

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

MARCOS EUGÊNIO PIRES DE AZEVEDO LOPES

**AVALIAÇÃO DE RACIONALIDADES DO USO DA ÁGUA NA
AGRICULTURA: DESENVOLVIMENTO DE MODELOS CONCEITUAIS
E DE PROCEDIMENTO METODOLÓGICO EM APOIO À
CO/AUTO-GESTÃO DE MICROBACIAS**

Vitória
2011

MARCOS EUGÊNIO PIRES DE AZEVEDO LOPES

**AVALIAÇÃO DE RACIONALIDADES DO USO DA ÁGUA NA
AGRICULTURA: DESENVOLVIMENTO DE MODELOS CONCEITUAIS
E DE PROCEDIMENTO METODOLÓGICO EM APOIO À
CO/AUTO-GESTÃO DE MICROBACIAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Ambiental, na área de concentração em Recursos Hídricos

Orientador: Prof. Dr. Edmilson Costa Teixeira

Vitória
2011

MARCOS EUGÊNIO PIRES DE AZEVEDO LOPES

**AVALIAÇÃO DE RACIONALIDADES DO USO DA ÁGUA NA
AGRICULTURA: DESENVOLVIMENTO DE MODELOS CONCEITUAIS
E DE PROCEDIMENTO METODOLÓGICO EM APOIO À
CO/AUTO-GESTÃO DE MICROBACIAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Ambiental, na área de concentração em Recursos Hídricos.

Aprovada em 14 de Abril de 2011.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Edmilson Costa Teixeira
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof. Dr. Antônio Sérgio Ferreira Mendonça
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador Interno

Prof. Dr. Edvaldo Fialho dos Reis
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador Interno

Prof. Dr. Yvonilde Dantas Pinto Medeiros
Universidade Federal da Bahia
Examinador Externo

Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Examinador Externo

A meus pais, Marcos e Ana Catarina, minha irmã, Ana Cecília, e meu sobrinho Carlos Eduardo, pelo apoio e amor incondicionais que me fazem sempre continuar.

A meu avô, Engenheiro Agrônomo Manoel Duarte Lopes (*in memoriam*), por ter despertado em mim o amor pelo meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar e sempre, a Deus, pelo dom de viver e por me permitir entender as lições e os desafios da vida, e a toda a minha família - pais, irmã, sobrinho, cunhado, avós Cely e Tereza, tios, primos e amigos de Maceió - que, apesar da distância física, sempre estão comigo!

Ao amigo e orientador, Professor Edmilson Costa Teixeira, pelos conselhos, ensinamentos, orientação e ricos debates filosóficos e científicos e, principalmente, pela amizade construída ao longo desses anos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA) da Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade de realização do curso de doutorado; aos demais professores do PPGEA que, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação acadêmica; à Rose Leão, pela simpatia e atenção de sempre na Secretaria do PPGEA, desde o mestrado.

A CAPES, pela bolsa de estudos concedida; ao CNPq, pela bolsa de doutorado sanduíche concedida e auxílio financeiro para o desenvolvimento de projetos de pesquisa relacionados a esta tese de doutorado; a FAPES, pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento de projetos de pesquisa relacionados a esta tese de doutorado.

Aos colegas do LabGest/UFES, principalmente mas não somente, Sirlei, Cristina (e seu pai Valentin), Karla, Andressa, Maurício, Anna, Danieli, Gisele, Laura, Diogo, Douglas, Rodrigo pelo convívio e amizade, e apoio nas atividades relacionadas à tese.

À APEPRUS - Associação dos Pequenos Produtores Rurais do Sossego, demais moradores da bacia do Córrego Sossego e instituições atuantes no local (INCAPER, IDAF, Prefeitura Municipal de Itarana e respectivas Secretarias municipais, Polícia Militar e Ambiental) pela confiança, perseverança e apoio nas atividades de campo relacionadas a esta pesquisa.

Aos professores Bruce Lankford (UEA/DEV), pela supervisão no período de doutorado sanduíche na Inglaterra, e Antônio Sérgio Ferreira, Edvaldo Fialho, Yvonilde Medeiros e Vital Paz, pelas contribuições a esta tese, antes da e durante a defesa.

RESUMO

AVALIAÇÃO DE USOS RACIONAIS DA ÁGUA NA AGRICULTURA: DESENVOLVIMENTO DE MODELOS CONCEITUAIS E DE PROCEDIMENTO METODOLÓGICO EM APOIO À CO/AUTO-GESTÃO DE MICROBACIAS

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de procedimento metodológico inovador, aplicável a situações reais, que integra metodologia participativa e análise multicriterial. A metodologia participativa adotada foi o *River Basin Game* e o método utilizado na análise multicriterial foi o Método dos Pesos Médios (*Weighted Average Method*). A problemática que justificou a realização deste estudo refere-se: (a) ao entendimento dominante sobre a racionalização do uso de recursos hídricos na irrigação, que representa uma visão parcial, fundamentada essencialmente na necessidade de avanços tecnológicos e (b) ao desequilíbrio entre a gestão de águas formal e local, em parte decorrente da limitação mencionada anteriormente, onde estão relacionados vários aspectos, dentre eles, limitações conceituais das próprias políticas de águas, distanciamento entre instituições técnico-científicas e sociedade, baixa participação da sociedade na gestão de águas. O resultado dessa realidade é a baixa (ou inadequada) implementação das políticas de águas, que acaba por perpetuar modelos de desenvolvimento baseados em conceitos dominantes e, muitas vezes, excluindo segmentos mais fragilizados da sociedade. Nesse sentido, o procedimento metodológico foi aplicado numa situação real, onde se tomou como estudo de caso a análise da gestão de águas agrícolas na microbacia do córrego Sossego, (município de Itarana, Espírito Santo), na qual predominam propriedades de base agrícola familiar e produção agrícola irrigada. Foi possível analisar como a área de estudo se insere no debate da gestão de águas formal e tem enfrentado problemas de escassez hídrica em decorrência da intensificação e do mau uso da água na irrigação. A integração das ferramentas adotadas foi de grande valia, pois, dentre outros avanços, possibilitou envolver, de forma rica e consistente, atores de diferentes níveis e tipos de conhecimento (academia, produtores, instituições públicas) visando à construção de um modelo local e ao levantamento de alternativas para a busca de soluções para o problema da inadequada gestão hídrica. Isso permitiu um maior equilíbrio entre o saber local e o saber técnico e maior aproximação entre estes. Ademais, por meio da aplicação do procedimento metodológico, foi evidenciada a idéia dominante da racionalização, entretanto, há também indícios de que novas racionalidades, por meio da consolidação da co/auto-gestão local adaptativa, podem ser (já estão sendo) adotadas.

palavras-chave: racionalização; gestão adaptativa; irrigação; agricultura familiar; river basin game; análise multicriterial

ABSTRACT

ASSESSMENT OF RATIONAL USES OF WATER IN AGRICULTURE: DEVELOPMENT OF CONCEPTUAL MODELS AND METHODOLOGICAL PROCEDURE IN SUPPORT OF CATCHMENT CO-MANAGEMENT

This work presents the development of an innovative methodological procedure, applicable to real situations which integrates participatory methodology and multicriteria analysis. The adopted participatory methodology was the *River Basin Game* and the method utilised in the multicriteria analysis was the *Weighted Average Method*. The problematic that justified this study refers to: (a) a dominant understanding about the rationalisation of the use of water resources in irrigation that represents a partial perspective, essentially underpinned by the need of technological advances and (b) the imbalance in between formal and local water management, in part stemming from the aforementioned problematic, whereas various aspects are related to, amongst them, conceptual constraints of water policies, gap between technical-scientific institutions and society, low levels of society participation in water management. This reality results in the low (or inadequate) implementation of water policies that ends up perpetuating development models based on dominant concepts and, often, excluding society's most disenfranchised groups. In this sense, the developed methodological procedure was applied in a real situation: the analysis of agricultural water management in the catchment of Sossego creek (Itarana city, Espirito Santo state, Brazil). In this area, smallholder farmers and irrigated agriculture are predominant. It was possible to analyse how the study area is subject to Brazilian formal water policy and faces water scarcity, predominantly due to intensification of and inadequate distribution of water in irrigation. The integration of the adopted tools was rather significant as, amongst other advances, it allowed, richly and significantly, the involvement of different stakeholders with diverse levels and kinds of knowledge (Academy, farmers, public institutions) aiming at the construction of a local model and the gathering of alternatives to the search for solutions to the inadequate water management. Hence, this promoted balance between local and technical knowledges. Furthermore, through the application of the methodological procedure, the dominant idea of rationalisation was corroborated, though there is evidence that new rationalities could be (or have already been) adopted, with the benefits and consolidation of adaptive co-management.

keywords: rationalisation; adaptive management; irrigation; smallholder agriculture; river basin game; multicriteria analysis

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1 - Lâmina requerida versus lâmina aplicada, em trabalho realizado no Norte do Espírito Santo, em propriedades produtoras de café Conilon	54
Tabela 2 - Lâmina requerida <i>versus</i> lâmina aplicada e excesso observado, em trabalho realizado em projetos de irrigação no Sul do Espírito Santo, na bacia do rio Itapemirim	55
Quadro 1 – Resumo das principais referências utilizadas para a obtenção de informações necessárias relativas à área de estudo.	111
Quadro 2 – Culturas irrigadas e sistemas de irrigação avaliados nas propriedades-piloto selecionadas na bacia do Córrego Sossego.....	115
Quadro 3 - Sistemas com manejo da irrigação avaliado e períodos de acompanhamento.	117
Quadro 4 – Informações gerais sobre oficinas com aplicação do RBG.	120
Quadro 5 – Organização das comunidades do Sossego adotada neste estudo.....	120
Quadro 6 – Especialistas participantes das visitas técnicas na bacia do Sossego e respectivas instituições.	131
Quadro 7 – Modelo Racional-Hegemônico.....	142
Quadro 8 – Modelo Racional-Amplo.	145
Quadro 9 – Quantitativos de cobertura vegetal das sub-bacias e distribuição florestal na área de estudo por sub-bacia.	168
Quadro 10 – Participação das comunidades da bacia do Sossego nas oficinas com RBG.	205
Quadro 11 – Resultados de questionários aplicados nas oficinas com RBG.	207
Quadro 12 – Agrupamento dos temas prioritários levantados nas oficinas e visitas técnicas: Questões relacionadas à irrigação.	213
Quadro 13 – Agrupamento dos temas prioritários levantados nas oficinas e visitas técnicas: Questões relacionadas à oferta hídrica.....	214
Quadro 14 – Agrupamento dos temas prioritários levantados nas oficinas e visitas técnicas: Questões relacionadas à conservação de água e solo.....	215
Quadro 15 – Agrupamento dos temas prioritários levantados nas oficinas e visitas técnicas: Questões relacionadas ao reflorestamento/ à recuperação de áreas degradadas.....	216
Quadro 16 – Agrupamento dos temas prioritários levantados nas oficinas e visitas técnicas: Questões relacionadas a medidas não-estruturais.	217
Quadro 17 – Critérios e Subcritérios definidos e utilizados na aplicação da Análise Multicriterial.	218
Quadro 18 – Modelo Racional-Amplo aplicado à micro bacia do Córrego Sossego.	221
Quadro 19 – Pesos normalizados dos critérios e atribuídos aos subcritérios por produtores, instituições e média entre produtores e instituições.	225
Quadro 20 – Composição das comissões de acompanhamento formadas.....	230
Quadro 21 – Avaliação de temas importantes da bacia do Sossego pelo Grupo Coordenador da Comunidade (GCC).....	240
Quadro 22 – Indicadores locais para o critério “Manejo de Irrigação”.	246

Quadro 23 – Indicadores locais para o critério “Práticas de reservação/ distribuição de água”	249
Quadro 24 – Indicadores locais para o critério “Práticas de conservação de água e solo”	251
Quadro 25 – Indicadores locais para o critério “Reflorestamento/ recuperação de nascentes e áreas degradadas”	254
Quadro 26 – Indicadores locais para o critério “Ações não-estruturais (temas transversais)”	256
Tabela IV.1 - Classificação da uniformidade de distribuição de água. Erro! Indicador não definido.	
Tabela IV.2 - Caracterização dos sistemas de irrigação localizada avaliados. Erro! Indicador não definido.	
Tabela IV.3 - Resultados do CUD em parcelas de Café irrigadas por Microjet; CUD Médio = 78,30%. Erro! Indicador não definido.	
Tabela IV.4 - Resultados do CUD em parcelas de Café irrigadas por Microaspersão. CUD Médio = 92,3%. Erro! Indicador não definido.	
Tabela IV.5 - Resultados do CUD em parcelas de Banana irrigadas por Microaspersão. CUD Médio = 87,0%. Erro! Indicador não definido.	
Tabela IV.6 - Resultados do CUC em parcelas de Inhame irrigadas por Aspersão. CUC Médio = 73,9%. Erro! Indicador não definido.	
Tabela VI.1 - Precipitação, irrigação aplicada e irrigação real necessária observados no sistema “Microaspersão Banana 6 (M)”. Erro! Indicador não definido.	
Tabela VI.2 - Precipitação, irrigação aplicada e irrigação real necessária observados no sistema “Microjet Café 1 (B)”. Erro! Indicador não definido.	
Tabela VI.3 - Precipitação, irrigação aplicada e irrigação real necessária observados no sistema “Microjet Café 5 (G)”. Erro! Indicador não definido.	
Tabela VI.4 - Precipitação, irrigação aplicada e irrigação real necessária observados no sistema “Microaspersão Café 2 (C)”. Erro! Indicador não definido.	
Tabela VI.5 - Precipitação, irrigação aplicada e irrigação real necessária observados no sistema “MicroAspersão Café 3 (I)”. Erro! Indicador não definido.	
Tabela VI.6 - Precipitação, irrigação aplicada e irrigação real necessária observados no sistema “MicroAspersão Café 4 (N)”. Erro! Indicador não definido.	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estruturas conceituais da razão, da racionalidade e da racionalização. ...	28
Figura 2 – Análise da política e de operações da IWRM.....	47
Figura 3 – Principais características observadas no tema RUAAl formal e aspectos demandados para inserir no tema.....	68
Figura 4 – Paradigmas dominantes e mudanças ao longo dos anos em desenvolvimento rural.....	74
Figura 5 - Inserção da micro bacia do Córrego Sossego na bacia do Rio Doce.	107
Figura 6 – Mapa de localização da Bacia do Córrego Sossego no Estado do Espírito Santo.	108
Figura 7 – Exemplos ilustrativos dos equipamentos utilizados na comunidade do Sossego: Da esquerda para a direita, microaspersão, microjet, aspersão convencional.	113
Figura 8 - Distribuição geográfica aproximada das propriedades-piloto da bacia do Sossego.	114
Figura 9 – Versão do RBG utilizada nesta pesquisa. Foto da oficina III.....	119
Figura 10 – Imagem de satélite com a localização aproximada das comunidades do da bacia do Córrego Sossego.	121
Figura 11 – Palavras iniciais nas oficinas. Foto Oficina I.	123
Figura 12 – Exemplo da distribuição da “água” na “bacia” em função das barragens/desvios implantados, após lançamento de bolas de gude. Foto da Oficina III.....	124
Figura 13 - Grupos de discussão formados. Foto da Oficina IV.....	125
Figura 14 – Representantes dos grupos alinhados para competir por seu lugar no território. Foto da Oficina III.....	126
Figura 15 – Chegada dos representantes aos lugares escolhidos. Foto da Oficina III.	126
Figura 16 – Apresentação ao público do porquê da escolha e dos problemas e alternativas específicos ao local. Foto da Oficina III.	127
Figura 17 – Discussão nos grupos sobre problemas e alternativas para o Sossego. Foto da Oficina IV.....	128
Figura 18 – Preparação do material discutido nos grupos para apresentação ao público. Foto da Oficina II.	129
Figura 19 – Apresentação ao público dos problemas e alternativas de solução na visão dos grupos formados. Foto da Oficina I.	129
Figura 20 – Visita técnica de especialistas na bacia do Sossego.	130
Figura 21 – Oficina de preparação realizada apenas com produtores.....	134
Figura 22 – Oficina de preparação realizada apenas com instituições.	134
Figura 23 – Oficina final com produtores e instituições juntas.....	134
Figura 24 – Discussões nas cinco comissões de acompanhamento formadas durante a oficina final com produtores e instituições juntas..	135
Figura 25 – Inserção do procedimento metodológico desenvolvido na metodologia adotada nesta pesquisa.	152
Figura 26 – Procedimento metodológico desenvolvido: passos sugeridos e resumo das diretrizes principais.	153
Figura 27 – Foto panorâmica do vale Sossego, tirada do alto da sub-bacia do Bananal.....	166
Figura 28 – Pastagem degradada e processo erosivo instalado no alto da sub-bacia do córrego Santa Helena.	167

