

Universidade Federal do Pará  
Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Amazônia Oriental  
Programa de Pós-Graduação em Agriculturas Amazônicas

Mariana Menezes Vanzin

**Avaliação do uso sustentável da água na produção agrícola: impacto da inserção de sistemas agroflorestais em unidades produtivas familiares do Nordeste Paraense.**

Belém  
2014

Mariana Menezes Vanzin

**Avaliação do uso sustentável da água na produção agrícola: impacto da inserção de sistemas agroflorestais em unidades produtivas familiares do Nordeste Paraense.**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável. Programa de Pós-Graduação em Agriculturas Amazônicas, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental.  
Área de concentração: Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Ryohei Kato

Belém  
2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) –  
Biblioteca Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural / UFPA, Belém-PA.**

---

Vanzin, Mariana Menezes

Avaliação do uso sustentável da água na produção agrícola: impacto da inserção de sistemas agroflorestais em unidades produtivas familiares do Nordeste Paraense / Mariana Menezes Vanzin; orientador, Osvaldo Ryohei Kato - 2014.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Embrapa Amazônia Oriental, Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável, Belém, 2014.

1. Água na agricultura – Pará, Nordeste. 2. Água- Uso – Pará, Nordeste. 3. Água – Conservação – Pará, Nordeste. 4. Agricultura familiar – Pará, Nordeste. I. Título.

CDD – 22. ed. 631.7098115

---

Mariana Menezes Vanzin

**Avaliação do uso sustentável da água na produção agrícola: impacto da inserção de sistemas agroflorestais em unidades produtivas familiares do Nordeste Paraense.**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável. Programa de Pós-Graduação em Agriculturas Amazônicas, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental.  
Área de concentração: Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável.

Data da aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Banca Examinadora:

---

Dr. Osvaldo Ryohei Kato  
UFPA/NCADR (Presidente)

---

Dr. Luís Mauro Santos Silva  
UFPA (Examinador Externo)

---

Dr<sup>a</sup>. Juliana Feitosa Felizzola  
EMBRAPA (Examinadora  
Externa)

---

Dr<sup>a</sup>. Debora Veiga de Aragão  
EMBRAPA (Suplente)

As minhas tias-avós Zezé, Irá, e Paulo (*in  
memoriam*).

Aos meus pais Márcia e Nei, e irmãos  
Fernando, Breno e Yuri.

E ao meu esposo Érico Lisbôa.

## AGRADECIMENTOS

Apreendi que tentar não é desmerecedor, chegar até aqui foi um longo e árduo caminho, com decepções que aprendi a superar. Foram três tentativas até conseguir, e a sensação de ver meu nome na lista dos aprovados foi indescritível. Percebi que apesar das frustrações vividas, o meu ano teria que ser o de 2012, portanto, deixo a mensagem a todos para sempre tentar, tentar e tentar.

À Universidade Federal do Pará (UFPA), mais especificamente ao Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural (NCADR), pela contribuição na minha formação acadêmica. A todos os professores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Agriculturas Amazônicas e Embrapa Amazônia Oriental, pela experiência transmitida.

Ao Prof. Dr. Luís Mauro, meu primeiro orientador, sendo de fundamental importância para concepção deste trabalho, incentivando a conhecer outras realidades amazônicas. Agradeço por me proporcionar a possibilidade de diálogo com outros professores, em busca da temática para essa pesquisa. Ao Prof. Dr. Kato, meu segundo orientador, pela solicitude em me aceitar como orientanda, pelo apoio logístico e estrutural concedido através da Embrapa para realização do campo e estágio docência.

À Dra. Juliana Felizzola, por abdicar do seu período de trabalho, para o treinamento na utilização das ferramentas levadas ao campo. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em especial a Josie Helen, pelo apoio logístico prestado no decorrer da pesquisa de campo, sem a qual se tornaria dificultoso o deslocamento as unidades produtivas familiares. Ao motorista Sr. Luís Gonzaga, pela sua paciência e companhia. Ao líder comunitário Luciano do município de Marapanim, as alunas do IFPA-Castanhal Emanuella Paixão, Geovana Lorena e Larissa Mergulhão, pelo auxílio prestado em campo com as coletas de água. Aos dez agricultores dos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, pelo apoio e disponibilidade, todos se mostrando satisfeitos em ajudar, e, sobretudo, pela oportunidade concedida de convivência, mantendo a minha esperança em pesquisar algo de importância.

Aos onze colegas da turma de 2012.1, pelo convívio e conhecimento trocados no decorrer do curso: Pedro, Lucélia, Heldiane, Amanda, Júnior, Karla, Robertho, Eliselson, Kelly, Natália e Conceição. Aos meus eternos amigos que me incentivam: Antônio Freitas, Daniella Rodrigues, Chie Kanzaki, Nataliqueli Cambraia, Mariana Sena, Rodrigo Figueiredo e Danielle Lobato. E a todos os que direta ou indiretamente contribuíram para elaboração deste trabalho, com uma palavra amiga e de incentivo para desenvolver minha pesquisa.

## RESUMO

A inserção de inovações técnicas no meio rural altera o modo de sobrevivência do agricultor e a dinâmica produtiva que, consubstanciada a lógica da agricultura familiar potencializam impactos ambientais e socioeconômicos. Nesse contexto, o uso da água no processo produtivo agrícola ilustra esses impactos, cujas implicações colocam à prova a sustentabilidade através da dualidade: demanda racional e a adequada qualidade dos recursos hídricos, superficial (utilização das águas dos rios); ou subterrâneo (utilização da água de poços). Portanto, o objetivo geral desse trabalho é avaliar o uso sustentável da água no processo produtivo das unidades produtivas familiares (UPF) que implementaram sistema agroflorestais (SAF) como uma inovação técnica. As UPF investigadas estão inseridas nos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, nordeste do estado do Pará, integrantes do projeto Raízes da Terra, financiado pela Embrapa Amazônia Oriental. Para tanto, adotou-se como hipótese inicial que a inserção do SAF deve ofertar, minimamente, qualidade adequada e uso racional da água utilizada no processo produtivo, bem como proporcionar impactos positivos na dimensão ambiental, social e econômica. Nesse sentido, a metodologia desenhou-se a partir do cumprimento de três etapas: (I) caracterização do uso da água, sendo aplicado um questionário do tipo aberto para identificar: fonte de captação e finalidade de uso; e, percepção do agricultor sobre escassez, outorga e qualidade; (II) aplicação do sistema Ambitec-Agro, cujo produto final foram índices de impacto nas dimensões ambiental, social, econômica; (III) estabelecimento e quantificação de coeficientes de impacto na quantidade e qualidade da água, com a inclusão e análise de parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e a *Salmonella*. A verificação da hipótese inicial foi aferida por um teste-*t*. As características na maioria das UPF foram: a água captada de fonte subterrânea é utilizada no processo produtivo e para o consumo próprio, a partir do bombeamento de poços freáticos; mesmo sem a ciência sobre outorga, alguns agricultores fizeram derivações e barramento do curso natural dos rios que cortam suas propriedades, sendo que frequente período de estiagem pode ser reflexo dessas ações. De um modo geral, a percepção do agricultor sobre a qualidade foi associada à cor, odor e gosto. Aplicado o sistema Ambitec-Agro, as UPF indicaram impactos positivos em todas as dimensões; contudo, impactos negativos na dimensão ambiental foram verificados em duas UPF. O coeficiente de impacto da quantidade foi negativo em todas as UPF, sugerindo que houve uma demanda irracional de água. A presença de *Salmonella* em algumas UPF contribuiu para que o coeficiente de impacto na qualidade tenha classificado a água como minimamente adequada. Embora a hipótese inicial tenha sido rejeitada, apontando uma demanda irracional e inadequada qualidade de água; a inserção do SAF não foi associada como uma alternativa insustentável. Assim, a demanda irracional deveu-se ao aumento do consumo de água para irrigação em face da diminuição da área de cultivo, uma vez que volumes de água após o SAF permaneceram constantes. A inadequação da qualidade da água foi diretamente relacionada a algumas UPF que ainda utilizaram agrotóxicos e uso do fogo; e dispõem a dessedentação de animais e instalações sanitárias próximas as fontes de captação de água.

**Palavras-chave:** Uso sustentável da água. Unidades produtivas familiares. Sistema Ambitec-Agro.

## ABSTRACT

The inclusion of technical innovations in rural areas changes the survival mode of the farmer and the productive dynamics, reflected the logic of family farming advantage environmental and socioeconomic impacts. In this context, the use of water in the agricultural production process illustrates these impacts, the implications of which put to the test sustainability through duality: rational demand and the appropriate quality of water resources, surface (use of river water); or underground (use of well water). Therefore, the aim of this study is to assess the sustainable use of water in the production process of family production units (FPU) that have implemented agroforestry system (AFS) as a technical innovation. The FPU investigated are inserted in the municipalities of Igarape-Açu and Marapanim, northeastern Para state, members of Earth Roots project, funded by Embrapa Amazônia Oriental. Therefore, we adopted as initial hypothesis that the insertion of AFS must offer minimally adequate quality and rational use of water used in the production process as well as providing positive impacts on the environmental dimension, social and economic. In this sense, the methodology was drawn from the three stages of compliance: (I) characterization of water use, a questionnaire of open type being applied to identify: funding source and intended use; and perceived by the farmer on scarcity, grants and quality; (II) application of Ambitec-Agro system, the final product was impact factors in the environmental, social, economic; (III) establishing and quantifying impact coefficients in the quantity and quality of water, with the inclusion and analysis of physical and chemical parameters, bacteriological and Salmonella. Verification of the initial hypothesis was checked by a t-test. The features most of the FPU were the underground source of water abstracted is used in the production process and for their own consumption, from the pumping of groundwater wells; even without the science of grant, some farmers did derivations and natural course of the bus of the rivers that cross their properties, and frequent drought period may reflect these actions. In general, farmer's perception of the quality was associated with color, odor and taste. Applied Ambitec-Agro system, FPU indicated positive impacts in all dimensions; however, negative impacts on the environmental dimension were verified in the UPF. The amount of the impact coefficient was negative in all FPU, suggesting that there was an unreasonable demand for water. The presence of Salmonella in some FPU contributed to the impact coefficient as has classified water as minimally adequate. Although the initial hypothesis has been rejected, indicating an irrational demand and inadequate water quality; AFS insert the was not associated as an untenable alternative. Thus, unreasonable demand was due to increased water consumption for irrigation due to a decrease in the area of cultivation, since volumes of water after the AFS remained constant. The inadequacy of water quality was directly related to some FPU still used pesticides and use of fire; and have watering livestock and nearby toilets funding sources of water.

**Keywords:** Sustainable Use of Water. Family Production Units. Ambitec-Agro.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Desenho esquemático do sistema Ambitec-Agro.....	32
Quadro 1 – Efeitos da inovação tecnológica em função de $A_{ij}$ para avaliação de impacto.....	33
Quadro 2 – Efeitos da inovação tecnológica em função de $E_{ij}$ para avaliação de impacto.....	33
Quadro 3 – Comparações entre os métodos aplicados no meio rural.....	37
Quadro 4 – Classes de enquadramento para água doce.....	42
Figura 2 – Localização geográfica dos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, estado do Pará, Brasil.....	52
Figura 3 – Fluxograma demonstrativo da construção do projeto Raízes da Terra.....	53
Figura 4 – Diversificação de produtos e redução da área de cultivo entre os anos de 2005 e 2009.....	55
Figura 5 – Considerações adotadas para estimativa do volume de água incorporada.....	58
Quadro 5 – Estimativa da área de cultivo antes e após a inserção do SAF.....	59
Figura 6 – Desenho esquemático da adaptação realizado no sistema Ambitec-Agro.....	61
Figura 7 – Caracterização de perfis de utilização da água nas UPF investigadas.....	63
Figura 8 – Esquema utilizado pelas UPF <sub>2, 4, 5, 7, 8, 9, 10</sub> para irrigação da área cultivada.....	64
Figura 9 – Preparação da farinha de mandioca UPF <sub>7</sub> . Derivação e barramento do curso d'água UPF <sub>1,5</sub> .....	65
Figura 10 – Coeficiente $C_{quant}$ , após a inserção do SAF, apenas nas UPF que utilizaram do curso d'água.....	73
Figura 11 – Análise dos parâmetros físico-químicos, bacteriológico e <i>Salmonella</i> na UPF...	77
Figura 12 – Coeficientes $C_{quali}$ , após a inserção do SAF, das UPF que utilizaram a água no processo produtivo.....	80
Figura 13 – Relações causa-efeito entre $C_{quanti}$ e os índices $IA_t, IS_t, IE_t, I_t$ .....	83
Figura 14 – Relações causa-efeito entre $C_{quali}$ e os índices $IA_t, IS_t, IE_t, I_t$ .....	85

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	18
2.1 GERAL.....	18
2.2 ESPECÍFICOS .....	18
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	19
3.1 IMPORTÂNCIA DA AGRICULTURA FAMILIAR.....	19
3.2 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE .....	24
<b>3.2.1 Abordagens históricas e conceituais</b> .....	24
<b>3.2.2 Indicadores utilizados no meio rural</b> .....	28
3.2.2.1 Método IDEA .....	28
3.2.2.2 Método MESMIS .....	30
3.2.2.3 Sistema Ambitec-Agro .....	30
<b>3.2.3 Limitações no uso de indicadores: vantagens e desvantagens</b> .....	36
3.3 GESTÃO DAS ÁGUAS NO MEIO RURAL .....	37
<b>3.3.1 Política Nacional dos Recursos Hídricos - PNRH</b> .....	38
<b>3.3.2 Enquadramento de corpos d'água</b> .....	40
<b>3.3.3 Gestão participativa e mitigação de conflitos sobre o uso da água</b> .....	42
3.4 MODELO ALTERNATIVO AGROECOLÓGICO .....	45
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	50
4.1 DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	50
4.2 PROJETOS RAÍZES DA TERRA .....	52
4.3 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES PRODUTIVAS FAMILIARES (UPF).....	54
4.4 USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA DAS UPF.....	55
4.5 HIPÓTESES FORMULADAS .....	62
<b>5 RESULTADOS E DISCURSÕES</b> .....	63

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA.....	63
5.2 COEFICIENTES DE IMPACTO QUALI-QUANTITATIVO DO USO DA ÁGUA.....	69
5.3 RELAÇÃO CAUSA-EFEITO DOS COEFICIENTES E ÍNDICES DE IMPACTO .....	81
5.4 VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES .....	86
5.5 LIMITES E POTENCIALIDADES: ADAPTAÇÃO NO SISTEMA AMBITEC-AGRO	88
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>90</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>104</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A inserção de inovação técnica como incremento produtivo no espaço rural, demanda o uso racional com adequada qualidade da água por parte dos agricultores familiares. Esses como sujeitos em sua diversidade socioeconômica são integrantes desse processo, na busca da sustentabilidade. No entanto, essa inserção e o uso insustentável dos recursos naturais (como a água) em agroecossistemas podem potencializar impactos de ordem social, econômica e ambiental, os quais podem ser mensurados por indicadores de sustentabilidade, utilizados para expressar conhecimentos científicos em informações para tomada de decisões.

No espaço rural, os indicadores socioeconômicos e ambientais são desenvolvidos para avaliar a sustentabilidade com a perspectiva de compreender os impactos e subsidiar a gestão dos recursos naturais, nos distintos processos e lógicas de produção. Para tanto, algumas pesquisas vêm desenvolvendo ferramentas gerenciais que considerem as distintas realidades e sistemas complexos (lógicas familiares de produção), como é o caso dos métodos MESMIS (*Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad*) e IDEIA (*Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles*) (MASERA et al, 1999; VILAIN, 2000).

Aplicada em escala local (lote, unidade produtiva e/ ou comunidade), por exemplo, a composição do MESMIS, considera através da interdisciplinaridade a adoção de uma abordagem *soft-systems*<sup>1</sup> em sistemas complexos e de manejo, utilizando os princípios da agroecologia, com fins pedagógicos e de apoio à decisão. Por outro lado, adita-se no processo de análise desse método, uma retroalimentação que proporciona a efetiva participação do agricultor na busca da sustentabilidade, cujos detalhes estão descritos em Maser et al (1999).

O método IDEIA, diferentemente da proposição do MESMIS é aferido, somente, em escala no nível da propriedade rural. Conforme descreveu Vilain (2000), o método limita a participação do agricultor na composição dos indicadores, já que os mesmos encontram-se delimitados. Assim, para avaliar e diagnosticar a sustentabilidade em sistemas agrícolas, o método desenha-se 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.

---

<sup>1</sup> O foco de análise está nas relações que caracterizam os sistemas vivos (sobre tudo os seres humanos) e suas interações com o meio ambiente, buscando qualificar e não só quantificar os objetos e suas relações (PINHEIRO, 2000).

No entanto, a aplicação desses métodos é limitada quando se consideram a subjetividade e 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.

Diante dessas limitações, é necessária à adoção de sistemas capazes de flexibilizar as aplicações e o uso de escalas de ocorrência de impactos, conforme as especificidades da realidade avaliada; bem como proporcionar uma interpretação qualiquantitativa que garanta algum grau de participação dos sujeitos envolvidos, de modo a efetivar a concepção do termo sustentabilidade (para além do mérito da eficiência produtiva).

Nesses termos, o Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Agro), desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 1998; RODRIGUES et al, 2002; RODRIGUES et al, 2010), se apresenta como uma possibilidade de viabilizar a avaliação do uso da água, na escala do agroecossistema, utilizado como ferramenta para avaliação de impactos ambientais na agricultura. Além desta possibilidade, outras adaptações na operacionalização do referido sistema avaliaram o desempenho ambiental, a partir da inserção de inovações tecnológicas na agroindústria (FIGUEIREDO et al, 2010).

Por outro lado, ao considerar a escala de ocorrência não é possível estimar de forma mais acurada a magnitude e proporções de um impacto socioeconômico e ambiental, mensurando o desempenho da sustentabilidade com a inserção de um incremento produtivo em determinado agroecossistema. Nesse contexto, a adaptação operacional desse sistema permitiu sua aplicação considerando a complexidade de outras dimensões, que não seja somente a avaliação de impacto ambiental. Tais dimensões são aferidas através da inclusão de protocolos como o Ambitec-Social, descrito com detalhes em Rodrigues et al (2005).

Esse protocolo possibilitou a aplicação do sistema em diferentes dimensões que podem ser isoladas (social ou ambiental); e conjugadas (socioeconômico e ambiental; socioambiental; e econômico e ambiental). A avaliação de impactos socioeconômico e ambiental, considerando a inserção de diferentes incrementos produtivos em agroecossistemas, é frequentemente positiva quando analisado o desempenho da dimensão socioeconômica, principalmente nas questões da oferta de emprego e renda, saúde alimentar, capacitação de produtores, entre outros. O impacto negativo é comumente atribuído ao

desempenho ambiental, como por exemplo, redução à extinção do uso de agroquímicos (DUARTE et al, 2007; DE MORI et al, 2007; SILVA et al, 2008; VINHOLIS et al, 2010).

Por outro lado, os trabalhos de Monteiro et al (2006); Rodrigues et al, (2006); Carvalho et al (2007); Jacometi et al (2008) e Barreto et al (2010) avaliaram o desempenho das dimensões socioambiental utilizando o protocolo Ambitec-Social. De um modo geral os resultados apontaram impactos sociais positivos, independentemente do tipo de tecnologia inserida e da cultura desenvolvida na produção agrícola dos agroecossistemas. Da mesma forma, o desempenho ambiental, geralmente, denotou impactos negativos os quais estão relacionados ao uso de agrotóxicos, demanda por energia elétrica e água.

A literatura é restrita quando se faz a aplicação do Ambitec-Agro para avaliação de impactos nas dimensões econômica e ambiental. No entanto, Sá et al (2008) experimentaram a inserção do amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) na pecuária de corte no estado do Acre, com objetivo de avaliar o retorno econômico e o impacto ambiental. Os resultados apontaram a diminuição na emissão dos gases, provenientes das queimadas; o aumento da capacidade produtiva do solo e superávit na produção do rebanho. Penteado Jr. et al (2009) e Marques et al (2010) utilizaram o protocolo Ambitec-Social, com objetivos diferentes. Porém, em ambos a partir da avaliação da dimensão social, a adoção de inovações tecnológicas gerou impactos sociais positivos, a exemplo da capacitação dos agricultores e geração de emprego e renda.

Todas as dimensões conjugadas, acima descritas envolveram aplicações de práticas relacionadas à avaliação de impactos na dimensão ambiental. Essa dimensão, quando analisada de forma isolada, possui uma vasta literatura de aplicações na plataforma Ambitec-Agro, entre elas destacam-se trabalhos desenvolvidos em nichos agroindustriais e na produção animal. No nicho da produção animal, Rodigheri et al (2006) avaliaram a inserção de manejo integrado de pragas, para o controle da vespa da madeira em plantios de *Pinus*. Por sua vez, Galharte e Crestana (2010) investigaram a adoção de binômio integrado na lavoura pecuária em área irrigada e de sequeiro. Em ambas as aplicações do Ambitec-Agro, os resultados foram positivos, igualmente aos que foram aferidos anteriormente, ou seja, na qualidade do solo e do ar, bem como no aumento da biodiversidade.

Os impactos também foram aferidos positivamente pelos trabalhos de Rodrigues et al (2002); Rodrigues et al (2003); Irias, et al (2004); Tôsto et al (2006); Ávila et al (2008); Rodrigues et al (2010) em diferentes unidades produtivas e inserções tecnológicas, quando desenvolvido em um nicho agroindustrial. Porém, tanto no nicho na produção animal quanto no agroindustrial, os trabalhos revisados evidenciaram impactos negativos, observados geralmente quando analisados os indicadores que relacionavam o uso dos recursos naturais.

Os trabalhos revisados que utilizaram o Ambitec-Agro para avaliação da sustentabilidade, após a inserção de um incremento produtivo no meio rural, produziram algumas conclusões gerais como: impactos socioeconômicos e ambientais são positivos; os impactos ambientais, quando negativos estão relacionados ao uso insustentável dos recursos naturais. Contudo, os grupos de trabalhos que aplicaram o sistema Ambitec-Agro, nas dimensões conjugadas e isoladas, não avaliaram especificamente, os impactos no nicho agrofamiliar, nomeadamente nas unidades produtivas familiares (UPF).

Nesse contexto, considera-se que a unidade produtiva é um posto de trabalho que gera serviços e produtos. No âmbito rural essa definição conceitual está relacionada à capacidade de reprodução das propriedades agrícolas, a partir de relações pluriativas, multidimensionais e multifuncionais com ênfase no viés sustentável. Na Amazônia, por exemplo, esse viés apresenta-se como um desafio, haja vista que a produtividade em agroecossistemas ainda está associada a práticas de atividades como a queima, uso de agrotóxicos, desmatamento de áreas protegidas. Embora o impacto dessas atividades, em escala, esteja relacionado ao agronegócio, grande parte da produção agrícola advém da agricultura familiar que também exercita as mesmas práticas insustentáveis.

Nesse sentido, no ano de 2005 iniciou-se um projeto concebido pela Embrapa Amazônia Oriental, denominado de Raízes da Terra, cujo principal objetivo foi a redução do desmatamento e das queimadas pela mudança de práticas agrícolas sustentáveis. Esse projeto, financiado pelo Ministério do Meio Ambiente e Agricultura, foi viabilizado através da capacitação de produtores familiares, a fim de disseminar alternativas sustentáveis em cada unidade produtiva. Ferreira (2012) apontou que, atualmente, o projeto abrange 42 unidades produtivas familiares, distribuídos pelos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, estado do Pará, região norte do Brasil.

Assim sendo, a inserção de um incremento na produção agrícola familiar foi sugerida pela Embrapa aos produtores como alternativa sustentável de tal modo que, a prática do desmatamento, queima e uso de agrotóxicos fossem diminuídas. Contudo, como essas práticas ainda são utilizadas, o impacto nos recursos naturais, pode comprometer a sustentabilidade do agroecossistema familiar. Oliveira (2004) e Kato et al (2012) afirmaram sobre a importância da agricultura familiar nos agroecossistemas especificamente os que utilizam sistemas agroflorestais (SAF), como incremento produtivo, conciliando a produção agrícola com conservação ambiental. Essa afirmação, em tese, que contraria as conclusões gerais anteriormente referida quando utilizado o sistema Ambitec-Agro, pode ser testada considerando que a aplicação do respectivo sistema se realize no nicho da atividade agrícola

familiar. Além dessa perspectiva, ao utilizar como contexto o uso insustentável dos recursos naturais, a partir do manejo da água no processo produtivo, pode-se concluir que a inserção de uma inovação técnica em uma determinada UPF, poderá ou não resultar uma demanda irracional e inadequada qualidade da água.

A demanda irracional é produto de uma diferença desigual entre disponibilidade e o consumo demandado de água no processo produtivo. Nesse sentido, a inserção de um SAF tem como princípio básico, a redução da área de cultivo em detrimento da substituição de monoculturas por duas ou mais culturas aditadas de espécies florestais. Essa substituição, geralmente, demanda consumo de água que, dependendo da espécie cultivada, pode atingir volumes superiores à disponibilidade de uma dada unidade familiar. Outro aspecto está relacionado à replicação de hábitos outrora praticados, como o tempo de bombeamento da água para área irrigada, haja vista que a área cultivada foi reduzida. De tal modo que a permanência do mesmo tempo de bombeamento, antes a inserção do SAF, implica em um consumo superior mesmo após a redução da área de cultivo. Outrossim, geralmente, a fonte de captação de água demanda para o processo produtivo é a mesma utilizada para o consumo próprio.

Embora a inserção do SAF proporcione a redução do uso de agrotóxicos e pesticidas, a utilização destes componentes pode provocar um aumento das concentrações de substâncias nocivas à saúde humana, potencializando a contaminação do solo e a inadequação do uso da água. Portanto, mesmo após diminuir ou até extinguir o uso desses químicos, características físicas como persistência e mobilidade sugerem que essas substâncias migrem ou permaneçam no solo e na água durante longos períodos. Nesse contexto, com a ressalva de incertezas na avaliação de impactos na dimensão ambiental, a percepção de qualidade da água obtida pela opinião direta do produtor pode camuflar um problema que é de complexa determinação. Por outro lado, hábitos e costumes, particularmente evidenciados no meio rural como a dessedentação animal, pode ser fonte de proliferação de bactéria (*e.g. Salmonella*).

Portanto, a utilização de indicadores formulados pelo sistema Ambitec-Agro, com aporte de instrumentos específicos para análise da qualidade da água, torna-se capazes de direcionar a tomada de decisão sobre o manejo sustentável do uso da água na produção agrícola familiar.

Nesse sentido, a partir dos objetivos geral e específicos dessa dissertação, descritos no Capítulo 2, os indicadores utilizados foram adaptados à realidade agrofamiliar e orientados ao manejo da água. Para tanto, formulou-se hipóteses que direcionará a proposta metodológica, do tipo dedutivo, uma vez que foram fundamentadas a partir de conclusões teóricas induzidas



pela inserção do SAF em agroecossistemas familiares. Bem como das problemáticas constatadas do manejo da água na atividade agrícola, como elementos para avaliação da sustentabilidade.

Admitindo tais conclusões como verdadeiras adotou-se como hipótese inicial ( $H_0$ ) que a inserção do SAF na atividade agrícola deve ofertar, minimamente, qualidade adequada e uso racional da água utilizada no processo produtivo, bem como proporcionar impactos positivos na dimensão ambiental, social e econômica nas UPF participantes do projeto Raízes da Terra. Caso essa hipótese não seja confirmada, urge como hipótese alternativa ( $H_1$ ) que a inserção do SAF na atividade agrícola pode proporcionar impactos positivos na dimensão socioeconômica e até na ambiental; porém, a oferta de água para o processo produtivo demanda o seu uso irracional e qualidade inadequada. O nível de concretização para verificar as hipóteses será do tipo estatístico, utilizando um teste paramétrico para sua observação.

A interpretação necessária acerca do impacto gerado pelo incremento produtivo, em cada unidade familiar, foi realizada pela utilização do sistema Ambitec-Agro. Embora esse sistema ilustre os índices de sustentabilidade, fez-se necessário adaptações para expressá-lo em função do uso da água. Essa adaptação deve gerar coeficientes de impacto de quantidade e qualidade da água que relacionados aos índices de sustentabilidade poderão responder os objetivos desejados, a partir das hipóteses formuladas.

O fundamento teórico para a construção dessa proposta baseou-se inicialmente nos princípios da agricultura familiar no Brasil (item 3.1) que revelam a capacidade das famílias rurais em adaptar seus sistemas produtivos às mudanças do meio cultivado, através da inserção de inovações técnicas que podem impactar a sustentabilidade nesses agroecossistemas. Para interpretação desses impactos, faz-se necessário o entendimento dos aspectos teóricos, das abordagens históricas e conceituais, e as metodologias utilizadas que envolvem os indicadores de sustentabilidade no espaço rural. No entanto, o uso desses indicadores tem suas vantagens e desvantagens de tal modo que, não há um melhor indicador, sendo necessário adaptá-los a realidade a ser pesquisada, e orientá-los aos objetivos que a pesquisa deseja alcançar, descritos no item 3.2.

Essas orientações devem ser prescritas considerando a importância das políticas nacionais (item 3.3.1) que atestam sobre a legitimidade do uso sustentável desse recurso natural, enquadramento dos corpos d'águas (item 3.3.2), bem como, a gestão participativa e mitigação de possíveis conflitos sobre a utilização da água, cuja descrição encontra-se detalhada no item 3.3.3. O uso sustentável desses recursos naturais, em função da produtividade na agricultura familiar, deve-se a adoção de princípios agroecológicos. Desta

forma, a agroecologia surge como um modelo alternativo na busca da sustentabilidade de unidades produtivas familiares, dissertados no item 3.4.

Definido as bases teóricas, o Capítulo 4 descreve a construção da proposta, orientando a delimitação e adaptações do processo metodológico. Para tanto, caracterizou-se a área de estudo (item 4.1), as quais são integrantes do projeto Raízes da Terra que vislumbra a efetiva inserção de sistema agroflorestais, como modelo alternativo na agricultura familiar (item 4.2). Desse modo, avaliou-se o impacto dessa inserção em que a sustentabilidade é mensurada pelo sistema Ambitec-Agro, e adaptações que abrangem aspectos de recursos naturais e qualidade ambiental foram relacionadas ao manejo do uso da água. No entanto, ainda no limiar das adaptações, os indicadores relacionados aos aspectos da qualidade ambiental, que correspondem ao critério de qualidade da água, foram obtidos por instrumentos específicos.

Dentre esses indicadores estão alguns parâmetros físico-químicos da água: demanda bioquímica de oxigênio, turbidez; sendo inseridos outros como: o potencial de hidrogênio, nitrato, fosfato, temperatura, coliformes fecais; e, ainda, a presença de *Salmonella*. Por outro lado, o indicador relacionado à quantidade de água (água incorporada e utilizada no processo produtivo) correspondeu ao critério: uso de insumos e recursos agrícolas; e foram obtidos por opinião direta do agricultor (itens 4.3 e 4.4).

Por fim, os Capítulos 5 e 6 descrevem os resultados obtidos e a conclusão, respectivamente. Os resultados culminaram com a verificação de a hipótese inicial ser válida, para as UPF investigadas, pertencentes ao projeto Raízes da Terra; caso rejeitado será considerado a hipótese alternativa. A aferição dessas hipóteses será feita por um processo metodológico com suporte do sistema Ambitec-Agro. A conclusão irá abranger generalizações sobre a aplicação do método utilizado, bem como sobre as questões centrais dos resultados obtidos.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Avaliar o uso sustentável da água no processo produtivo das unidades familiares que inseriram, como incremento produtivo, sistema agroflorestais (SAF); localizadas nos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, nordeste do estado do Pará.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- Caracterizar o uso da água na produção agrícola quanto à fonte de captação; procedimento de utilização; percepção do agricultor sobre a qualidade; escassez e autorização do uso da água;
- Estabelecer um coeficiente de impacto na quantidade e qualidade da água, a partir da inserção do SAF no processo produtivo;
- Estabelecer uma relação causa-efeito entre esses coeficientes e os possíveis impactos gerado pela inserção do SAF, bem como nas dimensões ambiental, social e econômico;
- Verificar as hipóteses formuladas;
- Apontar limites e potencialidades das adaptações no sistema Ambitec-Agro, para avaliar o uso sustentável da água em lógicas familiares.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 IMPORTÂNCIA DA AGRICULTURA FAMILIAR

“A pequena unidade camponesa de tradicional agricultura familiar não é marginal à expansão do capital agrário e nem é uma experiência social em extinção. Ao contrário, ela é orgânica e essencial à expansão do capitalismo no campo” (MARTINS, 1997, pg. 151).

A partir dessa afirmativa, o debate agrário atual volta-se para o questionamento da permanência do agricultor no campo, predefinindo o futuro dessa categoria em face das alterações no espaço rural. Portanto, a compreensão dessas alterações deve alinhar-se ao conceito sobre o campesinato e discussões da sua sobrevivência no mundo moderno, cujas consequências são refletidas na mudança de aspectos da agricultura familiar no Brasil.

O questionamento de Tedesco (1994) refletiu sobre a pequena produção (agricultura familiar) e como o camponês se comporta frente às mudanças ocorridas no espaço rural. Como resposta a essa questão o autor Tedesco (1994) apresentou duas abordagens teóricas: a primeira é expressa pela literatura clássica e neoclássica que contempla o estrato camponês fadado ao desaparecimento. A segunda, classificada como contemporânea, enfatiza a ótica das contradições do capital e a redefinição do espaço agrário.

Dentre os autores da literatura clássica do pensamento socioeconômico do campesinato, destacou-se Marx (1964) que apesar de não formular pensamentos específicos para a questão agrária atribuiu conceitualmente. Segundo Abramovay (1992, pg.37) o pensamento “marxiano” dá-se da seguinte forma: “se o camponês for atribuído lucro, ele se torna capitalista, se receber salário, vira operário, se vive de renda da terra é proprietário fundiário”.

Por outro lado, a abordagem neoclássica tem como seu expoente Lênin (1968) que apresentou a universalização do modo de produção capitalista e suas relações mercantis como objeto de desintegração do camponês. De tal modo que, a passagem da produção agrícola a especialização tinha como perspectiva transformar o pequeno produtor em assalariado, ou seja, disseminar a proletarização da agricultura familiar. Consoante aos pensamentos do autor Kautsky (1974) nos ensinou que a industrialização da agricultura familiar é uma articulação entre pequena e grande produção, sendo que a agricultura familiar é base de mão-de-obra para o capitalismo.

