanto aquela água direcionada para a produção, a exemplo, da atividade de irrigação.

Como medidas complementares ao sistema Ambitec-Agro, para avaliação do manejo do uso da água, indica-se a inclusão de questionamentos da percepção do agricultor quanto à qualidade e quantidade de água utilizada para a produção, para que seja possível estabelecer como consequência da avaliação, ou seja, um *feedback* nas unidades produtivas. Assim, tornando possível a efetiva inclusão do agricultor, a fim de participar no processo de gestão e tomada de decisão objetivando ações que possam vir proporcionar a sustentabilidade ambiental do uso da água nas unidades produtivas.

4. CONCLUSÕES

Dentre seus diversos usos, cerca de 70% do consumo da água são destinados à agricultura. Nesse cenário, a gestão sustentável do uso da água está relacionada a uma adequada quantidade com uma qualidade desejável para uma determinada finalidade (e.g. uso para consumo doméstico, industrial etc.). No entanto, existem alguns aspectos e atividades

socioeconômicas no meio rural, que podem comprometer o uso desse recurso, tais como: a falta de saneamento ambiental, uso indiscriminado de agrotóxicos, entre outros.

O manejo dos recursos naturais, mais especificamente o uso da água, deve estar em consonância com a sustentabilidade. Para tanto, algumas atividades no meio rural devem sofrer intervenções de modo a mitigar possíveis impactos. Dentre essas intervenções citam-se as mais recorrentes: adoção de sistemas agroflorestais, educação ambiental, e produção de alimentos agroecológicos nas unidades produtivas.

Portanto, o trabalho utilizou como procedimento metodológico a aplicação do sistema Ambitec-Agro, a fim de mensurar os impactos relacionados à gestão do uso da água, a partir da inserção de um determinado incremento tecnológico na produção agrícola.

Desse modo, a proposta recorreu a adaptações ao sistema que permitiu a proposição de um coeficiente de impacto relacionado à qualidade e quantidade de água, os quais foram correlacionados à sustentabilidade (somatório dos aspectos ambientais e socioeconômicos). Essa correlação ponderou se uma determinada intervenção, como incremento tecnológico (nesta pesquisa considerando o SAF), está em consonância com a sustentabilidade a atividade no meio rural.

A partir dessa relação foram construídos três diagramas em relação ao uso da água: demanda racional, adequação da qualidade e manejo sustentável cujos resultados foram plotados em diagramas, e interpretados a luz de quatro quadrantes. O desempenho do incremento produtivo foi relacionado com o manejo do uso da água (produto entre qualidade e quantidade). Tal aplicação revelou os índices nas unidades produtivas. De acordo com o sistema Ambitec-Agro todas as unidades produtivas são sustentáveis, demonstrando dados negativos apenas no Índice de Impacto Ambiental das UPS_{4,5}, porém este resultado não influenciou para considerá-las insustentáveis.

As adaptações realizadas possibilitou a avaliação do manejo do uso da água, consumida na produção agrícola. A demanda racional do uso da água oferece a interpretação, da utilização de água na produção agrícola. Assim sendo, as UPS_{3,4;8,10} o fazem de maneira *Racional*. As demais UPS_{1,2;5;6;7;9}, em função da implantação do SAF demandaram uma quantidade maior de água destinada à produção, neste caso classificadas como *Parcialmente irracional*.

A avaliação da qualidade da água apontou a insustentabilidade das UPS_{2,7;10}, culminando com os indicadores relacionados à adequada qualidade do uso da água, tornou-as *Parcialmente Inadequada*, quanto à implantação do SAF. O manejo do uso da água que é resultante dos coeficientes de quantidade e qualidade indicou que 50% das UPS caracterizaram-se como Sustentáveis, a outra metade como *Parcialmente Insustentável*. O mesmo resultado se repetiu no desempenho do incremento produtivo, onde o SAF influenciou de maneira *Positiva* as UPS_{2,3;4;7;8} e *Parcialmente Negativo* as UPS_{1,5;6;9;10}.

Por fim, os dados levantados pela associação da qualidade e quantidade da água captada por mananciais superficiais ou subterrâneos destinados para agricultura familiar, revelou de modo geral como sustentáveis. Assim, a premissa de sustentabilidade proposta pelos mecanismos gerenciais, prevê a participação efetiva dos agricultores na tomada de decisão.

A proposta metodológica foi executada nos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, sendo eleitas dez unidades produtivas, cujo critério foi previamente estabelecido pela inserção do incremento produtivo SAF. O desempenho do incremento produtivo foi relacionado com o manejo do uso da água (produto entre qualidade e quantidade), de tal modo que em cada unidade produtiva, foi evidenciado o quanto a sustentabilidade do manejo da água pode influenciar a inserção do incremento produtivo.

Nesse sentido, a fim de mitigar os impactos socioambientais e econômicos constatados a

partir da percepção dos agricultores nas unidades produtivas, recomendam-se as seguintes propostas de gestão, como: a) Garantia de um tratamento da água adequado e dispor em local apropriado todo o resíduo produzido, salientando a importância de um banheiro estruturado; b) consolidarem manejos produtivos sem o uso de agrotóxicos, e outros produtos químicos; c) controle e gestão da quantidade da água destinada à produção agrícola.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTIER, M.; MASERA, O.; GALVÁN-MIYOSHI, Y. Coord. **Evaluación de Sustentabilidad: Un enfoque dinámico y multidimensional.** SEAE/CIGA/ECOSUR/CIEco/UNAM/GIRA/Mundiprensa/ Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, Espanha, 2008.

AZEVEDO, C. M. G. C. et al. **Raízes da terra: semeando experiências alternativas em agricultura sem queima.** In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Belém-PA, 2011. Embrapa Amazônia Oriental. Artigo em anais de congresso, 2011.