Figura 29 – Porcentagem de uso e ocupação do solo da microbacia em estudo. ...	168
Figura 30 - Variação das vazões obtidas nos sistemas (a) “Microaspersão Café 3 (C)” (CUD = 97,42%), (b) “Microaspersão Banana 5 (D)” (CUD = 80,65%) e (c) “Microjet Café 3 (F)” (CUD = 53,33%).	177
Figura 31 – Falta de abertura do final das linhas laterais provocando o acúmulo de detritos no interior das tubulações, entupimento de emissores e queda na uniformidade de distribuição. Detalhe para água de má qualidade observada.	178
Figura 32 – Sistema de irrigação por aspersão mau dimensionado ocasionando desperdício de água. Destaque (setas em vermelho) para as áreas úmidas ocasionadas pela água de irrigação que atinge a rodovia ao lado e não a lavoura.	178
Figura 33 - Variação da umidade do solo, precipitação ocorrida e irrigação aplicada nas propriedades referentes ao sistema Microaspersão Banana 6 (M).	182
Figura 34 - Variação da umidade do solo, precipitação ocorrida e irrigação aplicada nas propriedades referentes ao sistema Microjet Café 1 (B).	183
Figura 35 - Variação da umidade do solo, precipitação ocorrida e irrigação aplicada nas propriedades referentes ao sistema Microjet Café 5 (G).	184
Figura 36 - Variação da umidade do solo, precipitação ocorrida e irrigação aplicada nas propriedades referentes ao sistema Microaspersão Café 2 (C).	185
Figura 37 - Variação da umidade do solo, precipitação ocorrida e irrigação aplicada nas propriedades referentes ao sistema Microaspersão Café 3 (I).	186
Figura 38 - Variação da umidade do solo, precipitação ocorrida e irrigação aplicada nas propriedades referentes ao sistema Microaspersão Café 4 (N).	187
Figura 39 - IRN acumulada <i>versus</i> irrigação aplicada nos sistemas Microaspersão Banana 6 (M) (gráfico superior) e Microjet Café 1 (B) (gráfico inferior).	189
Figura 40 - IRN acumulada <i>versus</i> irrigação aplicada nos sistemas Microjet Café 5 (G) (gráfico superior) e Microaspersão Café 2 (C) (gráfico inferior).	190
Figura 41 - IRN acumulada <i>versus</i> irrigação aplicada nos sistemas Microaspersão Café 3 (I) (gráfico superior) e Microaspersão Café 4 (N) (gráfico inferior).	191
Figura 42 – Captação direta no Córrego Sossego. Detalhe para estrutura de contenção construída dentro do leito do córrego.	198
Figura 43 – Estruturas de reservação de água em partes altas da bacia do Sossego.	198
Figura 44 – Poços escavados na bacia do Sossego. Detalhe, na foto inferior, para a escavação de mais um poço no fim do ano de 2010.	199
Figura 45 – Resumo da dinâmica de uso da água na agricultura irrigada da bacia do Sossego	203

Figura 46 – Fotos das oficinas realizadas. Destaques para a heterogeneidade dos participantes e ambiente lúdico e interativo propiciado pelo RBG.	208
Figura 47 - Gráficos gerados a partir de resultados de facilidade/dificuldade de adoção das medidas do subcritério “8) Adoção de práticas conservacionistas”	228
Figura IV.1 - Croqui de avaliação de uniformidade de distribuição em sistemas irrigados por aspersão. Círculos em amarelo – coletores; círculos em vermelho – aspersores.....	Erro! Indicador não definido.
Figura IV.2 - Cultura irrigada por sistema de aspersão, em propriedade na região do Sossego, com malha de coletores devidamente instalada.	Erro! Indicador não definido.
Figura IV.3 - Uso do manômetro para aferir a pressão de serviço dos aspersores.	Erro! Indicador não definido.
Figura IV.4 - Uso do anemômetro para aferir a velocidade do vento no momento das avaliações.	Erro! Indicador não definido.
Figura IV.5 - Croqui da avaliação de uniformidade de distribuição em sistemas localizados, conforme disposição dos sistemas de irrigação: LP - linha principal; LD - linha de derivação; LS - linha secundária e CMB - conjunto moto-bomba.	Erro! Indicador não definido.
Figura IV.6 - Aferição de pressão no final da linha lateral com o uso de manômetro.....	Erro! Indicador não definido.
Figura IV.7 - Variação das vazões obtidas no sistema “Microaspersão Banana 1 (A)” – CUDgeral = 74,29%.	Erro! Indicador não definido.
Figura IV.8 - Variação das vazões obtidas no sistema “Microaspersão Banana 2 (A)” - CUDgeral = 92,41%.	Erro! Indicador não definido.
Figura IV.9 - Variação das vazões obtidas no sistema “Microaspersão Banana 3 (I)” – CUDgeral = 92,26%.	Erro! Indicador não definido.
Figura IV.10 - Variação das vazões obtidas no sistema “Microaspersão Banana 4 (M)” – CUDgeral = 91,85%.	Erro! Indicador não definido.
Figura IV.11 - Variação das vazões obtidas no sistema “Microaspersão Banana 5 (D)” – CUDgeral = 80,65%.	Erro! Indicador não definido.
Figura IV.12 - Variação das vazões obtidas no sistema “Microaspersão Banana 6 (D)” – CUDgeral = 90,37%.	Erro! Indicador não definido.
Figura IV.13 - Variação das vazões obtidas no sistema “Microaspersão Café 1 (A)” – CUDgeral = 94,53%.	Erro! Indicador não definido.
Figura IV.14 - Variação das vazões obtidas no sistema “Microaspersão Café 2 (I)” – CUDgeral = 90,12%.	Erro! Indicador não definido.
Figura IV.15 - Variação das vazões obtidas no sistema	

- “Microaspersão Café 3 (C)” – CUDgeral = 97,42%.**Erro! Indicador não definido.**
- Figura IV.16 - Variação das vazões obtidas no sistema
 “Microaspersão Café 4 (N)” – CUDgeral = 87,23%.**Erro! Indicador não definido.**
- Figura IV.17 - Variação das vazões obtidas no sistema
 “Microjet Café 1 (B)” – CUDgeral = 86,49%.**Erro! Indicador não definido.**
- Figura IV.20 - Variação das vazões obtidas no sistema
 “Microjet Café 4 (L)” – CUDgeral = 81,11%.**Erro! Indicador não definido.**
- Figura IV.21 - Variação das vazões obtidas no sistema
 “Microjet Café 5 (L)” – CUDgeral = 75,27%.**Erro! Indicador não definido.**
- Figura IV.22 - Variação das vazões obtidas no sistema
 “Microjet Café 6 (H)” – CUDgeral = 94,47%.**Erro! Indicador não definido.**
- Figura IV.23 - Variação das vazões obtidas no sistema
 “Microjet Café 7 (G)” – CUDgeral = 67,85%.**Erro! Indicador não definido.**
- Figura IV.24 - Variação das vazões obtidas no sistema
 “Microjet Café 8 (I)”, subsetor 1 – CUDgeral = 82,95%.**Erro! Indicador não definido.**
- Figura IV.25 - Variação das vazões obtidas no sistema
 “Microjet Café 8 (I)”, subsetor 2 – CUDgeral = 70,28%.**Erro! Indicador não definido.**
- Figura IV.26 - Variação das vazões obtidas no sistema
 “Microjet Café 9 (E)” – CUDgeral = 89,49%.**Erro! Indicador não definido.**
- Figura IV.27 - Variação das vazões obtidas no sistema
 “Microjet Café 10 (J)” – CUDgeral = 85,56%.**Erro! Indicador não definido.**

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
LISTA DE QUADROS E TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	21
2.1 OBJETIVO GERAL	21
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
3.1 QUE É SER “RACIONAL”?.....	22
3.1.1 Razão, Racionalidade, Racionalização: etimologia e história	22
3.1.2 Racionalidade, irracionalidade, outra(s) racionalidade(s)?	26
3.1.3 (Ir)Racionalidade, gestão de águas e agrícola e sustentabilidade: justificativas para a necessidade do debate filosófico	28
3.2 RACIONALIDADES NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E DE ÁGUAS AGRÍCOLAS.....	32
3.2.1 Relevância do tema Racionalização do Uso da Água na Agricultura Irrigada (RUAAI)	32
3.2.1.1. Em nível mundial	32
3.2.1.2. No Brasil	33
3.2.2 Pontos críticos e demandas científicas e políticas para o tema RUAAI	36
3.2.2.1 Ciência, Tecnologia, Sustentabilidade e Desenvolvimento.....	36
3.2.2.2. Princípios relacionados ao novo paradigma da gestão de águas...42	
3.2.2.2.1 Participação.....	42
3.2.2.2.2 Integração e Descentralização (e Adaptatividade).....	45
3.2.3 Estado da arte do tema RUAAI	49
3.2.3.1. Desempenho de sistemas e do manejo de irrigação	51
3.2.3.2. Water Use Efficiency (WUE - "Eficiência do Uso da Água") e Water Productivity (WP - "Produtividade da Água").....	56
3.2.3.3. Novos conceitos de racionalidade no uso da água na agricultura irrigada.....	57
3.3 A BUSCA PELA INTEGRAÇÃO DE DIFERENTES RACIONALIDADES	69
3.3.1 O Paradigma Construtivista	69
3.3.1.1 Estruturação de modelos (de problemas) sob o paradigma construtivista.....	71

3.3.2. Metodologias construtivistas/participativas em apoio à estruturação de problemas (de modelos) relacionados à gestão de recursos hídricos	73
3.3.3 Análise Multicriterial em problemas de recursos hídricos	77
3.3.4 Gestão e Governança Adaptativa	86
3.3.5 Experiências de co/auto-gestão local em subsídio à gestão formal ..	92
3.3.5.1. O Projeto Sossego (município de Itarana, Espírito Santo): experiência de co/auto-gestão local em subsídio à gestão formal ..	95
4 METODOLOGIA	100
4.1 ETAPA 1: APROFUNDAMENTO SOBRE O TEMA RUAAI	102
4.1.1. Entendimento do problema RUAAI	102
4.1.2. Construção de modelos conceituais de RUAAI	104
4.2 ETAPA 2: DESENVOLVIMENTO DE PROCEDIMENTO METODOLÓGICO EM SUPORTE À (CO/AUTO) GESTÃO DE ÁGUAS AGRÍCOLAS NO NÍVEL DE MICRO BACIA	106
4.2.1. Área de estudo: localização e motivos da escolha	107
4.2.2 Desenvolvimento de modelo local em suporte à avaliação do uso da água na agricultura	110
4.2.2.1. Levantamento de dados primários e secundários sobre a área de estudo	110
4.2.2.2. Realização de oficinas participativas com aplicação do River Basin Game (RBG)	118
4.2.2.3. Estruturação do modelo local	132
4.2.3 Aplicação do modelo local desenvolvido em suporte à construção de estratégia de (co/auto) gestão comunitária quanto ao uso da água e manejo de irrigação	132
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	141
5.1 CONSTRUÇÃO DE MODELOS CONCEITUAIS DE RUAAI	141
5.2 ANÁLISE DO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO DESENVOLVIDO	151
5.3 DESENVOLVIMENTO DE MODELO LOCAL EM SUPORTE À AVALIAÇÃO DO USO DA ÁGUA NA AGRICULTURA	163
5.3.1 Caracterização da problemática local (Passo “2” do PM - “Levantamento de dados”)	164
5.3.1.1. Caracterização dos aspectos naturais	164
5.3.1.2. Caracterização dos aspectos sócio-culturais, econômicos e político-institucionais	169
5.3.1.3. Caracterização do uso da água na agricultura irrigada	173
5.3.1.3.1. Diagnóstico de sistemas/equipamentos de irrigação	173
5.3.1.3.2. Diagnóstico do manejo de irrigação	179
5.3.1.3.3. Análise integrada do uso da água na agricultura irrigada na bacia do Sossego	192

5.3.2 Realização de oficinas participativas com aplicação do River Basin Game (RBG) (Passo “3” do PM – “Realização de oficinas participativas para estruturação do problema”)	204
5.3.2.2. Análise do nível de motivação dos produtores, antes da realização das oficinas, para tratar do problema local	206
5.3.2.3. Análise da realização das oficinas com produtores e aplicação do River Basin Game (RBG)	207
5.3.3.4. Levantamento dos problemas e possíveis soluções para o problema local observado	211
5.3.3. Estruturação do modelo local (Passo “4” do PM – “Estruturação do modelo local”)	218
5.4 APLICAÇÃO DO MODELO LOCAL DESENVOLVIDO EM SUPORTE À CONSTRUÇÃO DE ESTRATÉGIA DE (CO/AUTO) GESTÃO COMUNITÁRIA QUANTO AO USO DA ÁGUA E MANEJO DE IRRIGAÇÃO	222
5.4.1. Realização de oficinas participativas com aplicação de Análise Multicriterial (Passo “5” do PM – “Realização de oficinas participativas em subsídio à elaboração de planos de ação coletiva”)	222
5.4.1.1. Resultados dos pesos atribuídos a critérios e subcritérios	224
5.4.1.2. Avaliação dos resultados dos graus de preferência	229
5.4.1.3. Análise geral sobre a aplicação da Análise Multicriterial	236
5.4.2 Análise do Modelo Local com o auxílio da aplicação da Análise Multicriterial	242
5.4.2.1. Quanto aos resultados do grau de importância atribuída aos critérios	242
5.4.2.2. Quanto ao resultado da análise de adoção de medidas em regiões altas ou baixas	243
5.4.2.3. Avaliando o critério “Manejo de irrigação”	244
5.4.2.4. Avaliando o critério “Práticas de reservação/distribuição de água”	247
5.4.2.5. Avaliando o critério “Práticas de conservação de água e solo”	250
5.4.2.6. Avaliando o critério “Reflorestamento/recuperação de nascentes e áreas degradadas”	252
5.4.2.7. Avaliando o critério “Ações não-estruturais (temas transversais)”	255
5.5 CONTRIBUIÇÕES DO DESENVOLVIMENTO DO PM AO TEMA RUAAI	257
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	266
6.1 CONCLUSÕES	266
6.2 RECOMENDAÇÕES	271
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	273
APÊNDICES	Erro! Indicador não definido.
ANEXOS	Erro! Indicador não definido.

1 INTRODUÇÃO

No debate acerca da implementação efetiva do novo paradigma mundial das águas, que traz em seu bojo os preceitos da participação, descentralização e integração, a gestão de águas agrícolas ocupa posição de destaque. Isso se justifica, pois o setor agrícola é o maior usuário de água doce no mundo e, assim, de grande importância no desenvolvimento sócio-econômico de regiões, principalmente pela necessidade da produção de alimentos (e de outros produtos agrícolas para fins não alimentícios) para atender a uma população crescente e para a redução da fome em alguns países (ICID, 2009; FAO, 2008).

Como resultado da realidade acima, tem sido recorrente o clamor pelo “uso racional” dos recursos hídricos como forma de contribuição para a busca do desenvolvimento sustentável. A própria Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Federal nº 9433/97, inclui entre seus objetivos “a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2004).

Todavia, mesmo com os perceptíveis avanços obtidos na gestão de águas, falhas têm sido observadas. Os pontos principais, relacionados a estas supostas falhas, que justificam a realização deste trabalho, são apresentados na seqüência.

Um primeiro ponto refere-se ao entendimento do que é “ser racional”. Há indícios de que esta expressão na sociedade moderna e, conseqüentemente, nos discursos dominantes da gestão de águas formal, representa uma visão limitada, fundamentada essencialmente na necessidade de avanços tecnológicos (DUSSEL, 2006; SANTOS, 2006; LEFF, 2006, 2001; FEENBERG, 1999, 1992).

Nesse contexto, apesar dos avanços trazidos pelo desenvolvimento tecnológico na agricultura irrigada, vários estudos nacionais (LOPES, 2006; ESPÍNDULA NETO, 2002) e internacionais (ELDER et al., 2005; LUQUET et

al., 2005), ao avaliar o uso da água na agricultura, indicam maus resultados, mesmo quando da adoção de sistemas de alta eficiência, tais como o gotejamento e o pivô central. Tal realidade pode estar relacionada a uma lógica que freqüentemente não considera efetivamente outros aspectos importantes na gestão de águas agrícolas, dentre eles fatores sociais, políticos e institucionais (MOLLINGA, 2008; UNESCO, 2008; LANKFORD, 2004; TRAWICK, 2001).

Além de não estar resolvendo o problema, a busca pelo uso racional de recursos hídricos na agricultura irrigada com o foco apenas na adoção de equipamentos mais eficientes e infra-estruturas de reservação hídrica, pode estar excluindo e comprometendo grupos mais fragilizados (camponeses, agricultura familiar, etc.), principalmente pelas limitações financeiras e de capacitação geralmente associadas a estes.

Seria necessário, pois, reavaliar os principais conceitos que vêm sendo considerados “normais” ou “padrão” na temática, a fim de que modelos mais adequados de desenvolvimento e sustentabilidade possam ser construídos (STEPS CENTRE, 2010), bem como promover mecanismos de gestão que possam inserir, de fato, outros aspectos, além dos técnicos, incentivando a adoção de estratégias mais contextualizadas e adequadas a cada local (LANKFORD e HEPWORTH, 2010).

Outro ponto a ser destacado, que em parte decorre do primeiro aspecto levantado, diz respeito ao desequilíbrio entre a gestão local e a gestão formal. A esta demanda estão relacionados vários aspectos, dentre eles, limitações conceituais das próprias políticas de águas, distanciamento entre instituições técnico-científicas e sociedade, baixa participação da sociedade na gestão de águas formal (principalmente grupos fragilizados) (BUTTERWORTH et al., 2010; IORIS, 2009).

Dessa forma, há a necessidade de se avaliar como as políticas poderiam ser efetivamente implementadas no nível local ou, indo mais além, se as políticas

atuais da forma como estão propostas podem ser, de fato, implementadas em todos os locais.

Nesse sentido, há a demanda pela aplicação de análises integradas no escopo desta pesquisa, principalmente ao tentar discutir com maiores detalhes questões relacionadas à escala, à participação e à integração entre atores locais, a saber, instituições e sociedade civil (MCCARTNEY et al., 2007; HUMPHREYS et al., 2006; ARAUS, 2004; KROPFF et al., 2001).

Nesse contexto, Trawick (2001) aponta que estudos demonstram que as pessoas são capazes de fazer gestão de águas em nível local, porém é necessário o desenvolvimento de mais estudos, principalmente os que ressaltem quais regras e princípios poderiam possibilitar a gestão de recursos (naturais/hídricos) de forma efetiva.