A abordagem contemporânea do mundo camponês, diferentemente da clássica e neoclássica, tem como destaque os pensamentos de Chayanov (1981), os quais contrariaram o desaparecimento da agricultura familiar, bem como apontam que é possível encontrar no interior da família camponesa, elementos geradores de sua conduta e inserção de práticas racionais ao capitalismo. Assim, o objetivo da produção capitalista é a acumulação (lucro). Por outro lado, a produção familiar busca a sobrevivência através do seu próprio trabalho. Diante dessas constatações, Amim e Vergapoulas (1977) afirmaram que o camponês concorre no mercado capitalista em função do baixo nível de vida, e assim o complexo agroindustrial reduz o camponês a um vendedor de força de trabalho.

Tepicht (1973) retomou os pensamentos chayovianos adaptando-os as abordagens marxistas. O mix das abordagens teóricas concluiu que o campesinato é um conjunto coerente, mas distinto de forças produtivas. Em termos gerais, o autor sinalizou duas perspectivas sobre a pequena produção: incapacidade de competir com a racionalidade capitalista, e manutenção de uma relação parcialmente mercantil. O pensamento chayoviano é uma forma de entender a história do campesinato, porém não é explicativo em sua totalidade, na medida em que a história tem mostrado flexibilidade e redefinição constante da pequena unidade familiar. No entanto, Chayanov (1981) reconheceu a limitação aplicativa no contexto moderno, a exemplo da produção agrária, já que esta não segue a racionalidade do sistema capitalista, adotando uma forma distinta em sua estrutura básica.

O capitalismo abarca alguns elementos chave para que a lógica do mercado funcione, caso um desses elementos não se fizer presente em sua estrutura básica, não existirá a categoria econômica capitalista, sendo esses elementos: preço, capital, salários, juros e renda, representando uma relação dependente, sua medida é definida quantitativamente. Por sua vez, a economia natural está ligada a lógica de satisfazer a unidade de produção, com base em uma economia de subsistência, portanto tendo uma medida qualitativa oposta ao capitalismo. Esta última categoria utiliza sua força de trabalho no cultivo da terra, adquirindo a produção, como resultado diferente do sistema capitalista, onde o salário é consequência da força de trabalho.

Através de estudos empíricos Chayanov (1981) afirmou que o *“grau de auto exploração é determinado por um peculiar equilíbrio entre a satisfação da demanda familiar e a própria penosidade do trabalho”* em uma determinada economia natural. Corroborando estudos de A. N. Chelintsev, N. P. Makarov e B. D. Brutskus, quando estes afirmaram haver um ponto de equilíbrio variável entre a satisfação das necessidades da família, e o grau de penosidade em seus dispêndios produtivos e econômicos. A análise da renda no sistema capitalista está diretamente ligada à situação de mercado, ou seja, caso aumente a

produtividade, esta se faz em decorrência de uma demanda necessária. Já a intensificação em uma unidade de trabalho familiar ocorre por outros motivos, principalmente pela extensão da terra e o tamanho da família, seguindo um ritmo que não é ditado exclusivamente em função do mercado.

O delineamento das questões conceituais sobre o campesinato passa principalmente pelas comparações inerentes ao sistema capitalista, todavia a agricultura familiar considerada como não capitalista, deve ser comparada com outras categorias. Desta forma Chayanov (1981) descreveu cinco estruturas de produção não capitalista: economia familiar, escravista, servil de censo, sistema feudal e comunismo. Apesar de o capitalismo representar uma forma de organização da vida na economia moderna, outras teorias e sistemas econômicos devem ser considerados como base na estrutura de uma produção.

Deste modo, os sistemas escravistas assim como a economia natural não contemplam a categoria salário, porém diferem-se do sistema econômico familiar. O escravo não é detentor da terra, não recebe salário, e sua força de trabalho é revestida apenas para a lucratividade da produção da terra. Caso não exerça suas funções, é punido pelo seu proprietário. A racionalidade deste sistema baseia-se na manutenção de uma determinada produção excedente através da força de trabalho do escravo e, se não houver nenhum tipo de rendimento ao proprietário, o sistema torna-se desvantajoso.

Já o sistema servil, parte da produção dos servos era direcionada para o senhor da família, apesar de possuir a terra, em uma relação não econômica, a família trabalhadora era obrigada a dar-lhe o censo, criando-se assim uma nova categoria de rendimento: a renda da servidão. O sistema de feudo imposto a uma região agrária natural assemelhava-se um pouco ao sistema de servil, porém o pagamento era feito em espécie ao senhor feudal, que detinha o poder de interferir na produção, o que não acontecia no sistema servil onde havia autonomia na produção. Desta forma, o senhor feudal controla de maneira passiva as atividades produtivas, sendo que os preços de produção eram ditados pela necessidade do mercado.

Chayanov (1981) destacou um quinto sistema: a economia socialista. O sistema estatal ou comunismo era controlado pelo Estado, através de um plano unificado, onde a “aplicação da força de trabalho social, tal como na unidade familiar, é levada até o ponto onde o equilíbrio entre a penosidade do trabalho e a satisfação da demanda social é atingindo”; ou seja, o operário tinha a consciência de trabalhar, não dependendo da demanda mercadológica para exercer sua força de trabalho. Neste sentido a leitura de Chayanov (1981) promoveu uma contribuição relevante na abordagem do campesinato, demonstrando que a unidade de família

e unidade de trabalho são categorias fundamentais para a economia camponesa, portanto caracterizadores elementais para definir a agricultura familiar.

Desta forma, no Brasil conforme pensamento de Oliveira (2004), a agricultura familiar tem visibilidade:

“(...) principalmente na década de 1990, sendo abordada nos estudos, a partir das transformações ocorridas no âmbito rural, não mais podendo ser vista apenas como uma classe camponesa, em função da integração com o mercado” (OLIVEIRA, 2004).

Essa afirmação corresponde à teorização de Wanderley (2001) de que o agricultor familiar é o camponês que passou a ser parte integrante do mercado, porém sem abandonar algumas características originais. Nesse sentido, os camponeses têm sido evidenciados como uma categoria social, na medida em que unem forças para buscar objetivos em comum, transformando assim a visão da sociedade e do poder público com relação as suas necessidades e importância social.

A visão preconceituosa que ainda vigora a respeito do campesinato como uma forma atrasada do homem lidar com a terra, notoriamente como defasado e rudimentar, é relatada como reflexo do desenvolvimento histórico de ocupação. No caso específico da Amazônia, Guerra (2001) explicou que a origem dos conflitos na região tem muito a ver com a maneira de conquista e ocupação do território brasileiro, através da destituição de terras indígenas e a apossamento das terras por latifundiários.

Constata-se que o universo da agricultura familiar é de base heterogênea, não integrando por completo com a lógica mercantil, contraditoriamente aos países desenvolvidos (tais como: EUA e Europa) que elegeram a agricultura familiar como elemento estratégico ao desenvolvimento socioeconômico. No Brasil, as elites econômicas elencaram como prioritário a hegemonia da grande propriedade fundiária, delegando o desenvolvimento do país às empresas capitalistas de grande escala (ANDRADE, 1980). A década 1970 no Brasil foi marcada por profundas mudanças, de tal modo que o chamado complexo rural transformou-se, em parte, no complexo agroindustrial, consequências da política adotada para ocupação dos territórios, em especial na Amazônia (TEDESCO, 1999; BUAINAIN et al, 2003).

O governo militar brasileiro adotou o desenvolvimento a partir da modernização do sistema agrário, transformando o arcaico latifúndio tradicional em modernas empresas rurais, assumindo a responsabilidade de aumentar a produção para políticas de exportação de produtos e matérias-primas. Desta forma, configurando a consolidação de um modelo

altamente excludente e insustentável, representando a marginalização socioeconômica e política de grande parte dos agricultores, gerando consequências, como a migração para centros urbanos. Entre os anos de 1960 a 1980, 28,5 milhões de pessoas deixaram o campo (SILVA, 1981; CAUME, 2003). Os programas oficiais desta época foram marcados por um intenso progresso econômico, porém para uma fatia minoritária de empresários capitalistas rurais, transformando a grande massa em mão-de-obra desqualificada com baixo custo, quando não era excluída, ou desapropriada (MELLO, 1994).

Nas últimas décadas, a ciência tem sistematizado atividades interdisciplinares que visam o desenvolvimento sustentável sobre o meio ambiente amazônico, adotando visões integradoras na Antropologia, Sociologia, Economia, Agronomia entre outras, com intuito de contribuir com percepções enfáticas. Portanto, mostrando as possibilidades e limites para o caminho do desenvolvimento sustentável, com objetivo de derrubar a visão mercantil do sistema agrário adotado pelas políticas descritas acima (KITAMURA, 1994).

Desta forma, a legislação brasileira aprovou a Lei 11.326/2006, que estabelece princípios, conceitos e instrumentos para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais, definindo as características comuns da agricultura familiar: como mão-de-obra predominantemente familiar, renda oriunda do próprio estabelecimento e a gerencia é realizada por um membro da família, e acrescenta que a propriedade familiar ou empreendimento familiar não deve ter área maior que quatro módulos fiscais. Portanto, a agricultura familiar tem apoio da formalização legal da sua importância no espaço rural, oferecendo bases tangíveis para a continuação da produção da lógica familiar.

Neste contexto de transformações, a Amazônia tem se caracterizado em uma nova configuração com bases sustentáveis; políticas descentralizadas, revalorização da escala local, pulverização de projetos de financiamentos, cooperação internacional, interconexão de escalas (do local ao global), e multiplicação dos atores de desenvolvimento (LÉNA, 2002), um dos sujeitos que se destacam neste processo são os agricultores familiares. Na região amazônica, a agricultura familiar mesmo com 85,4% no número de estabelecimentos, e estando distribuídos em apenas 37,5% da área total, respondem por 58,3% do valor bruto total da produção agropecuária. Em termos fundiários, apesar de ter em média apenas 57 ha, contra 1.008 ha da agricultura patronal, a agricultura familiar é responsável por 82,15% do pessoal ocupado (INCRA/FAO, 2000).

Dados recentes do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) confirmam que o número de estabelecimentos da agricultura familiar representa o valor de 4.367.902, ou seja,



84% quando comparado à agricultura não familiar, estes pequenos agricultores geraram uma receita no valor de 41,3 bilhões em 2006 (DIEESE, 2011). A agricultura familiar através dos números apresentado acima, comprova a capacidade destas famílias rurais em adaptar seus sistemas produtivos às mudanças do meio cultivado, sendo isto possível através de inovações técnicas que demandam também maior capacidade de gestão do uso da água.

A importância destas lógicas familiares é cada vez mais evidente, seja nas esferas políticas, econômica, cultural e social, geralmente associadas a sua capacidade de produzir alimentos saudáveis e uma maior preocupação com o ambiente. É neste conjunto de medidas que a agricultura familiar tem fundamentado formas de produção com índices aceitáveis de produtividade, mas que ainda demanda mecanismos que ajudem a mensurar e avaliar os graus de sustentabilidades alcançados por estas lógicas produtivas.

Para tanto, a utilização de indicadores multidimensionais de sustentabilidade vem se tornando fundamental para mensurar os impactos ambientais relacionando-os com o socioeconômico, bem como proporcionar alternativas mais adaptadas do manejo do uso da água, nos processos produtivos locais.

### 3.2 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

“A agricultura regenerativa<sup>2</sup> destaca-se em um contexto de mudança de hábitos e pensamentos tanto de pesquisadores, comunidade científica, políticas e principalmente da mudança de comportamento não tanto significativo, mas marcante na busca de produtos alternativos pelos consumidores. Para tanto, surgiu à necessidade de avaliação dos sistemas, em termos de medir a sustentabilidade nas unidades produtivas, e para se realizar esta análise é necessário o uso de indicadores de sustentabilidade que compõem as ferramentas metodológicas para avaliação das realidades complexas” (MAIOR et al, 2012).

Desta forma, os indicadores de sustentabilidade tornam-se medidas viáveis para o diagnóstico da sustentabilidade. Assim sendo, apresenta-se a contextualização histórica e conceitual do desenvolvimento dos indicadores ambientais, mostrando os principais métodos que utilizam esses indicadores, como instrumentos na interpretação da realidade nos agroecossistemas familiares.

#### 3.2.1 Abordagens históricas e conceituais

---

<sup>2</sup> É o nome pelo qual a agricultura orgânica ficou conhecida nos EUA, na década de 1930. Esse modelo reforça a busca da independência do agricultor pela maximização do uso dos recursos encontrados e criados na própria unidade de produção agrícola em oposição à busca de recursos externos.

Uma das mais relevantes vantagens dos indicadores é a possibilidade que estes permitem na tomada de decisão do contexto político gerencial, segundo Gallopin (1996, pg.42) “para ser representativo o indicador tem de ser considerado importante tanto para os tomadores de decisão quanto para o público”. Portanto, os indicadores podem ser classificados como agregadores de informações, possibilitando a simplificação dos processos desde os mais simples, aos mais complexos, além da interpretação representar o mais próximo da realidade.

Neste sentido, quanto aos indicadores relacionados à questão econômica, a exemplo do Produto Interno Bruto (PIB), este tornou mundialmente conhecido como o indicador de progresso econômico, principalmente nos anos de 1947. Já nas décadas de 1960 e 1970, o reconhecimento da sociedade na mudança dos hábitos para um melhor gerenciamento dos recursos naturais, tem os indicadores como instrumentos para um efetivo resultado e propostas para subsidiar o processo de desenvolvimento, não apenas no âmbito econômico (MAGALHAES JUNIOR, 2007; GUIMARAES E FEICHAS, 2009).

Até a década de 1980 os indicadores mais utilizados nas políticas públicas, eram os que abrangiam o caráter socioeconômico. No entanto, essa abordagem política refletiu em críticas, pois na prática atendia tão somente aos objetivos econômicos. Já nos anos seguinte, com a contextualização a respeito do termo sustentabilidade, iniciado pelo conhecido Relatório Brundtland até os acontecimentos da Rio-92, surge à proposta da definição dos padrões sustentáveis para a sociedade. Portanto, Siche et al (2007) informou que para atingir esse padrão, tornou-se necessário a elaboração de indicadores de avaliação com objetivo de delimitar e mensurar o desenvolvimento dos parâmetros ditos sustentáveis.

A partir de então, se buscou o aprimoramento dos indicadores para a avaliação do nível de sustentabilidade nas políticas e ações ambientais, a partir dos anos de 1990. Neste sentido a Organizações das Nações Unidas (ONU), como forma de aferir e divulgar os indicadores começou a publicar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Desta forma, os países são periodicamente classificados de acordo com os níveis de desenvolvimento humano, combinando três indicadores: longevidade, educação e renda. Apesar da evolução da visão dos indicadores, elencando questões voltadas para o desenvolvimento humano, Gallopin (1996) explicou que no caso do IDH este não mede desigualdade nem aspectos a dimensão qualitativa social. No entanto, o IDH embasou a proposição para a elaboração de alguns índices, como o Índice de Desenvolvimento Humano Ajustado ao Gênero (IDG), e o Índice de Pobreza Humana (IPH). Esse último visa medir o estado oposto ao desenvolvimento

humano, ou seja, “*a falta das capacidades básicas essenciais para todas as pessoas, cuja falta impeça outras escolhas*” (PNUD, 1995; MAGALHAES JUNIOR, 2007).

De uma forma geral, os indicadores surgem com a necessidade de avaliar os sistemas mais complexos e capitalistas, para que se busque a sustentabilidade, para tanto as medições são necessárias para um comprometimento mais adequado sobre a utilização dos recursos naturais. Neste sentido, os indicadores tornam-se, ferramentas fundamentais em diversas dimensões, com propósito de um diagnóstico da realidade, e com objetivo de apontar uma tomada de decisão, para que se alcance o dito desenvolvimento sustentável.

O termo indicador é originário do Latim *indicare*, que significa descobrir, apontar, anunciar, estimar. Em português, significa aquilo que indica, torna patente, revela, expõe. Portanto, o indicador é tido como uma ferramenta que proporciona à comunicação, e a informação a cerca de um fenômeno, ou tendência (HAMMOND et al, 1995). Como definição de indicadores, para Holling (1978) indicador é uma medida do comportamento do sistema em termos de atributos expressivos e perceptíveis. Assim como, ao conceito demonstrado por McQueen e Noak (1988) trata-se de uma medida capaz de resumir informações relevantes de um fenômeno particular ou um substituto desta medida.

A partir desta visão, Beaudoux et al (1993), informaram que os indicadores servem para medir e comparar, sendo ferramentas que auxiliam na tomada de decisão e não métodos. Já Breenbrook e Groutch III (1996) consideraram um indicador como uma medida, o qual não prevê a realidade, tendo apenas uma medida estatística bem definida. Corroborando com esta visão, Mitchell (1997) afirmou que o indicador é uma ferramenta que permite a obtenção sobre uma dada realidade. Para Mueller et al (1997), um indicador pode ser um dado individual ou um agregado de informações, sendo que um bom indicador deve conter os seguintes atributos: simples de entender; quantificação estatística e lógica coerente; e comunicar eficientemente o estado do fenômeno observado. Desta forma, Abbot e Güitj (1999) consideram o indicador como algo que auxilia a transmitir um conjunto de informações sobre os complexos processos, eventos ou tendências.

Para descrever as funções dos indicadores, a percepção Hardi e Barg (1997), dividiu os indicadores em dois grupos: o sistêmico e de *performance*. O primeiro grupo está fundamentado em referências técnicas. Já o segundo grupo, voltados para a comparação, que “*incorporam indicadores descritivos e referências a um objetivo político específico*” (pg. 48). Os dados obtidos através dos indicadores podem variar entre informações quantitativas e/ou qualitativas, porém alguns autores defendem que os indicadores qualitativos são os mais adequados para avaliação de experiências de desenvolvimento sustentável, em função das

limitações explícitas ou implícitas que existem em relação a indicadores simplesmente numéricos. Para Gallopin (1996) a preferência em adotar os indicadores qualitativos, dá-se em pelo menos três casos específicos: quando não forem disponíveis informações quantitativas; quando o atributo de interesse é inerentemente não quantificável; e quando determinações de custo assim o obrigarem.

De fato os indicadores exprimem a situação de uma dada realidade, porém não devem ser considerados como a própria realidade, mas devem ser construídos dentro de um método coerente de mensuração. Segundo Hardi e Barg (1997), os indicadores são sinais referentes a eventos e sistemas complexos. São pedaços de informação que apontam para características dos sistemas, realçando o que está acontecendo no mesmo. Portanto, consideram-se os indicadores como uma ferramenta simplificadora na interpretação dos fenômenos complexos, tornando a comunicação compreensível e quantificável acerca da realidade.

Desta forma, o indicador deve favorecer uma resposta imediata às mudanças ocorridas no agroecossistema avaliado, permitindo um enfoque integrado e sistêmico com o conjunto de indicadores, analisando as relações investigadas. Para tanto, se torna indispensável o estabelecimento de um conjunto de indicadores para avaliação, a opção apenas de um indicador, se torna incapaz de analisar a complexidade de um determinado agroecossistema (CAMINO E MULLER, 1993; MITCHELL, 1997).

Após a exposição dos conceitos sobre indicador, faz-se necessário uma breve comparação em relação ao termo índice. Este é visto segundo Siche (2007), como:

(...) um valor numérico que representa a correta interpretação da realidade de um sistema simples ou complexo. Já o termo indicador é um parâmetro selecionado e considerado isoladamente ou em combinação com outros para refletir sobre as condições do sistema de análise (pg. 139, 140).

Ainda de acordo com Siche (2007, pg. 143) a funcionalidade dos índices e indicadores, é como “alarmes para manifestar a situação do sistema avaliado”. Portanto, na elaboração dos indicadores e índices, prevalecem à importância desses na sociedade, para que esta possa refletir na tomada de decisão, além de direcionar as políticas públicas.

Para o processo de gestão Van Bellen (2002), explicou que a gestão de atividades e o processo decisório necessitam de novas maneiras de mensurar o progresso, e os indicadores são uma importante ferramenta para este processo. No que se refere à sustentabilidade de um agroecossistema, os indicadores básicos a se considerar são: produtividade, estabilidade, conservação da água, capacidade do sistema de resistir a pragas e doenças, ciclagem de

carbono, diversidade cultural, recursos externos e capacidade de produzir receita (NOLASCO, 1999; JESUS, 2003).

Finalmente, a preocupação com os indicativos da sustentabilidade dos agroecossistemas, leva em consideração um olhar mais atento à realidade no espaço rural. Destacando que os indicadores são uma ferramenta que atingem o diagnóstico, proporcionando um auxílio na elaboração de projetos que visam à sustentabilidade, porém é necessária a utilização de métodos para sistematizar e interpretar a complexidade dos agroecossistemas familiares.

### **3.2.2 Indicadores utilizados no meio rural**

O termo sustentabilidade vem ganhando certo destaque na sociedade, quando se refere aos processos produtivos. Desta forma, esta temática é fonte de estímulos nos debates que envolvem a produção agrícola e agropecuária, desafiando os pesquisadores abordarem essas informações em diferentes níveis. Remetendo a necessidade de conhecimento das condições de produção, tornando possível a avaliação do conjunto de incrementos tecnológicos recomendados aos diferentes sistemas produtivos.

Neste sentido, o desenvolvimento de ferramentas viáveis para auxiliar na escolha de combinações e modos de produção é imprescindível, para a interpretação do cenário atual. Logo, a elaboração de modelos torna-se indispensável na simulação de diferentes possibilidades, ou então, indicar as escolhas sustentáveis em distintos agroecossistemas. Assim sendo, apresentam-se três métodos mais aplicados recentemente, com objetivo de avaliar a sistematização complexa da agricultura familiar, tendo o agroecossistema como escala de análise.

#### **3.2.2.1 Método IDEA**

O método Indicador de Durabilidade de Propriedades Agrícolas (IDEA) intitulado na França, a pedido da Direção Geral de Educação e Pesquisa do Ministério da Agricultura, com objetivo de avaliar e diagnosticar a sustentabilidade agrícola. Esse método foi elaborado de forma pedagógica, através de uma equipe multidisciplinar, permitindo o acompanhamento da sustentabilidade através dos debates e indicadores, destinados tanto para professores, responsáveis pelas escolas agrícolas, como para os agricultores (FAORO, 2009). Para Vilain

(2000), o IDEA foi enriquecido a partir do intensivo ensino agrícola, tendo como objetivo a melhoria nas propriedades.

De acordo com Vieira (2005) o método IDEA comporta três escalas de sustentabilidade independente e não cumulativa: sustentabilidade agroecológica, sócio territorial e econômico. Segundo Lesama (2006), o componente da sustentabilidade agroecológica engloba indicadores da capacidade de autonomia da propriedade em relação às energias e materiais. Os componentes da sustentabilidade sócio territorial consistem em indicadores sociais, favorecem questões como o desenvolvimento humano, e a qualidade de vida. A econômica refere-se às práticas e comportamento dos agricultores, caracterizando o empreendedorismo no sistema técnico.

De acordo com Zahm et al (2004) o método foi atestado com aptidão comparando a sustentabilidade entre diferentes sistemas de produção, tais como o convencional e o orgânico. A segunda versão do método, lançada em 2003 assimilou adaptações para atender algumas especificidades, como: horticultura, jardinagem, arboricultura e viticultura. Alguns autores notam que as especificidades de alguns sistemas devem sofrer adequações. Neste sentido, observam-se algumas aplicações e adaptações do IDEA no Brasil. A exemplo de Jesus (2003) que modificou o método para atender diferenças socioeconômicas, ambientais, culturais e tecnológicas, do estado do Rio de Janeiro. Aplicou o IDEA em 15 propriedades agrícolas, com diferentes sistemas de manejo (agricultura intensiva e familiar, convencional e orgânica).

A partir das adaptações realizadas por Jesus (2003), proporcionou a Vieira (2005) aplicar o método em três propriedades familiares com características diferentes, como a agricultura tradicional e orgânica. Tavares (2004), com base no IDEA, desenvolveu um método que leva em consideração quatro dimensões: “socioterritorial”, “socioeconômico”, “gestão agrícola” e “uso dos recursos naturais”, tendo como objetivo avaliar o sistema agrário da citricultura familiar do tipo tradicional em Sergipe.

Melo e Cândido (2013) avaliaram comparativamente os níveis de sustentabilidade em sistemas agrícolas familiares, classificando-as em três grupos: convencional, orgânico e agroecológica no município de Ceará-Mirim, no estado do Rio Grande do Norte. De forma geral, os resultados apontaram que a dimensão “socioterritorial” limita a sustentabilidade dos três grupos, no entanto o sistema orgânico tem destaque, apresentando maior nível de sustentabilidade quando comparada aos outros modelos.

Portanto, a interpretação dos indicadores de produtividade é realizada de forma simples, e fácil coleta dos dados. Vilain (2000) sugeriu que a aplicação e adaptações desse

método são relativamente simples, sendo útil à vocação pedagógica procurando estabelecer, de forma equilibrada, a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

### 3.2.2.2 Método MESMIS

O método Marco de Avaliação de Sistema de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (MESMIS) é uma ferramenta desenvolvida para avaliar a sustentabilidade em agroecossistemas. O método possui bases conceituais e metodológicas de operacionalização, a partir de uma abordagem sistêmica, interdisciplinar e participativa, a fim de abranger a complexidade e especificidade de cada agroecossistema. A concepção do método foi baseada na teoria de sistemas, *soft-system* e de manejo; com foco na agroecologia e educação, a fim de superar limitações de outros métodos. Desse modo, suas premissas estão alicerçadas em escala local (*i.e.* ao nível da propriedade) que, por meio do aspecto multidimensional, necessita de uma equipe interdisciplinar (MASERA et al, 2000).

Esse método tem grande utilização na América Latina, em especial no México (onde foi concebido). No Brasil, por exemplo, em 2007 foram registrados mais de 40 estudos de casos que aplicaram o MESMIS, e cerca de 70% foram avaliados por Speelman et al (2007) que concluíram a sua eficácia na avaliação integrada de agroecossistemas, auxiliando a tomada de decisão. Recentemente destacaram-se os trabalhos de Matos Filho (2004); Corrêa (2007); Pereira (2008); Verona (2008) aplicada na região Sul do país; bem como Silva (2009) e Santana et al (2012) direcionados a propriedades no Norte e Nordeste, os quais ressaltaram a aplicabilidade do MESMIS para avaliação de agrossistemas como ferramenta de gestão ambiental.

### 3.2.2.3 Sistema Ambitec-Agro

A construção do Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec-Agro) teve como proposição validar um conjunto de indicadores específicos na avaliação de impactos ambientais proporcionados pela inserção de uma dada inovação tecnológica (RODRIGUES et al, 2000; RODRIGUES et al, 2002; IRIAS et al, 2004).

O sistema Ambitec-Agro é composto por quatro módulos, direcionado para os seguintes setores produtivos da agricultura: animal pecuário, agroindústria, impacto de avaliação ambiental, e último o módulo social, conforme é descrito nos trabalhos de Irias et

al, (2004) e Rodrigues et al (2005). De um modo geral, a metodologia utilizada para aplicação do sistema Ambitec-Agro envolve três etapas: a primeira etapa é atribuída ao levantamento da coleta de dados, referentes ao efeito da tecnologia implantada. A segunda etapa refere-se à aplicação do questionário, colhendo dados quantitativos, os quais irão ser preenchidos em planilhas eletrônicas, desenvolvidas na plataforma MS-Excel<sup>®</sup>. A terceira etapa refere-se à análise e interpretação dos dados que, em seguida, indicam se a inserção de uma dada tecnologia tem impactos positivos ou negativos, refletindo ou não na sustentabilidade de agroecossistemas (RODRIGUES et al, 2000; RODRIGUES et al, 2002; RODRIGUES et al, 2003; IRIAS et al, 2004).

Portanto, a interpretação do sistema Ambitec-Agro é realizada através do cálculo dos índices de impacto que compõe a dimensão ambiental ( $IA_t$ ), social ( $IS_t$ ) e econômico ( $IE_t$ ), em função do efeito que a inserção de uma tecnologia  $t$  possa provocar, em um dado agroecossistema. Para o cálculo de  $IA_t$  utiliza-se a conjugação dos seguintes aspectos ( $\Delta$ ): uso de insumos e recursos, e qualidade ambiental. O uso de insumos e recursos é estabelecido por três critérios ( $\square$ ): insumos agrícolas e recursos; veterinários e matérias primas; e energia. Tais critérios têm sua composição qualificada nos componentes ( $\diamond$ ): uso de insumos, recursos naturais, matérias primas e fonte de energia, visualizados pelo esquema ilustrado na Figura 1.

Os índices  $IS_t$  e  $IE_t$  são obtidos pelo mesmo processo acima descrito. Para a composição do valor de  $IS_t$ , 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  $IE_t$  inclui aspectos relacionados a respeito ao 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.

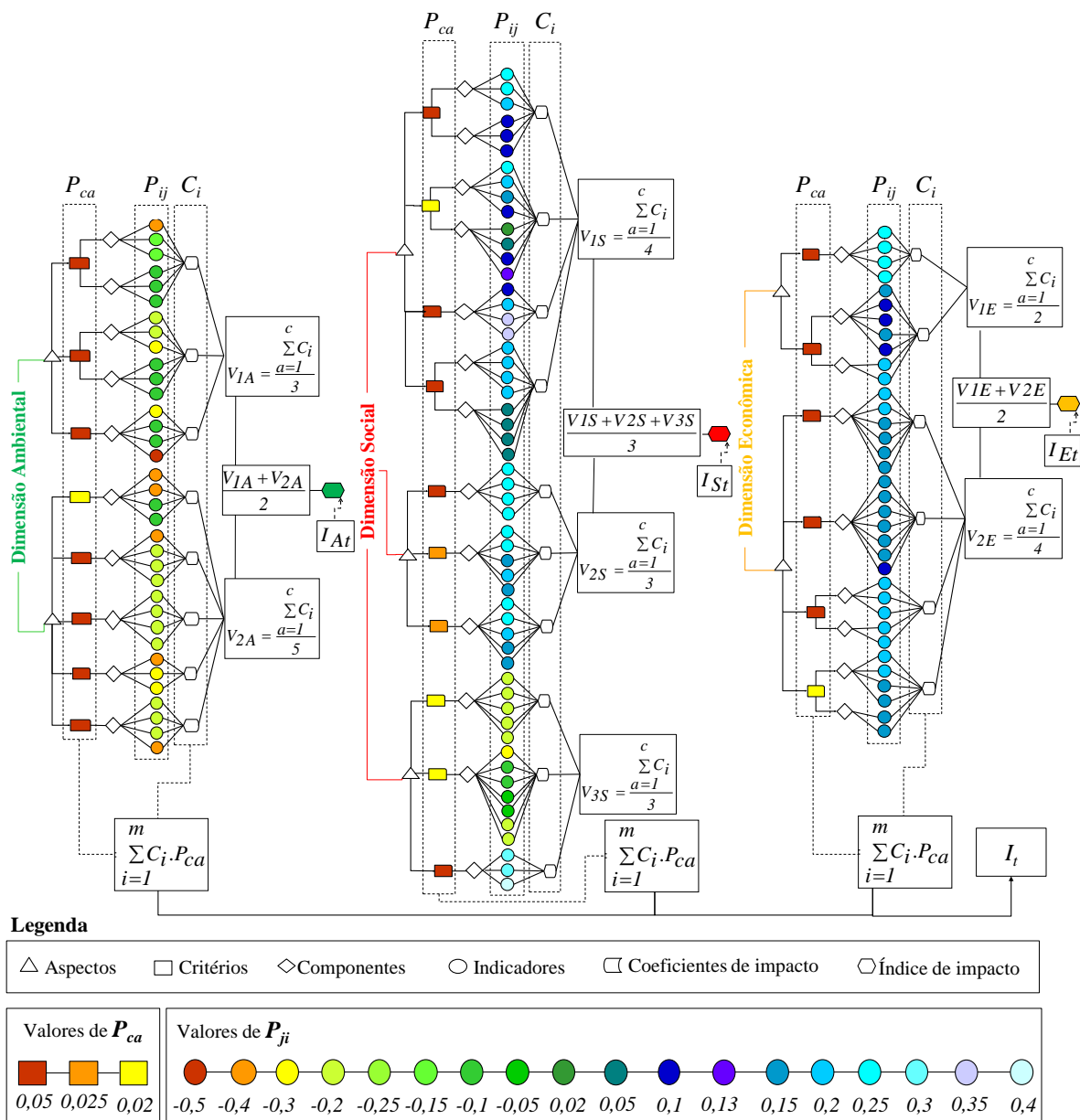
De modo geral, a avaliação da sustentabilidade pelo sistema Ambitec-Agro tem uma estruturação sistemática para a valoração dos índices de  $IA_t$ ,  $IS_t$  e  $IE_t$ , identificando-se aspectos, critérios, componentes, indicadores, coeficientes e índice de impacto. Para tanto se calculam o coeficiente de impacto, relativizado por ponderações da escala da ocorrência e do componente na composição do indicador, obtido pela seguinte expressão:



$$C_i = \sum_{j=1}^m A_{ji} \cdot E_{ji} \cdot P_{ji} \tag{1}$$

Onde:  $C_i$  é o coeficiente de impacto do indicador  $i$ ;  $A_{ji}$  refere-se ao coeficiente de alteração do componente  $j$  do indicador  $i$ ;  $E_{ji}$  é um fator de ponderação para escala de ocorrência espacial do componente  $j$  do indicador  $i$ ; assim como  $P_{ji}$  é um fator de ponderação para importância do componente  $j$  na composição do indicador  $i$ ;  $m$  é o número de componentes do indicador  $i$ .

Figura 1 - Desenho esquemático do sistema Ambitec-Agro.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na avaliação do sistema Ambitec-Agro é solicitado ao entrevistado que indique uma nota condicionada a intensidade do efeito ocorrido, proporcionado pela adoção da inovação técnica, nomeadamente o valor de  $A_{ij}$ , que pode variar de  $\pm 3$  (Quadro 1).

Quadro 1 - Efeitos da inovação tecnológica em função de  $A_{ji}$  para avaliação de impacto.

<b>Efeito da tecnologia na atividade do agronegócio sob as condições de manejo específicas</b>	$A_{ji}$
Grande aumento	+3
Moderado aumento	+1
Inalterado	0
Moderada diminuição	-1
Grande diminuição	-3

Fonte: Adaptado de Rodrigues et al (2003).

O valor de  $E_{ij}$  pode assumir números fixados de 1, 2 e 5, de tal modo que não pode ser modificado pelo usuário do sistema, que expressam uma proporcionalidade em função do efeito que a tecnologia proporciona ao espaço ou ambiente, extrapolando ou não os limites do estabelecimento (Quadro 2).

Quadro 2 - Efeitos da inovação tecnológica em função de  $E_{ji}$  para avaliação de impacto.