BILLOT, A. **Agriculture et systemes d'élevage en zone Bragantine (Pará-Brésil): diagnostic des systems de production familiaux a forte composante elevage.** Montpellier: CNEARC EITARC, 1995. 140p.

DENICH, M.; et al. **Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: the experience from Eastern Amazonia.** Agroforestry Systems. v. 61-62. p. 91-106, 2004.

DIEESE. **Estatística do meio rural 2010-2011.** 4 ed. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos; Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural; Ministério do Desenvolvimento Agrário. São Paulo: DIEESE; NEAD; MDA, 2011. Disponível em: <http://www.nead.gov.br/portal/nead/nead-especial/> Acesso em: 18 de maio de 2013.

EMBRAPA. In: Embrapa, editor. **III Plano Diretor da Embrapa: Realinhamento Estratégico**, vol. 40. Brasília: Secretaria de Administração Estratégica, 1998.

FERREIRA, J. H. O. **Contribuição da agricultura familiar na construção do conhecimento agroecológico: estudo de caso do projeto Raízes da Terra.** Dissertação (Mestrado em Agricultura Familiar e Desenvolvimento Sustentável, Programa de Pós-graduação em Agriculturas Amazônicas Núcleo de Ciências Agrárias e desenvolvimento rural) da Universidade Federal do Pará, p. 96, 2012.

IBGE, **Pesquisa nacional de saneamento básico**, 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/ibgeteen>. Acesso em: 23 de junho de 2013.

IBGE. Censo demográfico-2010. Disponível em www.ibge.gov.br Acesso em: 9 de Março de 2013.

INCRA/FAO. **Novo retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto.** Brasília-DF: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2000.

IRIAS, L. J. M.; et al. **Avaliação e impacto ambiental de inovação tecnológica agropecuária - aplicação do sistema Ambitec**. Agric. São Paulo, São Paulo, v. 51, n. 1, p. 23-39, jan./jun. 2004.

KATO, O. R.; KATO, M. do S. A.; PARRY, M. M.; DENICH, M.; VLEK, P. L. G. **Método de preparo de área sem queima: uma alternativa para agricultura tradicional da Amazônia Oriental**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 3 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 13).

KATO, O. R.; FREITAS, A. C. R. de; FERREIRA, J. H.; LEMOS, W. P.; GONÇALVES, R. C.; FILHO, J. A. R.; AZEVEDO, C. M. C. de; VASCONCELOS, M. A.; MOURÃO, M.; MATOS, L. M. S. de; GATO, R. F.; SHIMIZU, M. e ROFFE, A. **Recuperação de área degradada através do preparo de área sem queima e sistemas agroflorestais**. Conferência do Subprograma de Ciência e Tecnologia SPC&T Fase II/PPG7 (2008: Belém, PA). Anais da Conferência do Subprograma de Ciência e Tecnologia SPC&T Fase II/PPG7, realizado em Belém, Pará, Brasil, de 1 a 4 de dezembro de 2008. Brasília: CNPq, 2009. 579 p.

KATO, O. R.; et al. **Desenvolvimento da produção de frutas em sistemas agroflorestais no estado do Pará**. In: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2012. Bento Gonçalves, RS, 2012.

LÉNA, P. **As políticas de desenvolvimento sustentável para a Amazônia: problemas e contradições**. In: ESTERCI, N. et al. (Org). Rede Amazônia: diversidade sociocultural e políticas ambientais. Rio de Janeiro: Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, 2002.

MAIOR, M. M. S.; CÂNDIDO, G. A.; NOBREGA, M. M.; FIGUEIREDO, M. T. M. de. **Estudo Comparativo entre Métodos de Avaliação da Sustentabilidade para Unidades Produtivas Agroecológicas**. Anais do VI Encontro Nacional da ANPPAS, Belém –PA, 2012, 21 p.

MASERA, O.; ASTIER, M. e LOPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS**. GIRA, México, 1999, 109 p.

PARÁ, Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará (SEMA). **Sistema integrado de monitoramento e licenciamento ambiental (SIMLAM)**, 2013. Disponível em: <http://www.sema.pa.gov.br/> Acesso em: 14 de março de 2013.

RODRIGUES G. S.; et al. **Avaliação de Impactos Ambientais em Projetos de Pesquisas**. II Avaliação da Formulação de Projetos - Versão I. Jaguariúna (SP): Embrapa Meio Ambiente, 2000.

RODRIGUES G. S.; et al. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: Ambitec-Agro**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 34), p. 95, 2003.

RODRIGUES; G. S.; BUSCHINELLI C. C. de A.; AVILA A. F. D. **An Environmental Impact Assessment System for Agricultural Research and Development II: Institutional Learning Experience at Embrapa**. J. Technol. Manag. Innov. Vol. 5, Issue 4, 2010.

RODRIGUES; G. S.; et al. **An environmental impact assessment system for agricultural R&D**. Environmental Impact Assessment Review, 2002.

SILVA, L. G. T. **Sustentabilidade da agricultura familiar em assentamentos rurais oficiais do sudeste paraense**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, NAEA) da Universidade Federal do Pará, p. 295, 2007.

VANZIN, M. M. **Avaliação do uso sustentável da água na produção agrícola: impacto da inserção de sistemas agroflorestais em unidades produtivas familiares do Nordeste Paraense**. Dissertação (mestrado) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Programa de Pós-Graduação em Agriculturas Amazônicas, Belém, 2014, 119 p.

VILAIN, L. **La method IDEA: indicateurs de iurabilité dès exploitations agricoles**. Dijon, France: Educacagri editions, 2000.