Para auxiliar em tais análises integradas e na construção de estratégias que fortaleçam a gestão local, ambas condizentes com os preceitos da política das águas, as metodologias participativas e a análise multicriterial surgem como alternativas de apoio por poder propiciar a construção coletiva do problema que se quer resolver e sua análise sistematizada e ampla.

Dessa forma, entende-se que a mescla de metodologias participativas e de análises multicriteriais poderia auxiliar em avaliações desta natureza. Assim, de acordo com D'agostini e Fantini (2005), nas duas fases básicas que compõem os processos de apoio à decisão, a saber, a estruturação do problema e a análise de alternativas, as metodologias participativas e a análise multicriterial poderiam contribuir significativamente.

Na estruturação do problema, as metodologias participativas revelam-se especialmente eficazes, pois são caracterizados e organizados fatores considerados relevantes pelos interessados. Já a fase de avaliação no processo de apoio à decisão implica análise de alternativas e escolhas. Para essa fase, os métodos multicritério são relevantes à possibilidade de modelar e incorporar critérios objetivos e mesmo subjetivas preferências.

Reforçando a necessidade por estudos dessa natureza, Raju et al. (2000) afirmam que embora estudos aplicados tenham tentado diminuir a distância entre a teoria e a prática, há ainda muito a fazer em termos da aplicação de análises multicriteriais no planejamento de engenharia real e na estruturação de problemas envolvendo objetivos conflitantes.

Nesse contexto, os objetivos geral e específicos do trabalho são apresentados a seguir.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver modelos conceituais e procedimento metodológico visando à avaliação de usos racionais de água na agricultura como contribuição ao desenvolvimento participativo por microbacia hidrográfica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ⇒ **Objetivo Específico I:** Entender o problema “Racionalização do Uso da Água na Agricultura Irrigada” (RUAAI) e construir modelos conceituais de RUAAI.

- ⇒ **Objetivo Específico II:** Desenvolver e aplicar em área-piloto modelo local em suporte à avaliação do uso da água na agricultura.

- ⇒ **Objetivo Específico III:** Aplicar modelo local desenvolvido em suporte à construção de estratégia de (co/auto) gestão comunitária quanto ao uso da água e manejo de irrigação.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 QUE É SER “RACIONAL”?

Para melhor embasar as discussões referentes ao que se entende por “uso racional” ou “racionalização do uso”, no caso específico deste estudo, da água na agricultura irrigada, é apresentada, neste item, a análise etimológica e histórica que envolve o que é ser “racional”. Weber (1989), Habermas (1989), Santos (2006) e Morin (2007) discutem com profundidade o emprego de tal termo ao longo da história e são as referências-base neste tópico.

A fim de esclarecer melhor a expressão, são consideradas aqui três palavras básicas: **razão**, **racionalidade** e **racionalização**.

3.1.1 Razão, Racionalidade, Racionalização: etimologia e história

Morin (2007) define os termos **razão**, **racionalidade** e **racionalização** da seguinte forma:

- a **razão** corresponde a uma vontade de ter uma visão coerente dos fenômenos, das coisas e do universo. Possui um aspecto incontestavelmente lógico;
- a **racionalidade** é o jogo, o diálogo incessante entre nossa mente, que cria estruturas lógicas, as aplica ao mundo e dialoga com este; e
- a **racionalização** consiste em querer prender a realidade num sistema coerente.

A **razão**, raiz de onde provêm as palavras racionalidade e racionalização, tem origens etimológicas no latim e no grego. No grego, a razão é *logos* que, por sua vez, vem do verbo *legein* que quer dizer: contar, reunir, calcular. No latim, é *ratio* que vem do verbo *reor* que significa: medir, contar, calcular.

Ao se considerar sua etimologia, a razão pode ser definida, conforme expressa o Dicionário Aurélio (FERREIRA, 2004), de diversas formas:

1. Faculdade de avaliar, julgar, ponderar idéias universais; raciocínio, juízo;
2. Faculdade de estabelecer relações lógicas, de raciocinar; raciocínio, inteligência;
3. Bom senso; prudência;
4. O direito natural; o princípio ou capacidade da conduta moral.

O termo **racionalização**, sob um significado geral, de acordo com o Dicionário Aurélio (FERREIRA, 2004), “vem de racional (relativo à razão) + izar (tornar)”, isto é, “tornar racional, usar segundo a razão”.

A racionalização, como é comumente entendida, significa “tornar mais eficiente (atividade, trabalho, etc.), com planejamento ou pelo emprego de métodos científicos ou técnicas mais adequadas”; ou ainda “explicar ou conceber os próprios atos e reações como decorrentes de motivos racionais, e não dos impulsos e desejos inconscientes” (FERREIRA, 2004).

De acordo com Habermas (1989), Max Weber introduziu o conceito moderno de **racionalidade** para caracterizar a forma capitalista da atividade econômica, a forma burguesa das trocas ao nível do direito privado e forma burocrática da dominação.

No contexto histórico, a literatura aponta dois movimentos principais como pontos de partida em direção ao processo de cristalização de uma racionalidade moderna: a Reforma Protestante e o Iluminismo.

Max Weber iniciou os estudos sobre racionalização na obra “*A Ética Protestante e o Espírito do Capitalismo*” (WEBER, 1989), na qual mostra como os objetivos de certas denominações protestantes, particularmente o Calvinismo, mudaram em direção a meios racionais de ganho econômico como forma de lidar com a ansiedade de salvação perante Deus.

As conseqüências racionais desta doutrina logo se tornaram incompatíveis com suas raízes religiosas, de maneira que estas últimas foram abandonadas. O autor continua sua pesquisa no assunto em trabalhos

posteriores, notadamente em seus estudos sobre burocracia e classificação de autoridade. Nestes trabalhos, faz-se alusão a uma inevitável mudança rumo à racionalização.

Rouanet (2002) afirma que o Iluminismo produziu efeitos materiais sensivelmente mais profundos do que os exercidos pela Reforma Protestante, e, ao contrário desta, cujas conseqüências modernizadoras foram colaterais e não desejadas conscientemente por seus propagandistas, o movimento das luzes se apresentou, desde o início, como um programa explícito de modernização.

Com efeito, se a modernização se define pela passagem de uma sociedade tradicional para uma sociedade pós-tradicional, a modernização é sem dúvida o objetivo central do Iluminismo. A modernização não é outra coisa senão uma investida maciça para abolir as velhas estruturas do Antigo Regime, substituindo-as por novas estruturas, mais racionais.

A partir da Revolução Industrial, o processo de racionalização do mundo é intensificado, visto que surge a necessidade da produção em massa e em série, e exigem-se procedimentos cada vez mais racionalizados e eficientes.

Ainda conforme o pensamento de Rouanet (2002), racionalizações, nos níveis econômico, político e cultural, ocorreram ao longo da história.

Segundo o autor, a racionalização econômica levou à dissolução das antigas formas produtivas, características do feudalismo, e à formação de uma mentalidade empresarial moderna, baseada na previsão, no cálculo, em técnicas racionais de contabilidade. Tornou-se possível a administração racional da empresa. A empresa, já racionalizada em suas técnicas de gestão, ascende a um novo patamar de racionalidade, pela incorporação incessante dos conhecimentos científicos ao processo produtivo. Assim, economia torna-se plenamente moderna.

A racionalização política conduz à substituição da autoridade descentralizada pré-moderna pelo Estado absolutista e, posteriormente, pelo Estado verdadeiramente moderno, dotado de um sistema tributário centralizado, de um poder militar permanente, do monopólio da violência e da legislação, e de uma administração burocrática racional. A racionalização política desemboca na modernidade plena quando institucionaliza a legalidade, legitimada pela crença em regras normativas e no direito dos governantes de exercerem sua autoridade em função dessas regras.

A racionalização cultural, por sua vez, envolve a dessacralização das visões do mundo tradicionais e a diferenciação em esferas de valor autônomas, até então embutidas na religião: a ciência, a moral e a arte. A ciência moderna permite o aumento cumulativo do saber empírico e da capacidade de prognose, que podem ser postos a serviço do desenvolvimento das forças produtivas.

A moral, inicialmente em relação simbiótica com a religião, se torna cada vez mais secular: ela passa a derivar de princípios gerais, e adquire caráter universalista, distinguindo-se nisso das morais tradicionais, cujos limites coincidiam com os do grupo ou do clã. Enfim, surge a arte autônoma, destacando-se do seu contexto tradicionalista (arte religiosa) em direção a formas cada vez mais independentes, como o mecenato e a produção para o mercado.

Nesse sentido, Santos (2006) complementa que a marcha do processo de racionalização, após haver atingido a economia, a cultura, a política, as relações interpessoais e os próprios comportamentos individuais, estaria instalando-se no próprio meio de vida dos homens, isto é, no meio geográfico. O que ele denomina como “espaço racional” supõe uma resposta pronta e adequada às demandas dos agentes, de modo a permitir que o encontro entre a ação pretendida e o objeto disponível se dê com o máximo de eficácia. Esta tanto depende da técnica contida nas coisas e nas ações.

3.1.2 Racionalidade, irracionalidade, outra(s) racionalidade(s)?

Como se pôde perceber pelo exposto anteriormente e pelo que afirma Weber (1989), freqüentemente, a racionalidade está associada à cultura ocidental, a saber, ao uso da técnica e da ciência e ao utilitarismo racional econômico e político que condicionam a ação dos indivíduos. Também, Santos (2006) em seus estudos aponta que a história da racionalidade moderna é freqüentemente assimilada à história das máquinas e da mecanização.

Contudo, ao considerar a diversidade de “razões”, isto é, de interesses, sejam estes, econômicos, culturais e ambientais, Godelier (1967, *apud* COUTO, 2007) afirma que não há racionalidade em si nem racionalidade absoluta. O racional de hoje pode ser o irracional de amanhã, o racional de uma sociedade pode ser o irracional da outra. Seguindo o mesmo raciocínio, Weber (1989) afirma que as racionalizações têm existido em todas as culturas, nos mais diversos setores e dos tipos mais diferentes. Haveria, por exemplo, as racionalizações da contemplação mística, as quais, num contexto dotado de outras perspectivas, são especificamente irracionais.

Da mesma forma, o que muitos consideram, adjetivamente, como “irracionalidade” e, dialeticamente, como “contra-racionalidade”, constitui, na verdade, e substancialmente, outras formas de racionalidade, racionalidades paralelas, divergentes e convergentes ao mesmo tempo (SANTOS, 2006). O que se percebe, portanto, é que um tipo de racionalidade é predominante, em que um paradigma existente inibe demais pensamentos, fazendo destes “irracionais” ou “contra-racionais”.

Na nossa sociedade, de acordo com Santos (2006), essas irracionalidades ou contra-racionalidades localizam-se de um ponto de vista social, entre os pobres, os migrantes, os excluídos, as minorias; de um ponto de vista econômico, entre as atividades marginais, tradicional ou recentemente marginalizadas; e, de um ponto de vista geográfico, nas áreas menos modernas e mais “opacas”, tornadas irracionais para usos hegemônicos. Todas essas situações se definem pela sua incapacidade de subordinação

completa às racionalidades dominantes, já que não dispõem dos meios necessários para ter acesso à modernidade material contemporânea.

Assim, como afirma Morin (2007), são muitos os indícios que apontam para a necessidade de se ir além do que se entende hoje por “**ser racional**”. A racionalização - muitas vezes apenas uma explicação simplista do que a razão não chega a compreender - é importante, porém não deve ser estanque e rígida. São precisos novos desenvolvimentos da razão para começar a compreender aspectos que muitas vezes são negligenciados. Para isto, é fundamental que a razão crítica se torne, de fato, autocrítica. Assim, dever-se-ia lutar sem cessar contra a deificação da razão que, paradoxalmente, é nossa única ferramenta confiável à condição de ser não só crítica, mas autocrítica.

Segundo o mesmo autor, a patologia da **razão** é a **racionalização** que encerra o real num sistema de idéias coerente, mas ao mesmo tempo, parcial e unilateral. Com isso, tudo o que na realidade contradiz este sistema coerente é afastado, esquecido, posto de lado, visto como ilusão ou aparência. Em verdade, quando este mundo não está de acordo com nosso sistema lógico, é preciso admitir que nosso sistema lógico é insuficiente, que só encontra uma parte do real. A **racionalidade**, de todo modo, jamais tem a pretensão de esgotar num sistema lógico a totalidade do real, mas tem a vontade de dialogar com o que lhe resiste (Figura 1).

É muito difícil saber em que momento passa-se da racionalidade à racionalização. Não há fronteira. Não há sinal de alarme. Todos temos a tendência inconsciente de afastar de nossa mente o que possa contradizê-la, tanto em política como em filosofia. Tendemos a minimizar ou rejeitar os argumentos contrários. Exercemos uma atenção seletiva sobre o que favorece nossa idéia e uma desatenção seletiva sobre o que a desfavorece. Com freqüência, portanto, a racionalização se desenvolve na própria mente dos cientistas.

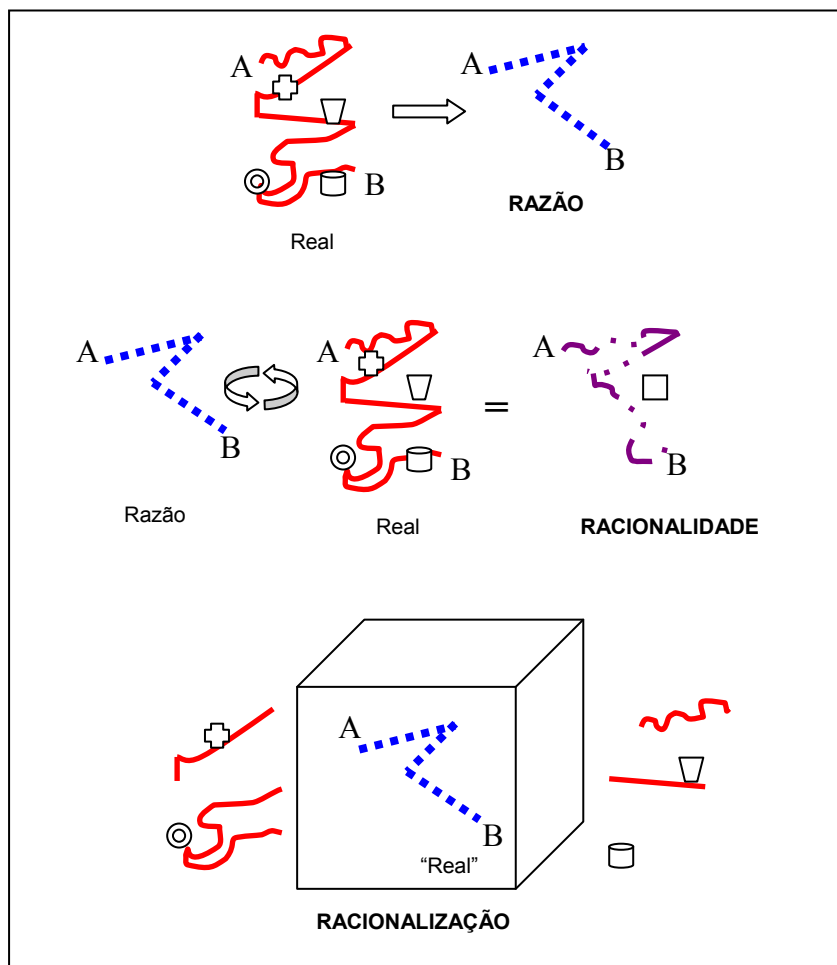


Figura 1 – Estruturas conceituais da razão, da racionalidade e da racionalização.

3.1.3 (Ir)Racionalidade, gestão de águas e agrícola e sustentabilidade: justificativas para a necessidade do debate filosófico

Tendo observado como o entendimento de racionalização e racionalidade tem se dado predominantemente na sociedade dita moderna, passa-se a analisar aqui como tal realidade influencia o escopo deste trabalho, a saber, a busca pelo **“Uso Racional”/‘Racionalização do Uso’ da Água na Agricultura Irrigada” (RUAAI).**

Observa-se que a retórica do **“desenvolvimento sustentável”** apresenta-se freqüentemente contaminada pelo discurso capitalista dominante que na maioria das vezes reduz o debate a análises de eficiência técnico-econômica, estritamente. Assim, a lógica é a mesma quando se avalia o discurso pela

busca do uso racional dos recursos naturais, incluindo-se os hídricos. Ou seja, o entendimento dominante do “**ser racional**” parece ser o caminho em busca da sustentabilidade.

A afirmação de WOODHILL et al. (1992, p.4-5, tradução livre e grifo nosso) ilustra bem tal realidade:

Este paradigma do ‘pensamento tecnológico’ evoluiu com o desenvolvimento da ciência e de uma visão particular que constitui o pensamento racional e o conhecimento verdadeiro. É uma visão positivista que o conhecimento verdadeiro é derivado apenas de estudo científico desprovido de valores, objetivo e empírico. É uma visão que freqüentemente leva à redução de questões humanas e sociais a meras questões técnicas. Também leva a modelos mecanicistas da natureza e da sociedade e, portanto, ao foco em relações lineares de causa e efeito, ao invés de uma perspectiva sistêmica. Além disso, tem sido caracterizada por abordagens de pesquisa reducionistas e orientadas a disciplinas. Isto tem resultado numa cultura de ‘experts’ e numa crença de que membros de comunidades não-treinados têm pouco a contribuir na condução das questões da sociedade. De fato, burocracias de estado tornam-se a fonte de conhecimento ‘expert’ e tomadores de decisão ‘racionais’ para a sociedade... Arranjos institucionais, estruturas de apoio, culturas organizacionais, programas de educação e treinamento e atitudes de indivíduos tendem a se estabelecer em torno do paradigma dominante de seu tempo. **Assim, o debate sobre as raízes filosóficas de um paradigma particular não é abstrato, esotérico e puramente acadêmico, mas de fundamental importância e de pragmática significância para a prática de abordagens emergentes de gestão de recursos naturais.**

Percebe-se, então, que existe predominantemente uma abordagem parcial sobre o que é ser racional na sociedade moderna. Esta afirmação é ecoada por Feenberg (1999) quando afirma que a racionalização em nossa sociedade responde a uma definição particular de tecnologia como meio para o objetivo de lucro e poder.