<b>Efeito da tecnologia em função da escala de ocorrência ao nível da propriedade</b>	$E_{ji}$
<b>Pontual:</b> Quando os efeitos da tecnologia no componente se restringem apenas ao local de sua ocorrência ou a unidade produtiva na qual esteja ocorrendo à alteração.	1
<b>Local:</b> Quando os efeitos se fazem sentir externamente ao local de ocorrência ou à unidade produtiva, porém confinados aos limites do estabelecimento.	2
<b>Entorno:</b> Quando os efeitos se fazem sentir além dos limites do estabelecimento.	5

Fonte: Adaptado de Rodrigues et al (2003).

Situações especiais são observadas no sistema, de tal modo que alguns componentes de indicadores limitam-se, apenas, a escala da ocorrência pontual, como por exemplo todos componentes do indicador relacionado ao uso de agroquímicos no aspecto eficiência tecnológica. Quanto ao valor da importância de um componente  $j$ , o sistema Ambitec-Agro pré-estabeleceu pesos  $P_{ij}$  relativos a cada indicador  $i$ , podendo ser consultado na Figura 1. Desse modo, podem-se aferir os índices de impacto nas dimensões ambiental, social e econômicas, os quais são obtidos pela relação entre a soma dos coeficientes  $C_i$  dividido pelo número de critérios  $c$  ( $N_c$ ) e aspectos  $a$  ( $N_a$ ) em cada dimensão  $d$ , de tal modo que:

$$I_{dt} = \frac{\sum_{a=1}^c C_i}{Na} \quad (2)$$

Em que  $I_{dt}$  é índice de impacto em uma dada dimensão  $d$ , em função do efeito que a inserção de uma tecnologia  $t$ . O dividendo da equação (2) expressa o valor obtido para cada aspecto  $a$ , assim sendo pode-se obter:

$$V_{ad} = \frac{\sum_{a=1}^c C_i}{Nc} \quad (3)$$

Onde  $V_{ad}$  é o valor do aspecto  $a$  para uma dada dimensão  $d$ . O índice de impacto de uma dada inserção tecnológica, que nesse caso foi considerado o SAF, envolve a importância de cada critério  $c$  relacionado a cada aspecto  $a$ , pré-estabelecida pelo sistema Ambitec-Agro, associado a  $C_i$ , obtido pela expressão:

$$I_t = \sum_{i=1}^m C_i \cdot P_{ca} \quad (4)$$

Em que  $I_t$  é o índice de impacto de uma dada inserção tecnológica  $t$  ( $t = 1, 2, \dots, n$ ); e  $P_{ca}$  é o peso de cada critério  $c$  relacionado a dado aspecto  $a$  que pode ser consultado no rodapé da Figura 1. Em síntese o sistema Ambitec-Agro tem como proposição estabelecer a sustentabilidade relativa à atividade agropecuária, possibilitando determinar o estado e evolução do sistema em relação à inovação tecnológica implantada, permitindo a mensuração de impactos ambientais, sociais e econômicos gerados.

A literatura destaca alguns trabalhos, como de Rodrigues et al (2007), que utilizaram o sistema para analisar os impactos ambientais promovidos em cinco cidades do Brasil, pelo cultivo de dendê na produção de biodiesel, na plataforma ambiental. Na plataforma socioambiental, Rodrigues et al (2006) desenvolveram desde 1998 a adoção do sistema Ambitec-Agro na avaliação no projeto de pesquisa de transferência de tecnologia da Embrapa Pecuária Sudeste. Outro trabalho, referente à avaliação de certificação participativa da gestão de atividades agrícolas foi explorado por Monteiro e Rodrigues (2006).

O trabalho de Duarte et al (2007) avaliaram a inserção do “cultivar sorgo BR304”, como incremento produtivo, nas regiões Centro-oeste, Sudeste e do Sul brasileiro. Essa inserção resultou, conclusivamente, em impactos positivos como a geração de empregos; e negativos, como a necessidade de aperfeiçoamento técnico do produtor. De forma mais abrangente, De Mori et al (2007) avaliaram a inserção de quatro tecnologias no estado do Rio Grande do Sul. Os impactos foram positivos na dimensão socioeconômica, com o aumento de emprego e renda. Por outro lado, considerando a avaliação na dimensão ambiental, os impactos foram negativos, reflexo do aumento no uso de agrotóxicos na produção da cevada BRS 195.

Na avaliação de impactos na dimensão socioambiental, o sistema Ambitec-Agro foi utilizado nos estudos de Rodrigues et al (2006), a partir da integração tecnológica na produção leiteira na agricultura familiar, em Votuporanga (SP); concluíram que a adoção e transferências desse incremento geraram impactos positivos, no entanto, quanto ao uso de insumos, energia e recursos naturais os resultados apresentaram impactos negativos. Porém, de maneira geral o estudo indicou impactos positivos quanto à inserção daquele incremento na produção leiteira. No mesmo limiar de aplicação Jacometi et al (2008), com o objetivo de promover a certificação de Sistemas Agroindustriais (SAG), em propriedades de limão tahiti na região de Catanduva (SP), avaliaram os impactos socioambiental e concluíram que em ambas as dimensões houve melhorias. Tais melhorias foram evidenciadas tão somente em função do processo de certificação, uma vez que, por exemplo, não foi constatada a substituição no uso de agroquímicos, mas, apenas, a redução das concentrações utilizadas. Da mesma forma que as atividades de irrigação ainda demandam um consumo significativo de água.

Barreto et al (2010), estudaram os impactos do manejo agroecológico da caatinga no município de Apodi, de tal modo que em sua pesquisa foram considerados oito indicadores de sustentabilidade, dos quais seis caracterizaram o incremento como sustentável. Por outro lado, o uso de energia e recursos naturais obtiveram impactos negativos. De acordo com autores, este resultado deu-se em função do uso de gasolina e eletricidade, e ao aumento da demanda de água para dessedentação dos animais.

A ausência da mensuração técnica, a exemplo da aferição da qualidade e quantidade de água, podem gerar incertezas nos resultados uma vez que, geralmente, são interpretadas tão somente pela percepção dos próprios agricultores. Dessa maneira, se compromete a análise da sustentabilidade de um determinado agroecossistema, a partir da utilização de uma dada tecnologia na produção.

### 3.2.3 Limitações no uso de indicadores: vantagens e desvantagens

O método IDEA é baseado em conceitos-chave, tais como: viabilidade, habitabilidade e reprodutibilidade ambiental, limitando-se apenas ao nível da propriedade agrícola. Esse método caracteriza-se de uma forma rígida não prevendo adaptações. A avaliação dos indicadores é feita com a participação do produtor e consultor técnicos, sendo que o resultado gera um índice representativo da sustentabilidade da propriedade avaliada (MAIOR et al, 2012).

Observa-se, contudo, que o MESMIS em relação ao conceito de sustentabilidade fora definido a partir de sete atributos: produtividade, confiabilidade, estabilidade, resiliência, capacidade de adaptação, equidade e autogestão. O MESMIS, por sua vez, cuja escala está no nível local, tem um caráter adaptativo podendo se adequar a qualquer realidade. Para tanto, exige a participação de uma equipe multidisciplinar para realizar o diagnóstico da realidade estudada. O produto final é uma relação de recomendações visando tornar o agroecossistema mais sustentável (MAIOR et al, 2012).

O sistema Ambitec-Agro considera a sustentabilidade nos seguintes aspectos: o uso de insumo e recursos, qualidade ambiental; respeito ao consumidor, gestão e administração; renda, emprego, e saúde ambiental. A escala de abrangência considera três níveis: pontual, local e entorno. Tem uma estrutura determinada através dos indicadores preestabelecidos pelo próprio sistema, por meio de um questionário. A aplicação deste questionário pode ser realizada apenas por uma pessoa treinada com prévio conhecimento dos indicadores. O Ambitec-Agro revela a sustentabilidade com base em três índices: ambiental, econômico e social, bem como o impacto da inovação tecnológica na atividade agrícola (RODRIGUES et al, 2006)

Desta forma, dependendo das características do agroecossistema que se pretende avaliar é possível selecionar o método mais adequado, quando é considerado, por exemplo: a escala de análise. O método IDEA só se aplica no nível da propriedade, enquanto o MESMIS pode ser adotado no lote, na unidade produtiva ou na comunidade, especialmente envolvendo agricultura familiar ou campesina. O Ambitec-Agro, por outro lado, além de considerar três escalas de ocorrência, é utilizado especificamente em setores produtivos da agricultura da produção animal e agroindústria, porém tem flexibilidade de adaptações (MAIOR et al, 2012; RODRIGUES et al, 2006). O quadro 3 apresenta as principais características de cada método, considerando o conceito, objetivos, escala de análise e estrutura.

Mesmo com as limitações e vantagens vistas em cada um dos métodos, deve-se observar que não existe a melhor ferramenta. Portanto, o que deve ser levado em consideração é o objetivo principal que se quer alcançar. Após esta definição, eleger a ferramenta que melhor adequa-se a realidade a ser pesquisada. Portanto, para a definição do método de avaliação da sustentabilidade mais adequado é necessário considerar o que se pretende com a avaliação, pois cada método gera um tipo de resultado.

Quadro 3 - Comparações entre os métodos aplicados no meio rural.

Características	Métodos		
	IDEA	MESMIS	Ambitec-Agro
<b>Conceito de sustentabilidade</b>	Viabilidade, habitabilidade e reprodutibilidade ambiental.	Produtividade, confiabilidade, estabilidade, resiliência, capacidade de adaptação, equidade e autogestão.	Baseado no uso de insumo e recursos, qualidade ambiental; respeito ao consumidor, gestão e administração; renda, emprego, e saúde ambiental.
<b>Objetivos</b>	Avaliar a sustentabilidade	Avaliar a sustentabilidade de diferentes sistemas	Avaliar o efeito do impacto da inovação tecnológica na atividade agrícola.
<b>Escala de ocorrência</b>	Propriedade agrícola	Local (lote), unidade de produção e comunidade.	Pontual, local e entorno.
<b>Estrutura</b>	Rígida e objetiva não sendo previsto adaptações.	Adequável a diferentes níveis de informação e capacitação técnica.	Rígida, composto por um conjunto de indicadores pré-determinados.

Fonte: Adaptado de MAIOR et al (2012).

O produto final do MESMIS é uma relação de recomendações visando tornar o agroecossistema mais sustentável; por outro lado o método IDEA gera um índice que representa a sustentabilidade da propriedade avaliada. Enquanto que o método Ambitec-Agro avalia o efeito do impacto da inovação tecnológica na atividade agrícola. Portanto, como o objeto desse trabalho é avaliar o impacto da inserção do SAF na agricultura familiar, utilizou-se o método Ambitec-Agro, a fim de subsidiar a gestão do uso da água no meio rural.

### 3.3 GESTÃO DAS ÁGUAS NO MEIO RURAL

A metade do século XX trouxe como uma de suas consequências à necessidade de preservação dos recursos naturais, nomeadamente dos recursos hídricos, resignado ao controle do uso (TUNDISI, 2003). Portanto, esse capítulo apresenta o tema sobre os apontamentos legalistas da política nacional, e do enquadramento dos corpos d'água como instrumento de

controle e gestão participativa no meio rural. Esses instrumentos se apresentam como meios para mitigar conflitos sobre o uso da água, função de uma crescente pressão sobre a qualidade e quantidade de água para múltiplos usos.

### **3.3.1 Política Nacional dos Recursos Hídricos - PNRH**

O marco regulatório institucional do gerenciamento das águas brasileiras culminou com a promulgação do Código das Águas em 1934, através do Decreto nº 26.643/34 destinando o uso da água para a geração de energia elétrica e não consuntivo. Dessa maneira foram deixadas de lado todas as premissas relacionadas à conservação do meio ambiente, em especial aos recursos hídricos. O órgão responsável na época, o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) concedia e controlava o gerenciamento da água e que, também, se configurava como usuário do sistema.

Moreira (2003) enfatizou que, a partir dos anos 60, países do primeiro mundo começaram a perceber as consequências do “desenvolvimento”, industrialização e recuperação da economia pós-guerra geraram poluição ao meio ambiente, criando mecanismos de combate e controle dos impactos. Neste contexto, em 1972 foi realizada a Conferência de Estocolmo que motivou os Estados-nações para a necessidade de proteção e conservação dos mananciais, marcando a divisão gerencial da água em termos qualitativos e quantitativos.

Nesse contexto, Cruz (1998) revelou que os interesses nacionais estavam voltados para o crescimento econômico, cuja demanda da água estava direcionada aos fins energéticos, e este processo se estendeu até meados de 1990 se configurando uma matriz hidroelétrica. Não obstante, no Brasil a preocupação com a água foi despertada apenas no início da década de 1980, através de seminários abordando os temas específicos sobre gerenciamento das águas, em decorrência dos problemas que vinham afetando o solo, gerando reflexos na qualidade da água, além da poluição que estavam afetando os rios. Após a promulgação da Constituição Federal de 1988, houve a indicação para criação do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SGRH); no entanto, a efetivação desse sistema se deu nove anos depois, através da sanção da lei federal que instituiu o SGRH.

Neste sentido, o que viria ser uma das diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNHR) originou uma grande “luta” com o setor elétrico para que a gestão da água se tornasse autônoma, precisamente no ano de 1995. Mesmo sem a lei federal estar sancionada, alguns Estados iniciaram a criação dos comitês de bacias (práxis gerenciais

previstas na PNHR), a exemplo do estado do Rio Grande do Sul, pioneiro na criação de comitês no país. De acordo com Barth et al (1987):

[...] esses comitês, compostos apenas por integrantes do Poder Público, não tinham poder deliberativo, nem dispunham de recursos financeiros, mas realizaram diversos estudos fundamentais para o conhecimento da realidade das bacias e, mais importantes, foi o primeiro passo para a descentralização da gestão da água.

No entanto, somente após o ano de 1997 que se inicia, realmente, a implementação da PNHR com instrumentos definidos, e que foram delineados por métodos para efetivação do SGRH, tendo como base na Lei 9.433/97. Além de definir a criação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), um colegiado desenvolve regras de mediação entre os diversos usuários da água articulando a integração das políticas públicas no Brasil, de modo que essa Lei orienta a elaboração do PNHR, o qual deve ser aprovado pelo comitê.

Os comitês de bacias hidrográficas são colegiados instituídos pela mesma Lei, porém o poder de gerenciamento está no âmbito dos sistemas estaduais, considerando a base da gestão participativa e integrada da água, tendo um papel deliberativo composto por representantes do Poder Público, da sociedade civil e de usuários de água. Com essa reforma foi definido que os órgãos diretamente ligados ao governo, a exemplo da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), são responsáveis pelas políticas de Estado, ou seja, definem e planejam as políticas estaduais. Portanto, a SRH representa um órgão ligado diretamente ao Governo Federal. A Agência Nacional de Águas (ANA), responsável por implementar a PNHR, com base na Lei 9.984 em julho de 2000 promulga a criação das ações políticas governamentais relacionadas a essa instituição, sendo de inteira responsabilidade da ANA os rios de domínio da União.

No caso do estado do Pará, a Lei 6.381 de 2001, estabelece as diretrizes da política estadual e institui a SRH. No entendimento de Godard (1997) a gestão dos recursos e do meio ambiente é um resultado das ações conjuntas estabelecidas por numerosos atores privados e públicos, sendo que essas ações estão conectadas à natureza das atividades de produção ou de consumo desses atores. De uma maneira geral, pode-se observar um considerável avanço no que tange o gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil, sendo que a política governamental vem delimitando, através dos instrumentos legalistas, a gestão participativa dos recursos hídricos. Neste contexto Lanna (1999), descreveu que a gestão das águas deve ser:



[...] uma atividade analítica e criativa voltada à formulação de princípios e diretrizes, para o preparo de documentos orientadores e normativos, estruturação de sistemas gerenciais e tomada de decisão que têm por objetivo final promover o inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos.

Portanto, além das normas legalistas se faz imprescindível os conhecimentos dos conjuntos das diretrizes políticas gerenciais, e que esses reflitam nas perspectivas da sociedade civil no que diz respeito à regulamentação dos usos, controle e proteção das águas, para subsidiar o gerenciamento dos recursos naturais. A implementação da legislação local e regional, a proteção das bacias (incluindo os rios), e a educação sanitária e ambiental são focos relevantes de atuação em todas as bacias hidrográficas, sendo necessária uma legislação descentralizadora por cada região pautado na sustentabilidade.

### **3.3.2 Enquadramento de corpos d'água**

Um dos pressupostos da gestão dos recursos hídricos reside no enquadramento de corpos d'água, que se apresenta como um instrumento de planejamento; cuja finalidade é assegurar a qualidade da água com graus de adequabilidade proporcionais aos múltiplos usos, conforme o que preconiza a proteção dos níveis de qualidade dos recursos hídricos previsto na Lei 9.433/97, no Art. 9º: “*assegurar qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas*” e a “*diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes*”.

O principal marco legal para o enquadramento dos corpos hídricos são as Resoluções CONAMA nº 20/1986 e CNRH nº 12/2000. No entanto, o sistema de classificação das águas e enquadramento dos corpos hídricos relativos às águas doces, salobras e salinas do território, segundo seus usos preponderantes foi estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005. A importância do enquadramento é base de referência para o gerenciamento de outros instrumentos como: outorga de uso, cobrança, licenciamento e monitoramento. Portanto, a partir desta classificação é possível enquadrar o corpo hídrico para determinado fim (LANNA, 1999).

Conforme MMA (2000), o enquadramento de corpos de água se baseia nos níveis de qualidade que um corpo de água deveria possuir para atender às necessidades definidas pela sociedade, e não necessariamente no seu estado atual. Assim, o enquadramento dos corpos d'água deve estar em conformidade com o Plano Diretor de Recursos Hídricos de cada bacia hidrográfica. Assim, alicerçando a proposta nas classes de uso, apoiada em estudos técnicos e

contando com ampla participação da comunidade por meio da realização de audiências e consultas públicas, encontros e oficinas de trabalho, o processo de elaboração da proposta de enquadramento deve resultar de um acordo social no âmbito da bacia.

Neste sentido, as águas destinadas ao abastecimento tanto para o consumo humano e preservar o equilíbrio natural das comunidades aquáticas são classificadas como especiais (como é caso das nascentes de rios). Portanto, os cursos d'água podem ser enquadrados, a partir da legislação prevista nas classes 1, 2, 3 ou 4; entretanto, quanto maior a classe, pior a qualidade das águas. O enquadramento dos corpos de águas em classes é um instrumento de gestão de recursos hídricos que objetiva compatibilizar o uso sustentável da água baseado no desenvolvimento econômico de uma bacia hidrográfica. Visando assegurar a qualidade das águas compatível com os usos mais exigentes a que foram designadas, permite-se diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes (MACHADO, 1995).

A aprovação final do enquadramento acontece no âmbito dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERH) ou do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), conforme o domínio do curso d'água (estadual ou federal, respectivamente), assim sendo tem-se no Quadro 4 abaixo a classe de enquadramento para águas doces. Segundo Granziera (2001), o enquadramento dos corpos d'água possui um sentido de proteção, não da água propriamente; mas da saúde pública, pois é evidente a preocupação em segregar o seu uso, como por exemplo, a água utilizada para irrigar hortaliças que são consumidas cruas, ou aquelas que servem para abastecimento público.

Outro aspecto relevante baseia-se que o enquadramento representa, indiretamente, um mecanismo de controle do uso e ocupação do solo, pois restringe a implantação de empreendimentos cujos usos sejam incompatíveis com a classe de enquadramento. Segundo Barth (2002), o enquadramento pode ser visto como uma meta a ser alcançada, ao longo do tempo (progressivamente), mediante um conjunto de medidas necessárias.

Conforme Andrade (2011), apesar do instrumento de enquadramento de corpos d'água existir no Brasil desde 1976 na esfera federal, é pouco utilizada para o enquadramento dos corpos d'água federais como nos estaduais. Quanto à situação atual do enquadramento dos corpos d'água estaduais, estudos realizados pela Agência Nacional de Água (ANA, 2005), apontaram que somente onze estados apresentam normativas para enquadrar os corpos d'água: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Bahia, Alagoas, Pernambuco, Rio de Janeiro e Rio Grande do Norte. Os motivos pela ausência do enquadramento nos outros Estados devem-se principalmente pelas dificuldades

metodológicas para sua aplicação, e a prioridade de aplicação de outros instrumentos de gestão em detrimento dos instrumentos de planejamento.

Quadro 4 - Classes de enquadramento para a água doce.

CLASSES	ESPECIFICAÇÕES DE USO MÚLTIPLO DA ÁGUA
Classe Especial	a) abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; c) preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe 1	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) proteção das comunidades aquáticas; c) recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho), segundo CONAMA 274/00; d) irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rente ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e) proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
Classe 2	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) proteção das comunidades aquáticas; c) recreação de contato primário, segundo CONAMA 274/00 (Balneabilidade); d) irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, parques e jardins; e) aquicultura e pesca.
Classe 3	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) pesca amadora; d) recreação de contato secundário; e) dessedentação de animais
Classe 4	a) navegação; b) harmonia paisagística

Fonte: Resolução CONAMA 357/05.

### 3.3.3 Gestão participativa e mitigação de conflitos sobre o uso da água

As atividades antrópicas em muitas regiões da Amazônia brasileira têm gerado diversos impactos sobre os recursos hídricos. Dentre estes impactos estão à contaminação dos mananciais e o uso irracional da água que restringe sua utilização em face da crescente demanda para diferentes finalidades, potencializando disputas entre usuários. No entanto, mesmo com a Lei das Águas, não se podem deixar de lado os prováveis conflitos entre os diferentes atores comuns e privado pela apropriação, acesso e uso dos recursos naturais, via negociação e arbitragem, muitas das vezes feita pelo próprio Estado; representando um passo importante na implantação do processo de gestão.

Os conflitos potenciais ocorrem em situações onde a forma de uso pode comprometer outra, sem que haja a caracterização de disputa explícita entre os componentes beneficiários, comuns em bacias hidrográficas com a falta de gestão. Todavia, devido ao construto social

existente entre atores, muitos dos conflitos potenciais não alcançarão situações de conflito real. Por outro lado, quando há formas de uso que comprometem outras gerando a escassez de água para grande parte de seus beneficiários em detrimento de outro, e que em ambos exista diferente atores e ideologias com efetivos embates, desenvolvem-se uma situação real de conflito (LANNA, 1997). As situações de conflito podem ser mitigadas por mecanismo de gerenciamento do sistema hídrico, conforme aponta Lanna (1997), porém sob um enfoque sistêmico e multisetorial em detrimento de ações pontuais que reflita em danos a outros usuários.

Os mecanismos para o gerenciamento dos conflitos pelos usos múltiplos da água se fundamentam, a priori, com o aporte legal e institucional. Por conseguinte, Lanna (1997) direcionou a necessidade de identificar os conflitos e atores que integram a disputa pelos usos, utilizando como unidade de gestão a bacia hidrográfica. Assim é possível estabelecer e associar os instrumentos da PNRH que visem assegurar a descentralização do sistema de gestão, arbitrar situações de conflito de interesses decorrentes de concorrência entre usos múltiplos na bacia hidrográfica, e a reduzir tensão entre a quantidade e degradação da qualidade da água.

Segundo Pinheiro (2002), alguns mecanismos são definidos para a identificação dos conflitos considerando suas classes que abrangem a duração, descrição, instância (administrativa e/ou jurídica), instituição envolvida na mediação, o impacto ambiental, o histórico e a situação, bem como as partes envolvidas, e o instrumento legal referenciado no conflito. Neste contexto Martindale e Gleick (2001), categorizou os conflitos em escala os quais podem se originar da seguinte forma: a) Controle de Recursos Hídricos - Suprimentos de água ou acessos à água são as causas principais das tensões; b) Ferramenta Militar - Os recursos hídricos, ou seus sistemas de água, são usados por uma nação ou estado como arma durante uma ação militar; c) Ferramenta Política - Os recursos hídricos, ou seus sistemas de água, são usados por uma nação, estado, ou ator não estatal como meta política; d) Terrorismo - Os recursos hídricos, todos os seus sistema de água, servem como alvo ou ferramenta de violência, ou coerção por atores não estatais; e) Alvos Militares - Os recursos hídricos ou seus sistemas de água são os objetivos de ações militares por nações ou estados e; f) Disputas pelo desenvolvimento - Os recursos hídricos ou seus sistemas de água são fonte principal de contenção e disputa no contexto de desenvolvimento econômico e social de uma nação ou de uma organização.

Por outro lado, de forma sintética, Lanna (1997) classificou os conflitos da seguinte forma: a) Conflitos de destinação de uso - água que seria destinada para a reserva ecológica,

piscicultura, usos de estuários, etc., é usada para outros fins, esgotando o recurso em termos quantitativos e/ou qualitativos; b) Conflitos de disponibilidade qualitativa - impossibilidade do uso da reserva hídrica para dessedentação, navegação, recreação, uso públicos e outros; c) Conflitos de disponibilidade quantitativa - esgotamento de reserva hídrica disputada por usos de mesma ou diferente natureza, consuntivos e não-consuntivos, como por exemplo, disputa entre irrigantes, ou entre navegação e hidrelétrica.

Assim, Christofidis (2001), a fim de mitigar as diferentes tipologias de conflitos, incorporou um processo de gestão das águas tendo como base o modelo sistêmico de integração participativa, na forma de matriz institucional de gerenciamento, responsável por implementar funções gerenciais específicas, apoiando-se em uma estrutura com três principais mecanismos: (I) planejamento estratégico por bacia hidrográfica, (II) tomada de decisão por deliberação e negociação, e (III) adoção de instrumentos legais e financeiros. Embora, de acordo com Ribeiro e Galizoni (2005), as populações rurais permanecem quase que absolutamente desconhecidas para os formuladores de políticas, sendo que nas propostas de desenvolvimento e gestão local, costumam ser tratadas como objeto passivo.

Alguns autores como Almeida (1988); Diegues (1996); Galizoni (2000); Colchester (2000) apontaram que grupos ou comunidades rurais, configuram-se como eficientes gestores dos recursos naturais, capazes de criar técnicas sustentáveis de produção e normas eficazes de gestão, pelo fato de viverem próximo ao meio que exercem a atividade de exploração, desenvolvem um complexo conhecimento sobre os recursos e sua conservação. Neste sentido, a gestão dos recursos hídricos na agricultura familiar foi discutida por Uller-Gómez et al (2008) no estudo realizado na bacia do Itajaí/SC, apontando que a gestão das águas tem influência direta com as implicações objetivas e simbólicas do modo de vida das famílias. No entanto, os autores constataram que a tomada de decisão sobre a gestão dos recursos hídricos é delimitada em função das relações técnicas científicas, ou seja, concebendo ao agricultor, apenas executar as tarefas propostas ficando alheia a participação na gestão do uso da água.

Lima et al (2010), apontaram que no semiárido baiano soluções isoladas ou apenas com aumento das disponibilidades de água não parecem ter grande efetividade para os pequenos agricultores. De tal maneira que, o cadastro de usuário pode ser uma alternativa para gerenciar os conflitos existentes, além da aplicação dos instrumentos e ferramentas de gestão dos recursos hídricos. Portanto, é neste conjunto de medidas que a gestão da água na atividade da agricultura familiar deve ser fundamentada, viabilizada por meio da produção de índices desejáveis de produtividade, contribuindo para a manutenção da sustentabilidade.

### 3.4 MODELO ALTERNATIVO AGROECOLÓGICO

A agricultura é uma atividade antrópica essencial para toda e qualquer sociedade, independente do nível de desenvolvimento. A grande questão contemporânea é saber como mantê-la produtiva sem afetar drasticamente os diferentes agroecossistemas (GUALBERTO et al, 2003). Portanto, a partir desta indagação, os princípios agroecológicos tornam-se alternativas viáveis na atividade rural. Neste sentido, apresenta-se o contexto histórico das principais rupturas da agricultura, a exemplo da Revolução Verde, além das consequências e impactos gerados ao meio ambiente. Assim sendo, torna-se imprescindível descrever a abordagem sistêmica adotada pela Agroecologia como alternativa a esse modelo insustentável.

A história da agricultura é marcada por profundas rupturas, tendo como consequência a alteração da relação homem-natureza, além da relação homem-homem, sendo que a atividade antrópica, é exclusivamente responsável por essas transformações (EARTER, 1994). Ainda de acordo com Earter (1994) é no século XVIII que acontece a primeira ruptura da agricultura, conhecida como Primeira Revolução Agrícola, possibilitando uma vasta transformação tecnológica e socioeconômica, em função do processo de fusão entre as práticas agrícola e pecuária. Após este processo observou-se o aumento da fertilização do solo, e implantação de técnicas modernas adotadas no campo rural.

A segunda grande ruptura, com maiores consequências ao meio ambiente, deu-se com o advento da Revolução Verde, ou Segunda Revolução Agrícola, adotada como política de desenvolvimento em todo o mundo, inclusive no Brasil. Dentre uma série de mudanças, segundo descrições de Ehlers (1999); Santos (2000) possibilitou o aumento de materiais técnicos e do domínio do homem sobre a natureza, em função do avanço da genética, do uso de fertilizantes sintéticos, e agrotóxicos permitindo maior controle das diversidades ambientais na agricultura. Este modelo parte do princípio de que certos componentes da produção agrícola passam a ser produzidos pelo setor industrial. Desta maneira, Frade (2000) explicou que as ampliações das condições para o abandono dos sistemas de rotação de culturas e da integração da produção animal/vegetal, passam a serem realizadas separadamente, em contrapartida estas inovações foram responsáveis por sensíveis aumentos nos rendimentos das culturas.

A Revolução Verde apenas ampliou as distorções sociais e históricas do rural, a exemplo da concentração de terras por uma elite que determinava a produção, através da imposição dos produtos de maior rentabilidade, para atender o mercado; a expulsão dos

pequenos agricultores detentores de lotes baseados na agricultura familiar; além das consequências irreversíveis da degradação ambiental. Segundo Ehlers (1999); Veiga (2002), o princípio norteador para o desenvolvimento tinha como base elementar a modernização do campo, através da implantação de técnicas modernas, com vistas a alcançar o aumento da produtividade agrícola, uma visão meramente produtivista.

De acordo com Weid (2001) a adoção da disseminação dos princípios referendados a Revolução Verde mostrou consequências irreversíveis ao passar do tempo, tais efeitos perversos ao meio ambiente, geraram impactos de ordem socioeconômicos a exemplo da concentração fundiária, desigualdade social, êxodo rural, dependência ao complexo industrial; e no que se refere aos impactos ambientais, ocasionando mudança no ciclo biológico das plantas, perda da fertilidade e erosão do solo, maior gasto energético, e pressão sobre os recursos hídricos. Contudo, conforme Ehlers (1999) este processo modificador caracterizou-se pelo uso do pacote tecnológico básico, estruturado na adoção de sementes de Variedades de Alto Rendimento (VAR), perpassando por um conjunto de práticas e insumos agrícolas, a fim de assegurar crescentes níveis de produtividades de novos cultivos. Esse modelo de agricultura a partir da década de 1960, culminou em um processo de exaustão, ocasionando o desflorestamento, diminuição da biodiversidade, erosão e perda da fertilidade dos solos, contaminação da água, dos animais silvestres e dos agricultores pelo uso abusivo de agrotóxicos (EHLERS, 1999).

No início dos anos 1970 a oposição em relação ao padrão produtivo agrícola convencional concentrava-se em torno de um amplo conjunto de propostas "alternativas", movimento que ficou conhecido como "agricultura alternativa". De modo geral é na década de 1980 que os interesses pelas questões ambientais relacionadas ao movimento alternativo, sobretudo em função dos efeitos adversos dos métodos convencionais, tiveram alguns desdobramentos importantes no âmbito da ciência e da tecnologia (EHLERS, 1999). Em consequência da insatisfação do atual modelo agrícola, Vilain (2000); Almeida, (2001) apontaram o surgimento de um novo debate, por um lado constatam-se os defensores das propostas das vertentes alternativas ao modelo vigente, defendendo a prática de uma agricultura ecologicamente equilibrada, socialmente justa e economicamente viável; do outro lado à permanência dos defensores a prática do modelo convencional, radicalmente contrário à proposta do modelo alternativo.

No entanto, conforme Ehlers (1994) as evidências da degradação ambiental decorrente das práticas do modelo convencional, aliada a pressão da opinião pública sobre os órgãos do governo pela defesa do meio ambiente, exigiram uma mudança de comportamento, e a opção

para um novo paradigma tecnológico, capaz de não agredir o meio ambiente. Desta forma, segundo Sachs (1993); Ehlers (1999) o Brasil concebeu diversas visões estratégicas para atingir o desenvolvimento rural sustentável, em termos gerais a agricultura passou a ser vinculada a estratégia utilizada a nível global, conhecida como eco desenvolvimento, nos anos 1970 e meados da década de 1980, e recentemente adota o padrão da terminologia de desenvolvimento sustentável.

O conceito de desenvolvimento e território rural no Brasil é adotado através de duas vertentes: a primeira da multifuncionalidade, prevendo outras funções pluriativas na agricultura que não a agrícola, como defendem Abramovay (1997), Alentejano (2003) e Graziano (2001); a segunda vertente defende a adoção da Agroecologia de acordo como prevê Altieri (1996), Almeida (2001) e Weid (2001). Os chamados movimentos rebeldes tiveram destaque e visibilidade através de pesquisadores, estudantes e alguns procedimentos legais instituídos em diversos Estados, pesquisadores em destaque: Adilson Paschoal, Ana Maria Primavesi, Luís Carlos Pinheiro Machado e José Lutzemberger. Tais como os principais instrumentos legais: Lei 4.002 (proibiu uso de substâncias organoclorado); Lei 5.032; Lei 7.802 (inspeção e fiscalização dos agrotóxicos). No Brasil chegam as principais vertentes internacionais, nos anos 1980 diversas ONG criticam os efeitos adversos do padrão convencional. Em contrapartida divulgando as propostas alternativas, chegando à conclusão que não há dúvida que no interesse com as questões ambientais, sobretudo no que diz respeito às práticas da agricultura cresceu em todas as esferas da sociedade.

De acordo com Altieri (1989) a Agroecologia aborda não somente aspectos tecnológicos, considerando as questões socioeconômicas inerentes à atividade produtiva, mas englobando os aspectos relacionados à qualidade das populações, bem-estar social e preservação da qualidade e funcionalidade dos ecossistemas e agroecossistemas. Desta forma, propõe um novo padrão de desenvolvimento agrícola mediante o manejo ecologicamente adequado dos recursos naturais e da correta seleção de tecnologias (ALTIERI, 1995).

Para Ehlers (2000), as características mais marcantes destes desdobramentos são: a busca de fundamentação científica para as suas propostas técnicas e, no caso da Agroecologia o firme propósito de valorizar os aspectos socioculturais da produção agrícola. Caporal (2011, p.87) mostrou que a Agroecologia pode remeter a sistemas agrícolas menos agressivos, mas não pode ser limitada como tal, nem tampouco são técnicas ambientalmente mais adequadas, ou apenas a substituição de insumos. Conforme apontamentos de Sevilla (2002), a Agroecologia constituiu em um campo do conhecimento capaz de promover o manejo



ecológico, com a pretensão de estabelecer formas de produção e consumo sustentáveis. Neste entendimento o autor propõe a divisão da Agroecologia em três níveis de perspectiva da pesquisa: distributivo, estrutural e dialético, estabelecendo dinâmica de transformações a partir de métodos endógenos para o desenvolvimento.

De acordo com Gliessman (2000), a Agroecologia é o estudo dos processos econômicos e de agroecossistema, classificando-a como um agente para as mudanças ecológicas e sociais. Neste sentido, Souza e Resende (2003) conceberam uma nova forma de produção, onde agricultor é um agente ativo fundamental neste processo, valorizando o conhecimento empírico, socializando esse conhecimento com a academia, além da aplicação prática em busca da sustentabilidade. Para Weid (2001) a definição de Agroecologia é:

Uma abordagem que procura utilizar os bens e serviços da natureza da melhor forma possível como insumos funcionais. Ela favorece os processos regenerativos nos sistemas produtivos agrícolas, minimizando o uso de insumos que ameaçam o meio ambiente e a saúde de produtores e consumidores. A agroecologia se constrói mobilizando os conhecimentos e as habilidades dos agricultores e incorporando os conhecimentos científicos mais avançados.

Diante do exposto percebe-se que a Agroecologia está baseada na ideia dos sistemas, reconhecendo os saberes tradicionais da agricultura familiar, apoiando o projeto sustentável dos agroecossistemas, capturando a potencialidade da produção agrícola já existente. No entanto a Agroecologia não é uma solução a todos os problemas gerados pela interferência humana no ecossistema, mas seus princípios têm um potencial técnico-científico capaz de impulsionar mudanças na perspectiva do desenvolvimento. Os fundamentos científicos estão baseados em diferentes perspectivas multidisciplinares, agrônômica, ecológica, sócio-política, proporcionam apoio a um processo de transição para agriculturas mais “sustentáveis” ou de “base ecológica” em suas diversas manifestações (CAPORAL, 2011, p.85).

Conforme CAPORAL (2011), as contribuições da Agroecologia não excluem o progresso técnico, mas incluem o reconhecimento e valorização dos saberes construído há séculos pelos camponeses no decorrer de suas histórias. Para tanto, considera-se a capacidade de diálogo, articulados entre os saberes populares dos agricultores, e o conhecimento científico. Esta compreensão e análise permitem a crítica e o reconhecimento da necessidade de um novo paradigma frente ao modelo industrial da agricultura.

Neste sentido a abordagem sistêmica adotada em um Sistema Agroflorestal (SAF) corresponde a uma visão sustentável da produção, baseada nos princípios agroecológicos. Priorizando uma nova visão de trabalhar no campo através da implantação de várias espécies

em uma mesma área, abolindo o uso de agrotóxicos, herbicidas e o uso do fogo nas capoeiras. De acordo com Almeida (2002), os SAF são reconhecidamente modelos de exploração de solos que mais se aproximam ecologicamente da floresta natural e, por isso, considerados como importante alternativa de uso sustentado do ecossistema tropical úmido.

Atualmente existe na literatura uma variedade de termos empregados para conceituar práticas que combinam espécies florestais com culturas agrícolas, porém há uma grande confusão no uso da terminologia, onde o SAF é tido tão somente como consorciação de cultivos. Neste sentido, todo SAF é uma consorciação de cultivos, contudo o inverso nem sempre é verdadeiro, considerados como plantios associadas em uma mesma área diferentes culturas, contendo espécies florestais, aproveitando as existentes na área, ou implantadas de forma gradativa, de acordo com o dossel disponível (ALMEIDA, 2002). Para tanto é fundamental o planejamento, pois o objetivo do plantio guiará a tomada de decisões, geralmente escolhe-se uma cultura principal, que será em maior número de plantas, e com as outras indicadas de preferência pelo agricultor, redesenhando a disposição dos espaços disponíveis.

Esta nova sistematização proporciona o surgimento da agricultura alternativa, levando em consideração práticas mais sustentáveis, que visam à valorização dos agroecossistemas familiares, alertando para as práticas de uma agricultura que se utilize da Agroecologia como suporte de novas práticas a caminho da melhoria da qualidade de vida. Por outro lado, a Agroecologia está sujeita a questionamentos, sendo necessária a construção de uma análise crítica no que diz respeito ao manejo agroecológico, além da transformação dos pressupostos básicos na agricultura, que levam a impactos socioambientais gerados na produção rural.

## 4 METODOLOGIA

O processo metodológico desenhou-se a partir da definição da área de estudo, com ênfase nos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, onde estão localizadas as unidades produtivas familiares que integram o Projeto Raízes da Terra. Em seguida, aplicou-se dois questionários para caracterizar o uso da água e processar o sistema Ambitec-Agro, a fim de avaliar o uso sustentável da água em cada unidade produtiva investigada.

### 4.1 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 uma área de 83.074,047 km<sup>2</sup>, dividido em cinco microrregiões: Bragantina, Cametá, Guamá, Salgado e Tomé-Açu (IBGE, 2010), cujos aspectos explorados foram: históricos, agrícolas e hidrográficos, a fim de subsidiar o objeto dessa pesquisa. Essa região foi protagonista de uma das mais antigas áreas de colonização agrícola da Amazônia, ocorrida por volta dos anos de 1875. Dados históricos referentes à pesquisa de Egler (1961) e Penteado (1967) apontaram que a construção da antiga Estrada de Ferro Belém-Bragança e o “boom” do ciclo da borracha refletiu no processo de migração, bem como na expansão dos diversos tipos de produção agrícola.

Segundo Billot (1995) a atual dinâmica da produtividade agrícola se apresentou como um contributo no setor rural, principalmente relacionado aos seguintes cultivos: milho (*Zea mays L.*), arroz (*Oryza sativa L.*), feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) e mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) pela agricultura familiar; as lavouras de coco-da-baía (*Cocos nucifera L.*), dendê (*Elaeis guineensis Jacq.*), pimenta-do-reino (*Piper nigrum L.*) e laranja (*Citrus sinensis L. Osbeck*); cuja prática está associada à agricultura empresarial e familiar; além da extração de lenha e madeira em tora. Desse modo, os ecossistemas podem ser descritos como áreas alteradas, compostas por capoeiras raras e inúmeras roças de mandioca de pequeno porte.

Billot (1995) afirmou que a vegetação sobrevivente, nomeadamente a capoeira grossa, ameaçada por predadores naturais, localizam-se as margens dos rios Maracanã receptor da maioria dos igarapés (Caripi, Marapanim e Jambu-Açu) pertencentes a esta rede hidrográfica. Nesse sentido, a área investigada enquadra-se na bacia hidrográfica Tocantins Araguaia que no estado do Pará, conforme a Secretaria Estadual de Meio Ambiente (PARÁ, 2010), pertence à região hidrográfica Costa Atlântica-Nordeste, delimitada pelas sub-regiões: Guama-Mojú,

Gurupi e Costa Atlântica, sendo que nessa última estão inseridos os municípios de Igarapé-Açu e Marapanim.

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. Atualmente o município possui a categoria de Comarca, criada em 25-01-1932 pelo Decreto nº 595. Distante a 110 km da capital do estado do Pará é delimitada ao norte pelos municípios de Maracanã e Marapanim; e ao sul pelo município de Santa Maria do Pará; a leste pelos municípios de Nova Timboteua e Santa Maria do Pará e, a oeste pelos municípios de Castanhal e São Francisco do Pará (IBGE, 2010). Ocupando o 47º município do estado do Pará em extensão territorial e uma densidade demográfica de 39,12 hab./Km<sup>2</sup>, possui uma área de 756 Km<sup>2</sup> 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.

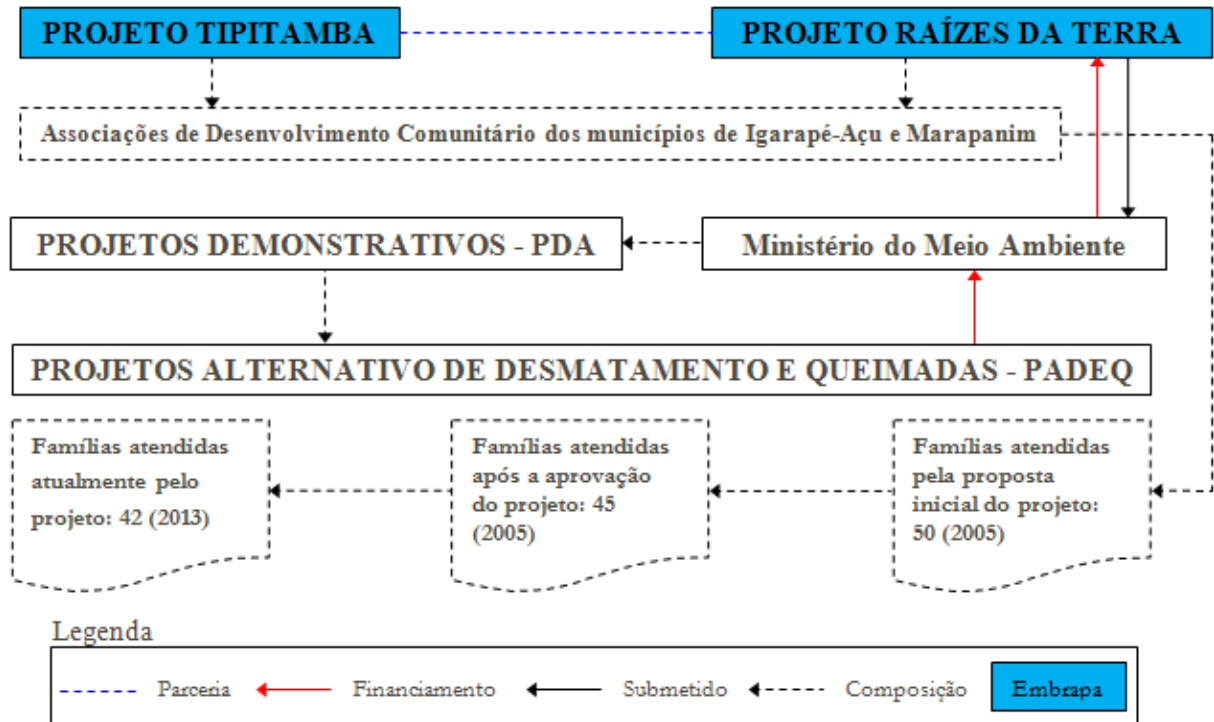
Por outro lado, o município de Marapanim, distante a 168 km da capital, limita-se ao norte pelo Oceano Atlântico; a leste com os municípios de Maracanã e Magalhães Barata; ao sul pelos municípios de São Francisco do Pará e Igarapé-Açu, e a oeste pelos municípios de Curuçá e Terra Alta, os centros urbanos mais próximos, via estrada rodoviária asfaltada são: Curuçá (32 km); Terra Alta (45 km); Castanhal (79 km). O município possui uma área de 792 Km<sup>2</sup> com uma população de 27.619 habitantes, e 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 desaguando no Oceano Atlântico.

A cidade de Marapanim está dividida em duas regiões distintas: a zona de água salgada, formada pelas regiões de praias, predominando os manguezais, dunas e restingas que compõem a vegetação litorânea; e a zona de águas doces constituídas por áreas de terras firmes, igapós, várzeas e capoeiras. Conforme descreveu Nery (1995, p. 208): “*As capoeiras constituem extensas áreas de vegetação arbustiva e arbórea, ilhadas pelos campos que os circundam, ocorre matas similares, principalmente nas cabeceiras ou nascente dos rios*”. Na Figura 2 situam-se, geograficamente, os respectivos municípios contextualizados no estado do Pará, região norte brasileira.



nordeste paraense por meio de práticas alternativas sustentáveis (AZEVEDO et al, 2011), cujo fluxograma da sua construção é apresentado pela Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma demonstrativo da construção do projeto Raízes da Terra.



Fonte: Elaborado pela autora.

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 e 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). O êxito dessa proposta motivou as associações comunitárias envolvidas, experimentarem a diversificação de cultivos perenes por meio da inserção de sistemas agroflorestais (SAF). 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. De acordo com Ferreira (2012); Kato et al (2012), o financiamento do respectivo ministério foi viabilizado a partir da submissão ao edital do Projeto Demonstrativo (PDA); no componente do Projeto Alternativo ao Desmatamento e às Queimadas (PADEQ), ambos regidos sob sua tutela.

Atualmente, as associações de desenvolvimento comunitário de Nova Olinda, Novo Brasil, Nossa Senhora Aparecida e do Rosário, pertencentes ao município de Igarapé-Açu; e a

Associação Comunitária Rural São João, inserida no município de Marapanim, contemplam 42 propriedades de famílias agricultoras das 45 que integravam o projeto Raízes da Terra, após a sua aprovação. Ressalta-se que a redução do número de famílias foi relacionada a desistências e mudanças de morada. De acordo com Kato et al (2012), o objetivo desse projeto baseado em princípios agroecológicos, apresentou 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 aditado de espécies florestais.

Essa substituição caracteriza o princípio do SAF, contudo, pode acarretar problemas de ordem ambiental, como por exemplo, o uso de agrotóxicos, especificamente no que se refere ao manejo da água no processo produtivo, descrito com maiores detalhes no subitem 3.4. A sustentabilidade, da nomeada substituição, foi medida por indicadores formulados pelo sistema Ambitec-Agro. No entanto, a escolha desse sistema foi condicionada a adaptações que permitissem avaliar o uso sustentável da água na produção agrícola familiar.

#### 4.3 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES PRODUTIVAS FAMILIARES (UPF)

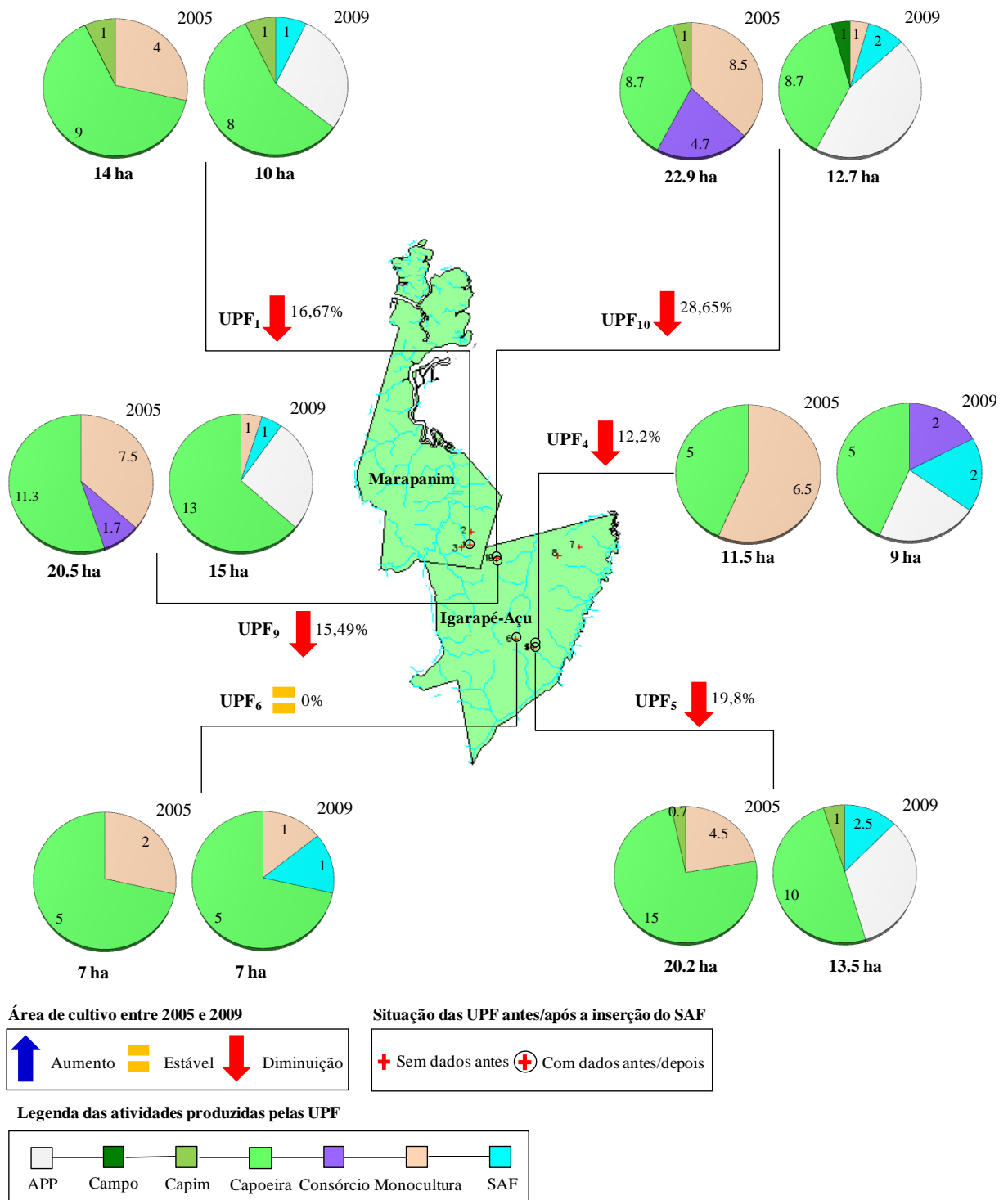
A partir da implementação do projeto Raízes da Terra, dados copilados do ano de 2005 e 2009 mostraram que seis, das dez unidades produtivas familiares (UPF) investigadas, apresentaram, de um modo geral, diversificação de produtos cultivados, redução da área de cultivo e do uso de agrotóxicos.

A diversificação dos produtos e redução de área, com base nos princípios agroecológicos, foi caracterizada pela adoção do SAF. De tal modo que, duas UPF abdicaram da prática de consórcio e apenas uma, além de incluir SAF, implementou-o adicionalmente. Embora, todas essas UPF tenham apresentado redução da área cultivada, apenas uma permaneceu sem alteração. As áreas destinadas à monocultura foram reduzidas drasticamente, dando espaço ao SAF e área de preservação permanente (APP).

Em uma dessas unidades, a diminuição da área de cultivo apresentou uma redução superior a 25%, de tal modo que 4,7 ha destinado ao consórcio foi totalmente substituída, bem como a diminuição de 8,5 ha para 1 ha de área onde se praticava a monocultura. Nesse contexto, além de 8,7 ha destinados a capoeira, cerca de 10 ha deu espaço a APP (Figura 4).

Embora a inserção do SAF proporcione a redução do uso de agrotóxicos, a utilização desses químicos era prática comum nessas UPF, de tal modo que dadas concentrações podem potencializar diversos impactos, nomeadamente no uso da água no processo produtivo.

Figura 4 - Diversificação de produtos e redução da área de cultivo entre os anos de 2005 e 2009.



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados compilados do Projeto Raízes da Terra.

#### 4.4 USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA DAS UPF

Da população de 42 famílias que atualmente integram o projeto Raízes da Terra retirou-se uma amostra de 20,83%, totalizando 10 propriedades familiares investigadas. Essas



propriedades foram denominadas de unidades produtivas familiares (UPF) e estão distribuídas nas seguintes comunidades: São João (UPF<sub>1,2,3</sub>); Nossa Senhora do Rosário, (UPF<sub>4,5,6</sub>); Nova Olinda (UPF<sub>7,8</sub>); e Novo Brasil (UPF<sub>9,10</sub>). Em cada UPF foram realizadas coletas de informações, materializadas em três etapas: 1ª) Caracterização; 2ª) Aferição e 3ª) Investigação analítica; sintetizados em um fluxograma (Anexo A).

A 1ª etapa foi associada a um questionário de natureza aberta (Anexo B), a fim de identificar características do uso da água na produção agrícola quanto aos seguintes aspectos: fonte de captação, procedimentos de utilização, percepção do agricultor sobre a escassez, autorização do uso e qualidade da água. Para tanto, utilizou-se como recurso um gravador de voz, para preservar a veracidade das informações prestadas pelos agricultores.

A 2ª etapa foi definida pela aplicação de um questionário de natureza fechada, a fim de coletar informações para serem aferidas pelo sistema Ambitec-Agro, sendo possível mensurar índices de impacto de uma dada inserção tecnológica, nomeadamente o SAF, nas dimensões: ambiental, social e econômico (Anexo C). A 3ª etapa foi direcionada a investigação analítica da dimensão ambiental do sistema Ambitec-Agro. Esse direcionamento foi adotado, a fim de estabelecer e quantificar os coeficientes de impactos, relacionados à quantidade e qualidade da água, a partir da inserção do SAF no processo produtivo de cada UPF investigada.

Portanto, a 3ª etapa foi dividida em duas sub etapas: a) identificação e quantificação do componente relacionado à quantidade da água; e b) identificação, inclusão e análise de parâmetros físico-químicos e bacteriológico, bem como a *Salmonella*. A sub etapa a, com base no sistema Ambitec-Agro, identificou os indicadores relacionado à quantidade de água através do componente “uso de recursos naturais” como: água incorporada e no processo. Desse modo, esses indicadores foram definidos da seguinte forma:

- Água incorporada ( $i = 1$ ): É toda água consumida para o beneficiamento de produtos, alheio à área cultivada, e após a colheita (por exemplo: água utilizada para o beneficiamento da farinha de mandioca; lavagem de produtos, etc.);
- Água utilizada no processo produtivo ( $i = 2$ ): É toda água consumida, utilizada durante a produção agrícola da área cultivada (por exemplo: água para irrigação).

O volume de água utilizada no processo produtivo foi quantificado a partir da seguinte consideração: estimação de uma vazão média (litros/ minuto); do tempo de bombeamento e da área irrigada (antes e após a inserção do SAF). Para estimar a vazão média foi adotado um valor de 25,42 litros/minuto, sendo esta a capacidade de uma bomba hidráulica submersa ideal para o abastecimento doméstico e pequenas irrigações agrícolas. De tal modo que, esse valor pode ser alterado a depender do fabricante, bem como das condições de operação,

manutenção e potência desse equipamento. No entanto, esse valor foi estimado com base em uma bomba padrão da marca Anauger 900<sup>®</sup>, com motor a gasolina e potência de 450 W, cujos detalhes podem ser consultados no manual do fabricante.

O tempo de bombeamento foi aferido conforme as entrevistas realizadas pelo questionário fechado, cujo entrevistado informou o tempo demandado de bombeamento da água para a área cultivada, antes e após a inserção do SAF. Assim sendo, fez-se a estimativa de volume diário demandado para o processo produtivo, para ambas as situações, a partir das seguintes equações:

$$V_{\text{antes}} = 25,42 \times [T_{\text{antes}}] \quad (5)$$

$$V_{\text{após}} = 25,42 \times [T_{\text{após}}] \quad (6)$$

Em que  $V_{\text{antes}}$  e  $V_{\text{após}}$  representam o volume diário de água utilizada no processo produtivo (expresso em litros/dia), para cada unidade investigada, antes e após a inserção do SAF, respectivamente. Da mesma forma,  $T_{\text{antes}}$  e  $T_{\text{após}}$  foram associados ao tempo de bombeamento informado pelo agricultor (expresso em minutos), demandado para o processo de irrigação antes e após a inserção do SAF.

Por outro lado, o volume diário de água incorporada foi estimado com base em informações coletadas por fotografia, pertencente a uma das unidades produtivas investigada, a qual realiza o beneficiamento da farinha de mandioca. Desse modo, adotou-se que em média o volume de água utilizado para o beneficiamento da farinha de mandioca, equivale ao enchimento de um reservatório de 500 litros (comumente utilizado para esse fim, sendo adotado como referência). Para tanto, adotou-se um reservatório padrão da marca Fiberlight<sup>®</sup>, cujas medidas estão ilustradas na Figura 5. De tal modo que, se multiplicando a área média do círculo (considerando o diâmetro inferior e superior do reservatório, respectivamente iguais a 0,90 m e 1,23 m) pela altura medida em campo ( $h \approx 0,50$  m), obteve-se um volume aproximado de 455 litros/dia.

O volume de água utilizado para a lavagem de produtos, após colheita, foi estimado considerando dois cenários: o primeiro associado a unidades que fazem o uso da água, tanto para a lavagem de produtos quanto para o beneficiamento. Para este cenário adotou-se que o volume de água é igual a 10% do volume utilizado para beneficiamento, ou seja, aproximadamente 25 garrafas *pet* de 2 litros. Para o segundo cenário, a mesma quantidade de garrafas *pet* foi associado a 1% do volume bombeado para irrigação, já que não se considerou

a reservação de água para o beneficiamento da farinha de mandioca. Essas relações e percentuais aproximados foram obtidos por observação, aferição “*in loco*” e questionamento, durante o processo de investigação na unidade utilizada como referência.

Figura 5 - Considerações adotadas para estimativa do volume de água incorporada.



Fonte: Pesquisa de campo (2013).

Em seguida, para a determinação do consumo de água por UPF (vazão do volume demandado para irrigação por área de cultivo) necessitou-se quantificar a redução da área cultivada. Para tanto foi estabelecida uma relação entre a área de cultivo, antes da inserção do SAF ( $Ac_{antes}^+$ ), com base nos dados disponíveis, compilados do projeto Raízes da Terra (ver Figura 4), e a área total da unidade ( $At$ ), obtendo-se o percentual de área cultivada ( $\%Ac_{antes}$ ). O percentual da área cultivada após a inserção do SAF ( $\%Ac_{após}$ ) foi obtido pela mesma relação anterior; porém, o dividendo foi à área de cultivo após a inserção do incremento considerado ( $Ac_{após}$ ). Assim sendo, os quocientes médios dessas relações, iguais a 0,8571 e 0,585, respectivamente, foram multiplicados pela área total de cada UPF sendo possível

estimar as demais  $Ac$ , antes ( $Ac_{antes}$ ) e após da inserção do SAF ( $Ac_{após}$ ). Esse procedimento foi utilizado, uma vez que não há dados sobre a  $Ac_{antes}$  e  $Ac_{após}$  de todas as UPF do projeto Raízes da Terra.

Quadro 5 - Estimativa da área de cultivo antes e após a inserção de SAF.

UPFn	Valores referências para estimar $Ac_{antes}$ e $Ac_{após}$					$Ac_{antes}$	$Ac_{após}$
	At*	$Ac_{antes}^+$	% $Ac_{antes}$	$Ac_{após}^+$	% $Ac_{após}$		
1#	50	-	-	-	-	-	-
2	17	-	-	-	-	14,57	9,95
3#	14	-	-	-	-	-	-
4	13	11,5	88,46	9	69,23	11,55	9
5	25	20,2	88,8	13,5	54	21,43	14,63
6"	50	-	-	-	-	-	-
7	50	-	-	-	-	42,86	29,25
8	25	-	-	-	-	21,43	14,63
9	25	20,5	82	15	60	20,5	15
10	25	22,9	91,6	12,7	50,8	22,9	12,7
<b>Média</b>	-	-	<b>85,71</b>	-	<b>58,5</b>	-	-

Fonte: Dados obtidos a partir do projeto Raízes da Terra.

(\*) valores informados pelos proprietários; (+) valores disponibilizados pelo projeto Raízes da Terra; (#) unidades produtivas que não utilizam água no processo produtivo; (") unidade produtiva que não apresentou redução de área de cultivo.

A subetapa b identificou o componente qualidade da água, que está relacionado aos indicadores: espuma/ óleo/ materiais flutuantes, sedimentos/assoreamento, e pelo parâmetro físico, turbidez; e químico, demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Além de outros parâmetros físico-químicos se revelarem tão ou mais importante que aqueles utilizados, originalmente, pelo sistema Ambitec-Agro, foram incluídos e analisados: Temperatura (T), potencial de hidrogênio (pH), fosfato ( $PO_4^-$ ), nitrato ( $NO_3^-$ ); Coliformes fecais e *Salmonella*. A inserção desses parâmetros e a *Salmonella*, caracterizados pelo sistema Ambitec-Agro como indicadores provocaram a mudança do peso, originalmente, estabelecido pelo sistema. Esse peso foi distribuído equitativamente aos novos indicadores, de tal modo que todos passaram a ter a mesma importância no componente qualidade da água.

Portanto, para medição dos parâmetros T, pH e Tu foi utilizada a sonda HORIBA® modelo U-50, calibrada automaticamente para medir os respectivos parâmetros em cada fonte de abastecimento de água. Para fonte subterrânea, a sonda foi submergida diretamente no poço; já em fonte superficial, se necessitou utilizar um recipiente (bacias e baldes plásticos), após previa lavagem com a própria água do igarapé, no qual a sonda foi submersa.

Utilizou-se um reflectómetro RQflex<sup>®</sup> modelo 10plus, para obtenção de  $\text{PO}_4^-$  e  $\text{NO}_3^-$ , sendo necessário realizar a calibração por meio de tiras descartáveis. Essas tiras fazem o reconhecimento de diferentes códigos, fornecido pelo próprio equipamento, para cada parâmetro medido. Para obtenção de  $\text{NO}_3^-$  utilizou-se, adicionalmente, um reagente químico (em pó, mantido refrigerado) que misturado com a água acusou a presença ou não do parâmetro.

A estimativa do parâmetro DBO foi procedido por meio de coleta de água em 17 frascos plásticos, previamente esterilizados com água Milli-Q. Esses frascos foram mantidos em refrigeradores, com temperatura apropriada, até serem transportados a um laboratório particular, cujos resultados foram divulgados por laudo técnico para cada amostra das 10 UPF (Anexo D).

Para a detecção de coliformes fecais e salmonela foi utilizado o *kit* microbiológico TECNOBAC<sup>®</sup>. De tal maneira que, em cada amostra de água foi utilizado uma cartela microbiológica descartável, cuja assepsia para seu manuseio se utilizou água Milli-Q, e os procedimentos de identificação dos resultados seguiram os protocolos indicados pelo fabricante (Anexo E). Adotou-se por não realizar a incubação das cartelas por 15 horas, como sugere o fabricante; porém, a contagem das colônias de bactérias foi realizada após 24 horas.

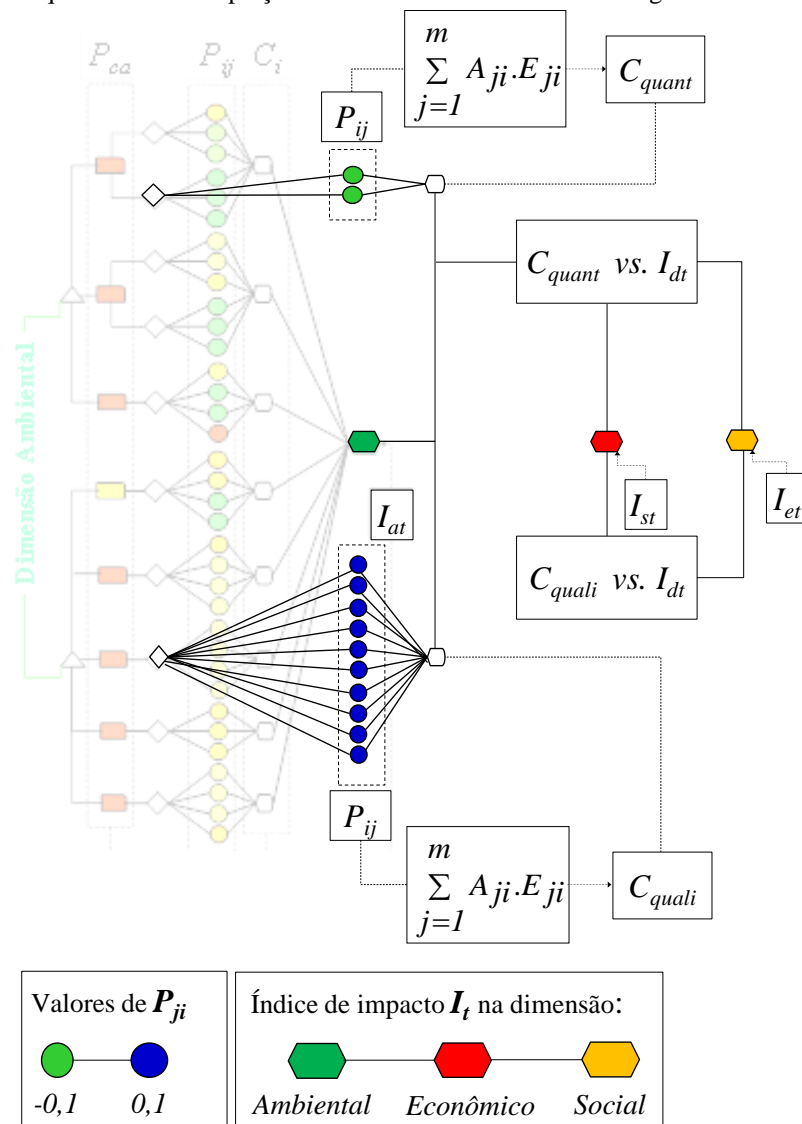
Procedeu-se o cálculo para estimar as concentrações de coliformes fecais e *Salmonella*, a partir dos seguintes procedimentos: a) Coliformes fecais: multiplicou-se o número de pontos azuis indicadas na cartela por 60; b) *Salmonella*: multiplicou-se o número de pontos verdes indicadas na cartela por 60. Desse modo, estimaram-se as unidades formadoras de colônias (UFC), cujo resultado foi dividido por 100 ml, sendo determinadas as concentrações de coliformes e *Salmonella*.

Após a identificação e quantificação dos indicadores de qualidade e quantidade de água realizou-se uma adaptação ao sistema Ambitec-Agro (Figura 7), a fim de delinear os meios para obter um coeficiente de impacto para os novos componentes, nomeadamente qualidade e quantidade de água. Portanto, o coeficiente que relacionou a qualidade da água foi composto de dez indicadores, de tal modo que foi calculado  $C_i$  (sendo  $i$  relacionado à qualidade da água, nomeado por *quali*) através da Equação (1).

Em que, os termos relativos a esta equação foram relacionados aos efeitos da inserção do SAF, em função de  $A_{ji}$ ,  $E_{ji}$  e  $P_{ij}$ . O valor de  $A_{ij}$ , sendo  $j$  o componente qualidade da água e  $i$  cada indicador, de tal modo que, o aumento, diminuição ou alteração dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos foram relacionados aos valores de referência da resolução CONAMA 257/ 2005. Para *Salmonella*, as concentrações devem se apresentar ausentes. Por

outro lado, o valor de  $E_{ij}$  foi estabelecido pelo sistema Ambitec-Agro. O valor de  $P_{ji}$  para os indicadores relacionados à qualidade da água foi igual a 0,1 (10%).

Figura 6 - Desenho esquemático da adaptação realizado no sistema Ambitec-Agro.



Fonte: Elaborado pela autora.