Considerando o uso de recursos hídricos para fins agrícolas, o uso racional pode estar relacionado a uma percepção hegemônica focada no uso de sistemas de irrigação *high-tech* e em grandes investimentos em engenharia de irrigação (por exemplo, grandes barragens e canais) como forma de resolução dos problemas observados. Esta perspectiva está diretamente ligada a processos simplistas de aumento de eficiência e maximização de

produção e lucro, que freqüentemente acabam afetando negativamente, variáveis sociais e ambientais (SANTOS, 2006; FEENBERG, 1999).

Tal realidade pode ser observada quando se avalia a literatura científica e políticas relativas à temática, que podem estar sendo baseadas em conceitos limitados e, portanto, inapropriados. Como expresso em um dos principais documentos publicados pelo Ministério de Integração Nacional, responsável por questões de irrigação no Brasil:

É necessário agir proativamente preparando-se para a **competição pelo uso racional do recurso água**, que é limitado e inexoravelmente já é disputado entre setores, o que gera conflitos. **Levará vantagem aquele que for mais competente e estiver mais preparado, com uma boa base de dados fidedignos, dispondo de informações consistentes** [...] (BRASIL, 2008, p. 86, grifo nosso).

Pelo que se pode apreender dessa afirmação, aqueles que tiverem mais acesso a tecnologias consideradas modernas e menos limitações financeiras, o que geralmente ocorre com propriedades de produção em larga escala, voltadas à agricultura industrial, estarão sempre em vantagem. Será que a busca pelo uso racional da água é uma competição? Ou seria mais apropriado se fosse uma cooperação?

Tal realidade fica ainda mais patente quando se observa o emprego recorrente do termo “uso racional” em documentos científicos e em políticas de diversos países. Por exemplo, em relatório de pesquisa recente, Casanova e Habjoka (2009), ao descrever esforços conduzidos no vale do Rio Jordão (Israel), afirmam que uma vez que existe escassez, os Estados são, de certa forma, obrigados a enfrentar a questão da água de forma racional. Por seu turno, a Política Brasileira das Águas, Lei Federal nº 9.433/97 (BRASIL, 2004), preconiza como um de seus objetivos o uso racional e integrado de recursos hídricos em direção ao desenvolvimento sustentável.

A questão que deve ser esclarecida é qual o entendimento do que é ser racional se está levando em consideração.

Nesse sentido é importante se ter mais clareza sobre os conceitos que permeiam tais discussões. Conforme afirma Thompson (2008, p.52, tradução livre), versando sobre agricultura e sustentabilidade¹,

[...] a análise filosófica de palavras e conceitos provém um painel mais explícito de suposições que são geralmente tomados como normais quando as pessoas falam. A análise pode revelar ambigüidade que leva à confusão e má-comunicação, e pode evidenciar que a interpretação de um conceito de uma forma ou de outra pode levar a grandes e sistemáticas diferenças na forma em que duas pessoas usando um único vocabulário abordam um dado tópico.

Essa importância é ainda mais justificada, pois

[...] poucos que participam desses debates têm tempo, inclinação ou habilidade para recuar e analisar se o que os separa é uma diferença de valores e perspectivas, ou uma simples disputa verbal... A filosofia pode pelo menos auxiliar na clarificação do que está sendo disputado, mesmo que não possa solucionar a disputa... Em alguns casos, nossos pensamento e comunicação podem ser esclarecidos simplesmente ao atentarmos com maior proximidade a uma definição específica. Outras vezes, achamos que um conceito particular é tão importante quanto à forma como entendemos nós mesmos e o mundo, que não podemos ganhar maestria sobre ele simplesmente ao especificar uma definição para um dado contexto. Conceitos como ‘verdade’, ‘objetividade’, ‘causalidade’, e ‘justiça’, têm sido contestados ao longo da história humana. Tais conceitos têm resistido a nossas tentativas de especificá-los em um sentido final, embora pareça que devemos utilizar estes conceitos para refletir. **Acredito que uma vez que começamos a pensar mais profundamente e cuidadosamente sobre o impacto da atividade humana no meio ambiente e nas oportunidades das futuras gerações, perceberemos que nossas concepções de sustentabilidade têm um tremendo impacto sobre a forma como emolduramos estes problemas.** (*ibid* p.53, grifo nosso).

O conceito de racionalidade também poderia ser incluído dentre aqueles que resistem a uma definição final e estanque, conforme mencionado acima. Nesse contexto, Leff (2006, p. 245, grifo nosso) afirma que

[...] o **conceito de racionalidade** abre importantes perspectivas para a análise da problemática ambiental; não por sua referência direta à relação entre processos sociais e naturais, mas sim porque **torna possível refletir de maneira integrada sobre os diferentes processos – ideológicos, técnicos, institucionais, econômicos, jurídicos** – que permitem pensar, legitimar e sancionar

¹Esta discussão é amplamente detalhada e embasada na publicação do ano de 2008 “Sustainable agriculture and food”, editada por Jules Pretty e organizada em 4 extensos volumes (I - História da agricultura e dos alimentos; II – Agricultura e ambiente; III – Agricultura e sistemas de produção de alimentos; e IV – Políticas, processos e instituições).

ações sociais; que determinam as transformações da natureza e dão coerência e eficácia aos princípios materiais e aos valores éticos do ambientalismo. Nesses termos de formas de racionalidade e de processos de racionalização – mais que de modos de produção –, é possível compreender o complexo de processos sociais que determinam a constituição de relações de produção depredadoras da natureza, ou que projetam a ação social para a construção de outra racionalidade produtiva [...]

Antes de discorrer sobre discussões específicas sobre a racionalidade dominante e possibilidade do surgimento e/ou consolidação de “nova(s) racionalidade(s)” no uso da água na agricultura irrigada, dentro do escopo desta pesquisa, o que será feito no item 3.2.3, faz-se necessário apresentar a inserção do tema RUAAI à luz da gestão de recursos hídricos, nos âmbitos mundial e nacional, atualmente, o que será realizado nos itens 3.2.1 e 3.2.2, a seguir.

3.2 RACIONALIDADES NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E DE ÁGUAS AGRÍCOLAS

Este item visa apresentar a relevância do tema RUAAI em nível mundial e nacional (item 3.2.1), bem como os principais pontos críticos e demandas científicas e políticas atuais para o referido tema (item 3.2.2).

Na sequência, apresenta o estado da arte de como se dão atualmente as discussões predominantes sobre o tema RUAAI (itens 3.2.3.1 e 3.2.3.2) e, por fim, aponta indícios e possibilidades para a construção de “nova(s) racionalidade(s)” no uso da água na agricultura irrigada (item 3.2.3.3).

3.2.1 Relevância do tema RUAAI

3.2.1.1. Em nível mundial

De acordo com a FAO (2008), a erradicação de pobreza e fome extremas e a garantia da sustentabilidade ambiental são duas das oito Metas de

Desenvolvimento do Milênio (“*Millennium Development Goals*” - MDG 1 e MDG 7), além de serem o foco primário da FAO. Por consequência, o alcance destas metas está altamente relacionado à disponibilidade de água para a agricultura.

A área cultivada no mundo cresceu de aproximadamente 13 % no período de 1961 a 2003 (elevando-se de 1.368 milhões de hectares para 1.541 milhões de hectares), enquanto a área equipada com infra-estrutura de irrigação praticamente dobrou (elevando-se de 139 milhões para 278 milhões de hectares), o que representou ampliar a área cultivada sob irrigação de 10% para 18% do total de área cultivada. Interessante ressaltar que, apesar de apenas 18% da área plantada ser irrigada, ela responde por 44% da produção agrícola global (CHRISTOFIDIS, 2008).

Estima-se que, em escala mundial, haverá um acréscimo de solos irrigados e que no ano 2025 estarão sendo irrigados solos em cerca de 330 milhões de hectares, ou seja, 52 milhões de hectares acima do observado na estimativa de 2003/04, o que representará um acréscimo na demanda por água de cerca de 500 km³ de água por ano (SHIKLOMANOV, 2000, apud CHRISTOFIDIS, 2008).

3.2.1.2. No Brasil

A relação entre a área irrigada e a área plantada no Brasil, ainda é baixa, mas a participação da produção das lavouras irrigadas é expressiva. Ainda que a área irrigada no país, em comparação com a área plantada, seja pequena (superfície irrigada no País em 2003/2004 estimada em 3,44 milhões de hectares, ou 5,89% da área total plantada), os cultivos irrigados produziram, em 1998, 16% de nossa safra de alimentos e 35% do valor de produção. No País, cada hectare irrigado equivale a três hectares de sequeiro em produtividade física e a sete em produtividade econômica. (CHRISTOFIDIS, 2008).

O potencial de ampliação da agricultura irrigada no Brasil, estudado de forma preliminar, pelo Ministério do Meio Ambiente (Secretaria de Recursos Hídricos / Departamento de Desenvolvimento Hidroagrícola – MMA/SRH/DDH), no final da década passada, levando em conta a existência de solos aptos, a disponibilidade de recursos hídricos sem risco de conflitos com outros usos prioritários da água, o atendimento às exigências da legislação ambiental e do Código Florestal, é da ordem 29.564.000 hectares (CHRISTOFIDIS, 2008).

Ao analisar os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/97, percebe-se a atenção especial que deve receber a agricultura uma vez que se propõe a utilização racional e integrada dos recursos hídricos com vistas ao desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2004).

Recentemente, nos dias 19 e 20 de maio de 2009, ocorreu, em Brasília-DF, o I Seminário Nacional “Agricultura Irrigada e Desenvolvimento Sustentável”, promovido pelo Ministério da Integração Nacional, responsável pelas questões referentes à agricultura irrigada no Brasil, que reuniu segmentos públicos e privados envolvidos na temática. Na pauta do evento constava, dentre outras atividades, a implantação do “Fórum Permanente de Desenvolvimento da Agricultura Irrigada”. Tal fórum foi criado por meio da Portaria No. 1869, de 05 de dezembro de 2008, assinada pelo então Ministro da Integração Nacional, Geddel Vieira Lima.

Outros dois fatos também reforçam o destaque da agricultura irrigada atualmente no Brasil. O primeiro refere-se à criação da Política Nacional de Irrigação, Projeto de Lei nº 6.381/2005. Dentre os principais pontos propostos, destacam-se os instrumentos para implementação da política de irrigação, a saber, Sistema Nacional de Informações sobre Irrigação e os Planos e Projetos de Irrigação, do crédito rural e do seguro rural.

Propõe-se também a priorização da pesquisa e da transferência de tecnologia para a agricultura irrigada e o estímulo aos cursos de educação superior e tecnológica nessa área. O projeto também amplia o período das

tarifas especiais de energia elétrica para a irrigação, passando de 8 horas e 30 minutos, diariamente, a 24 horas, aos domingos e feriados nacionais, e, no mínimo, durante 16 horas, aos sábados. Essa mudança deve resultar em um acréscimo anual de 56 dias de irrigação contínua. Outras inovações do projeto são a criação do Selo Azul, que identificará os produtos oriundos de projetos que usam racionalmente os recursos hídricos disponíveis para irrigação e a criação do Conselho Nacional de Irrigação, composto por representantes do setor público e privado.

O segundo ponto, mais recente, refere-se à criação da Secretaria Nacional de Irrigação, proposta surgida durante reunião com a Presidenta Dilma Rousseff, em janeiro de 2011, em que o Ministro da Integração Nacional, Fernando Bezerra Coelho, ressaltou a necessidade de reforçar a agricultura irrigada no país.

Atualmente o Ministério da Integração Nacional já desenvolve programas e ações quanto à agricultura irrigada, dentre outros, Programa Desenvolvimento da Agricultura Irrigada, Programa Eficiência na Agricultura Irrigada e Programa Proágua Infra-estrutura.

Em suma, ao se analisar o contexto mundial e brasileiro, dentro da temática do uso da água para a agricultura irrigada, percebe-se claramente que há de fato a necessidade de se garantir a segurança hídrica, principalmente nos países sub-desenvolvidos e em desenvolvimento, como o Brasil, e efetuar melhorias nos sistemas e garantir mecanismos para um manejo adequado da irrigação que resultem num melhor uso da água.

O questionamento que resta é se, de fato, tais melhorias serão feitas de forma democrática, participativa e mais inclusiva ou se predominarão as formas dominantes de desenvolvimento e de aplicação da ciência e da tecnologia.

3.2.2 Pontos críticos e demandas científicas e políticas para o tema RUAAI

A fim de melhor subsidiar a questão anterior, são apresentados os principais pontos críticos e demandas científicas e políticas relacionados ao tema RUAAI no escopo desta pesquisa, a partir da análise integrada dos temas ciência, tecnologia, sustentabilidade e desenvolvimento (item 3.2.2.1) e de princípios relacionados ao novo paradigma da gestão de águas (item 3.2.2.2).

3.2.2.1 Ciência, Tecnologia, Sustentabilidade e Desenvolvimento

a) pontos críticos

O entendimento dos termos Sustentabilidade, Desenvolvimento e, da integração destes, Desenvolvimento Sustentável, são diversos e controversos. Interesses variados apontam a existência de vários caminhos em direção a tais conceitos.

Em meados dos anos 80, a noção de sustentabilidade se estabelece como um novo paradigma da sociedade moderna. As várias interpretações existentes ficam por conta dos diferentes interesses e ideologias. No entanto, a essência desse conceito está contida na definição dada pela WECD (*World Commission on Environment and Development*), segundo a qual alcançar o desenvolvimento sustentável significa atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades (MARQUES et al., 2003).

Entretanto, conforme afirmam Marques et al. (2003), geralmente, as interpretações convencionais tendem a confundir a sustentabilidade com a durabilidade da produção e do máximo rendimento. Segundo os autores, o desenvolvimento sustentável no seu conceito mais amplo não será alcançado enquanto prevalecer a lógica de mercado ao invés da lógica das necessidades, pois os padrões de consumo e acumulação da sociedade

contrastam com a finitude dos recursos naturais não-renováveis e com os limites de assimilação e suporte impostos pela natureza.

Os conceitos “Revolução Verde” e “Agricultura Sustentável” são ilustrativos nesse sentido. Embora os resultados da Revolução Verde tenham sido significativos em termos de incrementos obtidos na produção agrícola, causaram inegáveis danos ao meio ambiente e contribuíram para excluir milhões de pessoas do meio rural, como aconteceu no Brasil, durante as décadas de 70 e 80. Por outro lado, os ganhos na produção não foram capazes de resolver o problema de desnutrição existente no planeta, registrando-se em alguns casos o seu agravamento (MENEZES, 1998).

Assim, quando se avalia o conceito de Agricultura Sustentável, observa-se um amplo leque de visões que refletem o conflito de interesses existentes na sociedade. Tais conceitos congregam desde uma maioria que vê a possibilidade de uma simples adequação do atual sistema de produção até aqueles que vêem a possibilidade de promover mudanças estruturais – incluindo os aspectos sociais econômicos e ambientais – em todo o sistema (MARQUES et al., 2003)

É nesse sentido que o STEPS (2010) elabora o documento intitulado “*New Manifesto*”² a fim de ressaltar a importância de que ciência e tecnologia

²No fim da década de 60, mais precisamente no ano de 1969, as Nações Unidas solicitaram ao “*Sussex Group*” – um grupo formado por especialistas do *Institute of Development Studies* (IDS) e do *Science and Technology Policy Research* (SPRU), vinculados à *University of Sussex* do Reino Unido – recomendações sobre ciência e tecnologia para o desenvolvimento. O documento, intitulado *The Sussex Manifesto*, foi então o capítulo introdutório do *World Plan of Action on Science and Technology for Development* das Nações Unidas e uma das contribuições do *Advisory Committee on Science and Technology for Development* das Nações Unidas em preparação a *Second Development Decade*, também das Nações Unidas, durante a década de 70. O *Sussex Manifesto* foi radical em seu tempo, pois continha metas desafiadoras e apontava que o aumento na escala de atividades de ciência e tecnologia como se pretendia era inadequado e em sua maioria irrelevante nos contextos dos países em desenvolvimento. O manifesto serviu para aumentar a conscientização quanto à ciência e tecnologia nas Nações Unidas, influenciou a estruturação de instituições de desenvolvimento e foi utilizado em instituições de ensino dos Hemisférios Norte e Sul. Quarenta anos mais tarde, em 2010, o STEPS Centre, uma colaboração entre o IDS e o SPRU, baseado na *University of Sussex*, desenvolve o *New Manifesto* em associação com um dos autores do manifesto original, Professor Geoff Oldham, buscando trazer idéias de ponta e perspectivas do Hemisfério Sul às políticas atuais e recomendando novas formas de conectar ciência e inovação ao desenvolvimento em direção a um futuro

considerem a diversidade de contextos de cada lugar. Isso se justifica, pois apesar de vivermos num tempo de avanços sem precedentes em ciência e tecnologia, com o mundo cada vez mais globalizado e interconectado, a pobreza continua aumentando, o meio ambiente permanece em crise e o progresso em direção às metas de desenvolvimento do milênio parece ter cessado. Ademais, enquanto avanços científicos e tecnológicos indubitavelmente têm contribuído para o crescimento de áreas particulares, os benefícios – e algumas vezes, riscos – têm sido distribuídos de forma desigual.