Da mesma forma foi calculado  $C_i$  (sendo  $i$  relacionado à quantidade da água, nomeado por *quant*) por meio da Equação 1. Os valores de  $A_{ji}$  e  $E_{ji}$  foram relacionados aos Quadros 1 e 2, respectivamente. O valor de  $A_{ij}$ , sendo  $j$  o componente quantidade da água e  $i$  cada indicador. De tal modo que o aumento, diminuição ou alteração do volume diário incorporado no beneficiamento de produtos. Bem como do consumo de água por área de cultivo, foram relacionados à estimação de uma UPF realiza o beneficiamento da farinha de mandioca e tempo de bombeamento de água para irrigação, respectivamente, antes e após o SAF.

Por fim, foram estabelecidas quatro relações de causa-efeito entre  $C_{quali}$  e  $C_{quant}$  e os possíveis impactos gerados pela inserção do SAF no processo produtivo, através de um índice quantificado pela Equação (4), e pelos índices nas dimensões: ambiental, social e econômico, obtidos a partir da Equação (2).

#### 4.5 HIPÓTESES FORMULADAS

A verificação de aceitação ou rejeição das hipóteses formuladas foi aferida a partir do teste estatístico de Student (teste - t), de variância populacional desconhecida, com nível de significância igual a 0,05 e, grau de confiança de 95% (*i.e.*  $t_{crítico} = \pm 2,447$ ), obtendo-se um  $t_{calculado}$  a partir de:

$$t_{calculado} = \frac{C, I(méd) - Cc, Ic(méd)}{\frac{\sigma_{Cc, Ic}}{\sqrt{n}}} \quad (7)$$

Em que  $C, I(méd)$  são referentes aos coeficientes e índices médios adotados para a população de UPF pertencentes ao projeto Raízes da Terra. Já  $Cc, Ic(méd)$  se referem aos coeficientes e índices médios calculados pelo sistema Ambitec-Agro para as UPF investigadas. O termo  $\sigma_{Cc, Ic}$  indica o desvio-padrão dos coeficientes e índices calculados, os quais são divididos pela raiz quadrada do número de UPF consideradas ( $n$ ).

Desse modo, se o valor de  $t_{calculado}$  (obtido pela tabela Anexo F da distribuição de Student, a partir do grau de liberdade igual a  $n - 1$ ) for menor que  $t_{crítico}$ , a hipótese inicial ( $H_0$ ) é aceita. Por outro lado, se  $t_{calculado}$  for maior que  $t_{crítico}$ , rejeita-se  $H_0$  e se aceita a hipótese alternativa ( $H_1$ ) de que a inserção do SAF na atividade agrícola pode proporcionar impactos positivos na dimensão socioeconômica e até na ambiental; porém, a oferta de água para o processo produtivo demanda o seu uso irracional e qualidade inadequada nas UPF participantes do projeto Raízes da Terra. A escolha do teste-t, do tipo paramétrico, considerou que a distribuição dos índices de impacto gerados pela inserção do SAF, bem como aqueles que mensuram os impactos nas dimensões analisadas, e, sobretudo, os coeficientes relacionados à  $C_{quali}$  e  $C_{quant}$ , seguem uma distribuição normal com variâncias homogêneas.

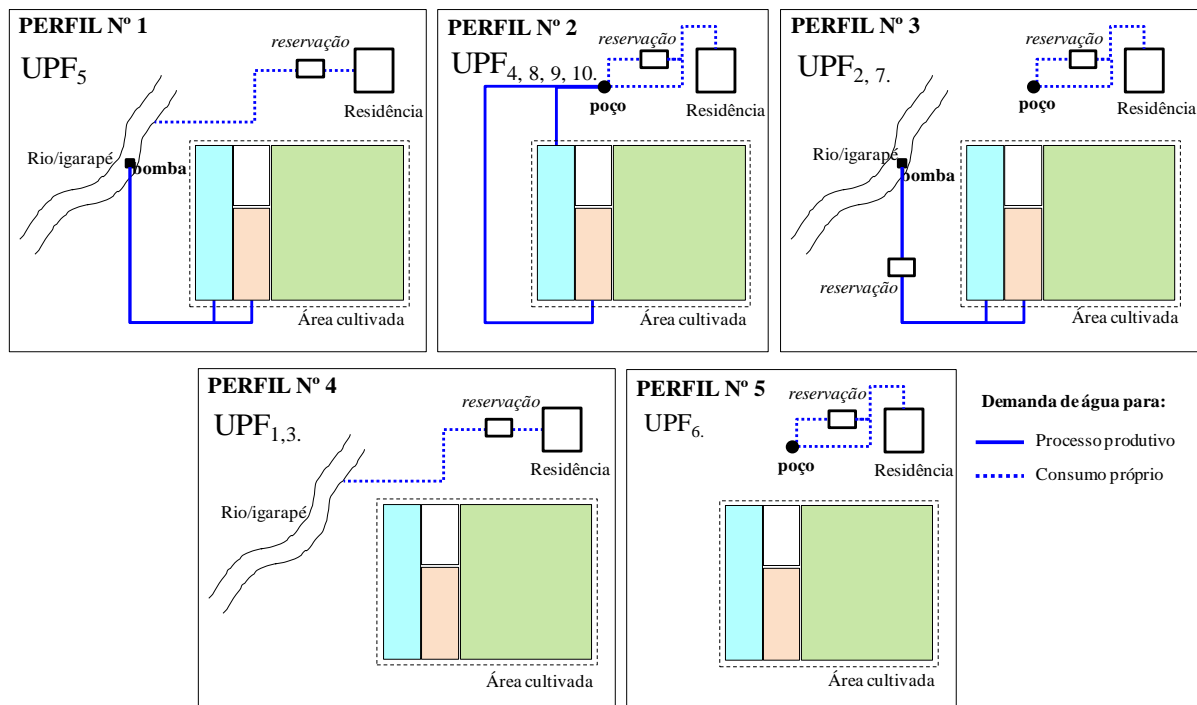
## 5 RESULTADOS E DISCURSÕES

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA

Os resultados provenientes da aplicação do primeiro questionário caracterizaram o uso da água em cada UPF, quanto à fonte de captação, procedimentos de utilização, percepção do agricultor sobre a escassez, autorização do uso e qualidade da água. Embora o objetivo do trabalho tivesse como ênfase a demanda no processo produtivo, houve casos em que, além dessa demanda, a água tenha sido utilizada para o consumo próprio. Assim, a fonte de captação da água foi associada ao seu modo de utilização, sendo caracterizados cinco perfis.

A demanda de água captada de fonte superficial, nomeadamente, rios e igarapés, para o processo produtivo advém de bombeamento, essa característica foi identificada apenas na UPF<sub>5</sub> e se enquadrada com perfil n° 1. Nessa unidade, além de atendimento da respectiva demanda, a mesma fonte é utilizada para consumo próprio, porém, sem o uso de bomba (Figura 7).

Figura 7 - Caracterização de perfis de utilização da água nas UPF investigadas.



Fonte: Pesquisa de campo (2013).

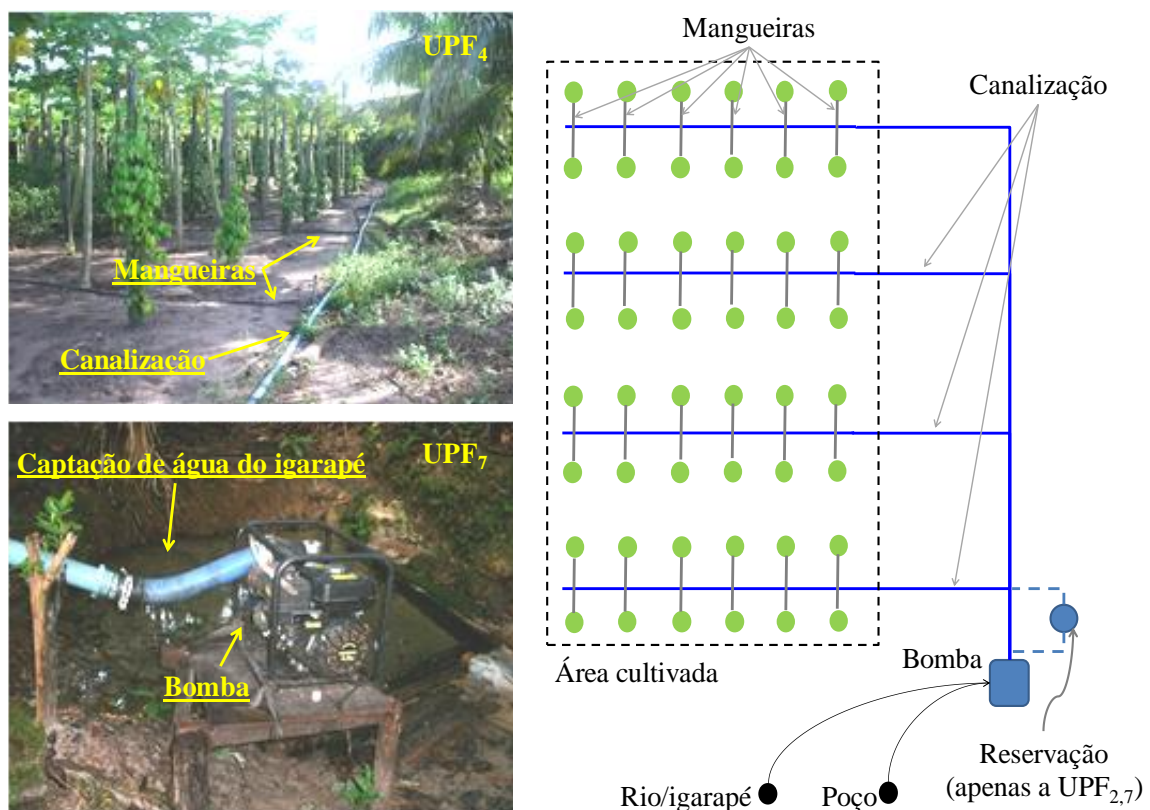
A maioria das unidades investigadas foi enquadrada no perfil n° 2, o qual a demanda de água tanto para o processo produtivo, quanto para o consumo próprio advém da fonte



subterrânea, isto é, por meio de poços freáticos. Essa descrição foi associada as UPF<sub>4, 8, 9, 10</sub>. Por outro lado, as UPF<sub>2, 7</sub> enquadraram-se no perfil nº 3, o qual foi caracterizado pelo uso misto das fontes de captação de água: o meio subterrâneo foi demandado para suprir a necessidade de consumo próprio, já a fonte superficial foi utilizada para demanda no processo produtivo, sendo que determinado volume de água foi reservado para esse fim. A demanda de água apenas para o consumo foram caracterizadas pelas UPF<sub>1,3</sub> e UPF<sub>6</sub>, de tal modo que se enquadraram aos perfis nº 4 e nº 5, sendo relacionados as fontes superficial e subterrânea, respectivamente.

Os três primeiros perfis demandaram água para irrigação, sendo que esse processo foi narrado pelos agricultores entrevistados, pertencentes as UPF<sub>2, 4, 5, 7, 8, 9, 10</sub>, os quais ressaltaram não haver qualquer tipo de controle da quantidade de água no processo e incorporada na produção agrícola. Desse modo, a captação de água foi feita diretamente a partir da fonte, com uso de uma bomba hidráulica, distribuindo água para área produtiva por meio de mangueiras e canalizações (Figura 8).

Figura 8 - Esquema utilizado pelas UPF<sub>2, 4, 5, 7, 8, 9, 10</sub> para irrigação da área cultivada.



Fonte: Pesquisa de campo (2013).

Normalmente, a bomba foi acionada duas e/ou três vezes por dia, e cada agricultor regula o tempo que liga/desliga; porém, segundo foi relatado por todos os entrevistados, esse

tempo variou entre meia à uma hora, e no máximo três horas/dia, sendo considerado em média 2 horas de funcionamento. Embora tenha sido relatado não haver controle da quantidade de água empregada no processo e incorporada na produção agrícola, com exceção das UPF<sub>2,7</sub>, nenhuma das unidades investigadas fez reservação de água para esse fim. A reservação foi realizada para o consumo próprio; contudo, as UPF<sub>2,5,7,9</sub> utilizaram a água dessa reservação para produção da farinha de mandioca. Nesse sentido, foi constatado que a UPF<sub>5</sub> fez reservação de água, a partir do desvio do curso natural de um corpo d'água. Essa prática também foi utilizada pela UPF<sub>1</sub>; no entanto, o agricultor relatou que construiu uma derivação do curso d'água, concebendo um lago artificial, a fim de prospectar a prática da piscicultura (Figura 9).

Figura 9 - Preparação da farinha de mandioca UPF<sub>7</sub>. Derivação e barramento do curso d'água UPF<sub>1,5</sub>.



Fonte: Pesquisa de campo (2013).

Em ambos os casos de reservação, por meio da alteração e derivação do curso d'água, particularmente efetuados pelas UPF<sub>1,5</sub>, estão sujeitos ao enquadramento em crimes ambientais uma vez que, segundo os próprios proprietários, não houve qualquer tipo de

autorização para realizar tais construções. Nesse sentido, a Lei 9.605/98 prevê a criminalização por meio do Art. 60, sendo proibido: *“Construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, ou contrariando as normas legais e regulamentares pertinentes”*.

Além dessa questão, a alteração do curso natural e reservação por meio de pequenos açudes podem potencializar a escassez de água em unidades a jusante. Embora essa confirmação necessite de amplos estudos de natureza hidrológica e hidrogeológica, a escassez foi associada à sazonalidade. Isto é, oscilação do nível d'água durante o período de estiagem (verão) e cheias (inverno), sendo percebida por todos os entrevistados, quando indagados sobre o assunto, com relatos descritos pelos proprietários das UPF<sub>1,2,5</sub>:

“No verão ela nunca passa, ela nunca baixa assim, baixa o normal que a gente já conhece mesmo (...) mas só quando o inverno chega ‘né’ a gente supera. E porque eu, assim, eu, a minha preocupação é preservar as nascentes ‘né’ que é pra justamente, que elas sejam bem conservadas, que nunca, nunca pare de jorrar água”.  
Proprietário da UPF<sub>1</sub>.

“É aqui pra nós é, sim, a gente vê sim, a gente observa na água ‘né’, por exemplo, o nível do igarapé quando chega o verão ele baixa ‘né’, a cacimba que a gente ‘selve’ também ela baixa o nível de água também na época do verão. A gente nota que é ‘menas’ água ‘né’, é, pode sim causar uma escassez de água que nem aqui uma época, aconteceu de um igarapé secar, que tinha uma nascente, muito bonita, mas aconteceu de o verão ser muito forte, e teve um ano que secou inclusive uma lagoa que tem aqui do lado, uma lagoa grande também teve um ano que secou, ficou só terra mesmo, é então a gente nota que a escassez de água todo verão é muito forte”.  
Proprietário da UPF<sub>2</sub>.

“Ele já secou ‘né’ (poço) novembro, dezembro e janeiro (...). **Sempre foi assim?** Não, não foi assim, foi uns anos pra cá ‘né’, de uns anos pra cá, seca, mas ‘num’ seca ‘tudinho’ (...) não passa água, tirar água com a bomba, tirei água no verão todinho, todinho com a bomba e nada (...) agora tem o mar, já dá ‘pro’ gasto. (...) só não tá melhor devido isso, senão fosse isso aí era água. Tinha bastante água”.  
Proprietário da UPF<sub>5</sub>.

Portanto, notou-se que a prática da utilização e reservação da água feita pelos agricultores entrevistados, tanto no processo produtivo quanto para o consumo próprio, não guardou qualquer relação sobre a questão legal do uso. Nesse sentido, todos os proprietários das UPF investigadas não expuseram qualquer tipo de conhecimento sobre a legislação que regula o direito de uso da água, nomeadamente a outorga, exceto o proprietário da UPF<sub>1</sub> que sinalizou alguma noção sobre a respectiva legislação.

“Não, é, o único conhecimento que eu tô, tendo hoje é assim, é que hoje pra você utilizar água de, de água de poço e de igarapé, é assim tipo, você tem que ter uma

legislação hoje, documento que, prove que diga que você tá usando. Só que na verdade, ainda não sei de nada ainda assim, ainda não vi esse documento “né”, não sei nem como é, como é que faz “né” ... Que é o, que hoje pra você utilizar, tipo fazer uma irrigação, pra fazer um (...) você tem que ter esse documento em mãos pra poder provar que você tem aquilo e a garantia do que você tá fazendo (...) não vai prejudicar ninguém “né”. Proprietário da UPF<sub>1</sub>.

Embora tenha sido constatado total desconhecimento sobre a necessidade de solicitar outorga para o uso da água, PARÁ (2010), por meio do Manual para Usuários - Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, estabeleceu seis usos dos recursos hídricos sujeitos à outorga, amparados pela Lei 6.381/01. Dentre estes, dois merecem destaques por estarem diretamente relacionados ao uso da água demandado pelas UPF investigadas, a saber:

*I – derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para o consumo final, inclusive abastecimento público ou insumo de processo produtivo;*

*II – extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo.*

No entanto, a UPF<sub>5</sub> alterou o curso natural do igarapé o que implicou na drástica diminuição do fluxo de água para jusante, de tal modo que a necessidade de outorga do uso ficou estabelecida, conforme o respectivo regulamento por:

*VI – outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.*

Nesses termos, todas as UPF necessitam de autorização de uso, uma vez que demandam água de fontes superficiais e subterrâneas, tanto para o consumo quanto para o processo produtivo. No entanto, o respectivo Manual apresentou um precedente para dispensa de outorga para usuários de água com usos considerados insignificantes, sendo necessário requerer Declaração de Dispensa de Outorga.

Contudo, os usos insignificantes não estão claramente definidos sugerindo consultar um técnico da instituição para deliberar sobre a necessidade ou não de outorga. Nesse contexto, a Lei 547/06, do estado de Roraima, estabeleceu a dispensa de outorga para alguns usuários, especificando parâmetros técnicos que abrangem fundamentos para fazê-lo, os quais são: “*derivações e captações individuais de até 1 litro/segundo; as acumulações de águas superficiais com volume máximo de 50.000 m<sup>3</sup>; captação de água subterrânea para uso doméstico em área rural e para irrigação paisagística, nos casos de poço tubular ou amazonas/cisterna/poço escavado/cacimba com profundidade inferior a 100 metros; poço tubular ou amazonas/cisterna/poço escavado/cacimba com vazão de até 15 m<sup>3</sup>/dia; e poços incluídos em pesquisas, com caráter exclusivo de estudo*”.

Deliberado ou não a outorga do uso, passou-se a analisar a questão da qualidade da água nas unidades investigadas. Os agricultores entrevistados atribuíram sua percepção sobre a qualidade associado a características visuais e insípidas, tal como cor, odor e gosto. Essa constatação foi percebida, somente, para a água utilizada ao consumo de tal maneira que, quando questionado, todos entrevistados associaram qualidade pela: transparência e o fato de conter ou não algum tipo de resíduo na água:

“Depende, é aquela história que eu falei sobre o igarapé (...) um pouco, porque quando a gente usa aqui pra casa essa água, todas elas tão boa. **Por que o senhor a considera de boa qualidade?** Porque ela tá bem limpinha, a gente chega lá no igarapé, vê a água tá limpa, quando a gente vê a água suja não utiliza aquela água, deixa passar dois ou três dias pra poder usar dela” Proprietário da UPF<sub>2</sub>.

“É, a gente olhando de vista a gente acha que sim ‘né’, mas a gente não tem o conhecimento direto ‘né’, é, até inclusive esse trabalho aí é muito importante pra nós porque com certeza a gente vai ter a resposta desse trabalho, e aí, a gente vai saber se tá utilizando uma boa água ou não, principalmente pra gente beber ‘né’”. Proprietário da UPF<sub>3</sub>.

“Ela é uma água limpa sem cheiro, é uma água natural mesmo, uma água mineral mesmo, é boa a água”. Proprietário da UPF<sub>4</sub>.

“Eu considero ‘por causa que’ as ‘nossa área’ aqui do igarapé são bem preservada ‘né’ então não, não tem esse ‘negocinho’ de gado perto assim, então é uma água boa”. Proprietário da UPF<sub>7</sub>.

Por outro lado, quando questionado sobre a qualidade da água, bem como se as unidades produtivas fazem algum controle com o emprego de hipoclorito de sódio, os proprietários de cada UPF não apresentaram consenso. As UPF<sub>6,8</sub> não tem a certeza de que a água é de boa qualidade, com destaque para a primeira, cujo proprietário afirmou não estar satisfeito com a qualidade, por esta apresentar-se insípida e visualmente com coloração.

“Olha, não é não. **Não, por quê?** Não é, porque tem muito, muito ‘barrudo’ dentro da água ‘né’, a gente ‘apanha ela’, vai tomar ela e a gente sente um gosto de folha, folha a modo podre, um gosto ruim na água ‘né’”. Proprietário da UPF<sub>6</sub>.

“Se ‘é’ de boa qualidade eu não te garanto, sabe hoje que pela quantidade de ‘produto químicos’ que se usa ‘né’, ninguém nunca fez análise na terra, na água pra dizer assim: olha essa água é, toma que ela é boa, não te garanto não, mas até agora ‘né’ a gente tem que usar ela, não tem jeito”. Proprietário da UPF<sub>8</sub>.

As UPF<sub>1,2,8,9,10</sub> revelaram dotar de algum tipo de tratamento para o consumo próprio, por meio de coagem. Embora o entrevistado da UPF<sub>6</sub> tenha apresentado insatisfação sobre a qualidade da sua água, mesmo assim considerou desnecessário fazer a coagem, e muito menos manifestou interesse em fazer o uso de hipoclorito de sódio. Nesse sentido, os proprietários

das UPF<sub>1,10</sub> declararam fazer uso desse composto químico, somente quando fornecido pela prefeitura de tal modo que, esse tipo de tratamento é realizado esporadicamente. Os entrevistados, proprietários das UPF<sub>3,4,5,7</sub> não empregam procedimentos para o tratamento da água, assim sendo, não foram constatados em nenhuma das UPF, como um tipo de tratamento, a fervura da água para o consumo próprio.

Embora tenham sido relatadas por alguns proprietários entrevistados, insatisfações e dúvidas sobre a qualidade, bem como utilizarem ou não algum tipo de tratamento, todos quando questionados ressaltaram não ter apresentado qualquer tipo de sintoma, como diarreia, ou doença relacionada à ingestão da água.

“Até hoje essa água nunca fez mal pra nós, porque nunca surgiu um tipo de doença, assim, que a gente vá ‘no’ hospital ou ‘num’ médico que ele (...) venha ‘coisar’ que seja da água”. Proprietário da UPF<sub>10</sub>.

Portanto, diante dos resultados qualitativos, advindos da aplicação do questionário aberto, algumas questões fundamentaram a composição do questionário fechado. Dentre essas se destacaram aquelas que contribuíram para o estabelecimento do coeficiente de impacto na quantidade da água, após a inserção do SAF. Por outro lado, para estabelecer e mensurar o coeficiente relacionado à qualidade foi realizado coletas e análises da água.

## 5.2 COEFICIENTES DE IMPACTO QUALI-QUANTITATIVO DO USO DA ÁGUA

O estabelecimento dos coeficientes,  $C_{quali}$  e  $C_{quant}$ , resultou na caracterização de escalas de valores para classificar os impactos na qualidade e quantidade de água utilizada no processo produtivo em cada UPF investigada a partir da inserção de SAF, respectivamente. A classificação de  $C_{quant}$  foi baseada em função da oscilação do coeficiente de alteração  $A_{ji}$ , onde  $j$  é o componente relacionado ao “uso de recursos naturais” ( $j=1$ ); e  $i$  referem-se aos indicadores: água incorporada ( $i = 1$ ) e água no processo ( $i = 2$ ). Portanto, como  $P_{ji}$  foi igual a  $-0,1$  (-10%), o valor final máximo que  $C_{quant}$  pode ser estimado é igual a soma dos dois indicadores. Contudo, a escala de ocorrência limitou-se a ser classificada como pontual; embora, o valor de  $E_{ji}$  tenha sido adotado pelo sistema Ambitec-Agro igual a 5, sendo que:

$$C_{quant} = \sum_{j=1}^I A_{ji} \cdot E_{ji} \cdot P_{ji} = A_{11} \cdot E_{11} \cdot P_{11} + A_{12} \cdot E_{12} \cdot P_{12} \quad (8)$$

Assim, a demanda pelo uso da água utilizada no processo produtivo de cada UPF foi classificada como irracional, cujos valores de  $C_{quant}$  estão no intervalo negativo. Quando a demanda dessa água for minimamente racional os valores do coeficiente foram estabelecidos entre o intervalo de 0 até + 1; por outro lado, o intervalo de + 1 a + 3,  $C_{quant}$  classificou a demanda da água como racional (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação da demanda de água em função de  $C_{quant}$

Classificação da demanda de água	$A_{ji}$	$C_{quant} = A_{ji} \cdot E_{ji} \cdot P_{ji}$	$C_{quant} = \sum_{j=1}^I A_{ji} \cdot E_{ji} \cdot P_{ji}$	
		$E_{ji} = 5$		
<b>Racional</b>	<b>+3</b>	+ 1,50	+ 3	
<b>Minimamente racional</b>	<b>+1</b>	+ 0,50	+ 1	
	<b>0</b>	0	0	
<b>Irracional</b>	<b>-1</b>	- 0,50	- 3	
	<b>-3</b>	- 1,50		

Fonte: Elaborado pela autora.

Portanto, a relação entre os volumes de água quantificados pelas equações (5) e (6) definiu os valores de  $A_{ji}$  da seguinte forma:

$$0 = \frac{Vapós}{Vantes} \leq 1,3 \quad (9)$$

Essa relação estabeleceu que após a inserção do SAF, o volume de água demandado foi até 30% maior que o volume disponibilizado antes da implementação tecnológica. Desse modo, caracterizou-se que houve um moderado aumento de volume demandado, conforme qualificação proposta pelo sistema Ambitec-Agro, e, portanto, o valor de  $A_{ij}$  foi igual a +1. Utilizando esta mesma classificação, o valor de  $A_{ij}$  igual a +3, correspondeu a um grande aumento no volume de água consumido por uma UPF, a partir da relação abaixo:

$$\frac{Vapós}{Vantes} > 1,3 \quad (10)$$

Essa relação expressou que o volume de água demandado é superior a 30% maior que o volume disponibilizado antes da inserção do SAF, foi capaz de provocar um grande aumento do consumo. Por outro lado, o resultado da relação entre os respectivos volumes, antes e após a inserção do SAF, resultou em valor igual e menor ou igual a 0,1, ou valor igual



ou menor que 0,3, de tal maneira que a demanda de água apresentou uma grande diminuição, isto é, valor de  $A_{ji}$  foi -3.

$$0,1 \geq \frac{V_{após}}{V_{antes}} \leq 0,3 \quad (11)$$

A qualificação proposta pelo sistema Ambitec-Agro, julgando que o valor de  $A_{ji}$  igual a -1 seja associado a uma moderada diminuição do volume de água, incorporado e demandado no processo produtivo, foi relacionado abaixo:

$$\frac{V_{após}}{V_{antes}} > 0,3 \quad (12)$$

Assim sendo, o volume de água demandado igual ou superior a 30% menor que o volume disponibilizado antes da inserção do SAF, foi capaz de provocar uma moderada diminuição. No entanto, caso o resultado dessa relação for igual a 1, o volume de água consumido antes e após a inserção do SAF são iguais, sendo que o valor de  $A_{ij}$  foi igual a 0, e deste modo, qualificado pelo sistema Ambitec-Agro como inalterado.

Os volumes diários das UPF<sub>2,5,7,9\*</sub> que utilizaram água incorporada para o beneficiamento da farinha de mandioca, apresentaram-se inalterados. A exceção foi constatada na UPF<sub>5</sub>, enquadrada no perfil nº 1, uma vez que esta unidade fez reservação do volume de água para esse fim, a partir do bombeamento da fonte superficial. As unidades que não fizeram o respectivo beneficiamento, e apenas utilizaram água no processo após a colheita indicaram aumento dos volumes diários, como as UPF<sub>4\*,8\*,10\*</sub>; contudo, a demanda de água da UPF<sub>4\*</sub>, antes e após o SAF permaneceram praticamente iguais, posto que, o consumo da área de cultivo foi maior que as demais. Portanto, a relação entre os volumes diários antes e após a inserção do incremento produtivo, sugeriram que as UPF<sub>5,8\*,10\*</sub> fossem qualificadas como aqueles que aumentaram a demanda de água. Para as demais unidades, a diferença entre os volumes de água incorporada antes e após da inserção do SAF apresentaram valores semelhantes de tal modo que,  $A_{ij}$  foi igual a 0, e deste modo, qualificando-as como inalteradas.

Por outro lado, os resultados dos consumos (C) diários das unidades que utilizaram água no processo produtivo ( $i = 2$ ), após a inserção do SAF, apresentaram um aumento dos seus quantitativos, com destaque para UPF<sub>10</sub>, cujo  $C_{antes}$  igual a 133,21 litros/ha passou a demandar um  $C_{após}$  de 240,19 litros/ha, com aumento de 80% (*i.e.*  $C_{antes}/C_{após}$  igual a 1,8). Por



outro lado, o consumo da UPF<sub>7</sub> foi o mais significativo uma vez que o proprietário utilizou uma bomba hidráulica, do tipo injetor, com potencia de 6,5 HP, e capacidade de vazão da ordem de 1.000 litros/ minuto (da marca Matsuyama<sup>®</sup>). Desse modo, o volume diário para irrigar a área de cultivo passou de 2.799,83 litros/ha para 4.102,56 litros/ha.

Ressalta-se que a utilização do termo consumo foi estabelecida para relacionar: volume diário de água diário demandado, e área cultivada de cada UPF investigada (litros/ha). Pois, por princípio, a inserção de SAF reduz a área cultivada o que não implicou na redução do consumo, uma vez que o tempo de bombeamento permaneceu constante com valor médio de 2 horas/dia. A interpretação para quantificar o valor de  $A_{ij}$  foi similar às relações anteriores associados ao volume. Assim, a relação entre os consumos das UPF<sub>2,5,7,8\*,9\*,10\*</sub> apresentaram uma qualificação de  $A_{ij}$  associada a um grande aumento; e, apenas a UPF<sub>4</sub> apresentou moderado aumento na demanda de água para irrigação da área de cultivo (Tabela 2).

Tabela 2 - Estimação de  $A_{ij}$  em função da relação entre  $V_{após}$  e  $V_{antes}$ ; e  $C_{após}$  e  $C_{antes}$  por UPF.

UPF	Volume diário de água incorporada ( $i=1$ ) – litros/ dia				Consumo de água no processo ( $i=2$ ) – litros/ dia/ há			
	$V_{antes}$	$V_{após}$	$V_{após}/V_{antes}$	$A_{11}$	$C^1_{antes}$	$C^1_{após}$	$C^1_{após}/C^1_{antes}$	$A_{12}$
<b>2</b>	502,59	503,37	1,00	0	209,36	306,57	1,46	+3
<b>4*</b>	48,14	48,89	1,02	0	264,10	338,93	1,28	+1
<b>5</b>	1,42	2,09	1,46	+3	142,34	208,50	1,46	+3
<b>7</b>	528,50	541,53	1,02	0	2.799,83	4.102,56	1,47	+3
<b>8*</b>	1,42	2,09	1,46	+3	142,34	208,50	1,46	+3
<b>9*</b>	501,99	502,53	1,00	0	148,80	203,36	1,37	+3
<b>10*</b>	1,33	2,40	1,80	+3	133,21	240,19	1,80	+3

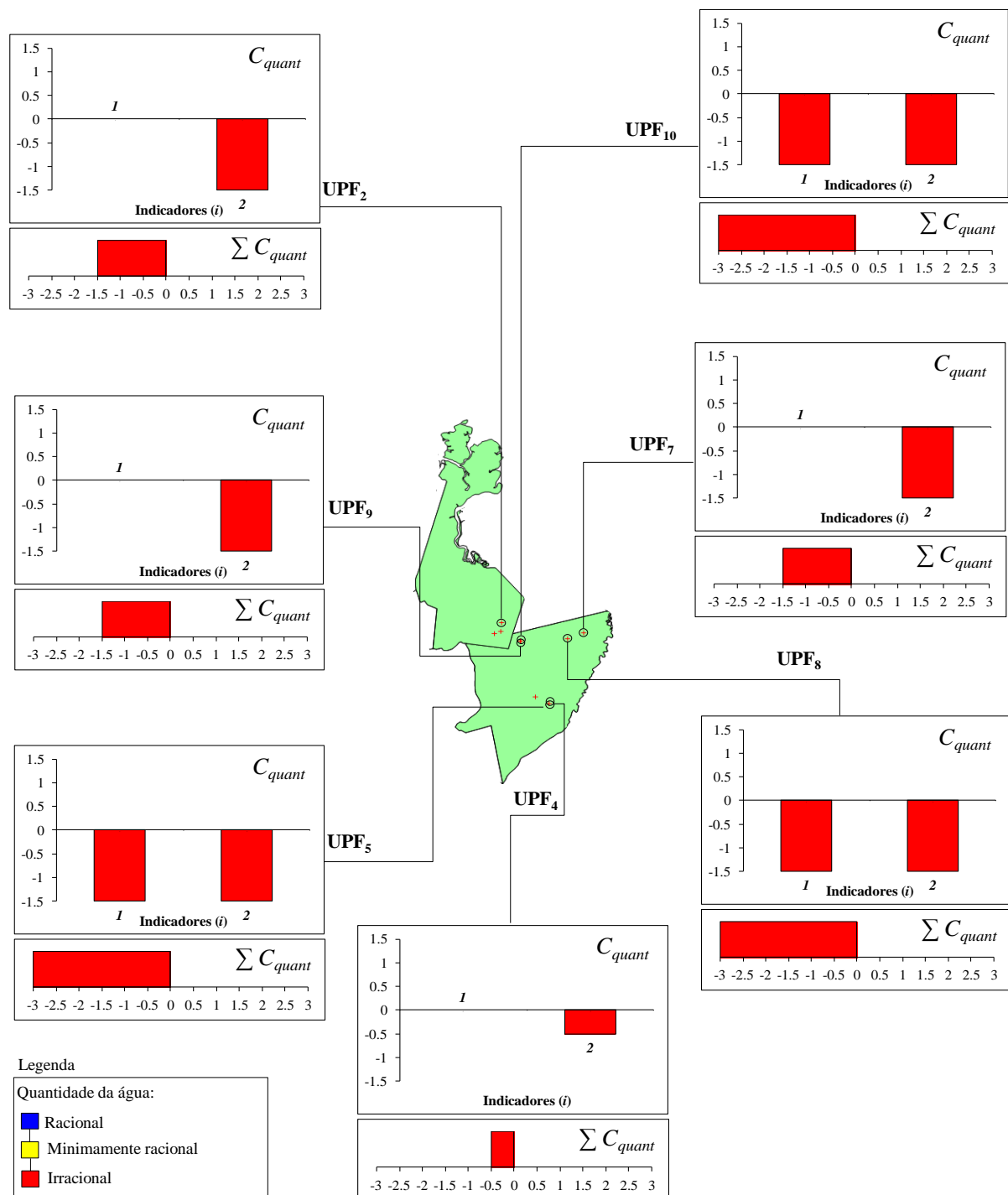
<sup>1</sup>Consumo (C) é a relação entre o volume diário de água e área cultivada (litros/ha);

\* UPF que captaram água da fonte subterrânea (poço).

Fonte: Elaborado pela autora.

De um modo geral, os resultados acerca do  $C_{quant}$  indicaram que todas as UPF foram classificadas como irracional. Contudo, a análise do indicador “água incorporada”, isto é,  $i=1$ , indicou como minimamente racional as UPF<sub>2,4\*,7,9\*</sub>. Por outro lado, quando analisado o indicador relativo à “água no processo”, ou seja,  $i=2$ , apenas as UFP<sub>4\*</sub> apresentou valor de  $C_{quant}$  igual a -0,5. Assim como as demais, esse valor classificou-a como uma unidade que faz uso da água no processo produtivo de forma irracional (Figura 10).

Figura 10 - Coeficiente  $C_{quant}$ , após a inserção do SAF, apenas nas UPF que utilizaram a água no processo produtivo: A)  $C_{quant}$  ( $i = 1$ ); B)  $C_{quant}$  ( $i = 2$ ); C)  $\sum C_{quant}$ .



Fonte: Pesquisa de campo (2013).

Por outro lado, a classificação de  $C_{quali}$  foi baseada em função da oscilação do coeficiente  $A_{ji}$ , onde  $j$  é o componente relacionado a “qualidade da água” ( $j=1$ ); e  $i$  referem-se aos indicadores: Espuma/ Óleo/ Materiais flutuantes ( $i = 1$ ), Sedimento/Assoreamento ( $i = 2$ ), Temperatura ( $i = 3$ ), Turbidez ( $i = 4$ ), DBO ( $i = 5$ ), pH ( $i = 6$ ), Fosfato ( $i = 7$ ), Nitrato ( $i = 8$ ),

Coliformes fecais ( $i = 9$ ) e *Salmonella*, ( $i = 10$ ). Portanto, como  $P_{ji}$  foi igual a 0,1 (10%), o valor final máximo que  $C_{quali}$  pode ser estimado é igual a soma dos dez indicadores, para diferentes escalas de ocorrência ( $E_{ji}$ ) de tal modo que:

$$C_{quali} = \sum_{j=1}^1 A_{ji} \cdot E_{ji} \cdot P_{ji} = A_{11} \cdot E_{11} \cdot P_{11} + A_{12} \cdot E_{12} \cdot P_{12} + A_{13} \cdot E_{13} \cdot P_{13} + \dots + A_{110} \cdot E_{110} \cdot P_{110} \quad (13)$$

A qualidade da água utilizada no processo produtivo de cada UPF foi classificada como inadequada, cujos valores de  $C_{quali}$  enquadraram-se no intervalo negativo. A qualidade da água se classificou como minimamente adequada, para intervalo de  $C_{quali}$  de 0 a + 5; e adequada para valores superiores a + 5 até o limite de +15 (Tabela 3).

Tabela 3 - Classificação da qualidade da água em função de  $C_{quali}$ .

Classificação da qualidade da água	$A_{ji}$	$C_{quali} = A_{ji} \cdot E_{ji} \cdot P_{ji}$			$C_{quali} = \sum_{j=1}^1 A_{ji} \cdot E_{ji} \cdot P_{ji}$	
		$E_{ji} = 1$	$E_{ji} = 2$	$E_{ji} = 5$		
Inadequada	+3	- 0,30	- 0,60	- 1,50	-15	Red
	+1	- 0,10	- 0,20	- 0,50		
Minimamente adequada	0	0	0	0	+ 5	Yellow
	-1	+ 0,10	+ 0,20	+ 0,50		
Adequada	-3	+ 0,30	+ 0,60	+ 1,50	+ 15	Blue

Fonte: Elaborado pela autora.

Portanto, a relação entre os indicadores envolvidos para obtenção de  $C_{quali}$  foi associada conforme orientação dos valores limites, para enquadramento da classe II, da resolução CONAMA nº 257/2005. Desse modo, o indicador  $i$  associado a este valor limite referiu-se aos quantitativos antes da inserção do SAF. Assim sendo, um indicador  $i$  após ( $i_{após}$ ) e antes ( $i_{antes}$ ) a inserção do SAF definiram os valores de  $A_{ji}$  da seguinte forma:

$$\frac{i_{após}}{i_{antes}} < 1,5 \quad (14)$$

Essa relação estabeleceu que, após a inserção do SAF, um indicador relacionado à qualidade da água foi 50% menor que o aferido anterior à respectiva inserção tecnológica. Desse modo, caracterizou-se que houve uma moderada diminuição do indicador medido, conforme qualificação proposta pelo sistema Ambitec-Agro, e, portanto, o valor de  $A_{ji}$  foi

igual a -1. Utilizando esta mesma classificação, o valor de  $A_{ij}$  igual a -3 corresponderam a uma grande diminuição no indicador da qualidade da água de uma UPF, através de:

$$\frac{i_{após}}{i_{antes}} \geq 1,5 \quad (15)$$

Essa razão expressou que, o indicador de qualidade de água igual ou superior a 50% maior que o aferido antes da inserção do SAF (com base na resolução adotada) foi capaz de provocar uma grande diminuição de qualidade. Por outro lado, o resultado da relação entre os respectivos indicadores, antes e após a inserção do SAF, resultou em valor menor que 0,5 de tal maneira que, a qualidade da água apresentou um grande aumento, isto é, valor de  $A_{ji} = +3$ . Valores iguais foram associados a essa relação, cujo resultado for próximo ou igual a 0.

$$\frac{i_{após}}{i_{antes}} < 0,5 \quad (16)$$

A qualificação proposta pelo sistema Ambitec-Agro, julgando que o valor de  $A_{ji}$  igual a +1 seja associado a um moderado aumento da qualidade da água no processo produtivo, foi relacionado abaixo:

$$\frac{i_{após}}{i_{antes}} \geq 0,5 \quad (17)$$

Assim sendo, o indicador da qualidade de água igual ou superior a 50% menor que o indicador aferido antes da inserção do SAF, foi capaz de provocar um moderado aumento na qualidade de água. No entanto, resultados dessa relação igual a 1 indicaram que a qualidade antes e após a inserção do SAF foi igual, sendo que o valor de  $A_{ij} = 0$ , e deste modo, qualificado pelo sistema Ambitec-Agro como inalterado. A exceção foi relacionada ao indicador  $i = 10$ , uma vez que a presença de *Salmonella* na água, conforme Portaria nº 36/90 do Ministério da Saúde, deve estar ausente. Neste caso, qualquer valor que constate a presença desta bactéria indicou uma grande diminuição da qualidade da água; e, portanto, valor de  $A_{ij}$  foi igual -3.

A admissão de valores inferiores e superiores a 50% foram estabelecidas como percentual de referência para quantificação de  $A_{ij}$ , uma vez que o sistema adotado não ofertou

qualquer critério técnico-científico para mensurar o respectivo coeficiente de alteração, associado aos parâmetros de qualidade da água. Por outro lado, a administração dos valores de  $A_{ij}$  aos indicadores: Espuma/ Óleo/ Materiais flutuantes ( $i = 1$ ), Sedimento/Assoreamento ( $i = 2$ ); foram relacionados ao questionário fechado proposto pelo sistema Ambitec-Agro.

Os resultados acerca da aferição dos parâmetros físicos da qualidade, nomeadamente temperatura e turbidez apresentaram resultados abaixo dos limites estabelecidos pela resolução de referência. Contudo, a temperatura da UPF<sub>3\*</sub> foi superior ao respectivo limite, de tal modo que, este resultado pode se justificar pelas condições climáticas no momento da aferição, bem como associados aos erros de medição e operação do equipamento (Figura 11).

Por outro lado, quanto aos parâmetros químicos incluídos, o fosfato ( $i = 7$ ) não se fez presente em nenhuma das UPF investigadas. Nesse contexto, apenas a UPF<sub>4\*</sub> apresentou pH superior ao limite mínimo estabelecido pela resolução adotada (pH = 6); contudo, as demais UPF indicaram valores inferiores ao mínimo, sugerindo maior acidez da água. A diminuição do pH pode estar relacionada ao uso de agrotóxico para as unidades que o utilizam (como a UPF<sub>5</sub>), de tal modo que a confirmação desse fato careça de estudos específicos.

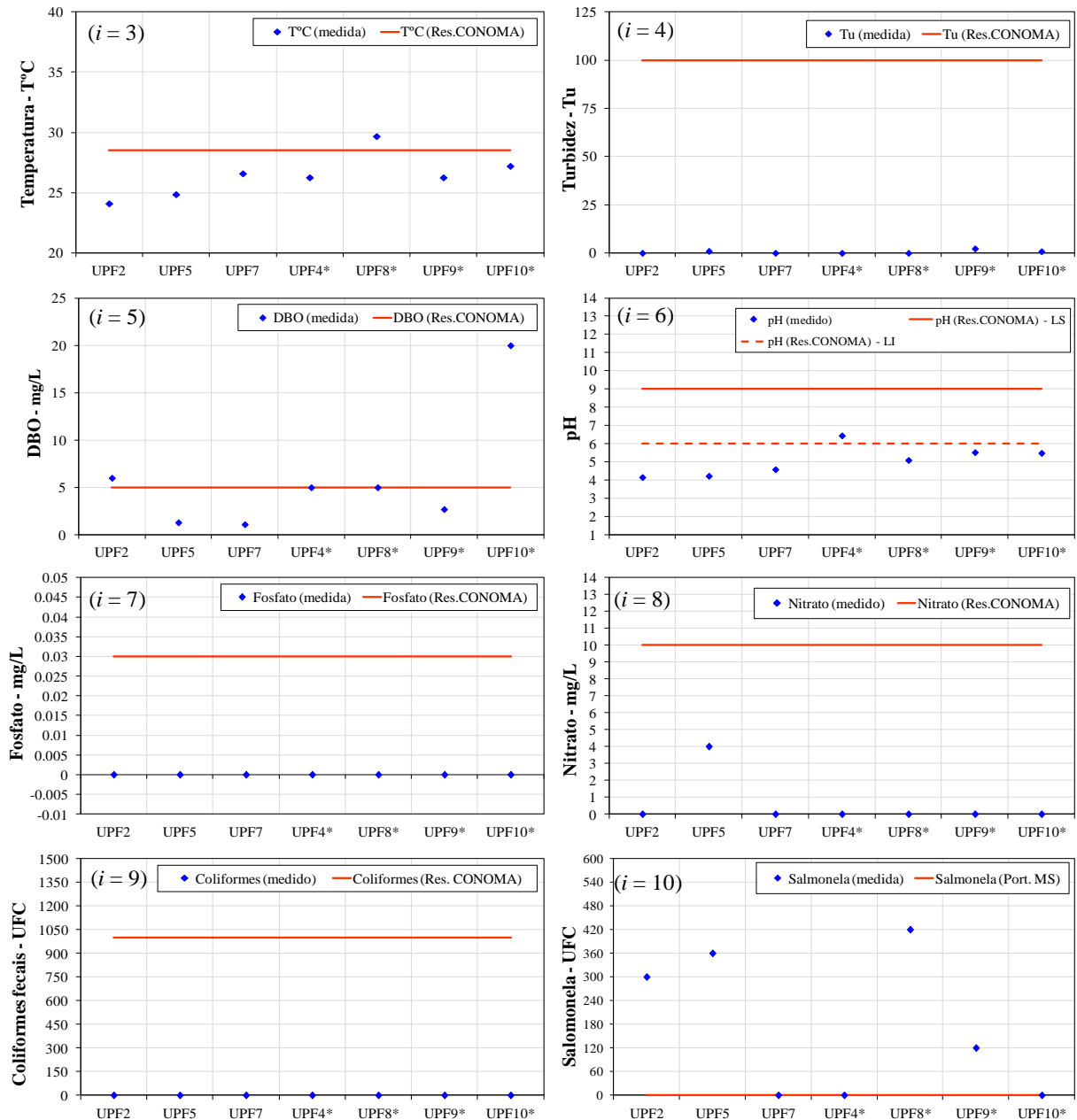
Adicionalmente, a diminuição do pH pode estar relacionada ao uso de produtos de higienização pessoal ou a intensidade da dessedentação de animais, para aquelas unidades que utilizam a fonte superficial para atender sua demanda (UPF<sub>2,5,7</sub>). As unidades que utilizam poços, o pH abaixo dos limites estabelecidos pode estar associado a possíveis reações químicas entre o solo que reveste o poço e água, bem como pela percolação de líquidos advindo de fossas negras e criadouros de animais às proximidades dessa fonte.

No entanto, independente das fontes de utilização, águas menos alcalinas podem contribuir para redução da produtividade de uma dada cultura. Dentre outros, Silva et al (2011) citaram, ainda, a seca fisiológica e o desbalanceamento nutricional, bem como o aparecimento de manchas nas folhas e frutos. Por outro lado, Esteves (1998) afirmou que valores de pH afastados da neutralidade nas águas dos igarapés, podem afetar a vida aquática. Os agricultores que utilizaram as fontes de captação tanto para o processo produtivo, quanto para ingestão humana de águas com essas características, podem apresentar, possivelmente, sintomas de doenças degenerativas em longo prazo.

O parâmetro nitrato, nocivo a saúde humana em altas concentrações (superior a 10 mg/L), se fez presente apenas na UPF<sub>5</sub>. Embora tenha sido detectado concentrações inferiores ao limite estabelecido, a aferição realizada indicou valor de 4 mg/L podendo estar relacionados ao uso de agrotóxicos. Nesse sentido, quando entrevistado, o proprietário desta

unidade afirmou que houve redução do uso de químicos; porém, a persistência e mobilidade no solo, quando lixiviado, podem sugerir a sua presença na água.

Figura 11 - Análise dos parâmetros físico-químicos, bacteriológico e *Salmonella* das UPF.



Fonte: Pesquisa de campo (2013).

As concentrações do parâmetro químico DBO, presente originalmente no sistema Ambitec-Agro, se apresentaram fora do limite estabelecido pela resolução CONAMA apenas nas UPF<sub>2,10</sub>. Essa constatação pode estar relacionada entre a utilização da água e aos costumes inerentes a cada unidade investigada. Neste caso em particular, a demanda de água na UPF<sub>2</sub> é feita pelo bombeamento diretamente do igarapé; contudo, nesse corpo hídrico, além do uso

para a irrigação da área de cultivo, faz-se a lavagem de roupas e higienização corpórea com produtos compostos de glicerina, cloreto de sódio, dentre outras substâncias químicas.

A análise do parâmetro bacteriológico não indicou presença de coliformes fecais em nenhuma das unidades investigadas; todavia, nas UPF<sub>2,5</sub> e UPF<sub>7\*,8\*,9\*</sub> foram constatados a presença de *Salmonella*. Esse particular, especificamente nas unidades que utilizaram água do igarapé no processo produtivo com concentração de 300 a 360 UFC, pode estar relacionado aos costumes na criação de animais. Souza et al (1992), constataram que, dependendo do tipo de exploração agropecuária, a dessedentação de animais feita em lagos, açudes, reservatórios podem constituir-se em riscos de contaminação por *Salmonella*, uma vez que esses locais, frequentemente, apresentam inconvenientes de serem poluídos com excretas humanos/ e ou animais.

As unidades que utilizaram o poço como fonte de abastecimento para irrigação indicaram a presença de *Salmonella*, com concentrações de 60 a 420 UFC. Essa constatação, também pode estar relacionada ao fim dado as excretas humanas e ao modo de criação de animais. As unidades referenciadas nesse contexto dispõem de fossas negras e criadouro de animais, as proximidades do poço. Desse modo, sugere-se que esse cenário pode estar relacionado ao aumento das concentrações de *Salmonella*. Por certo, a presença dessa bactéria carece de cuidados específicos no manejo da água utilizada para o beneficiamento da farinha de mandioca (UPF<sub>2,5</sub> e UPF<sub>9\*</sub>), bem como para lavagem de produtos após a colheita (UPF<sub>2,5</sub> e UPF<sub>4\*,7\*, 8\*, 9\*, 10\*</sub>).

Desse modo, a interpretação para quantificar o valor de  $A_{ij}$  foi associada com a resolução CONAMA nº 257/ 2005. Assim sendo, a relação entre a qualidade da água antes e após a inserção do SAF, apontaram que todas UPF a classificação de  $A_{ij}$  foram associadas a um grande aumento nos indicadores ( $i = 4, 7, 8$  e  $9$ ), ou seja, qualidade adequada. Por outro lado, no que se refere ao indicador ( $i = 10$ ) as UPF<sub>2,5,7,8\*,9\*,10\*</sub> apresentaram grande diminuição na qualidade de água (Tabela 4).

Os coeficientes de impacto relacionados à qualidade de água ( $C_{quali}$ ), após a inserção do SAF, indicaram que apenas as UPF<sub>4\*,10\*</sub> foram classificadas com qualidade inadequada. Essa constatação foi sugerida pelos indicadores de valores negativos na UPF<sub>10\*</sub> ( $i = 1, 5, 10$ ) e UPF<sub>4\*</sub> ( $i = 1, 2$ ). As demais UPF foram classificadas como minimamente adequada, uma vez que apresentaram valores entre 0 a +5. Por outro lado, quando relacionado ao indicador ( $i = 10$ ), apenas UPF<sub>4\*,5</sub> obtiveram valores positivos de tal maneira que, a qualidade da água foi enquadrada como sendo adequada (Figura 12).

Tabela 4 - Estimação de Aji em função da relação entre  $i_{após}$  e  $i_{antes}$  à inserção do SAF por UPF.

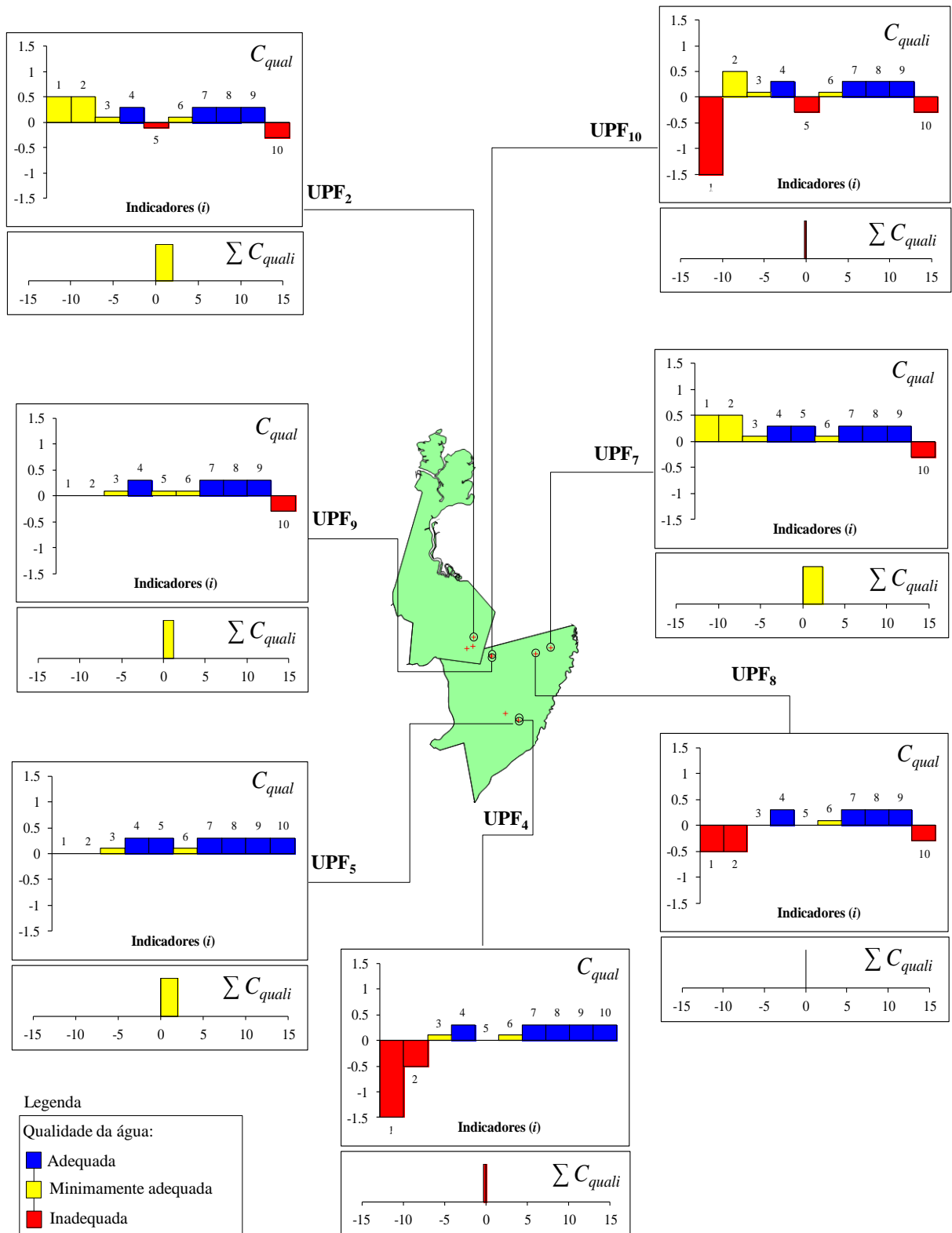
Indicador		UPF que utilizam água no processo produtivo						
		2	4*	5	7	8*	9*	10*
$i = 1$	$i_{após}/i_{antes}$	-	-	-	-	-	-	-
	$A_{11}$	+1	0	+1	-3	-1	0	-3
$i = 2$	$i_{após}/i_{antes}$	-	-	-	-	-	-	-
	$A_{12}$	+1	0	+1	-1	-1	0	+1
$i = 3$	$i_{após}/i_{antes}$	0,85	0,87	0,93	0,92	1,04	0,92	0,95
	$A_{13}$	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1
$i = 4$	$i_{após}/i_{antes}$	0	0,01	0	0	0	0,02	0,01
	$A_{14}$	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
$i = 5$	$i_{após}/i_{antes}$	1,20	0,26	0,22	1	1	0,54	4
	$A_{15}$	-1	+3	+3	0	0	+1	-3
$i = 6$	$i_{após}/i_{antes}$	0,55	0,56	0,61	0,86	0,68	0,74	0,73
	$A_{16}$	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
$i = 7$	$i_{após}/i_{antes}$	0	0	0	0	0	0	0
	$A_{17}$	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
$i = 8$	$i_{após}/i_{antes}$	0	0,40	0	0	0	0	0
	$A_{18}$	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
$i = 9$	$i_{após}/i_{antes}$	0	0	0	0	0	0	0
	$A_{19}$	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
$i = 10$	$i_{após}/i_{antes}$	Pres.	Aus.	Pres.	Aus.	Pres.	Pres.	Pres.
	$A_{110}$	-3	+3	-3	+3	-3	-3	-3

Fonte: Elaborado pela autora.

Ressalta-se que nos indicadores ( $i = 4, 7, 8, 9$ ) todas as unidades produtivas alcançaram valores positivos, sendo a qualidade da água classificada como adequada. A UPF<sub>8\*</sub> foi a única que obteve o valor de  $C_{quali} = 0$ , em consequência dos valores nulos nos indicadores ( $i = 3$  e  $5$ ), classificando-a como minimamente adequada; no entanto, foi obtida a presença de *Salmonella*, enquadrando, especificamente, este indicador como inadequado para a qualidade da água. Dessa forma obtiveram-se os resultados do  $C_{quali}$ , o qual representa através dos parâmetros analisados a qualidade do uso água, utilizado nos agroecossistemas familiares.



Figura 12 - Coeficiente  $C_{quali}$  após a inserção do SAF, das UPF que utilizaram a água no processo produtivo.



Fonte: Pesquisa de campo (2013).

### 5.3 RELAÇÃO CAUSA-EFEITO DOS COEFICIENTES E ÍNDICES DE IMPACTO

Os índices de impacto nas dimensões consideradas pelo sistema Ambitec-Agro, apresentaram resultados distintos. Essa distinção foi relacionada ao índice de impacto na dimensão ambiental (*IAt*), uma vez que três UPF investigadas apresentaram valores negativos (Tabela 5). Dentre estas, apenas a UPF<sub>1</sub> não utilizou água no processo produtivo. De um modo geral, os indicadores negativos foram relacionados: consumo de energia, uso de insumos veterinários, e agrotóxicos.

O consumo de energia foi associado ao uso da bomba hidráulica na atividade de irrigação que, apesar do tempo de bombeamento tenha permanecido constante, após a inserção do SAF, não foi o suficiente para causar impactos positivos uma vez que, a área física de cultivo diminuiu. A aquisição de *freezer* para o beneficiamento dos produtos após a colheita, como a produção de polpa de frutas, também se apresentou como impacto negativo na composição do indicador energia. Da mesma forma, quando analisado o indicador insumos veterinários, associada ao consumo de rações para criação de animais, repercutindo negativamente nos gastos financeiros na compra destes produtos.

Tabela 5 - *IAt*, *ISt*, *IEt* e *It* após a inserção do SAF.

UPF	<i>IAt</i>	<i>ISt</i>	<i>IEt</i>	<i>It</i>
1	-0,01	1,46	0,84	1,37
2	1,96	1,21	1,14	1,60
3	1,07	3,56	0,68	1,31
4*	-1,37	1,82	2,10	0,62
5	-0,90	1,15	0,46	0,30
6	1,51	1,35	0,89	1,24
7	1,11	3,28	1,72	1,90
8*	0,75	0,61	0,95	0,94
9*	2,09	1,45	1,18	1,66
10*	1,64	1,52	1,97	1,83

Fonte: Elaborado pela autora.

O uso de agrotóxicos, já discutido anteriormente, se revelou preponderante para configurar impactos negativos na dimensão ambiental posto que, conforme relatado por alguns agricultores, o uso desses químicos não foi abdicado por completo na área de cultivo. Portanto, enquadrados como práticas insustentáveis, mesmo em pequenas concentrações a

continuidade do uso dessas substâncias podem acarretar consequências devastadoras no meio ambiente subterrâneo, contaminando a água e o solo.

Os índices de impacto na dimensão social (*IS<sub>t</sub>*) e econômico (*IE<sub>t</sub>*) resultaram em valores positivos nas UPF investigadas. A dimensão social teve como destaque positivo o indicador relacionado à segurança alimentar, uma vez que foi evidenciada maior diversidade e qualidade nutricional dos produtos agrícolas, reflexo da redução de agrotóxico (embora ainda se faça uso); bem como a geração de um excedente produtivo. Outro indicador positivo foi associado à capacitação que, viabilizada pelo projeto Raízes da Terra ofertaram-se cursos técnicos de compostagem, fruticultura e hortaliças. O indicador relacionado à renda também apresentou resultados positivos, sendo constatado o aumento de rendimentos, por meio da produção diversificada de produtos agrícolas.

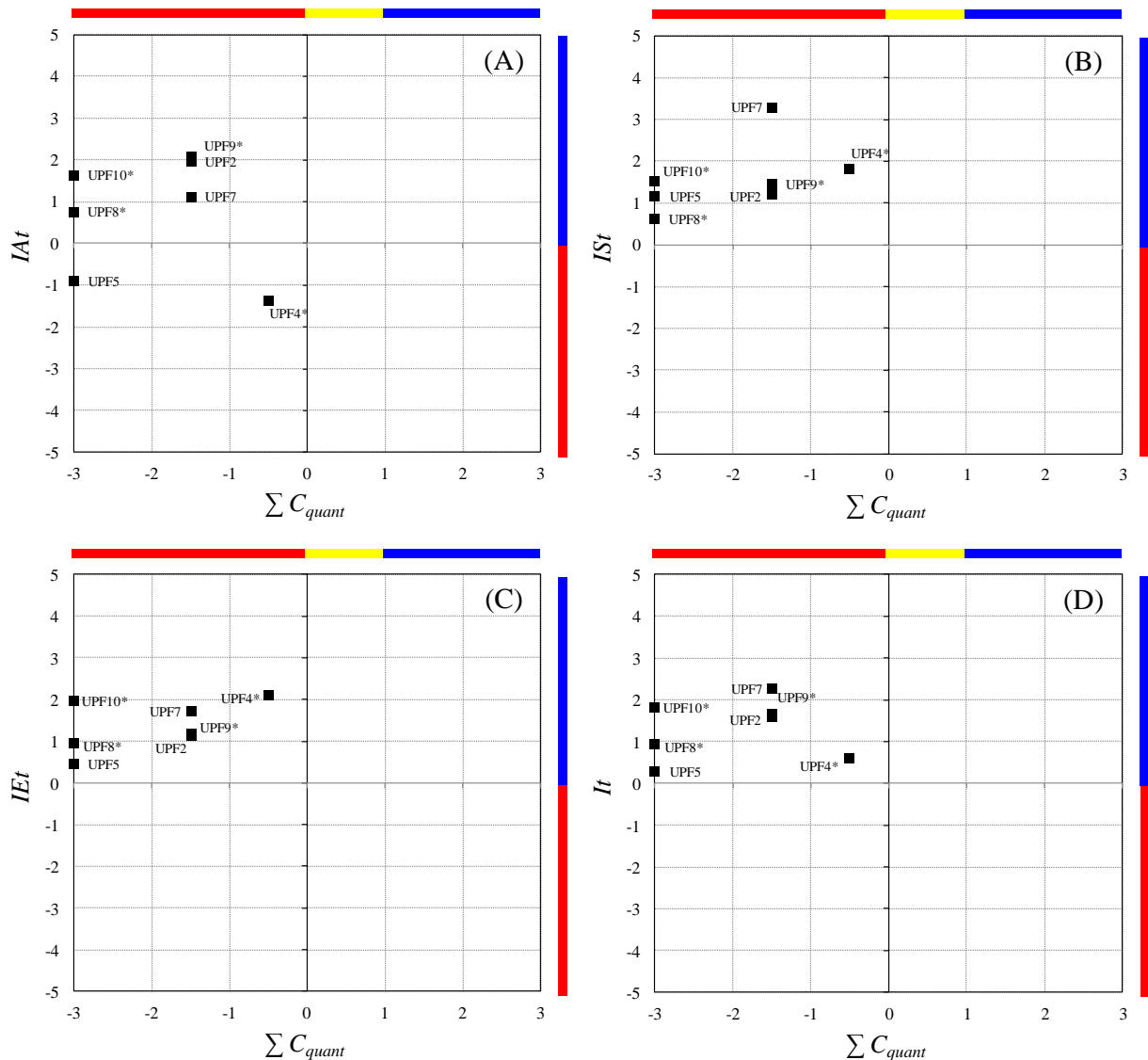
No que diz respeito ao *IE<sub>t</sub>*, um aspecto negativo foi relacionado a dependência da comercialização, de tal maneira que impediu e condicionou as finanças dos agricultores. Desse modo, evidenciou-se que o processo de comercialização é feito de forma individual, com a presença dos chamados “atravessadores”, o que de certa forma obriga o agricultor a aceitar condições restritivas de preço. Essa condição tem como consequência a desvalorização do produto, mesmo aqueles de origem agroecológica “detalhe” indiferente para o atravessador.

Outro aspecto restritivo foi relatado durante a aplicação do questionário fechado sendo enfatizado à ausência de transporte próprio, fato que impede a comercialização direta dos produtos em feiras agrícolas. Nesse sentido, de um modo geral, o impacto produzido pela inserção do SAF nas UPF investigadas foi positivo. Embora, os impactos ambientais negativos tenham sido constatados nas UPF<sub>4\*,5</sub>, a magnitude do índice *IA<sub>t</sub>* foi superada pelos demais, sendo interpretado que a introdução do SAF foi satisfatória.

A relação causa-efeito entre  $C_{\text{quanti}}$  e *IA<sub>t</sub>* indicaram que, embora a inserção do SAF nas UPF<sub>2,7,8\*,9\*,10\*</sub> tenham demandado água para o processo produtivo de forma irracional, a dimensão ambiental apresentou impactos positivos. Essa constatação pode ser explicada pela importância dada pelo sistema Ambitec-Agro aos indicadores da água incorporada e no processo que representam juntos 20% (0,20) na composição do critério relacionado ao uso de insumos agrícolas e recursos, e apenas 0,57% (0,0057) na composição final do índice *IA<sub>t</sub>*. Por outro lado, assim como todas as outras, as UPF<sub>4\*,5</sub> apresentaram demanda irracional no uso da água, e impactos negativos na dimensão ambiental. No entanto, como dissertado anteriormente, esses impactos negativos foram associados ao aumento do consumo dos indicadores: pesticida e agrotóxicos, eletricidade e produtos veterinários, rações e

suplementos. Assim sendo, os efeitos se justificam quando esses indicadores representam uma importância de 5% (0,05) na composição final do índice  $IAt$  de tal maneira que, quanto maior o valor do coeficiente de alteração ( $A_{ij}$ ), na escala negativa, maiores serão as chances do índice na dimensão ambiental se apresentar negativamente (Figura 13 A).

Figura 13 - Relação causa-efeito entre  $C_{\text{quant}}$  e os índices  $IAt$ ,  $ISt$ ,  $IEt$  e  $It$ .



Fonte: Pesquisa de Campo (2013).

Por outro lado, a demanda irracional de água para irrigação, e beneficiamento da farinha de mandioca, bem como para consumo próprio podem proporcionar impactos negativos na dimensão social (Figura 13B). Essa questão, não foi incorporada em nenhum dos aspectos dessa dimensão, nomeadamente emprego, renda e saúde; pelo sistema Ambitec-Agro de tal modo que, todas as UPF investigadas apresentaram resultados positivos nessa dimensão, após a inserção do SAF. No entanto, a existência de unidades que alteraram o curso

natural de um corpo d'água, alicerçaram as bases para especulação de cenários de conflitos agrários pelo uso da água. Nesse contexto, Carneiro (2004) suscitou que podem ocorrer casos em que os conflitos pelo uso do recurso hídrico não se mostrem de maneira explícita, não apresentando uma dimensão social, ou seja, quando o conflito está restrito a um número reduzido de atores, havendo dificuldades em identificá-los e caracterizá-los.

Essa discussão também abrangeu a relação causa-efeito entre a quantidade de água e o índice *IEt*. No entanto, o sistema Ambitec-Agro considerou apenas um indicador relacionado à quantidade de água para esta dimensão, associado ao critério “ética produtiva” (acesso a água e suplementos), cuja importância representa 0,91% (0,0091) na composição final do índice *IEt*. Desse modo, a perspectiva de *stress* hídrico pode alterar a configuração econômica das UPF familiares, no que diz respeito à produção agrícola, de animais e de subsistência (Figura 13C).