A partir de tal documento podem-se destacar dois pontos principais no contexto da gestão de águas/de irrigação: um diz respeito a qual caminho devem seguir ciência e tecnologia, o outro se refere como e até que ponto a sociedade tem se beneficiado dos avanços trazidos pela ciência e tecnologia.

Briscoe (2010) levanta o debate sobre qual caminho os países deveriam tomar em termos de gestão de águas: o da infra-estrutura (*hard path*) ou o das ações não-estruturais (*soft path*). Segundo ele, os principais intelectuais de recursos hídricos americanos defendem que os países em desenvolvimento deveriam tomar o segundo caminho, onde a “carruagem social” deveria ser posta à frente dos “cavalos da economia”.

Isto é encarado com incredulidade por líderes dos países em desenvolvimento que afirmam que o caminho *soft* pode ser adequado aos Estados Unidos onde há 6.000 m³ de capacidade de armazenamento por pessoa, o que é bastante diferente das realidades de Índia e Paquistão (120 m³) ou Etiópia (30 m³), por exemplo.

De fato, os investimentos em infra-estrutura são urgentes no Brasil e em outros países em desenvolvimento. A grande questão é se deveríamos tomar o mesmo caminho de desenvolvimento dos Estados Unidos, onde, mesmo sendo uma das grandes potências mundiais, a situação atual mostra que

mais sustentável, equitativo e resiliente. Para informações detalhadas sobre o *New Manifesto*, vide <<http://anewmanifesto.org/>>

ainda há muita desigualdade social, bem como a forma de produção agrícola e industrial adotada é bastante controversa, marcada pelo uso intensivo de recursos naturais e impactos negativos gerados para o próprio país e para o mundo.

Conforme observado, no I Seminário Nacional “Agricultura Irrigada e Desenvolvimento Sustentável”, realizado em maio de 2009 em Brasília, promovido pelo Ministério da Integração Nacional, ênfase ainda tem sido dada na reservação de água, sendo esta, principalmente, voltada para a agricultura convencional/industrial, altamente dependente de insumos e de maquinário pesado. Discussões e investimentos quanto a avanços em termos de medidas não-estruturais (capacitação para gestão, comunicação e difusão de informações, etc.) ainda são ínfimos se comparados aos investimentos em infra-estrutura.

Desse modo, o que se tem observado nos países de economia em desenvolvimento é a prevalência do modelo *hard* em detrimento do modelo *soft*, em razão da crença de que o primeiro sistema seja o único capaz de suprir as necessidades econômicas desses países.

Corroborando essa realidade, Woodhill et al. (1992) afirmam que ao se examinar o conhecimento disponível sobre degradação ambiental na Austrália evidencia-se o espaço entre o volume já disponível de conhecimento técnico específico e os limitados entendimento e apropriação social de tal conhecimento. A realidade é a mesma quando se avalia a gestão de águas e de irrigação. Resultados desta realidade são o uso inadequado da água e os impactos sociais, ambientais e econômicos negativos.

Um dos fatores que pode estar dificultando a maior aplicação do conhecimento técnico-científico em benefício da sociedade são talvez limitações curriculares em treinamento e formação de técnicos e especialistas. No caso específico de especialistas em recursos hídricos/irrigação, Lankford e Hepworth (2010) afirmam que em geral pouco é ensinado nos treinamentos formais em recursos hídricos sobre o uso de

métodos informais de campo, as personalidades individuais, a experiência pessoal, o progresso gradual (passo-a-passo) e a resolução prática de conflitos.

No mesmo contexto, Briscoe (2010), versando sobre prática e ensino americano sobre gestão de águas num mundo em mudança, dá o exemplo dos Estados Unidos ao afirmar que profissionais da área de recursos hídricos raramente analisam a gestão de águas sob uma visão histórica, de como as práticas relacionadas à água necessariamente e desejavelmente mudam ao longo do tempo. O autor ressalta ainda a natureza dialética da gestão de águas, na qual cada resposta de sucesso dá margem ao surgimento de novos desafios e afirma que o estado da arte da gestão de águas é sempre provisório; algo que os historiadores sabem bem, mas que os engenheiros têm achado difícil de aceitar.

b) Subsídios para avanços no tema RUAAI

O ponto apresentado acima, relativo a como ciência e tecnologia estão sendo aplicadas atualmente na sociedade, não quer dizer que medidas estruturais e tecnologias avançadas não deveriam ser consideradas. Seria necessário, talvez, como afirmam Woodhill et al. (1992), uma mudança no ponto de partida, ou uma mudança de paradigma.

Segundo os autores, a abordagem tradicional de tecnologia é entender as dimensões biofísicas, desenvolver tecnologias e práticas de gestão e então tentar induzir a adoção destas. A mudança desta tradição tecnológica para uma abordagem centrada nas pessoas e socialmente orientada desafia convicções fortemente postas sobre o que constitui uma abordagem correta e 'racional' para a resolução de problemas.

As questões que surgem deste debate são: será que nossa sociedade e a ciência e tecnologia estão conscientes e participando ativamente dessa

mudança de paradigma? Em qual fase estaríamos em nível mundial? E no Brasil?

Conforme observado, os temas da sustentabilidade na agricultura e da segurança alimentar estão presentes na agenda mundial contemporânea, que discute a questão do desenvolvimento. Isso pode, em parte, ser explicado pela busca de respostas a problemas que os modelos de desenvolvimento vigentes não têm logrado resolver (MENEZES, 1998). O ponto principal é, considerando tal diversidade de entendimentos e possibilidades, garantir que ciência e tecnologia também assim o sejam, diversas e variadas. Que não atuem baseadas em função de uma visão dominante e, assim, exclua abordagens alternativas e significativas.

Como se observa, há indícios de que se deveria focalizar numa relação que ressaltasse os “processos” em detrimento dos “produtos”. Em outras palavras, ênfase nos “meios” e não nos “fins”. Nesse sentido, Briscoe (2010) ressalta a importância do foco no mundo real, e assim a ênfase no incentivo a parcerias entre técnicos que pensam e pesquisadores que entendem a prática.

Ademais, Lankford et al. (2004) sugerem que cientistas da área de gestão de recursos hídricos precisam trabalhar em duas frentes-chave: *action research* (“Pesquisa-ação”) e *action advising* (“Consultoria-ação”). *Action research* envolve vários aspectos do espectro de pesquisa; conduzir estudos e avaliações; assessorar a estrutura de pesquisa incluindo cronogramas que abrangem questões relacionadas à escala; e readequar questões de pesquisa à luz de novos conhecimentos.

Action advising poderia abranger várias dimensões em termos de políticas; identificar atores influentes chave; desafiar pares no sistema de conhecimento vigente sobre gestão integrada de recursos hídricos; auxiliar elaboradores de políticas na definição de objetivos apropriados; recomendar sugestões às políticas; promover reformas políticas; gerir adoção, demanda e

condução de políticas; incentivar pesquisas e monitoramento adicionais; e ajustar sugestões à luz de novas experiências.

3.2.2.2. Princípios relacionados ao novo paradigma da gestão de águas

3.2.2.2.1 Participação

- pontos críticos

Além da participação propriamente dita, estão envolvidas neste debate questões acerca de democracia, mobilização, gênero, equidade de acesso e representatividade.

De acordo com Toro e Duarte (1997), um dos problemas mais frequentes em processos participativos é a resistência que a participação de pessoas diferentes desperta naqueles que são os especialistas, os quais se sentem os donos do conhecimento sobre o assunto que se pretende tratar.

Boelens (2008), por seu turno, critica a política mundial de desenvolvimento de recursos hídricos ao afirmar que embora repleta de discursos sobre participação, geralmente idealiza projetos de intervenção em termos de uma separação dicotômica entre conhecimento técnico e conhecimento local. De um lado, existem os projetos técnicos e conhecimento especializado, do outro, mão-de-obra desqualificada e vagas noções sobre conhecimento e recursos locais.

Ioris (2008), no mesmo contexto, versando especificamente sobre a implantação da nova Política Nacional de Recursos Hídricos aponta que mesmo com a criação das instâncias de representação (conselhos e comitês de bacia), que formalmente significam um espaço de debate democrático e a resolução de conflitos, na prática, apesar da aparência de descentralização e preocupação ecológica, a estrutura continua sendo controlada pelos mesmos

setores oligárquicos que sempre comandaram o “desenvolvimento” (burocracia estatal, grandes proprietários, industriais e políticos tradicionais).

Corroborar tal realidade, fato observado no I Seminário Nacional “Agricultura Irrigada e Desenvolvimento Sustentável”. Naquela ocasião, a agricultura familiar, apesar de significativa em todo o Brasil, pareceu não estar ainda efetivamente inserida na pauta de discussões. A única apresentação voltada especificamente para o tema, a saber, “agricultura irrigada e agricultura familiar”, foi a única a ser cancelada no evento. Ainda, a representação efetiva deste segmento agrícola no evento não foi observada. A dúvida que persiste é se tal segmento não está mobilizado e organizado para participar das discussões ou se o mesmo não é prioridade na temática da agricultura irrigada.

Kiome e Stocking (1995) trazem indícios que podem explicar esse contexto ao afirmar que as abordagens de alta tecnologia desenvolvidas desde a Segunda Guerra Mundial tenderam a subvalorizar o conhecimento próprio dos produtores a favor da transferência de tecnologia e uso de insumos externos.

Além dos conflitos entre os saberes técnico e local que influenciam na participação de questões relacionadas à irrigação/gestão das águas, existem também os relacionados ao gênero. De acordo com Arroyo e Boelens (1998), a irrigação é percebida basicamente como uma questão técnica entendida apenas por engenheiros (masculinos).

Quando do planejamento e execução de projetos de irrigação, as diferenças de gênero freqüentemente permanecem escondidas e não são tratadas. A presença ativa, as potencialidades e os direitos de irrigação das mulheres são negados (e tornados invisíveis) não apenas por instituições ou produtores homens, mas também, muito freqüentemente, pelas próprias mulheres, principalmente por conceitos ideológicos internalizados.

- subsídios para avanços no tema RUAAI

A UNESCO (2008), em iniciativa para o fomento do debate do tema água e diversidade cultural, aponta para a necessidade de serem considerados outros componentes para tornar a gestão das águas operacional e indica que os fatores humanos – tais como comportamentos, atitudes, práticas e conhecimento – não são suficientemente incluídos na gestão das águas e na tomada de decisão. Entende, assim, que existe, ainda, um grande espaço entre a teoria e a prática.

De acordo com Toro e Duarte (1997), a inserção de tais fatores humanos é uma das mudanças que um processo de mobilização traz para uma sociedade e um dos motivos pelos quais ele se justifica. Os assuntos deixam de ter donos, de serem tratados de forma isolada de seu conteúdo mais global, pois consideram o interesse social e sua vinculação a um projeto de futuro.

Boelens e D'ávila (1998) afirmam também que é necessário que os profissionais de desenvolvimento e instituições percebam e levem a sério que, em verdade, eles é que participam na realidade dos produtores, e não o contrário. Isto, contudo, não pode ser confundido com assistencialismo, populismo ou ações em curto prazo. Ao contrário, é necessário que produtores e instituições discutam e explicitamente definam critérios de intervenção. Estas são as contribuições para um processo de negociação mais aberto, no qual todos devem verificar a viabilidade ou impossibilidade mútua de colaborar com benefícios recíprocos.

O ICID (2001), a respeito do tema “Água para Alimentos e Desenvolvimento Rural” (*Water For Food And Rural Development*), aponta como uma de suas nove principais preocupações o envolvimento dos atores e a participação de jovens e mulheres. Nesse sentido, sugere como principais ações, a evolução de diretrizes do nível de bacia hidrográfica de grande escala ao nível de vila; mobilização de organizações de jovens para atuarem como fiscalizadores locais, ‘engenheiros de pés descalços’ e fomentadores de consciência

pública em suas localidades; proporcionar participação das mulheres em todos os níveis de administração, formulação de políticas e gestão financeira.

Assim, Kiome e Stocking (1995, p. 281, tradução livre) destacam que

[...] a nova agenda para a agricultura sustentável reforça o aprendizado a partir da experiência dos agricultores, colocando as necessidades locais primeiro e promovendo a apropriação dos territórios nas mãos das pessoas que tanto devem conservar recursos naturais quanto se beneficiar de uma futura melhor produção. Uma implicação desta mudança é que os produtores podem tomar melhores decisões que os especialistas, não porque possuem qualquer habilidade analítica superior, mas em decorrência da experiência obtida de integrar um grande leque de fatores responsáveis pelo controle da produção. Uma implicação adicional é que o produtor como ator primário dificilmente adotará práticas que comprometam o futuro e coloquem em risco sua produção, a menos que a sobrevivência imediata esteja em perigo.

É necessário ressaltar, porém, conforme afirma Brown (2010), que em alguns casos, principalmente em bacias com problemas de conflito e onde existe grande heterogeneidade social, é importante se reavaliar o papel do Estado e das instituições em favor dos grupos fragilizados a fim de garantir a efetiva distribuição de demandas, evitando a concentração das decisões nos grupos dominantes.

3.2.2.2 Integração e Descentralização (e Adaptatividade)

- pontos críticos

O advento do paradigma da Gestão Integrada de Recursos Hídricos (*Integrated Water Resources Management - IWRM*)³, definida pela *Global Water Partnership* (GWP, 2000) e pela *European Commission* (EC, 1998), foi indubitavelmente significativo em direção a uma gestão menos sectária e mais democrática. Contudo, algumas considerações têm sido feitas no

³Em termos gerais, o IWRM propõe um processo facilitado de atores para promover atividades coordenadas na busca de metas comuns em direção a um desenvolvimento com múltiplos objetivos e gestão de águas baseada em sistemas de recursos hídricos sustentáveis.

sentido de se discutir que modelo de integração se pretende com o IWRM. Um importante aspecto relacionado a este tema é a escala: como fazer com que gestão local e gestão formal sejam equilibradas, para que a última seja de fato descentralizada e participativa.

No Brasil, Ioris (2009) afirma que a doutrina IWRM forneceu a razão metodológica e conceitual para a nova política de águas e instrumentos regulatórios que têm sido aplicados como a solução dos problemas no Brasil. Contudo, ao discorrer sobre a experiência da bacia do Paraíba do Sul, limitações epistemológicas, operacionais e políticas do modelo formal de IWRM têm sido ressaltadas. Segundo o autor, é difícil esperar progresso sustentado em direção à sustentabilidade ambiental sem uma base mais democrática na gestão de águas e a remoção das desigualdades políticas historicamente estabelecidas na bacia referida e em outras bacias do Brasil.

Outros estudos no mundo sugerem que falhas têm sido observadas na busca pela implementação do IWRM formal (BUTTERWORTH et al., 2010; LANKFORD e HEPWORTH, 2010; LANKFORD et al., 2007). Apesar de fornecer uma linguagem específica para descrever a gestão de bacias, os autores apontam que a IWRM não gera de pronto as respostas necessárias para lidar com problemas locais identificados:

Uma característica que define a gestão de bacias hidrográficas contemporânea é o 'IWRM continuum'; que vai dos Princípios de Dublin à Política Nacional de Águas, a partir desta segue à definição de uma estratégia nacional de águas que por sua vez conduz a uma forte conexão entre o nível estratégico e os programas operacionais efetuados. Claramente, estes programas operacionais diferem do modelo global, pois não conseguem, sem consideráveis recursos, abarcar todo o problema. Isto é amplamente entendido pela maioria dos cientistas informados no caso de bacias hidrográficas de grande escala. As limitações associadas à escala, disponibilidade de dados, implementação da política, conhecimento, logística, variabilidade e interfaces sistêmicas invalidam a busca por uma gestão integrada de recursos hídricos completa. (LANKFORD et al., 2007, p. 1-2)

Assim, os autores pontuam que a estrutura padrão proposta pelo IWRM não deveria ser o ponto de partida para definir operações relativas a recursos hídricos, e que, ao invés disso, as principais referências deveriam ser os

problemas identificados no nível local, de microbacia, e as contínuas relações interativas com os atores da bacia. Na mesma linha de raciocínio, Rockstrom et al. (2010) afirmam que a escala de microbacia fornece melhores oportunidades em relação a investimentos em gestão de águas para construir resiliência em sistemas agrícolas de pequena escala e responder a incompatibilidades quanto a disponibilidade de água para alimentos e outras funções e serviços ecológicos.

Nesse sentido, o conceito de gestão adaptativa⁴ traria contribuições no sentido de evitar intervenções paliativas e reativas. De acordo com Lannerstad e Molden (2009), estratégias adaptativas são ajustes proativos que objetivam, por exemplo, a integridade do ecossistema em longo prazo e bem-estar humano. Na gestão adaptativa, políticas e práticas são adaptadas na medida em que as circunstâncias mudam e as pessoas aprendem. Assim, a identificação de problemas e metas são seguidos pelo desenvolvimento e pela implementação de políticas e práticas para alcançar tais metas.

A Figura 2, a seguir, ilustra as duas alternativas apresentadas.