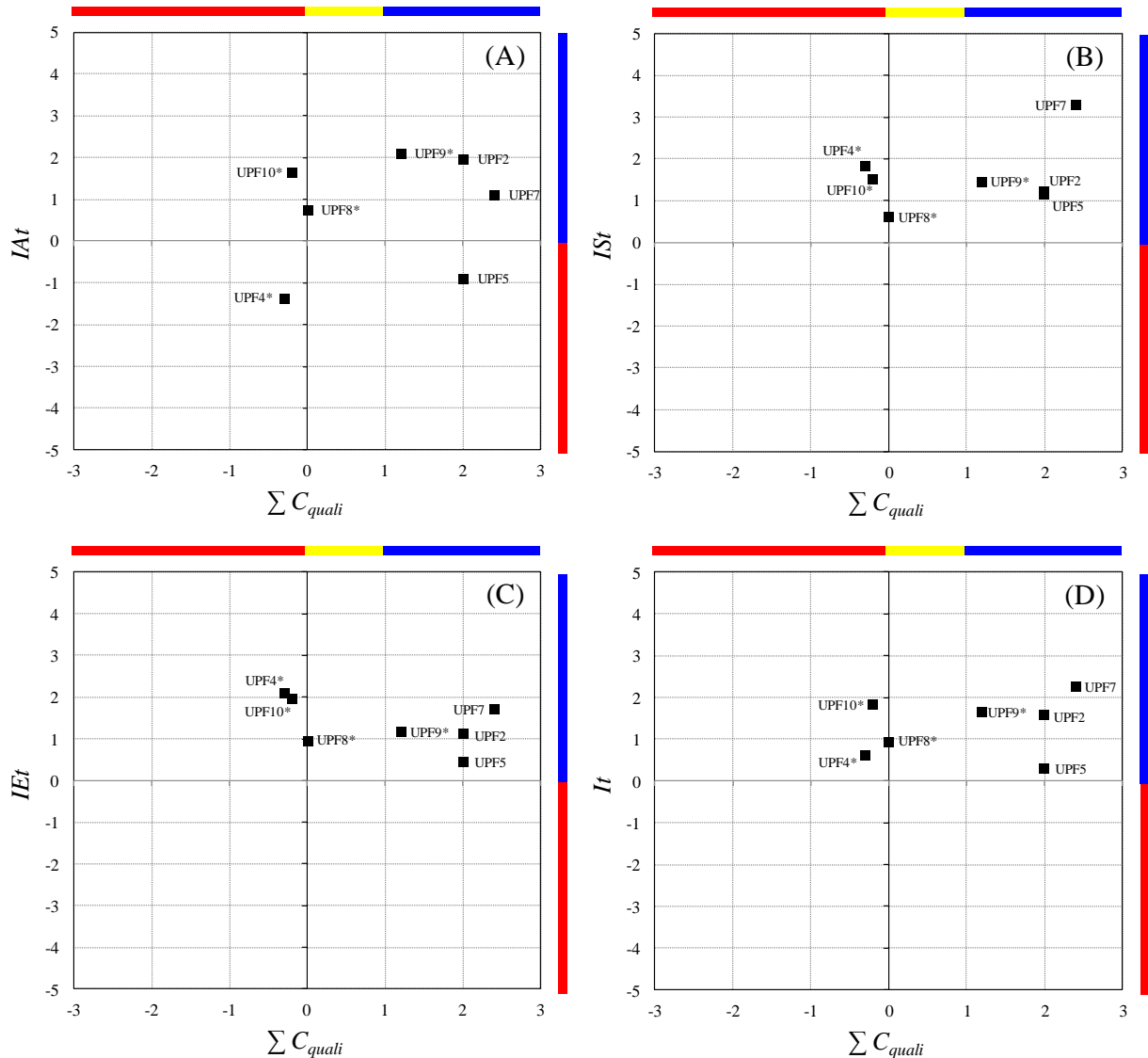
A inserção do incremento tecnológico prognosticou impactos positivos, embora a quantidade da água tenha demonstrado uma forma de uso irracional, ambos constatados nas unidades investigadas (Figura 13D). O efeito positivo da inserção do SAF, não considerou a devida importância da demanda de água utilizada no processo produtivo em agroecossistemas familiares uma vez que, como dito anteriormente, apenas 0,57% e 0,91% compuseram o peso dado ao aspecto quantidade da água na composição final de *IAt* e *IEt*, respectivamente, proporcionado pelo sistema Ambitec-Agro.

No que concerne ao aspecto qualidade da água, viabilizado pela quantificação de  $C_{quali}$ , cuja causa de aumento ou diminuição foi associado à  $A_{ij}$ , com base nos critérios estabelecidos pela resolução CONAMA nº 257/2005; proporcionou efeito negativo na dimensão ambiental, nomeadamente na UPF<sub>4\*</sub>. Embora a qualidade da água tenha se mostrado inadequada na UPF<sub>10\*</sub>, o índice *IAt* apresentou valor positivo. Nesse contexto, em particular, com exceção das UPF<sub>4\*</sub> e UPF<sub>5</sub> todas as unidades investigadas, após a inserção do SAF, proporcionaram impactos positivos na dimensão ambiental. Esse efeito contou com uma importância de 20% (0,20) dos indicadores de qualidade da água adotados neste trabalho, na composição final do *IAt*. Assim sendo, com exceção da UPF<sub>10\*</sub> a importância de 20% não foi substancial para promover o enquadramento negativo da dimensão ambiental (Figura 14A).

A inadequabilidade da água para uso no processo produtivo das UPF<sub>4\*,10\*</sub> não foi capaz de causar efeitos negativos na dimensão social (Figura 14B). Essa constatação foi devido a nenhuma importância dada pelos indicadores que compõem o índice *ISt*. No entanto, água fora dos padrões de qualidade podem proporcionar efeitos negativos a determinados

cultivos como, por exemplo, a seca fisiológica e o desbalanceamento nutricional, bem como o aparecimento de manchas nas folhas e frutos.

Figura 14 - Relação causa-efeito entre  $C_{quali}$  e os índices  $IAt$ ,  $ISt$ ,  $IEt$  e  $It$ .



Fonte: Pesquisa de Campo (2013).

Desse modo, o prognóstico de improdutividade agrícola proporciona impactos negativos sobre os aspectos relacionados ao emprego, uma vez que se reduz a demanda por um determinado produto, tendo como consequência a redução da empregabilidade no meio rural; e a renda, sendo que este aspecto está diretamente relacionado à taxa de emprego. Por outro lado, o efeito da qualidade da água na dimensão social, associado ao aspecto saúde, quando esta não se enquadra nos critérios de potabilidade para ingestão humana, pode proporcionar aumento no número de casos de doenças relacionadas à água, como: infecções

intestinais, hepatite, cólera, ameba, giárdia, entre outras; bem como, no aparecimento de sintomas como a diarreia, febre, etc.

No contexto econômico, embora na composição do *IEt* tenha sido apresentado um componente relacionado a qualidade da água (bem estar e saúde animal), o efeito proporcionado guardou uma importância de apenas 0,91%, na composição final desse índice. Assim sendo, mesmo que tenha sido constatado água com qualidade inadequada nas UPF<sub>4\*,10\*</sub>, de um modo geral, a inserção do SAF nas unidades investigadas resultou em impactos positivos na dimensão econômica (Figura 14C). No entanto, as consequências sociais, no que diz respeito ao emprego e renda, acima dissertado, têm reflexos diretos na perspectiva econômica.

Da mesma forma quando analisado a questão da quantidade, a qualidade da água inadequada, minimamente adequada e adequada prognosticaram efeitos positivos após a inserção do SAF (Figura 14D). No entanto, esse efeito positivo considerou uma importância da qualidade de água utilizada no processo produtivo de 20% e 0,91%, que compuseram o peso dado ao *IAt* e *IEt*, respectivamente, proporcionado pelo sistema Ambitec-Agro.

Portanto, embora tenha sido constatada limitações do sistema para evidenciar a importância dos indicadores de quantidade e qualidade de água, quando consubstanciado na composição geral dos índices revelaram que, a inserção do incremento tecnológico indicou melhorias nas três dimensões analisadas.

#### 5.4 VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES

As unidades investigadas que compõe o projeto Raízes da Terra, cuja proposta se baseia na inserção do SAF para promover a sustentabilidade do meio rural, rejeitaram as hipóteses de que a promoção deste incremento tecnológico deva propiciar minimamente, racional e adequada qualidade da água. A verificação dessas hipóteses, feita por teste-t indicou valores  $t_{calculado}$  superiores ao  $t_{critico}$  (obido pela distribuição normal de *Student*). Assim sendo, a mínima adequação da qualidade da água considerou um coeficiente de impacto médio ( $C_{(méd)}$ ) igual a 2,5, sendo esta a média aritmética entre os intervalos máximo e mínimo de  $C_{quali}$ . Essa consideração foi estendida para quantificar  $C_{(méd)}$  relacionado à quantidade de água, sendo que o valor de 0,5 correspondeu à média aritmética entre o intervalo enquadrado como minimamente racional.

Portanto, diante desses resultados se assumiu a hipótese alternativa de que as unidades investigadas, após a inserção do SAF refletiram impactos negativos no manejo da água

utilizada no processo produtivo. Por outro lado, com base no sistema Ambitec-Agro, a hipótese da sustentabilidade associada à inserção do incremento tecnológico referido neste trabalho, foi aceita. Assim sendo, o valor de  $t_{calculado}$  referente ao impacto na dimensão ambiental foi inferior ao  $t_{crítico}$ . Essa tendência foi seguida pelas demais dimensões, isto é, social e econômica, sendo verificada a aceitabilidade da hipótese veiculada pela proposta do projeto Raízes da Terra (Tabela 6).

Tabela 6 - Teste de hipóteses para as UPF que utilizaram água no processo produtivo.

Impactos	UPF	Hipótese do projeto Raízes da Terra	Amostras de UPF investigadas	Desvio-Padrão ( $\sigma$ )	$t_{calculado}$	$H_0$
Qualidade da água	$C_{(méd)}$	2,5	-	-	3,377	Rejeitou
	$C_{c(méd)}$	-	1,01 (Inadequada)	1,0		
Quantidade da água	$C_{(méd)}$	0,5	-	-	6,614	Rejeitou
	$C_{c(méd)}$	-	-2,0 (Irracional)	1,164		
Ambiental	$IAt_{(méd)}$	1,9	-	-	2,547	Rejeitou
	$IAt_{c(méd)}$	-	0,75 (positivo)	1,190		
Social	$ISt_{(méd)}$	1,9	-	-	1,017	Aceitou
	$ISt_{c(méd)}$	-	1,57 (positivo)	0,840		
Econômico	$IEt_{(méd)}$	1,9	-	-	2,410	Aceitou
	$IEt_{c(méd)}$	-	1,36 (positivo)	0,593		
Inserção do SAF	$It_{(méd)}$	1,9	-	-	2,170	Aceitou
	$It_{c(méd)}$	-	1,15 (positivo)	0,711		

Fonte: Elaborado pela autora.

Nesse limiar, o prospecto do projeto Raízes da Terra foi aceito e demonstrado pelo valor de  $t_{calculado} > t_{crítico}$  de tal modo que, a inserção do SAF mostrou-se positiva nas unidades familiares analisadas. A aceitação da sustentabilidade foi relativizada pela simplificação quali quantitativa em que foi adotada a hipótese de mínimos impactos na dimensão ambiental, social e econômica, materializada pelo valor de  $IAt = ISt = IEt = 1,9$ . Essa consideração foi baseada nos resultados, que foram inferiores a 1/5 do máximo valor que esses índices podem alcançar quando calculados pelo sistema Ambitec-Agro. Assim sendo, o valor aproximado de 1,9 foi associado a 1/8 do valor máximo de 15 alcançado pelos respectivos índices.

A replicação dessas considerações para outras unidades quer pertencente ou não ao projeto Raízes da Terra, as quais os valores desses índices forem iguais ou superiores a 1/5, adotar-se-ão a diferença entre 1/8 e 1/5 para quantificar o mínimo de impacto nas respectivas dimensões. Essas considerações também foram adotadas para verificar a hipótese de que, a



inserção do SAF foi positiva, de tal maneira que a premissa do projeto Raízes da Terra, de um modo geral foi positiva, posto que  $t_{calculado}$  igual a 2,17 foi superior a 2,447 ( $t_{crítico}$ ).

## 5.5 LIMITES E POTENCIALIDADES: ADAPTAÇÃO NO SISTEMA AMBITEC-AGRO

A estrutura sistemática do Ambitec-Agro não relativizou a importância dada à qualidade e quantidade de água no processo produtivo, após a inserção do incremento tecnológico. Essa constatação foi evidenciada na dimensão ambiental, onde o indicador de água incorporada e no processo, associado ao componente “uso de recursos naturais” representou uma contribuição final de 0,57% ao índice  $IA_t$ . Por outro lado, a importância de 20% dada ao aspecto “qualidade da água” na composição final do índice de impacto na dimensão ambiental, após a inserção do SAF, preponderou qualidade em detrimento da quantidade.

A pouca importância dada a quantidade e qualidade da água foi constatada na composição final dos índices  $IE_t$ , sendo associado ao indicador “acesso a água e suplementos” e ao componente “bem estar e saúde animal”, respectivamente. No que concerne ao impacto na dimensão social, a qualidade e quantidade de água após a inserção do SAF não produzem qualquer efeito sobre esse índice, uma vez que o sistema Ambitec-Agro não disponibilizou a devida importância para sua composição final.

Portanto, a limitação para atribuição de pesos aos indicadores do sistema estudado foi definida por diretrizes, as quais evidenciaram uma hierarquia que privilegiou os indicadores: consumo de eletricidade, perda de vegetação nativa, uso de pesticida, reserva legal e a emissão de gases/efeito estufa; relativo à dimensão ambiental.

A dimensão social priorizou os aspectos relacionados à saúde e emprego, nomeadamente por meio dos indicadores qualidade nutricional do alimento, e através da relação laboral parceiro/meeiro e familiar, respectivamente; em detrimento do componente atributo de renda. Na dimensão econômica a prioridade designada pelo sistema Ambitec-Agro foi atribuído aos critérios redução de resíduos químicos e de contaminantes biológicos, bem como na disposição de resíduos.

Além disso, a subjetividade inerente ao meio pelo qual se obtém a qualificação de  $A_{ij}$  potencializa incertezas no valor final dos índices nas respectivas dimensões, posto que a quantificação dos coeficientes de alteração do componente é qualificada conforme o quadro 1, por meio de um critério nebuloso (difuso).

Portanto, não é difícil deduzir que a necessidade de adequação do sistema Ambitec-Agro para aferição de impactos pelo uso da água em lógicas familiares, após a inserção de sistemas agroflorestais, requereu uma adaptação: quantificando os volumes e consumos de água antes e após a inserção do SAF, bem como a introdução de parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e a detecção da presença de *Salmonella* para classificar a qualidade da água.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho propôs uma metodologia para avaliar o uso sustentável da água, especificamente, no processo produtivo em unidades familiares pertencentes ao projeto Raízes da Terra, que inseriram como inovação técnica sistemas agroflorestais (SAF). Adotou-se como hipótese inicial que a inserção do SAF deve ofertar, minimamente, qualidade adequada e uso racional da água, e proporcionar impactos positivos na dimensão ambiental, social e econômica, verificada pela realização de um teste paramétrico.

Para tanto, o processo metodológico adotado desenhou-se através do cumprimento de três etapas: (I) caracterização do uso da água; (II) aplicação do sistema Ambitec-Agro; (III) estabelecimento e quantificação de coeficientes de impacto na quantidade e qualidade da água, com a inclusão e análise de parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e a *Salmonella*. Os resultados da primeira etapa apontaram que as águas captadas de fonte superficial e subterrânea são utilizadas no processo produtivo e para o consumo próprio; mesmo sem a ciência sobre outorga, alguns agricultores fizeram derivações e barramento do curso natural dos rios que cortam suas propriedades, sendo que frequente período de estiagem pode ser reflexo dessas ações. De um modo geral, a percepção do agricultor sobre a qualidade foi associada à cor, odor e gosto.

Os resultados da segunda etapa indicaram impactos positivos em todas as dimensões; contudo, impactos negativos na dimensão ambiental foram verificados em duas UPF. O cumprimento da terceira etapa indicou que o coeficiente de impacto da quantidade foi negativo em todas as UPF, sugerindo que houve uma demanda irracional de água. A presença de *Salmonella* em algumas UPF contribuiu para que o coeficiente de impacto na qualidade tenha classificado a água como minimamente adequada.

Portanto, a metodologia desenvolvida, que teve como aporte o uso de indicadores de sustentabilidade aplicados no meio rural, nomeadamente o sistema Ambitec-Agro; é genérica ao ponto de ser novamente aplicado em outros agroecossistemas, quer de pequeno porte, como na agricultura familiar; quer de grande porte, como no agronegócio; considerando a sustentabilidade do uso da água, a partir da inserção de uma dada inovação técnica. No entanto, no que tange a quantificação da qualidade de água, a ponderação e a introdução de alguns parâmetros físico-químicos podem ser revistos. Assim, para uma determinada utilização, a importância de parâmetros avaliados deve ser ajustada; posto que, a mudança de pesos efetuada no sistema Ambitec-Agro altera os resultados finais do índice de impacto

ambiental. Por outro lado, a atribuição de peso deve ser procedida por métodos reconhecidos na literatura científica, como por exemplo, a análise hierárquica de processos (AHP), entre outros. Já no que dizem respeito à quantificação volumétrica da água, estratégias empíricas podem ser utilizadas em substituição ao questionário pré-determinado pelo sistema Ambitec-Agro, evitando divagações sobre o volume demandado. Assim sendo, quanto à importância de cada um dos elementos do sistema indexado adotado, pode-se utilizar, a partir de critérios e objetivos previamente definidos, uma análise AHP.

A hipótese inicial deve ser adotada a partir de estudos progressos que justifiquem a sua validação. Neste caso, na maioria dos trabalhos revisados na literatura especializada indicaram que a inserção de uma dada inovação técnica no meio rural, proporcionava impactos positivos nas dimensões ambiental e socioeconômica. Contudo, quando analisado sobre a ótica do uso da água, essa hipótese foi rejeitada. Por outro lado, o uso de teste paramétrico para verificação de hipóteses considerou que a distribuição dos índices de impacto produzidos pelo sistema Ambitec-Agro foi normal com variâncias homogêneas. Embora os testes de normalidade não tenham sido utilizados neste trabalho, para confirmar as considerações de normalidade; testes não paramétricos podem revelar outros resultados como a aceitação da hipótese inicial. Todavia, precedendo tais verificações, a adoção de hipóteses deve considerar os objetivos de cada aplicação do sistema Ambitec-Agro.

Por fim, a metodologia desenvolvida produziu resultados que permitiram mensurar o quão foi o impacto da introdução do SAF em unidades familiares, associado ao uso da água no processo produtivo, relacionando a causa-efeito provocada na dimensão ambiental, social e econômico. Adaptações realizadas no sistema de indexação revelaram-se ferramentas eficientes para gerenciar a demanda e a qualidade da água e as implicações no modo de vida e cultural do meio rural, especificamente em agroecossistemas familiares. Portanto, tornou-se possível aferir o impacto da introdução do SAF associado à sustentabilidade rural sendo relacionado ao uso da água em processos produtivos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOT, J.; GÜITJ, I. **Novas visões sobre mudança ambiental**: abordagens participativas de monitoramento. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1999.
- ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do Capitalismo Agrário em questão**. São Paulo. Anpocs, Unicamp, Hucitec, 1992. “Uma nova extensão para a agricultura familiar”. In: Seminário Nacional De Assistência Técnica e Extensão Rural. Brasília, DF, Anais, 1997.
- ALENTEJANO, P. R. “As relações cidade-campo no Brasil do século XXI”. **Terra Livre**. São Paulo, v.2, n.21, p. 25-39, jul/dez, 2003.
- ALMEIDA, A. W. B. de. “**Terra de preto, terra de santo, terra de índio**: uso comum e conflito”. Rio de Janeiro: Humanidades, 1988.
- ALMEIDA, J. Agricultures alternatives, entre autonomie politique et ghettoisation. In: ZANONI, M; LAMARCHE, H. (coord). **Agriculture et ruralité au Brésil**; un autre modèle de développement. Paris: Karthala, 2001.
- ALMEIDA, J. Agroecologia: paradigma para tempos futuros ou resistência para o tempo presente? In: **Desenvolvimento e meio ambiente**: caminhos da agricultura ecológica. Curitiba: Editora UFPR, v 6, 2002.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989.
- ALTIERI, M. A. El “estado del arte” de la agroecología y su contribución al desarrollo rural en América Latina. In: CADENAS MARÍN, A. (ed.). **Agricultura y desarrollo sostenible**. Madrid: MAPA, 1995. p.151-203. (Serie Estudios).
- ALTIERI, M. Una perspectiva agroecológica para orientar los programas de educación de postgrado en Economía Agrícola y Desarrollo Rural en la América Latina del siglo XXI. In: Romano, Jorge y Wessel Eykman (orgs.) **La postgraduación en economía y políticas agrícolas y desarrollo rural**: curricula y perfil profesional. Río de Janeiro: REDCAPA/EDUR, 1996.
- AMIM, S.; VERGAPOULOS, K. **A questão agrária**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.
- ANDRADE, P. R. G. S, de. **Enquadramento de corpos de água e estudo de impacto ambiental: vinculações com o planejamento de recursos hídricos**. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió, 2011.
- ANDRADE, R. C. **América Latina**: novas estratégias de dominação. Rio de Janeiro: Vozes, 1980.
- ARANHA, I. C; BARROS, F. B. **Aspectos Socioambientais do Igarapé Altamira: Uma Reflexão a Partir dos Princípios da Educação Ambiental**. Belém/PA. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agricultura Familiar do Núcleo de Estudos

Integrados sobre Agricultura Familiar, MAFDS/NEAF) da Universidade Federal do Pará, 2005.

ÁVILA, A. F. D; et al. **Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa: metodologia de referência.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 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.

BARRETO, H. F. M.; et al. Impactos ambientais do manejo agroecológico da caatinga no Rio Grande do Norte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília. v. 45, n.10, p. 1073-1081, 2010.

BARTH. F. T.; et al. **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos.** São Paulo, Nobel: ABRH (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, Vol. 1), 1987.

BARTH, F. T. Aspectos institucionais do gerenciamento de recursos hídricos. In: **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** REBOUÇAS, ALDO C; BRAGA, BENEDITO; TUNDISI, JOSÉ G., Aldo da C (org). São Paulo, Escrituras, 2ª. Ed, p.563-597, 2002.

BEAUDOUX, E. et al. **De la intensificación a la evaluación -** Guia Metodológica de apoyo a proyectos y acciones para el desarrollo. La Paz. Bolívia: Huellas, 1993.

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.

BRASIL. **Lei nº 9.433/97.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm)> Acesso em: 23 de Jan 2013.

BRASIL. **Lei nº. 11.445** de 5 de Janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

BRENBROOK, C. M.; GROUTCH III. **Indicators of the sustainability and impacts of pest management systems,** 1996. Disponível em: <http://www.pmac.net/aaas.htm>. Acesso em: 5 de Jan de 2013.

BUAINAIN, A. M.; et al. A agricultura familiar e o novo mundo rural. **Sociologias.** Porto Alegre, v. 5, n 10, p. 312-347, jul/dez, 2003.

CAMINO, R.; MULLER, S. **Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales:** bases para establecer indicadores. San José: IICA, 1993. (Série Documentos de programas IICA, 38).

CAPORAL, F. R. Lei de Ater: exclusão da Agroecologia e outras armadilhas. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v. 4, n 1, p. 23-33 ago/dez, 2011.

CARNEIRO, P. R. F. Água e conflito na Baixada dos Goytacazes. **REGA**, v.1, n.2, pg.87-100, 2004.

CARVALHO, G. R.; et al. **Avaliação dos impactos ambientais e sociais da tecnologia “capim elefante pioneiro no sistema de pastejo rotativo”**. In: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2007. Londrina, 22 a 25 de julho, 2007.

CAUME, D. J. Segurança alimentar, reforma agrária e agricultura familiar. **Revista da UFG**. v. 5, n. 1, abril, 2003.

CHAYANOV, A. V. Sobre a teoria dos sistemas econômicos não capitalistas. In: SILVA, José Graziano da; STOLCKE, Verena. **A Questão Agrária**. Tradução de Edgar Afonso Malagodi; Sandra Brizollaç José Bonifácio Amaral Filho. São Paulo: Editora Brasiliense, p. 133-163, 1981, [Original 1929].

CHRISTOFIDIS, D. **Olhares sobre a Política de Recursos Hídricos no Brasil: O caso da Bacia do rio São Francisco**. Tese (Doutorado em Gestão e Política Ambiental) Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, p. 432, 2001.

COLCHESTER, M. Resgatando a natureza. In: DIEGUES, A.C. (org.) **Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos**. São Paulo, Hucitec, NUPAUB-USP, 2000.

CORRÊA, I. V. **Indicadores de Sustentabilidade para Agroecossistemas em Transição Agroecológica na Região Sul do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Mestre em Ciências: Produção Vegetal) da Universidade Federal de Pelotas, p. 89, 2007.

CRUZ, O. **A Ilha de Santa Catarina e o continente próximo: um estudo de geomorfologia costeira**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

DE MORI, C.; et al. **Avaliação de impactos econômicos sociais e ambientais de algumas tecnologias geradas pela Embrapa Trigo**. Documentos online. Dezembro, 2007. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/CNPT-2009/25495>. Acesso em: 10 de Março de 2013.

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.

DIEGUES, A. C. S. O. **Mito Moderno da Natureza Intocada**. São Paulo, Hucitec, 1996.

DUARTE, J. de O.; et al. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da cultivar de sorgo granífero BR 304 na safra 2005/2006**. Sete Lagoas: MG, Embrapa, 2007.

EARTER, J.E. Problemas da transição à agricultura sustentável. **Estudos Econômicos**, São Paulo. v. 24, n. esp., 1994.

ÉGLER, E. G. A zona Bragantina no estado do Pará. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, ano 23. n. 3, p. 75-103, jul/set, 1961.

EHLERS, E. **A agricultura alternativa**: uma visão histórica. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 24, especial, p.231-262, 1994.

EHLERS E. **Agricultura sustentável**: origens e perspectivas de um novo paradigma. 2ª ed. Guaíba: Agropecuária, 1999. 157 p.

EHLERS. E. **Agricultura Alternativa**: Uma Perspectiva Histórica. **Revista Brasileira Agropecuária**, 2000.

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

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, p. 602, 1998.

FAO/INCRA. **Diretrizes de políticas agrárias e desenvolvimento sustentável**. Versão resumida do Relatório final do Projeto UTF/BRA/036. Brasília: FAO 1996-2006. Disponível em: [www.INCRA.gov.br/fao](http://www.INCRA.gov.br/fao). Acessado em 25 de janeiro de 2013.

FAORO, D. **Modelo de programação multiobjetivo em um sistema de produção leiteira: considerando objetivos de sustentabilidade**. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2009.

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.

FERREIRA, J. H.O; KATO, O. R.; et al. **Importância das metodologias participativas na transição agroecológica: Estudo de caso de um agricultor da Associação Comunitária São João**. In: VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2007. Porto Alegre, RS. 25 a 28 de nov., 2013.

FIGUEIREDO, M. C. B. et al. Environmental performance evaluation of agro-industrial innovations: Ambitec-Life Cycle, a methodological approach for considering life cycle thinking. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, p. 1366-1375, 2010.

FRADE, C. O. **A construção de um espaço para pensar e praticar a Agroecologia na UFRRJ e seus arredores**. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2000.



GALHARTE, C. A.; CRESTANA, S. Avaliação do impacto ambiental da integração lavoura-pecuária: Aspecto conservação ambiental no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 14, n. 11, p. 1202–1209, 2010.

GALLOPIN, G. C. **Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators**. A system approach. *Environmental Modelling & Assessment*, v. 1, p. 101-117, 1996.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da Universidade (UFRGS), 2000.

GODARD, O. A Gestão Integrada dos Recursos Naturais e do Meio Ambiente: conceitos, instituições e desafios de legitimação. In: VIEIRA, P. F. e WEBER, J. **Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento**: novos desafios para a pesquisa ambiental. São Paulo: Cortez, 1997.

GRAZIANO DA SILVA, J.; SILVA, A. G.; DEL GROSSI, M. E. **Ocupações Rurais Não Agrícolas (ORNAs) como estratégia de desenvolvimento local**: o pólo de confecção do município de Ceará-Mirim no Rio Grande do Norte. *Economia e Desenvolvimento (UFPE)*, Instituto de Economia - UFU, v. 16, n. 1, p. 37-62, 2001.

GUALBERTO, V.; MELLO, C. R. NÓBREGA, J. C. A. **O uso do solo no contexto agroecológico**: uma pausa para reflexão. *Revista Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 24, n. 220, p. 18-28, 2003.

GUALIZONI, F. M. A. **Terra construída: família, trabalho, ambiente e migrações no Alto Jequitinhonha, Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2000.

GUANZIROLI, C. et al. **Agricultura familiar e reforma agrária do Século XXI**. Rio de Janeiro: Garanond, p. 272, 2001.

GRANZIERA, M. L. M. **Direito de Águas**. Disciplina Jurídica das Águas Doces. São Paulo: Atlas, 2001.

GUERRA, G. A. D. **O posseiro da fronteira**: campesinato e sindicalismo no Sudeste Paraense. Belém: UFPA/ NAEA, 2001.

GUIMARÃES, R. P. e FEICHAS, S. A. Q. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. **Ambiente e Sociedade**. Campinas: v. 12, n. 2, p. 307-323, 2009.

HAMMOND, A.; et al. **Environmental indicators**: a systematic approach to measuring and reporting an environmental policy performance in the context of sustainable development. Washington: World Resource Institute, 1995.

HARDI, P., BARG, S. **Measuring Sustainable Development**: Review of Current Practice. Winnipeg: IISD, 1997.

HOLLING, C. S. **Adaptive Environmental Assessment and Management**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 1978.

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](http://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-Agro. **Agricultura São Paulo**. São Paulo, v. 51, n. 1, p. 23-39, jan./jun. 2004.

JACOMETI, W. A.; et al. Avaliação de impactos ambientais e sociais da certificação eurepgap em propriedades de limão tahiti. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n. 8, ago, 2008.

JESUS, E. L. **Avaliação da sustentabilidade de propriedades agrícolas do estado do Rio de Janeiro, utilizando o método IDEA**. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo, Seropédica) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2003.

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.

KAUTSKY, K. **La cuestión agraria**. Buenos Aires: Siglo Veintiuno, 1974.

KITAMURA, P. C. **A Amazônia e o desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF. EMBRAPA-SPI, 1994.

LANNA, A. E. **Aspectos Conceituais da Gestão das Águas**. (1999) Disponível em: <http://www.ufrgs.br/posgrad/disciplinas/hip78/1.pdf> Acesso em: 16 de janeiro de 2013.

LANNA, A. E. Cap. 1: Introdução. In: PORTO, R.L.L. (Org.) **Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Porto Alegre: Ed. da Universidade (UFRGS), ABRH, 1997.

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.

LÊNIN, M. **Russian Peasants and Soviet Power**, Northwestern University Press, 1968.

LESAMA, M. F. **O Método IDEA (indicadores de sustentabilidade)**: adaptação do método à Agricultura Familiar, 2006. Disponível em: <<http://serv-sdt-1.mda.gov.br>>. Acesso em: 5 jun.2012.

LIMA, M. G., et al. **Conflitos de uso de água em torno da barragem de mirorós no semiárido baiano**. In: III Encontro Latino-americano Ciências Sociais e Barragens, 2010. Belém, PA, 30 de nov. a 03 dez, 2010.

MACHADO, P. A. Leme. Águas no Brasil: Aspectos legais. **Ciência Hoje**. Jun, 1995.

MAGALHÃES JR, A. P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 688, 2007.

MAIOR, M. M. S.; et al. **Estudo Comparativo entre Métodos de Avaliação da Sustentabilidade para Unidades Produtivas Agroecológicas**. In: Anais do VI Encontro Nacional da ANPPAS, 2012. Belém - PA, p. 21, 2012.

MARQUES, D. V.; et al. **Avaliação dos impactos sociais de tecnologias agropecuárias: geração de empregos**. In: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2010. Rio Branco, Acre, 20 a 23 de julho, 2010.

MARTINDALE, D. and P.H. GLEICK. **“How We Can Do It”**. Scientific American, February, p. 38-41, 2001.

MARTINS, J. D. S. **Fronteira: A degradação do Outro nos confins do humano**. Hucitec, São Paulo, p. 213, 1997.

MARX, K. **Pre-capitalist Economic Formations**. Londres: Lawrence and Wishart, 1964.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y Manejo De Recursos Naturales: el marco de evaluación MESMIS**. México: Mundi-Prensa, p. 109, 1999.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS**: Mundi-Prensa, p. 346, 2000.

MATOS FILHO, A. M. **Agricultura Orgânica sob a perspectiva da sustentabilidade: uma análise da região de Florianópolis, SC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) da Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

MCQUEEN, D.; NOAK, H. Health Promotion Indicators: Current Status, issues and problems. **Health Promotion**, n. 3, p. 117-125, 1988.

MELLO, A. F. de. Capitalismo, pesca e empobrecimento na Amazônia: a contra face da modernização. In: D'INCAO, M. A.; SILVEIRA, I. M. (org). **A Amazônia e a crise da modernização**. Belém, PA: Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 473-489, 1994.

MELO, L. E. L; CÂNDIDO, G. A. O uso do método IDEA na avaliação de sustentabilidade da agricultura familiar no município de Ceará-Mirim/RN. **Reunir: Revista De Administração, Contabilidade E Sustentabilidade**, v. 3, n. 2, 2013.

MITCHELL, G. **Problems and fundamentals of sustainable development indicators**. 1997. Disponível em: <http://www.lec.leeds.ac.uk/people/gordon.html>. Acesso em: 20 de junho de 2013.

MONTEIRO, R. C.; RODRIGUES, G. S. System of integrated indicators for socio-environmental assessment and eco-certification in agriculture, Ambitec-Agro. **J. Technol. Manag. Innov.** v. 1, n. 3, p. 47-59, 2006.

MOREIRA, T. B. S. Vulnerability indicators of the twin crises: the East Asian episode. **Revista Análise Econômica**, v. 21, n. 40, p. 115-131, set, 2003.

MUELLER, C.; et al. **Referencial básico para a construção de um sistema de indicadores urbanos**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 1997.

NERY, A. C. Traços da tecnologia pesqueira de uma área de pesca tradicional na Amazônia Zona do Salgado - Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: série Antropologia**, v. 11, n. 2, p. 199-293, 1995.

NOLASCO, F. **Avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas: um método fitotécnico**. Tese (Dourado em Fitotecnia) da Universidade Federal de Viçosa, 1999.

OLIVEIRA, A. W. S. **Desenvolvimento rural e local sustentável: o manejo integrado da bacia hidrográfica do Ribeirão Santana**. Dissertação (Mestrado em Geografia) da Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.

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.

PENTEADO JR, J. F; et al. Avaliação do impacto social no processo de implantação da produção integrada de pêssegos nos municípios de araucária e lapa - Paraná: um estudo de caso. **Rev. Acad., Ciênc. Agrária. Ambiente**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 11-21, jan./mar, 2009.

PENTEADO, A. R. **Problemas de colonização e de uso da terra na região Bragantina do Estado do Pará**. Belém: UFPA, [s.n], 1967. 2 v.

PEREIRA, V. S. **Indicadores de sustentabilidade do agroecossistema arroz orgânico na bacia do Araranguá**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) da Universidade Federal de Santa Catarina, p. 201, 2008.

PINHEIRO, M. I. T. **Tipologia de Conflitos de Usos das Águas: Estudos de Casos no Estado do Ceará**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Recursos Hídricos) da Universidade Federal do Ceará, 2002.

PINHEIRO, S. L. G. O enfoque sistêmico e o desenvolvimento rural sustentável: uma oportunidade de mudança da abordagem hard-systems para experiências com soft-systems. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre: v. 1, n. 2, p. 27-37, 2000.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2000**. Lisboa: Trivona Editora, 1995.

RIBEIRO, E. M.; GALIZONI et al. Gestão, uso e conservação de recursos naturais em comunidades do alto Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**. v. 7, n. 2, 2005.

RODIGHERI, H. R.; et al. **Avaliação dos impactos do programa de manejo integrado de pragas para o controle da vespa-da-madeira em plantios de pinus no sul do Brasil**. Colombo, PR. Embrapa. Dezembro, 2006.

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.; 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. **Avaliação de Impactos Ambientais em Projetos de Pesquisas - Fundamentos, Princípios e Introdução a Metodologia**. Jaguariúna (SP): Embrapa Meio Ambiente; 1998.

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

RODRIGUES; G. S.; et al. An Environmental Impact Assessment System for Agricultural Research and Development II: Institutional Learning Experience at Embrapa. **J. Technol. Manag. Innov.** v. 5, n. 4, 2010.

RODRIGUES; G. S.; et al. **Sistema de Avaliação de Impacto Social da Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec-Social)**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005.

RODRIGUES; G. S.; et al. Avaliação socioambiental da integração tecnológica Embrapa pecuária sudeste para produção leiteira na agricultura familiar. **Agricultura São Paulo**, São Paulo, v. 53, n. 2, p. 35-48, jul/dez, 2006.

RODRIGUES, G. S.; et al. **Gestão ambiental de culturas oleaginosas para obtenção de biocombustíveis**. Relatório Técnico. Embrapa Meio Ambiente: Jaguariúna, SP, 2007.

SÁ, C. P. de; et al. **Aspectos econômicos e ambientais da utilização do amendoim forrageiro para a recria-engorda de bovinos de corte no Acre**. Rio Branco – Acre: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2008.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Nobel, 1993.

SANTANA, J. U. R.; et al. Em busca da sustentabilidade: Mensuração e avaliação da dimensão social em assentamento agroextrativista no estado de Sergipe. **Scientia Plena**, v. 8, n. 8, 2012.

SANTOS, M. **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Record, p. 174, 2000.

SEVILLA GÚZMAN, E. **Agroecologia y agricultura ecológica**: hacia una “re” construcción de la soberanía alimentaria. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos de la Universidad de Córdoba, 2006.

SICHE, R.; et al. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**. Campinas: v. 10, n. 2, p. 137-148, jul/dez, 2007.

SILVA, I. N. et al. **Qualidade de água na irrigação**. Agropecuária Científica no Semiárido. Patos – PB: UFCG, 2011.

SILVA, J. G. Da. Velhos e novos mitos do rural brasileiro. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 15, n. 43, set/dez, 2001.

SILVA, J. G. **O que é questão agrária**. 2 ed. São Paulo: Brasiliense. Coleção: Primeiros Passos, 1981. v 18.

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.

SILVA, L. S. S. Impactos do crédito produtivo nas noções locais de sustentabilidade em agroecossistemas familiares no território sudeste do Pará. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. 81-82, 2009.

SILVA, O. F.; et al. Impacto socioeconômico e ambiental da soca de arroz produzida na microrregião do Rio Formoso, Estado do Tocantins. **REDES**. Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 1, p. 28 - 48, jan./abr., 2008.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa. Aprenda Fácil, 2003.

SOUZA, L. C.; et al. Salmonelas e coliformes fecais em águas de bebida para animais. **Revista de Saúde Pública**, v. 26, n. 5, p. 321-327, 1992.

SPEELMAN, E. N., S. et al. Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: lessons learned from its application in 28 Latin American case studies. **International Journal of Sustainable Development and World Ecology** 14:345-361. <http://dx.doi.org/10.1080/13504500709469735>, 2007.

SRH-MMA. **Enquadramento de corpos de água em classes – experiências brasileiras**. Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 1999.

TAVARES, E. D. **Da agricultura moderna à agroecológica: análise da sustentabilidade de sistemas agrícolas familiares**. Tese (Doutorado, Centro de Desenvolvimento Sustentável) da Universidade de Brasília, 2004.

TEDESCO, J. C. A relatividade conceitual e os paradigmas da pequena produção familiar no pensamento sócio-econômico. **Revista Teoria e Evidência Econômica** - UPF, Passo Fundo, n. 4, p. 95 - 122, nov. 1994.

TEDESCO, J. C. (Org). **Agricultura familiar: realidades e perspectivas**. Passo Fundo: EDUPF, 1999.

TEPICHT, J. **Marxisme et Agriculture: Le Paysans Polonais**. Paris: Librairie Armand Colin, 1973.

TOSTO, S.G., B, E.S., M, J.R. de, C, C.L. Avaliação de impacto ambiental - produção de tomate de mesa ecologicamente cultivado no município de São Jose de Uba, RJ - uma aplicação do método Ambitec-Agro. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 105**, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2006.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: Rima IIE, 2003.

ULLER-GÓMEZ, C.; et al. Agricultores familiares e participação na gestão das águas na bacia do Itajaí/SC. **REGA**. v. 5, n. 2, p. 39-51, jul./dez, 2008.

VAINER, C. B. População, meio ambiente e conflito social na construção de hidrelétricas. In: MARTINE, G. (Org) **População, meio ambiente e desenvolvimento: verdades e contradições**. 2 edição. Campinas, Editora da Unicamp, 1996.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de Sustentabilidade: Uma análise comparativa**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, p. 235, 2002.

VEIGA, J. E. **Cidades Imaginárias**. Campinas: Autores Associados, 2002.

VERONA, L. A. F. **Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia) da Universidade Federal de Pelotas, p. 192, 2008.

VIEIRA, M. S. C. **Aplicação do método IDEA como recurso didático pedagógico para avaliação da sustentabilidade de propriedades agrícolas no município de Rio Pomba/MG**. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2005.

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

VINHOLIS, M. M. B.; et al. Impactos econômico, social e ambiental do uso da alfafa em propriedades leiteiras. **Revista Tecnológica**. Maringá, v, 19, p. 57-66, 2010.

WANDERLEY, M. N. **Raízes históricas do campesinato brasileiro: agricultura familiar realidades e perspectivas**. 3 ed. Passo Fundo: UPF, 2001.

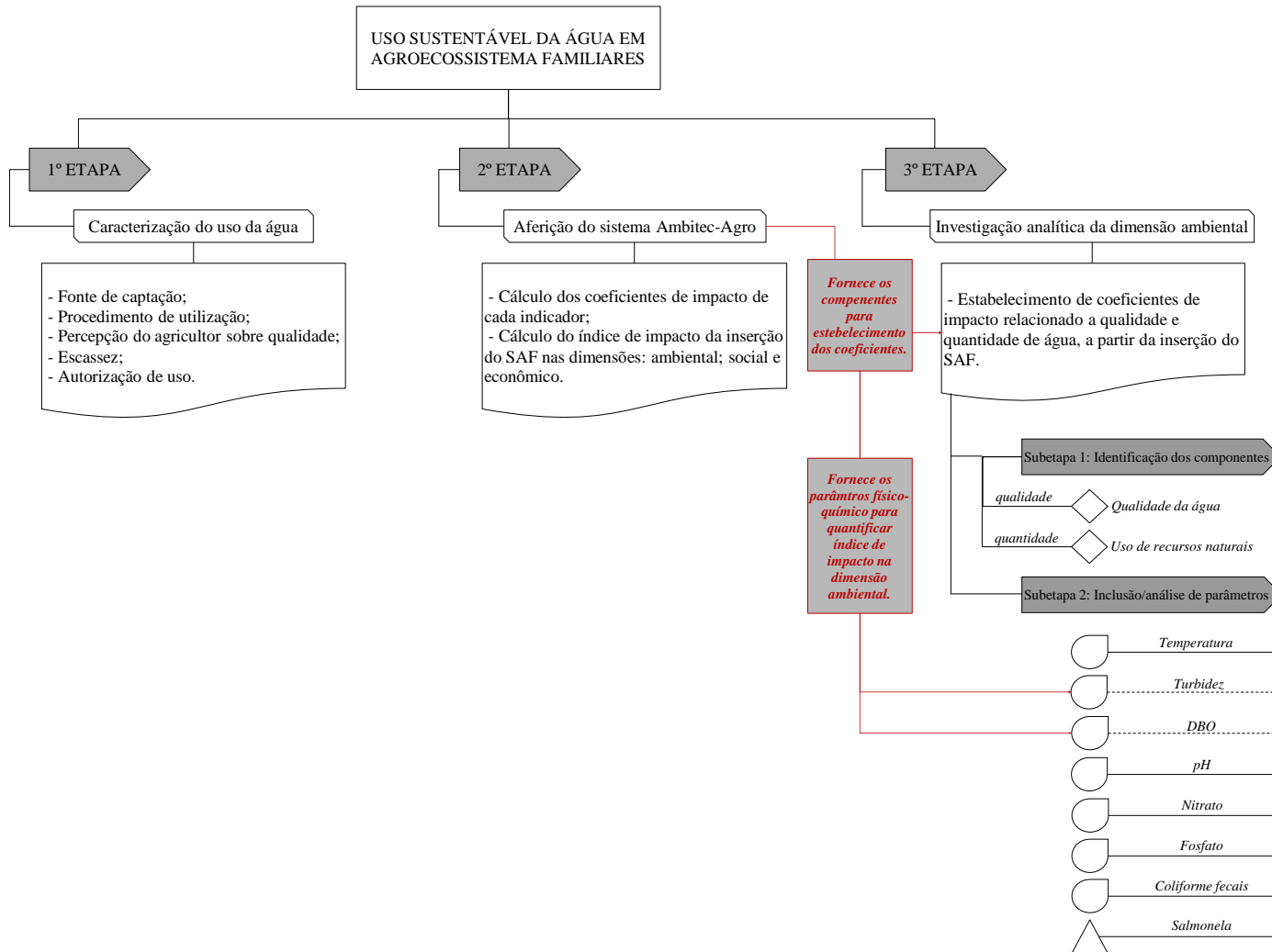
WEID, J. M. V. D. A trajetória das abordagens participativas para o desenvolvimento na prática das ONGs no Brasil. In: BROSE, M. (Org.) **Metodologias participativas**: uma introdução a instrumentos. Porto Alegre: Tomo Editorial, 2001. p.104-112.

ZAHM, F.; et al. **Assessing Farm Sustainability with the IDEA Method**: from the Concept of Agriculture Sustainability to Case Studies on Farms. In: PEER Conference, 2004, Finland. Helsinki, 2004, p. 14.



**ANEXOS**


























**ANEXO A - Desenho esquemático da prescrição metodológica, para avaliação do uso da água em UPF.**































ANEXO B - Questionário da caracterização do uso da água.













- 1) Qual a fonte de captação de água da sua unidade de produção familiar?
- 2) Qual utilização da água consumida para a produção agrícola?
- 3) A água utilizada para a produção agrícola é utilizada para o consumo próprio?
- 4) A água utilizada na produção agrícola é reservada?
- 5) Na sua propriedade em alguma época do ano houve falta de água?
- 6) O produtor tem algum conhecimento sobre a necessidade legal que autoriza o uso da água?
- 7) A sua propriedade faz algum tipo de controle da qualidade de água utilizada na produção?
- 8) A sua propriedade faz algum tipo de controle da qualidade de água para consumo próprio?
- 9) Qual sua percepção sobre a qualidade da água utilizada?
- 10) Se a água utilizada na produção é a mesma para o consumo, alguém da família já apresentou sintomas como: diarreia, febre, etc.?

## ANEXO III - QUESTIONÁRIO DO SISTEMA AMBITEC-AGRO

IMPACTOS AMBIENTAIS							
ASPECTO USO DE INSUMOS E RECURSOS							
 <b>Uso de Insumos Agrícolas e Recursos</b> 	 <b>Uso de insumos</b>			 <b>Uso de recursos naturais</b>			Averiguação fatores de ponderação
							
	Pesticidas	Fertilizantes	Condicionadores de solo	Água incorporada	Água para processo	Solo (área)	-1
<b>Fatores de ponderação k</b>	-0,4	-0,15	-0,15	-0,1	-0,1	-0,1	
 <b>Uso de Insumos Veterinários e Matérias-primas</b>	 <b>Uso de insumos</b>			 <b>Uso de matérias-primas</b>			Averiguação fatores de ponderação
							
	Produtos veterinários	Forragem	Rações e suplementos	Matérias-primas básicas	Matérias-primas para processo	Aditivos agroindustriais	
<b>Fatores de ponderação k</b>	-0,2	-0,2	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-1
 <b>Uso de Energia</b>	 <b>Fontes de energia</b>						Averiguação fatores de ponderação
							
	Combustíveis fósseis		Biocombustíveis	Biomassa		Eletricidade	
<b>Fatores de ponderação k</b>	-0,3		-0,1	-0,1		-0,5	-1
ASPECTO QUALIDADE AMBIENTAL							

 <b>Atmosfera</b>	 <b>Variável de qualidade da atmosfera</b>				Averiguação fatores de ponderação
					
	Gases de efeito estufa	Material particulado / Fumaça	Odores	Ruídos	
<b>Fatores de ponderação k</b>	-0,4	-0,4	-0,1	-0,1	-1
<b>Tabela de coeficientes de alteração da variável</b>					
 <b>Qualidade do Solo</b>	 <b>Variável de qualidade do solo</b>				Averiguação fatores de ponderação
					
	Erosão	Perda de matéria orgânica	Perda de nutrientes	Compactação	
<b>Fatores de ponderação k</b>	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-1
<b>Tabela de coeficientes de alteração da variável</b>					
 <b>Qualidade da Água</b>	 <b>Variável de qualidade da água</b>				Averiguação fatores de ponderação
					
	Demanda Bioquímica de Oxigênio	Turbidez	Espuma / Óleo / Materiais flutuantes	Sedimento / Assoreamento	
<b>Fatores de ponderação k</b>	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-1
<b>Tabela de coeficientes de alteração da variável</b>					
 <b>Biodiversidade</b>	 <b>Variável de biodiversidade</b>				Averiguação fatores de ponderação
					
	Perda de vegetação nativa	Perda de corredores de fauna	Perda de espécies / variedades		

<b>Fatores de ponderação k</b>	-0,4	-0,3	-0,3	-1	
<b>Tabela de coeficientes de alteração da variável</b>					
 <b>Recuperação Ambiental</b>	<b>Variável de recuperação ambiental</b>				Averiguação fatores de ponderação
					
	Solos degradados	Ecossistemas degradados	Áreas de Preservação Permanente	Reserva Legal	
<b>Fatores de ponderação k</b>	0,2	0,2	0,2	0,4	1

<b>IMPACTOS SOCIAIS</b>						
 <b>ASPECTO RENDA</b>						
<b>Tabela de coeficientes de alteração da variável</b>						
 <b>Geração de Renda</b>	<b>Atributos da renda</b>				Averiguação fatores de ponderação	
						
	Segurança	Estabilidade	Distribuição	Montante		
<b>Fatores de ponderação k</b>	0,25	0,25	0,25	0,25	1	
<b>Tabela de coeficientes de alteração da variável</b>						
 <b>Diversidade de Fontes de Renda</b>	<b>Variável de diversificação de fontes de renda</b>				Averiguação fatores de ponderação	
						
	Agropecuária no estabelec.	Não agropecuária no estabelec.	Oportunidade de trabalho fora do estabelec.	Ramificação empresarial		Aplicações financeiras


































































Fatores de ponderação k	0,25	0,25	0,15	0,2	0,15	1			
<b>Tabela de coeficientes de alteração da variável</b>									
 <b>Valor da Propriedade</b>	 <b>Variável de valor da propriedade</b>					Averiguação fatores de ponderação			
									
	Investimento em benfeitorias	Conservação dos recursos naturais	Preços de produtos e serviços	Conformidade com legislação	Infra-estrutura / Política tributária etc.				
Fatores de ponderação k	0,25	0,25	0,2	0,15	0,15	<b>1</b>			
 <b>ASPECTO EMPREGO</b>									
<b>Tabela de coeficientes de alteração da variável</b>									
 <b>Capacitação</b>	 <b>Tipo de capacitação</b>			 <b>Nível da capacitação</b>			Averiguação fatores de ponderação		
									
	Local de curta duração	Especialização de curta duração	Oficial regular	Básico	Técnico	Superior			
Fatores de ponderação k	0,25	0,25	0,2	0,1	0,1	0,1	<b>1</b>		
<b>Tabela de coeficientes de alteração da variável</b>									
 <b>Oportunidade de Emprego Local Qualificado</b>	 <b>Origem do trabalhador</b>				 <b>Qualificação para a atividade</b>				Averiguação fatores de ponderação
									
	Propriedade	Local	Município	Região	Braçal	Braçal especializado	Técnico médio	Técnico superior	
Fatores de ponderação k	0,25	0,2	0,15	0,1	0,02	0,05	0,1	0,13	<b>1</b>

Tabela de coeficientes de alteração da variável									
 <b>Oferta e Condição de Trabalho</b>	 <b>Condição do trabalhador</b>								Averiguação fatores de ponderação
									
	Temporário	Permanente	Parceiro / Meeiro	Familiar					
<b>Fatores de ponderação k</b>	0,1	0,2	0,35	0,35					<b>1</b>
Tabela de coeficientes de alteração da variável									
 <b>Qualidade do Emprego</b>	 <b>Legislação trabalhista</b>				 <b>Benefícios</b>				Averiguação fatores de ponderação
									
	Prevenção do trabalho infantil	Jornada de trabalho <44hs	Registro	Contribuição previdenciária	Auxílio moradia	Auxílio alimentação	Auxílio transporte	Auxílio saúde	
<b>Fatores de ponderação k</b>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	<b>1</b>
 <b>ASPECTO SAÚDE</b>									
Tabela de coeficientes de alteração da variável									
 <b>Saúde Ambiental e Pessoal</b>	 <b>Variável de saúde ambiental e pessoal</b>								Averiguação fatores de ponderação
									
	Focos de vetores de doenças endêmicas	Emissão de poluentes atmosféricos	Emissão de poluentes hídricos	Geração de contaminantes do solo	Dificuldade de acesso a esporte e lazer				
<b>Fatores de ponderação k</b>	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2				<b>-1</b>
Tabela de coeficientes de alteração da variável									

 <b>Segurança e Saúde Ocupacional</b>	Exposição à periculosidade e fatores de insalubridade							Averiguação fatores de ponderação
								
	Periculosidade	Ruído	Vibração	Calor / Frio	Umidade	Agentes químicos	Agentes biológicos	
<b>Fatores de ponderação k</b>	-0,3	-0,1	-0,1	-0,05	-0,05	-0,2	-0,2	-1
Tabela de coeficientes de alteração da variável								
 <b>Segurança Alimentar</b>	Variável de segurança alimentar							Averiguação fatores de ponderação
								
	Garantia da produção		Quantidade de alimento			Qualidade nutricional do alimento		
<b>Fatores de ponderação k</b>	0,3		0,3			0,4		1














































IMPACTOS ECONÔMICOS						
 <b>ASPECTO RESPEITO AO CONSUMIDOR</b>						
Tabela de coeficientes de alteração da variável						
 <b>Qualidade do Produto</b>	Variável de qualidade					Averiguação fatores de ponderação
						
	Redução de resíduos químicos	Redução de contaminantes biológicos	Disponibilidade de fontes de insumos	Idoneidade das fontes de insumos		
<b>Fatores de ponderação k</b>	0,25	0,25	0,25	0,25		1

Tabela de coeficientes de alteração da variável
---



 <b>Ética Produtiva</b>	◇ Bem-estar e saúde animal					◇ Capital social		Averiguação fatores de ponderação
								
	Conforto térmico animal	Acesso a água e suplementos	Segurança e assepsia	Lotação das áreas de manejo	Conduta ética de abate ou descarte	Captação de demandas da comunidade	Projetos de extensão	
<b>Fatores de ponderação k</b>	0,15	0,1	0,1	0,15	0,1	0,2	0,2	1
△ <b>ASPECTO GESTÃO E ADMINISTRAÇÃO</b>								
<b>Tabela de coeficientes de alteração da variável</b>								
 <b>Dedicação e Perfil do Responsável</b>	◇ Variável de dedicação do responsável							Averiguação fatores de ponderação
								
	Capacitação dirigida à atividade	Horas de permanência no estabelecimento	Engajamento familiar	Uso de sistema contábil	Modelo formal de planejamento	Sistema de certificação / Rotulagem		
<b>Fatores de ponderação k</b>	0,2	0,2	0,15	0,15	0,15	0,15		1
<b>Tabela de coeficientes de alteração da variável</b>								
 <b>Condição de Comercialização</b>	◇ Variável de comercialização							Averiguação fatores de ponderação
								
	Venda direta / antecipada / cooperada	Processamento local	Armazenamento local	Transporte próprio	Propaganda / Marca própria	Encadeamento com produtos / atividades / serviços anteriores	Cooperação com outros produtores locais	
<b>Fatores de ponderação k</b>	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,1	1
<b>Tabela de coeficientes de alteração da variável</b>								

 <b>Disposição de Resíduos</b>	<b>Tratamento de resíduos domésticos</b>			<b>Tratamento de resíduos da produção</b>		Averiguação fatores de ponderação	
							
	Coleta seletiva	Compostagem / Reaproveitamento	Disposição sanitária	Reaproveitamento	Destinação ou tratamento final		
<b>Fatores de ponderação k</b>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	
<b>Tabela de coeficientes de alteração da variável</b>							
 <b>Relacionamento Institucional</b>	 <b>Alcance institucional</b>			 <b>Capacitação contínua</b>		Averiguação fatores de ponderação	
							
	Utilização de assistência técnica	Associativismo / Cooperativismo	Filiação tecnológica nominal	Utilização de assessoria legal / Vistoria	Gerente		Empregados especializados
<b>Fatores de ponderação k</b>	0,2	0,2	0,15	0,15	0,15	0,15	1

## ANEXO IV - LAUDO TÉCNICO DE DBO DAS UPF

PARCEIRO: PARTICULAR (11057) -

CLIENTE: MARIANA MENEZES VANZIM (12146) -

ENDEREÇO PARA COLETA: | -

ORIGEM: Água de superfície Data da coleta: 2013-07-18 Hora: XX:XX Entrada no laboratório: 2013-07-19

PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 1 - COMUNIDADE SÃO JOÃO - PAULO SOUZA.

## ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA (PARÂMETROS INTERNOS)

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg/l)	1,0	Até 5,0

## LAUDO:

O resultado da análise físico-química apresentou concentração em conformidade com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, águas doces classe II.

## OBSERVAÇÕES:

AMOSTRA COLETADA PELO SOLICITANTE E ENTREGUE EM 19/07/13.

Belém, 22 de Julho de 2013



Claudomiro Mendes de Oliveira  
QUÍMICO INDUSTRIAL  
CRU 05/009168

PARCEIRO: PARTICULAR (11057) -

CLIENTE: MARIANA MENEZES VANZIM (12146) -

ENDEREÇO PARA COLETA: | -

ORIGEM: Água de superfície Data da coleta: 2013-07-18 Hora: XX:XX Entrada no laboratório: 2013-07-19

PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 2 - COMUNIDADE SÃO JOÃO - MANOEL SILVA.

## ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA (PARÂMETROS INTERNOS)

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg/l)	6,0	Até 5,0

## LAUDO:

O resultado da análise físico-química, parâmetro DBO apresentou concentração em desacordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, águas doces classe II.

## OBSERVAÇÕES:

AMOSTRA COLETADA PELO SOLICITANTE E ENTREGUE EM 19/07/13.

Belém, 22 de Julho de 2013



Claudomiro Mendes de Oliveira  
QUÍMICO INDUSTRIAL  
CRU 05/009168

PARCEIRO: PARTICULAR (11057) -

CLIENTE: MARIANA MENEZES VANZIM (12146) -

ENDEREÇO PARA COLETA: | -

ORIGEM: Poço Data da coleta: 2013-07-18 Hora: XX:XX Entrada no laboratório: 2013-07-19

PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 3 - COMUNIDADE SÃO JOÃO - MANOEL SILVA.

## ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA (PARÂMETROS INTERNOS)

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO	PORTARIA 2914/2011
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg/l)	5,0	Não padronizado

## LAUDO:

## OBSERVAÇÕES:

AMOSTRA COLETADA PELO SOLICITANTE E ENTREGUE EM 19/07/13.

Belém, 22 de Julho de 2013



Claudomiro Mendes de Oliveira  
QUÍMICO INDUSTRIAL  
CRU 05/009168

PARCEIRO: PARTICULAR (11057) -

CLIENTE: MARIANA MENEZES VANZIM (12146) -

ENDEREÇO PARA COLETA: | -

ORIGEM: Água de superfície Data da coleta: 2013-07-18 Hora: XX:XX Entrada no laboratório: 2013-07-18

PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 4 - COMUNIDADE SÃO JOÃO - JOÃO SILVA.

## ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA (PARÂMETROS INTERNOS)

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg/l)	1,3	Até 5,0

## LAUDO:

O resultado da análise físico-química apresentou concentração em conformidade com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, águas doces classe II.

## OBSERVAÇÕES:

AMOSTRA COLETADA PELO SOLICITANTE E ENTREGUE EM 19/07/13.

Belém, 22 de Julho de 2013

*Claudio M. de Oliveira*  
QUÍMICO INDUSTRIAL  
CRQ 05/209168

PARCEIRO: PARTICULAR (11057) -

CLIENTE: MARIANA MENEZES VANZIM (12146) -

ENDEREÇO PARA COLETA: | -

ORIGEM: Água de superfície Data da coleta: 2013-07-18 Hora: XX:XX Entrada no laboratório: 2013-07-19

PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 5 - COMUNIDADE ROSÁRIO - ARNALDO CORREIA.

## ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA (PARÂMETROS INTERNOS)

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg/l)	1,1	Até 5,0

## LAUDO:

O resultado da análise físico-química apresentou concentração em conformidade com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, águas doces classe II.

## OBSERVAÇÕES:

AMOSTRA COLETADA PELO SOLICITANTE E ENTREGUE EM 19/07/13.

Belém, 22 de Julho de 2013

*Claudio M. de Oliveira*  
QUÍMICO INDUSTRIAL  
CRQ 05/209168

PARCEIRO: PARTICULAR (11057) -

CLIENTE: MARIANA MENEZES VANZIM (12146) -

ENDEREÇO PARA COLETA: | -

ORIGEM: Água de superfície Data da coleta: 2013-07-18 Hora: XX:XX Entrada no laboratório: 2013-07-19

PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 6 - COMUNIDADE ROSÁRIO - ANTÔNIO DA SILVA.

## ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA (PARÂMETROS INTERNOS)

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg/l)	1,3	Até 5,0

## LAUDO:

O resultado da análise físico-química apresentou concentração em conformidade com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, águas doces classe II.

## OBSERVAÇÕES:

AMOSTRA COLETADA PELO SOLICITANTE E ENTREGUE EM 19/07/13.

Belém, 22 de Julho de 2013

*Claudio M. de Oliveira*  
QUÍMICO INDUSTRIAL  
CRQ 05/209168



PARCEIRO: PARTICULAR (11057) -

CLIENTE: MARIANA MENEZES VANZIM (12146) -

ENDEREÇO PARA COLETA: | -

ORIGEM: Poço Data da coleta: 2013-07-18 Hora: XX:XX Entrada no laboratório: 2013-07-19

PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 7 - COMUNIDADE ROSÁRIO - JOSÉ SANTOS.

## ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA (PARÂMETROS INTERNOS)

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO	PORTARIA 2914/2011
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg/l)	5,0	Não padronizado

LAUDO:

OBSERVAÇÕES:

AMOSTRA COLETADA PELO SOLICITANTE E ENTREGUE EM 19/07/13.

Belém, 22 de Julho de 2013



Claudomiro Mendes de Oliveira  
QUÍMICO INDUSTRIAL  
CRQ 05/09163

PARCEIRO: PARTICULAR (11057) -

CLIENTE: MARIANA MENEZES VANZIM (12146) -

ENDEREÇO PARA COLETA: | -

ORIGEM: Água de superfície Data da coleta: 2013-07-18 Hora: XX:XX Entrada no laboratório: 2013-07-19

PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 8 - COMUNIDADE NOVA OLINDA - MARCUS COSTA.

## ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA (PARÂMETROS INTERNOS)

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg/l)	5,0	Até 5,0

LAUDO:

O resultado da análise físico-química apresentou concentração em conformidade com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, águas doces classe II.

OBSERVAÇÕES:

AMOSTRA COLETADA PELO SOLICITANTE E ENTREGUE EM 19/07/13.

PARCEIRO: PARTICULAR (11057) -

CLIENTE: MARIANA MENEZES VANZIM (12146) -

ENDEREÇO PARA COLETA: | -

ORIGEM: Água de superfície Data da coleta: 2013-07-18 Hora: XX:XX Entrada no laboratório: 2013-07-19

PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 9 - COMUNIDADE NOVA OLINDA

## ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA (PARÂMETROS INTERNOS)

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO	RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg/l)	2,0	Até 5,0

LAUDO:

O resultado da análise físico-química apresentou concentração em conformidade com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, águas doces classe II.

OBSERVAÇÕES:

AMOSTRA COLETADA PELO SOLICITANTE E ENTREGUE EM 19/07/13.

PARCEIRO: PARTICULAR (11057) -

CLIENTE: MARIANA MENEZES VANZIM (12146) -

ENDEREÇO PARA COLETA: | -

ORIGEM: Poço Data da coleta: 2013-07-18 Hora: XX:XX Entrada no laboratório: 2013-07-19

PONTO DE AMOSTRAGEM: AMOSTRA 10 - COMUNIDADE NOVA OLINDA - MARCUS COSTA

## ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA (PARÂMETROS INTERNOS)

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO	PORTARIA 2914/2011
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg/l)	5,0	Não padronizado

LAUDO:

OBSERVAÇÕES:

AMOSTRA COLETADA PELO SOLICITANTE E ENTREGUE EM 19/07/13.

Belém, 22 de Julho de 2013

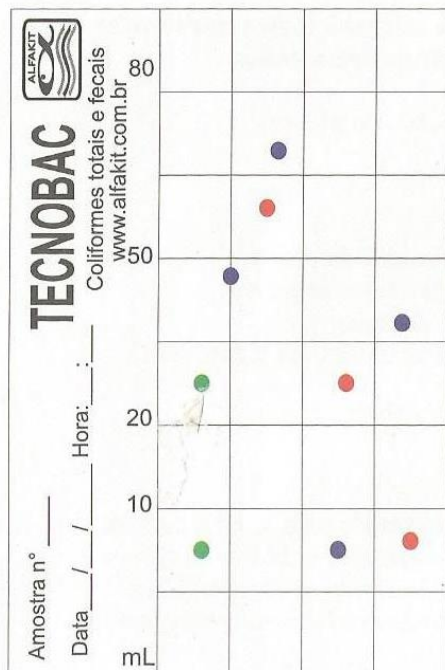


Claudomiro Mendes de Oliveira  
QUÍMICO INDUSTRIAL  
CRQ 05/09163

## ANEXO V - TECNOBAC

PROCEDIMENTO DE ANÁLISE - M048 A

KIT MICROBIOLÓGICO



- **Coliformes Fecais:** pontos azuis multiplicados por 60;
- **Coliformes Totais:** pontos azuis e vermelhos multiplicados por 60;
- **Salmonela:** pontos verdes multiplicados por 60;

## EXEMPLO DA CARTELA AO LADO:

- Pontos azuis:  $4 \times 60 = 240$  UFC/100 mL de Coliformes fecais;
- Pontos azuis e vermelhos:  $7 \times 60 = 420$  UFC/100 mL de coliformes totais;
- Pontos verdes:  $2 \times 60 = 120$  UFC/100 mL de Salmonela.

Observação:

**Contar ambos os lados da cartela!**

⇒ Se houver um número muito grande de colônias, usam-se os quadrados para efetuar a contagem da seguinte forma:

1. Selecione dois ou três quadrados;
2. Conte as colônias dentro dele;
3. Faz-se a média;
4. Multiplica-se a média por 3840, para o resultado em UFC/100 mL.

⇒ Pode-se também diluir a amostra na própria embalagem, usando água destilada e seringa descartável de 1mL, sendo assim, multiplica-se o resultado pela diluição.

Exemplo: 0,1 mL de amostra diluídos em 50 mL na embalagem, corresponde a uma diluição de 500 vezes, pois  $50 / 0,1 = 500$ .

OBSERVAÇÕES:

- **Nunca colocar a cartela na base da estufa microbiológica AT-610 (ALFAKIT), sempre sobre os três andares da grade e o termômetro no meio da estufa!**

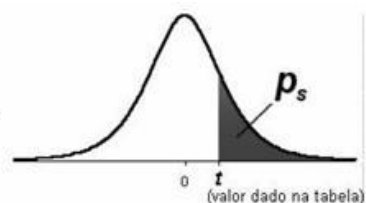
- Após efetuado o teste, evite tocar na cartela com as mãos na hora da avaliação para evitar contaminação. A cartela poderá ser descartada em um lixeiro comum.



## ANEXO VI – DISTRIBUIÇÃO DE STUDENT

## ANEXO F – Distribuição de Student

## DISTRIBUIÇÃO t-STUDENT UNICAUDAL



g.l.	$p_s$						
	0,200	0,150	0,100	0,050	0,025	0,010	0,005
1	1,376	1,963	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66
2	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
35	0,852	1,052	1,306	1,690	2,030	2,438	2,724
40	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
50	0,849	1,047	1,299	1,676	2,009	2,403	2,678
60	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
80	0,846	1,043	1,292	1,664	1,990	2,374	2,639
100	0,845	1,042	1,290	1,660	1,984	2,364	2,626
1	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,327	2,576