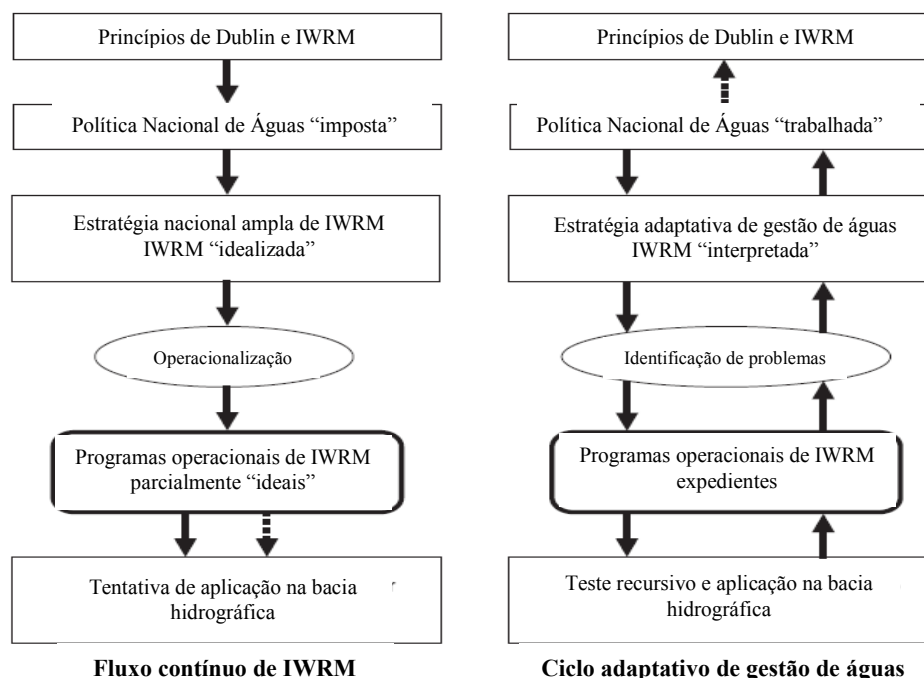


Figura 2 – Análise da política e de operações da IWRM.
Fonte: adaptado de Lankford et al. (2007)

⁴Maiores detalhes sobre gestão e governança adaptativa são apresentados no item 3.3.4.

O grande fator limitante entre a escolha de estratégias reativas ou adaptativas é geralmente o resultado da existência ou da falta de fatores tais como aprendizado social e mudança institucional baseadas em experiências compartilhadas e transferidas ao longo do tempo.

Questões relativas a empoderamento, capacitação, dentre outras, devem ser de fato promovidas no nível local, de modo que a gestão formal seja então aperfeiçoada. No entanto, a falta de integração institucional, a baixa organização social, o distanciamento do saber técnico e do saber local e as deficiências de capacitação dos especialistas (visão impositiva da técnica, dificuldade da prática da interdisciplinaridade), são pontos críticos observados frequentemente, conforme apontado anteriormente.

Parte integrante da gestão adaptativa é o monitoramento das ações e resultados, uma vez que isso fornece a base para a reformulação de problemas e metas e o ciclo começa novamente, de forma iterativa (LANNERSTAD e MOLDEN, 2009).

- subsídios para avanços no tema RUAAl

Como se pode observar, discute-se atualmente a implementação de políticas de forma cíclica e não contínua, reforçando a importância de que a gestão local deve ser fortalecida a fim de que a política base possa ser cada vez mais adaptada e contextualizada a cada local e menos generalizante. Isso porque a generalização provoca diversos problemas e inviabiliza a inserção de preceitos mais democráticos. Entretanto, tal debate é ainda incipiente e requer o desenvolvimento de mais experiências concretas.

A adoção do preceito da adaptatividade tem sido incentivada, pois pode contribuir sobremaneira em problemas de interação complexa e de gerenciamento de incerteza, tais como os relacionados à gestão de recursos hídricos e de irrigação.

Diversos estudos na área de gestão de recursos naturais/hídricos (LANNERSTAD e MOLDEN, 2009; LIMEIRA et al., 2008, 2007; LANKFORD et al., 2007; OLSSON et al., 2006; DIETZ et al., 2003; JIGGINS E ROLING, 2000) dão indicativos nesse sentido. Tanto é assim que, reforçando a necessidade de mais estudos e pesquisas que ressaltem a importância de se considerar a adaptatividade em processos de gestão de águas, o XIV World Water Congress do International Water Resources Association (IWRA)⁵, em 2011, define a gestão adaptativa como ponto norteador dos objetivos do evento.

Quanto ao monitoramento requerido pela gestão adaptativa, seria necessária a definição de mecanismos de acompanhamento e mensuração, por meio de indicadores de gestão local. Contudo, é preciso que tais indicadores possam ser adequados à realidade trabalhada, de fácil entendimento e construídos com informações obtidas sem maiores dificuldades e menos exigência de apoio de instituições externas.

3.2.3 Estado da arte do tema RUAAI

Em épocas mais remotas, a irrigação visava basicamente à luta contra a seca. Na visão da agricultura dita moderna, essencialmente voltada ao agronegócio, a irrigação é uma estratégia para aumento de rentabilidade da propriedade agrícola pelo aumento da produção e da produtividade. Em

⁵Data: 25-29 set. 2011; Local: Porto de Galinhas / Recife, PE. Objetivos do evento: “O que é “gestão adaptativa”? Enquanto entramos numa era de pressão drasticamente ampliada sobre os recursos hídricos combinada com maior exposição a eventos extremos (secas e cheias), gestores e tomadores de decisão (de usuários a agências, a iniciativas globais de águas) devem reconfigurar abordagens convencionais que assumem variabilidade delimitada em termos hidrológicos, de demanda de água e institucionais. Esta nova concepção de gestão de águas busca melhor integrar perspectivas científicas, da engenharia, sociais e institucionais. Isto requer novo entendimento de múltiplos fatores que influenciam como a água é utilizada e gerida e o que devemos fazer para inovar. Como processos de decisão nos níveis local, nacional e global incorporam novas perspectivas? Agências, profissionais e o público em geral são capazes de mudar seus pensamentos (aprendizado) rapidamente o suficiente para acompanhar as crescentes incertezas? Como sistemas hídricos constroem capacidade adaptativa para enfrentar estressores múltiplos, alguns dos quais são potencialmente catastróficos ou ainda desconhecidos tais como os impactos das mudanças climáticas? Estas e outras questões desafiarão os participantes do congresso.”

países em desenvolvimento, a irrigação aumenta os retornos econômicos e pode impulsionar a produção acima dos 400% (KHAN et al., 2006).

Não há dúvidas de que a irrigação, enquanto técnica que garante a produção agrícola, é elemento fomentador do desenvolvimento socioeconômico. Assim, a Lei nº 8.171/91, que dispõe sobre a Política Agrícola, define a irrigação como fator de bem-estar social de comunidades rurais.

A irrigação também é vista em outros países como indutora de atividades industriais e comerciais, capaz de contribuir para o progresso da economia, com geração de empregos e responsável pela circulação de riquezas. Existem casos conhecidos no Brasil onde o desenvolvimento está diretamente relacionado com o uso da irrigação, como os municípios de Guaíra (SP), Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), Barreiras (BA), Chapada do Apodi (RN), Araguari (MG) e Janaúba (MG) (TESTEZLAF et al., 2002).

Apesar dos benefícios, há ainda muitos impactos negativos decorrentes do uso da água na irrigação. A adoção e condução inadequadas de práticas e de sistemas de irrigação podem ocasionar impactos ambientais quali-quantitativos nos solos e nos recursos hídricos que, posteriormente, poderão refletir em conflitos no uso da água.

Segundo Setti et al. (2001), cerca de 60% da água captada infiltra pelos canais dos sistemas de distribuição e se perde por evaporação. Não sendo o bastante, a água que infiltra eleva o lençol freático, promovendo encharcamento e salinização de aproximadamente 20% das terras irrigadas no mundo, o que reduz consideravelmente o rendimento dos cultivos.

A realidade acima mencionada corrobora a necessidade em se buscar um melhor uso da água na irrigação, o que se convencionou chamar **“Uso Racional/Racionalização do Uso da Água na Agricultura Irrigada”** (RUAAI).

Sob o ponto de vista da ciência de irrigação formal, três abordagens básicas são apontadas por Molden (2003) para aumentar a produção de alimentos por meio do melhor uso da água.

A primeira abordagem seria aquela que sugere o desenvolvimento de mais infraestruturas e a adoção de mais áreas cultivadas tanto com o uso da irrigação quanto pelo uso da precipitação natural; ou seja, uma abordagem com ênfase na oferta. A segunda abordagem refere-se à conservação, ou seja, estabelece a importância da redução de desperdícios e perdas de água na agricultura. A última abordagem é aquela relacionada ao aumento da produtividade da água por gota consumida pela agricultura (“*crop per drop*”).

Segundo o ICID (2009), muitos especialistas sugerem a transferência e oferta de água utilizada na irrigação para outros usos por meio de melhorias na eficiência no uso da água. Outros afirmam que a gestão de demanda ao invés da gestão de oferta resolverá os problemas das necessidades futuras de água para expansão da irrigação. O fato é que se tem ficado aparente que gestão de oferta e demanda têm que andar de mãos dadas a fim de resolver o impasse.

Nesse sentido, os itens 3.2.3.1 e 3.2.3.2 a seguir, apresentam os principais conceitos em relação ao entendimento predominante que a ciência de irrigação apresenta sobre o uso racional da água na agricultura irrigada, ressaltando, dentro do escopo deste trabalho, conceitos principais, falhas observadas e potenciais possibilidades de avanço para o tema RUAAI.

3.2.3.1. Desempenho de sistemas e do manejo de irrigação

Apesar do desenvolvimento das técnicas de irrigação cada vez mais eficientes e racionalizadoras na aplicação de água, a literatura ainda aponta maus resultados quanto ao uso da água na irrigação. Na Arábia Saudita (FAO, 2008), por exemplo, a agricultura irrigada está levando à depleção de muitos aquíferos e colocando em risco a sustentabilidade dos investimentos

feitos. A produtividade da água é ainda relativamente baixa apesar da introdução de modernas técnicas de irrigação.

O que se observa, portanto, é que mesmo tendo acesso a equipamentos de alta eficiência de aplicação o produtor acaba por não utilizá-los de forma adequada, seja por falta de suporte técnico adequado das empresas de venda de equipamentos; seja pela falta de assistência técnica dos órgãos públicos agrícolas; seja pelo uso de equipamentos que não se adéquam à realidade local (tipo e quantidade de água, exigência em mão-de-obra especializada, topografia, cultura, outros); dentre outros.

Estudos realizados apontam resultados de avaliações de equipamentos de irrigação⁶ abaixo do esperado, mesmo em sistemas de alta eficiência como o gotejamento e o pivô central tanto no Brasil (TEIXEIRA et al., 2007a; LOPES, 2006; COSTA, 2006; GEARH/LABGEST, 2006; REIS et al., 2005; CHAMON, 2002; SOUZA, 2000; BONOMO, 1999) quanto no exterior (OLIVEIRA et al., 2009; ELDER et al., 2005; LUQUET et al., 2005; CAPRA e SCICOLONE, 2004; BONTEMPS e COUTURE, 2002; PEREIRA et al., 2002; SKAGGS, 2001; BARTH, 1999; CAPRA e SCICOLONE, 1998).

Bonomo (1999), no cerrado de Minas Gerais, avaliou 8 sistemas localizados obtendo valor médio de CUD igual a 71,2% (sendo 53,5%, 65%, 52,1%, 70,6% para Gotejamento e 91,9%, 77,2%, 75,5%, 84,1% para Tubos Perfurados), resultado considerado apenas razoável segundo critério proposto por Merriam e Keller (1978).

⁶As avaliações de desempenho de sistemas de irrigação basicamente são realizadas por meio do estudo da uniformidade de distribuição (ou aplicação) da água na lavoura, expressos por indicadores tais como o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) e o Coeficiente de Uniformidade de Chirstiansen (CUC). A uniformidade de distribuição expressa, em termos gerais, se as plantas, numa dada lavoura, estão recebendo lâminas de água equivalentes. Para tanto, são avaliados, dentre outros: o projeto de irrigação (dimensionamento hidráulico), a pressão ao longo das tubulações, a ocorrência de entupimentos, cortes ou outras avarias no equipamento, o efeito das condições climáticas locais (vento, temperatura, etc.). Para maior detalhes quanto a metodologias de avaliação, consultar Bernardo et al. (2005) e a metodologia adotada neste trabalho vide APÊNDICE IV.

No norte do Espírito Santo, Souza (2000) avaliou dezesseis sistemas localizados obtendo valor médio do CUD de 79,3%, resultado razoável segundo Merriam e Keller (1978). Na mesma região, Chamon (2002) obteve valor médio do CUD igual a 67,6% (sendo 65,9% para Microjet; 73,3% e 33,5% para Gotejamento; 86% e 75,8% para Microaspersão), indicando baixo desempenho destes sistemas.

Para sistemas do tipo Microjet, também no Norte do Espírito Santo, Souza (2000) observou valor médio do coeficiente de uniformidade de distribuição igual a 72,8%, ou seja, abaixo do valor recomendado considerando sistemas localizados. Da mesma forma, Chamon (2002) obteve resultado de CUD considerado ruim (69,5%) para um sistema Microjet avaliado para a mesma região deste Estado.

Em outros países, a realidade pode ser considerada semelhante. Pitts et al. (1996, apud PEREIRA et al., 2002), avaliando 174 sistemas localizados nos EUA, obteve um CUD médio de 70%, com 75% dos casos apresentando CUD abaixo de 85%. Os valores baixos de CUD são principalmente devidos à filtragem inadequada da água e a utilização de emissores com problemas de fabricação.

Ainda, Capra e Scicolone (1998), em estudo realizado em diferentes áreas da Sicília, Itália, avaliando 21 sistemas de irrigação localizada, em operação entre um e vinte anos, a maioria deles em parreirais, e os demais em plantações de citrus e oliveiras, observaram que, devido a problemas de entupimento, a maioria dos sistemas examinados (sendo cinco sistemas com CUD maior que 90%; dois com CUD entre 80 e 90%; dois com CUD entre 70 e 80%; e doze menores que 70%) apresentou uniformidade de aplicação inadequada.

Estudos que avaliam o manejo da irrigação (quanto e quando irrigar) na agricultura brasileira indicam que o mesmo é quase sempre procedido sem embasamento técnico. Santos et al. (1998) concluíram que a época correta e a frequência de irrigação não estão bem estabelecidas na cafeicultura

irrigada no Cerrado, e que poucos agricultores fazem um manejo da irrigação com base em métodos técnicos.

Tal realidade, que indica o mau uso da água, por excesso ou por déficit de aplicação, pode ser observada também em outras regiões do Brasil (TEIXEIRA et al., 2007a; LOPES, 2006; COSTA, 2006; CORDEIRO, 2006; GEARH/LABGEST, 2006; REIS et al., 2005; ZINATO et al., 2003a; ESPÍNDULA NETO, 2002; CHAMON, 2002; SOUZA, 2000; BONOMO, 1999). Bontemps e Couture (2002) afirmam que na França, como na maioria dos outros países, os produtores dependem da água para produzir, porém o conhecimento acerca do consumo de água pelas culturas ainda é impreciso, o que concorre para o seu mau uso.

Para café, por exemplo, Medeiros (2002) avaliou o manejo de irrigação no Perímetro Irrigado de Pirapora, MG, durante o período de 1999 a 2000. Os resultados obtidos permitiram concluir que ocorreu uma aplicação excessiva de água em todo o perímetro, com exceção dos meses de janeiro de 1999 e janeiro, fevereiro, março e abril de 2000, quando a irrigação foi deficiente.

Sousa et al. (2003), no Norte do Espírito Santo, avaliando a irrigação em oito propriedades onde é cultivado café Conilon, observaram que em sete propriedades avaliadas os produtores aplicaram lâminas bem menores do que as necessárias (Tabela 1).

Tabela 1 - Lâmina requerida versus lâmina aplicada, em trabalho realizado no Norte do Espírito Santo, em propriedades produtoras de café Conilon

Sistema	Lâmina requerida (mm)	Lâmina aplicada (mm)
Localizado 1	4,5	3,17
Localizado 2	2,83	2,2
Localizado 3	9,84	1,43
Localizado 4	8,2	1,12
Aspersão 1	25,5	14,42
Aspersão 2	16,98	15,11
Pivô 1	39,80	7,14
Pivô 2	31,4	8,12

Fonte: adaptado de Sousa et al., 2003.

Ainda, na Tabela 2, estão apresentados os valores de lâmina aplicada (mm), lâmina necessária (mm) e excesso de água (%) para projetos de irrigação por

gotejamento avaliados por Reis et al. (2005), na bacia do rio Itapemirim, Espírito Santo. Observa-se que a lâmina de água aplicada é superior à necessária, em todos os projetos avaliados. No sistema B, ocorreu maior perda de água, ou excesso, alcançando valor de 118%.

Tabela 2 - Lâmina requerida *versus* lâmina aplicada e excesso observado, em trabalho realizado em projetos de irrigação no Sul do Espírito Santo, na bacia do rio Itapemirim

Sistema	Lâmina requerida (mm)	Lâmina aplicada (mm)	Excesso (%)
Gotejo A	6,44	8,03	24,7
Gotejo B	5,44	11,83	118,0
Gotejo C	6,20	12,00	93,5
Gotejo D	7,70	9,03	17,2

Fonte: adaptado de Reis et al., 2005.

Dentro do contexto observado acima, Paz et al., (2000) reforçam a necessidade de estudos e do monitoramento das condições de solo e clima durante o desenvolvimento da cultura, permitindo proporcionar, com maior precisão, a quantidade requerida de água no momento oportuno, a partir de instrumentos de medida e controle instalados no campo, e fornecendo subsídios ao planejamento e melhor adequação ao uso da irrigação.

Na prática, porém, segundo Jensen et al. (1970, apud Bernardo et al., 2005), os usuários da irrigação não têm se mostrado muito sensíveis a melhorar o manejo da irrigação. Dentre as diversas causas, podem-se citar:

- baixo custo da água de irrigação, em relação ao custo das práticas que melhorariam a eficiência de irrigação;
- dificuldade de qualificar e quantificar funções de produção que mostrem o decréscimo da produção em razão da falta ou do excesso de irrigação;
- falta de informações de campo para os que terão de decidir diariamente quando e quanto irrigar; e
- muitas vezes, nos projetos, as decisões sobre quando irrigar são relegadas a plano secundário.

3.2.3.2. Water Use Efficiency (WUE – “Eficiência do Uso da Água”) e Water Productivity (WP – “Produtividade da Água”)

Na tentativa de avançar quanto ao uso eficaz da água para a produção e minimizar a pressão exercida sobre os recursos hídricos, os termos *Water Use Efficiency* (WUE) e *Water Productivity* (WP) têm sido amplamente abordados na literatura internacional recente (PASSIOURA, 2006; MUTIRO et al., 2006; OWEIS e HACHUM, 2006; SINGH et al., 2006; RAJAK et al., 2006; BESSEMBINDER et al., 2005; MAISIRI et al., 2005; ROCKSTRÖM, 2003; ROCKSTRÖM et al., 2002; TABBAL et al., 2002).

O termo WUE ou “Eficiência do Uso da Água” expressa quanta água é de fato utilizada para um propósito específico comparada à mínima quantidade necessária para satisfazer este propósito. Já o termo WP ou “Produtividade da Água” expressa quantidade de produto mensurável por unidade de água utilizada (GLEICK, 2003). Ou seja, o desejável é que se tenha altos valores da relação de produção por gota (“*crop per drop*”).

A busca seria por WP e WUE “máximos teóricos” onde se utiliza a mínima quantidade de água necessária para realizar ou produzir algo. Na realidade, este valor máximo teórico é raramente, ou quase nunca, alcançado seja porque a tecnologia não é disponível, por causa do alto custo econômico ou por preferências culturais ou sociais que descartam determinadas novas abordagens.

Gleick (2003) em seu estudo indica que a utilização dos termos WP e WUE em pesquisas recentes podem estar relacionadas à mudança de foco da construção de infra-estrutura de suprimento para a melhoria no entendimento de como a água é utilizada e como estes usos podem ser melhor atingidos. Do mesmo modo, combina-se a idéia de fazer mais com menos água, ou seja, a realidade atual de degradação quali-quantitativa dos recursos naturais somada ao crescimento pujante da população, dão margem à intensificação dos estudos nesse sentido.

Contudo, a adequação dos conceitos WUE e WP tem sido contestada na literatura (ZOEHL, 2006; ARAUS, 2004; POSTEL, 2003). De acordo com Zoebl (2006), sob uma perspectiva mais holística ou agro-ecológica, os termos WUE e WP são úteis se considerados como indicadores dentro de um objetivo global de uso, manejo ou conservação da água racional. Além disso, recentemente seminário promovido pelo ICID-UK⁷ intitulado “*Towards a political ecology of irrigation and water use efficiency and productivity*” (“Em direção à ecologia política da irrigação e eficiência do uso e produtividade da água”) trouxe a temática para ser discutida em maior profundidade por especialistas em irrigação e áreas afins. Mdemu et al. (2004) apontam que ainda há falta de conhecimento sobre como informar as estratégias necessárias e ações para atingir as metas de WUE e WP.

Wichelns (2003) afirma que os profissionais de recursos hídricos freqüentemente focam o aumento da produção na maximização da produção por gota (“crop per drop”) ou na melhoria da eficiência de irrigação. As recomendações políticas que emergem desta realidade envolvem, apenas, esforços no encorajamento de produtores para a utilização de sistemas de irrigação com maior tecnologia, para a implementação do manejo de irrigação ou para a escolha de culturas com menores exigências em água.

3.2.3.3. Novos conceitos de racionalidade no uso da água na agricultura irrigada

Como pôde ser notado, a partir dos itens anteriores, haveria a demanda por abordagens que contemplem mais aspectos, além daqueles relacionados apenas aos aspectos técnicos da agronomia e da irrigação. Tal realidade surge em decorrência principalmente do novo paradigma da gestão de águas no mundo que pressupõe participação, descentralização e integração.

⁷ O Seminário Internacional “*Towards a political ecology of irrigation and water use efficiency and productivity*” foi promovido pelo *International Commission of Irrigation and Drainage – United Kingdom* (ICID-UK) e ocorreu no dia 6 de Novembro de 2008. Maiores informações sobre o conteúdo do programa vide: <<http://www.icid.org.uk/intheuk.htm>>.

Alguns indícios apontam para a ocorrência de mudanças relacionadas a uma abordagem mais ampla quanto ao uso da água na agricultura irrigada. De acordo com Trawick (2005, p.443, tradução livre e grifo nosso),

[o] estudo da irrigação e da gestão de águas tem se movido paulatinamente para primeiro plano durante décadas recentes e hoje ocupa posição singular no campo do desenvolvimento internacional na América Latina e em outras partes do mundo. **O reconhecimento de que a irrigação é muito mais que um problema técnico, e que os principais desafios são sociais, políticos e morais, tem permitido a pesquisadores a mudança no foco de análise e a correção de deficiências que surgem ao considerá-la apenas em termos tecnológicos e agronômicos.** Políticas mal-concebidas tal como a administração centralizada pelo Estado têm sido colocadas de lado, por terem apresentado efeitos opostos aos pretendidos, bem como modelos inapropriados que moldaram leis de águas existentes e dominaram abordagens convencionais quanto a recursos hídricos [...]

A afirmação acima representa claramente os avanços obtidos no campo da irrigação/gestão de águas recentemente. Todavia, ainda se vislumbra um longo caminho a percorrer. As discussões sobre a busca por uma nova racionalidade têm sido reforçadas recentemente, entretanto, os esforços ainda são fragmentados. Novas idéias têm sido trazidas ao debate no intuito de ampliar o escopo da análise quanto ao uso da água na agricultura irrigada e algumas delas são aqui apresentadas:

- De acordo com Zoebl (2006), conceitos e definições da relação de parâmetros relativos à água utilizada na produção agrícola dependem mais de condições econômicas e geográficas do que de meras noções científicas;
- Roe et al. (2005) afirmam que políticas de águas que permanecem rígidas na presença de reformas fora da agricultura podem aumentar a disparidade na produtividade da água entre produtores e culturas, e potencialmente diminuir a produtividade da água total;
- Wichelns (2003) aponta que representantes públicos e analistas de políticas nem sempre consideram aspectos relacionados à decisão no nível de propriedade, tais como preço, disponibilidade de insumos não-hídricos e limitações de recursos no nível de propriedade, quando definem mecanismos para motivar melhorias na gestão de águas;

- Hussain et al. (2006) afirmam que quanto menores os sistemas com infra-estrutura bem gerida, distribuição de água relativamente equitativa e padrões de produção diversificados apoiados por infra-estrutura de mercado, maiores os impactos de redução de pobreza da irrigação;
- Postel (2003) indica que viver dentro dos limites da natureza requer que as sociedades satisfaçam as necessidades básicas das pessoas e dos ecossistemas antes que demandas de água para usos não-essenciais sejam atendidas;
- Khan et al. (2006) apontam que há a necessidade de se repensar radicalmente a sustentabilidade da produção de alimentos, a definição racional de preços e a distribuição de água e commodities;
- Segundo Renault e Wallender (2000), uma parte significativa de fontes de água adicionais para produzir alimentos para a população do próximo século pode ser gerada por mudanças nos hábitos alimentares.

O pesquisador Bruce Lankford tem reforçado bastante o debate no escopo deste trabalho (LANKFORD e HEPWORTH, 2010; LANKFORD et al., 2007; LANKFORD e BEALE, 2007; LANKFORD, 2004; LANKFORD et al., 2004a,b; LANKFORD, 2003), desenvolvendo estudos principalmente na África Sub-Saariana, que possui similaridades climáticas com o Brasil e também passa por um momento de ampliação de uso da irrigação na agricultura.

Os principais aspectos trazidos pelo autor e que talvez sumarizem a busca por uma nova racionalidade, conforme as idéias apontadas acima por outros autores ressaltam que o planejamento de irrigação deveria estar em sintonia com e contextualizado numa abordagem ampla, centrado nos recursos hídricos, com princípios de partilha.

Além disso, deveria mover-se do foco da produção pura para o dos interesses da vizinhança, do sistema de irrigação para o da bacia hidrográfica, de regras agronômicas para o de negociações sociais que

discutam os direitos da água (LANKFORD e HEPWORTH, 2010). Por fim, seria necessário compreender a irrigação num dado território ou bacia, e examinar o comportamento dinâmico e adaptativo associado a ecossistemas e suas variações naturais inerentes (LANKFORD e BEALE, 2007).

Lankford (2009), ao analisar o documento “*Commission for Africa*” que, dentre outros, versa sobre recomendações para a ampliação da agricultura irrigada em países daquele continente, critica a ênfase dada à adoção de algumas tecnologias específicas e recomenda, ao invés disso, o foco numa ampla estrutura de governança da água e da irrigação.

Tal estrutura deveria enfatizar a adoção de uma mescla de abordagens definidas para resolver problemas identificados relativos à produtividade, à expansão e ao acesso, ao invés da utilização de uma metodologia de melhoria de irrigação baseada na engenharia de irrigação normativa, tão somente. Recomenda também que essa estrutura deveria ser fundamentada na participação de todos os atores, no intuito de focar na sustentabilidade ambiental e institucional e em indicadores de produtividade agrícolas e econômicos.

Nesse sentido, Lankford (2004) examina o método padrão adotado na definição das demandas de projetos de irrigação para a definição e reabilitação de sistemas de irrigação em pequena escala e de base familiar no contexto de bacias hidrográficas dinâmicas da Tanzânia. Tal método emprega equações para determinar a irrigação e as demandas hídricas das culturas e embasa a ciência de irrigação formal e metodologias de planejamento em todo o mundo. A formulação básica para tanto é a que segue:

$$\text{Necessidade de Irrigação}_{\text{fixa}} = [\text{área}_{\text{fixa}}] \times [\text{déficit hídrico da cultura}_{\text{fixo}}] \times [\text{eficiência de irrigação}_{\text{fixo}}] \times [\text{constante}]$$

O autor destaca que se tais equações forem utilizadas formalmente e convencionalmente sem considerar suficientemente variações de demandas

de água, principalmente em bacias com períodos climáticos extremos, podem levar a projetos de irrigação que sobre-priorizam a água para sistemas de irrigação individuais e assim são rotuladas “centradas na irrigação” (*“irrigation-centred”*).

Ressalta ainda que tais programas formais parecem se adequar a sistemas de irrigação individuais com ênfase na irrigação produtiva, enquanto que o planejamento centrado nos recursos hídricos se adequa aos diferentes usuários dentro de uma bacia, reconhecendo os benefícios da proteção de suprimentos críticos de água para um número crescente e mais diverso conjunto de funções ecológicas e de produção.

O autor afirma ainda que a definição de captações para a irrigação tem permanecido predominantemente focalizada na irrigação ao invés de focalizada no recurso ou na bacia onde, neste último caso, deveria ser considerada a habilidade de redistribuição no intuito de proteger uma diversidade de formas de produção baseadas no uso da água e em valores ecológicos.

Assim, enquanto o planejamento centrado na irrigação possui uma metodologia estabelecida, o planejamento centrado nos recursos é mal formulado. Muito provavelmente, num projeto intervencionista para resolução de problemas de uso da água na irrigação, a questão se o pensamento centrado nos recursos deveria ser considerado poderá não ser feita. Isto pode estar relacionado ao fato de que três grupos de atores-chave (engenheiros de irrigação, outros especialistas e produtores) tendem a aceitar o método padrão para a definição das demandas de projetos de irrigação.

A maioria dos engenheiros de irrigação utiliza tal método, pois ele está impregnado em seu treinamento. Não-engenheiros (ex.: sociólogos especialistas em irrigação) podem criticar o planejamento tecnocêntrico, mas provavelmente não têm conhecimento técnico para ir muito além.

Nesse sentido, entende-se que o discurso sobre o planejamento devia consistir em “socializar” a abordagem dos engenheiros quanto à irrigação e ao manejo da irrigação, tomando como ponto de partida o domínio da engenharia.

O autor sugere então uma estrutura para o desenvolvimento de um método de projeto mais flexível que incorpora o pensamento centrado nos recursos e na bacia hidrográfica:

- A área irrigada é uma variável dependente chave. Deve-se estar atento acerca do controle, do desenvolvimento, da sazonalidade e da dinâmica que a área de irrigação implica na produção. Deve-se garantir que a área de desenvolvimento e a capacidade de captação associada sejam definidas no nível de microbacia e não no nível individual (de propriedade); a área não deve ser fixa, mas flexível. Embora isto possa levar a desigualdades, a tomada de decisão participativa local deve planejar o uso do solo e ajustar os fluxos das captações;
- As vazões mínimas nos córregos e a demanda máxima requerida para a produção irrigada são importantes, reconhecendo que as vazões mínimas são essenciais para garantir a ecologia do ecossistema e usos domésticos ao longo de toda a bacia, particularmente até alcançar os pontos mais à jusante. Deve ser prioridade garantir que as captações e represas permitam sempre a passagem de excedentes e de vazão mínima;
- Os planejadores devem reconhecer que tempos mais longos (em décadas) de desenvolvimento da irrigação trazem benefícios especiais relativos à acessibilidade, flexibilidade e relevância ao estágio no qual se encontram as produções irrigadas. Assim, a questão de se construir esquemas de irrigação em pequena escala para atender demandas de água para produção tornam-se menos relevantes que investigar e

trabalhar com a trajetória que uma determinada zona agrícola tem em termos de crescimento da irrigação e sustentabilidade. Planejamento pode ser incremental e cíclico;

- Durante o ano de produção, é importante considerar as formas como os produtores manejam as áreas cultivadas e a taxa de evolução destas utilizando várias técnicas (múltiplas captações, ampliação do período de safra, reutilização da água no sistema, reservação da água das chuvas, etc.). A ênfase aqui é na flexibilidade e no engajamento contínuo com os produtores e os fluxos hídricos na bacia, ao invés de definir um sistema de irrigação fixo, com uma captação única de concreto e janelas fixas de plantio. Da mesma forma, trabalhar com os produtores no controle do uso da água nas propriedades a fim de aumentar a produtividade e a eficiência da irrigação pode trazer benefícios do que tão somente alterar as captações.
- Esta abordagem reconhece que intervenções estruturais e definição de direitos de uso da água devem ser ajustáveis, informais e flexíveis. Em outras palavras, infra-estrutura e legislação deveriam permitir ajustes em curto prazo e redefinição e refinamento em longo prazo. Isto engloba a relação entre planejamento de projetos de irrigação, dinâmicas da água e direitos sobre o uso da água em ambientes críticos. Por exemplo, uma captação poderia ser dividida em duas, captações para períodos chuvosos e para períodos secos.
- Com uma perspectiva de bacia hidrográfica, os planejadores podem rever como a sequência de captações numa dada bacia é definida e ajustada para distribuir água entre os sistemas e outros usuários. Isto é particularmente importante quando fluxos pequenos precisam ser distribuídos entre usuários e deveriam ser vistos como sendo “definidos por todos” ao invés de serem ajustados apenas para os irrigantes. Aqui, a resolução de conflitos em potencial torna-se um objetivo do planejamento.

- Se ganhos de produção podem ser obtidos a partir da flexibilização na gestão da área irrigada, dever-se-ia rever formas nas quais maiores quantidades de água poderiam ser captadas durante as estações mais chuvosas a fim de rapidamente aumentar o suprimento e estender a área de irrigação. Tais volumes armazenados seriam muito maiores do que aqueles normalmente definidos pelo método padrão adotado na definição das demandas de água para a irrigação.

Corroborando o apontado por Lankford (2004), Tyagi et al. (2005), investigando a gestão de águas em um sistema de irrigação por canais, em região de escassez hídrica em Haryana, Índia, sugerem que calendários rígidos de distribuição de água e altos graus de inadequação do uso da água fornecem escopo limitado aos produtores para tomada de decisão, uma vez que restringem as decisões apenas à operação de reservatórios e tubulações/canais.

Experiências diversas que poderiam trazer contribuições quanto a novas formas de se pensar a agricultura irrigada são geralmente negligenciadas pela literatura formal da ciência de irrigação, ficando o debate restrito a alguns poucos especialistas em irrigação abertos a tal discussão e a profissionais das ciências naturais e humanas (geógrafos, sociólogos, antropólogos, etc.).

O livro editado por Boelens e D'ávila (1998) traz uma extensa compilação de trabalhos acerca da irrigação em regiões com grupos fragilizados de todo o mundo. Com o foco no caso da irrigação na região dos Andes, apresenta também experiências do Nepal, da Índia, de Moçambique, do México e dos Estados Unidos. Outro livro também importante, editado por Roth et al. (2005), apresenta onze estudos de caso ao redor do mundo (incluindo Estados Unidos, Nepal, Indonésia, Chile, Equador, Índia e África do Sul) onde são examinadas questões acerca de leis, distribuição e irrigação.

O caso dos Andes é apresentado aqui para reflexão sobre novas formas de se pensar o que é ser racional na agricultura irrigada. Estudos desenvolvidos

por Trawick (2001a, 2001b, 2003, 2005) e outros autores (BOELENS, 2008, 2009; DE VOS et al., 2006) são bastante ilustrativos e trazem significativas constatações científicas.

Segundo Trawick (2001a), nos Andes, os camponeses produzem há milhares de anos e não usam nenhuma técnica científica para produção. A alocação de água é realizada com regras e lógica do sistema onde estão inseridos, onde há o respeito, por exemplo, das épocas mais secas e úmidas.

O fato estranho é que a literatura inclui poucos exemplos dos Andes, local de origem de uma das maiores civilizações hidráulicas mundiais, mas os escassos trabalhos etnográficos sobre a irrigação indicam que as comunidades Andinas são “trágicas”, repletas de conflitos sobre um recurso que é escasso, inadequado e muito desperdiçado. Além disso, os estudos têm os revelado bastante diversos em termos de organização básica e de regras que governam o uso da água. Assim, poucas implicações significativas para a teoria e para a formulação de políticas têm surgido a partir daí.

Apesar de a literatura dominante sobre gestão de águas na irrigação apontar que no mundo é difícil encontrar sistemas de irrigação que funcionem bem, distribuindo água eficientemente e com mínimos conflitos, especialmente em situações onde a água é escassa, ao analisar o caso de uma vila de camponeses nos Andes Peruanos (comunidade de Huaynacotas, localizada na província de La Union, Departamento de Arequipa), onde a irrigação e a gestão de águas são conduzidas de forma não usual, Trawick (2001a) afirma que neste caso há indícios de que a água vem sendo utilizada de forma adequada.

Ele analisa os princípios de organização social da vila, e mostra como isto cria uma situação de equidade e transparência o que possibilita às pessoas um forte incentivo ao cumprimento das regras e à conservação da água. Ao fazer isso, os produtores diretamente aumentam a frequência de irrigação, um benefício que é o mesmo para todos que se utilizam do recurso água. O

sistema parece ser uma forma altamente efetiva e sustentável de lidar com um recurso escasso e flutuante.

Os princípios básicos da irrigação apontados pelo autor no caso estudado são:

- 1) Autonomia: A comunidade tem e controla seus próprios fluxos de água;
- 2) Contigüidade: A água é distribuída nos campos numa ordem fixa contígua baseada apenas em suas localizações ao longo de canais sucessivos;
- 3) Uniformidade: quanto a direitos de uso de água – todos recebem água com a mesma frequência; quanto à técnica – todos irrigam da mesma forma;
- 4) Proporcionalidade (equidade): quanto a direitos – ninguém pode utilizar mais água do que a quantidade proporcional à sua área irrigada, nem pode legalmente conseguí-la mais frequentemente que outros; quanto a obrigações – as contribuições das pessoas para a manutenção devem ser proporcionais à quantidade de área irrigada;
- 5) Transparência: Todos conhecem as regras, e têm o direito de conferir pessoalmente se as regras estão sendo obedecidas ou não, e de detectar e denunciar qualquer eventual violação;
- 6) Regularidade: As coisas são feitas sempre da mesma forma sob condições de escassez; não são permitidas exceções, e qualquer expansão de irrigação é proibida;
- 7) Sanções graduais: Sanções para violação de regras são impostas pela comunidade e graduadas de acordo com a gravidade da ofensa.

É interessante apontar o que o autor afirma no mesmo estudo:

[...] o valor central de equidade ou justiça, como regras sobre o uso da água que representam o modelo de gestão de águas dos Andes, é uma resposta ao ambiente social, não natural. É a solução que as pessoas trabalharam a partir do problema de viverem juntas e compartilharem algo vital e escasso, e o conceito de equidade – basicamente o reconhecimento do valor inerente de cada membro da comunidade – os permite fazer isto de forma relativamente

pacífica. **A economia moral da água é o produto do desdobramento da natureza e da cultura juntas, de suas transformações mútuas.** É o produto de um processo por onde espírito e mente humanos se expressaram numa realidade material que é por si parcialmente, mas não apenas parcialmente, uma construção social... Nos Andes, esta forma de vida e de visão de mundo surgiu há muito tempo atrás por meio do compartilhamento da água, e a irrigação tem ajudado a preservar desde então. (TRAWICK, 2001a, p. 374, tradução livre)

Como se pôde observar neste item, há indícios de que tanto o conhecimento formal-técnico quanto o conhecimento local acerca da irrigação, bem como novas concepções e idéias afins ao tema gestão de águas x gestão agrícola podem trazer contribuições ao tema RUAAL, com vistas ao desenvolvimento de uma nova racionalidade, mais inclusiva.

As palavras de Kiome e Stocking (1995, p. 294-5, tradução livre), a seguir, são bastante pertinentes nesse sentido:

Sem desejar abandonar os benefícios advindos da ciência, pode-se vislumbrar o interesse mútuo no aprendizado a partir dos produtores e dos experimentos [científicos], ao se apreciar os pontos de junção e avaliar os pontos de divergência onde fatores além dos relacionados às questões técnicas entram também na tomada de decisão dos produtores.

Assim, de acordo com Lankford (2004, p. 43, tradução livre)

se pudermos nos mover para além das aparências do embate 'irrigação moderna' *versus* 'irrigação tradicional', e os preconceitos frequentemente associados a estes, e ao invés disso observar que sob estes dois pontos de vista estão diferentes formas de gerir a água, então teremos meios de melhorar tecnicamente em sistemas individuais sem prejudicar a distribuição e a realocação da água no nível de bacia hidrográfica.

A Figura 3, a seguir, representa uma síntese do apresentado no presente item 3.2. Como se pôde observar até aqui, a ciência de irrigação formal e as principais políticas relacionadas à agricultura irrigada têm dado ênfase à resolução dos problemas relacionados à gestão de águas agrícolas por meio dos aspectos técnicos da irrigação (cf. SINGH et al., 2006a,b; LORITE et al., 2004a,b). Tais aspectos técnicos são importantes, têm possibilitado muitos avanços em termos de produção agrícola mundial, precisam ser aprimorados recorrentemente, mas muitas falhas ainda são observadas.

Há indícios de que a gestão de oferta e de demanda e a melhoria da eficiência do uso da água no nível da propriedade (melhoria de sistemas e manejo), se considerados sem efetiva inserção daqueles que se utilizam do recurso, correm o risco de além de não resolver o problema, perpetuar modelos de desenvolvimento e de aplicação de ciência e tecnologia pouco inclusivos e impositivos, excluindo, principalmente, grupos fragilizados, como, por exemplo, a agricultura familiar no Brasil e comunidades tradicionais dos Andes e da África.

Isso se dá principalmente pela necessidade de se considerar a irrigação como um tema sócio-técnico, demanda construída e fortalecida paulatinamente pelo advento do novo paradigma, participativo, descentralizado e integrado, da gestão de águas mundial.

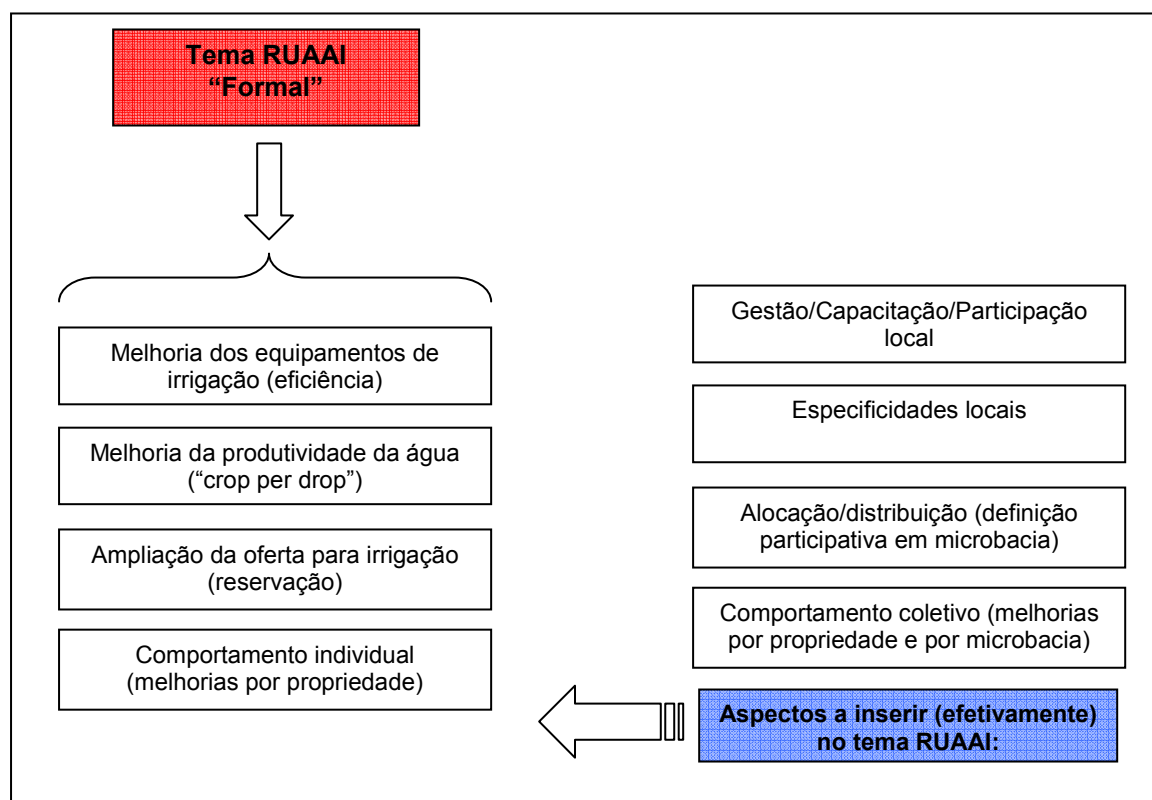


Figura 3 – Principais características observadas no tema RUAAl formal e aspectos demandados para inserir no tema.

Nesse sentido, o item 3.3, a seguir, apresenta possibilidades, dentro da ciência e da tecnologia, mais condizentes dentro do que fora levantado nos itens anteriores quanto à busca pela construção de uma racionalidade mais

ampla, inclusiva e democrática na gestão de recursos hídricos na agricultura irrigada.

3.3 A BUSCA PELA INTEGRAÇÃO DE DIFERENTES RACIONALIDADES

3.3.1 O Paradigma Construtivista

O paradigma construtivista é uma alternativa ao paradigma racionalista. O paradigma científico do racionalismo se caracteriza por ter uma visão objetivista do problema, partindo do pressuposto de que é possível observar a realidade (eventos) com imparcialidade total. A observação isenta do objeto permite ao sujeito obter conhecimento objetivo. O objetivo da avaliação de alternativas para o paradigma racionalista é encontrar a solução “ótima”. A idéia é representar as variáveis do problema real no modelo.

No desenvolvimento do modelo de avaliação, a obtenção de informações sobre as preferências dos decisores e a avaliação das alternativas usando o modelo são etapas necessárias somente à modelagem matemática. O paradigma racionalista propõe-se ser uma ciência da decisão. Assim, **centraliza seu foco no fornecimento de um produto**, que é a solução ótima a ser prescrita aos decisores. Essa solução é aquela comprovada cientificamente como a melhor, ou seja, a solução que atende as regras da escolha racional. Assim, a ciência da decisão está em busca de verdades objetivas na tomada de decisão (MATZENAUER, 2005).

Além disso, no paradigma racionalista, normalmente, não há preocupação com o processo de construção do modelo, mas apenas com o seu resultado. A principal consequência de se considerar a avaliação como um produto é que o desenvolvimento do modelo passa a não ser considerado como um processo social, em que os decisores podem interagir entre si e com o pesquisador, negociando suas visões sobre o assunto e refletindo sobre seus valores e objetivos (MONTIBELLER, 2000).

Por outro lado, o paradigma científico do construtivismo se caracteriza por ter uma visão construtivista do problema, ou seja, o conhecimento é originado a partir de uma interação entre o objeto e o sujeito. A existência de uma realidade externa é enfatizada, mas ao contrário da visão objetivista, em que a realidade independe do sujeito, nesta visão o sujeito tem um papel ativo na produção do conhecimento, uma vez que essa realidade é percebida por ele. Desse modo, os interesses, valores e objetivos dos diversos grupos envolvidos em um processo decisório devem ser levados em conta.

Assim, os pesquisadores dessa área pregam a necessidade da incorporação da subjetividade dos decisores na tomada de decisão. O ponto chave deste paradigma é o pressuposto de que cada envolvido na decisão terá, necessariamente, uma percepção e interpretação diferente da realidade, não existindo, desta forma, um “problema real”, mas sim problemas construídos, a partir da percepção da realidade pelos decisores. Os pesquisadores desta área caracterizam-se por, ao invés de tentar “filtrar” o “problema real” a partir das diversas interpretações dos decisores, buscam lidar explicitamente com a interpretação que cada indivíduo envolvido na decisão faz da realidade: o seu problema construído (ROY, 1987; MONTIBELLER, 2000; MATZENAUER, 2005).

STRINGER (1999) argumentando sobre a necessidade de lidar com construções sobre a realidade, afirma que ao invés da realidade propriamente dita, à medida que se considera a tomada de decisão e a resolução de problemas como um processo social, existe uma aceitação crescente sobre a diferença fundamental entre a natureza do mundo social e a do mundo físico.

Isso porque à medida que foi relativamente fácil aceitar-se a noção de uma realidade física, que poderia ser descoberta no mundo físico, o mundo social é reconhecido agora como uma criação cultural em constante modificação, sendo que a realidade social existe como uma construção instável e dinâmica, que é fabricada, mantida e modificada pelas pessoas durante as suas interações entre si e com o ambiente.

Quando o que está em jogo são construções da realidade, como considera o paradigma construtivista, existe um problema de relativismo. Esse relativismo deriva-se da ausência de um ponto de avaliação independente, que permita julgar o mérito intrínseco de um pressuposto. Se nenhum método pode ser considerado completo ou ideal, porque é impossível julgar “racionalmente” o mérito de seus pressupostos, como é possível avaliar o mérito de um trabalho?

A resposta é proposta por Morgan (1983 apud MONTIBELLER, 2000, p. 47):

[...] ao invés de buscar fixar referências para estabelecer vitórias (de um método sobre outro), nós somos encorajados a aceitar que a pesquisa, no final das contas, pode apenas ser avaliada e melhorada através de consideração reflexiva do que nós e outros fazemos [...] Refletindo sobre a estratégia de pesquisa de uma pessoa em relação a outras estratégias, a natureza, os pontos fortes e as limitações da abordagem dessa pessoa ficarão muito mais claros [...] Desta forma, nós estamos habilitados a criar meios de desenvolver e refinar estratégias de pesquisa de tal forma que as façam mais forte, ainda que ao mesmo tempo mais modestas.

A ausência de um ponto neutro de observação, nos métodos que seguem o paradigma construtivista, cria uma questão adicional: como saber quão bom é o modelo que está sendo construído visando ao apoio à decisão? Segundo Montibeller (2000), o critério adotado deve ser pragmático: se o modelo é visto como uma ferramenta reflexiva, ele estará evoluindo à medida que provoca a reflexão dos decisores. Da mesma forma, ele é considerado como pronto quando o modelo pára de gerar novos *insights* aos decisores.

3.3.1.1 Estruturação de modelos (de problemas) sob o paradigma construtivista

Uma das mais importantes metas da busca do conhecimento é a obtenção de modelos. Por modelo entende-se um procedimento de qualquer natureza (prático, matemático, gráfico, verbal...) capaz de, em todos os aspectos relevantes, reproduzir uma relação de antecedentes (causas) e conseqüentes

(efeitos) de forma idêntica como essa relação ocorre no universo em que nos inserimos (TRZESNIAK, 1998).

Principalmente em problemas complexos, em que são vários os fatores que interferem e incidem nesses, o modelo, por concentrar-se nos aspectos relevantes, corresponderá a uma simplificação do evento real, e é justamente aí que residem sua força e suas vantagens: sem pagar o preço integral, sem necessitar da ocorrência do evento em si, pode-se prever como se comportará o universo, ou pode-se determinar como nele induzir uma determinada configuração final (TRZESNIAK, 1998).

Assim, sendo a gestão de recursos hídricos um problema que envolve uma diversidade de aspectos, a saber, sociais, ambientais, econômicos, políticos, dentre outros, e que hoje, em decorrência de um novo paradigma, nutre e enseja a inserção de aspectos de participação, integração e descentralização, é premente a adoção e implementação de modelos, que sirvam de diretriz para a estruturação de problemas, e de metodologias construtivistas/participativas de apoio à decisão que sigam os preceitos na nova gestão das águas.

No paradigma construtivista, **tanto o resultado da análise** (a definição de que alternativa atende melhor aos valores dos decisores) **quanto o processo de construção do modelo são fundamentais**. Assim, diferentes processos levarão a diferentes modelos e, conseqüentemente, a diferentes resultados. Desta forma, o processo influenciará na avaliação das alternativas.

Como um modelo de apoio à decisão não retrata a “verdade”, nem o pretende, suas conclusões devem ser encaradas com mais cuidado do que um modelo baseado no paradigma racionalista. Desta forma, é melhor falar em recomendação, do que em prescrição, já que a solução encontrada pelo modelo não é a única possível, mas apenas uma especialmente bem fundamentada. As recomendações podem ser desenvolvidas sem buscar a aproximação de qualquer verdade externa ou solução ótima, sendo o seu

conteúdo resultado do processo de construção de convicções dos decisores e de especialistas, sobre quais são as melhores direções a seguir (MATZENAUER, 2005).

Nesse sentido, o papel dos especialistas e técnicos é central. No paradigma construtivista, tais atores não têm mais o papel de especialistas no assunto concernente à decisão, mas sim de especialistas em apoiar a decisão. Assim, ele tem tanto o papel de facilitador quanto de analista (ROY, 1993; MATZENAUER, 2005).

Como facilitador, ele é uma pessoa aceita pelos decisores para apoiá-lo, com uma posição neutra em relação a eles, e sem autoridade para tomar a decisão. Seu papel é o de permitir aos decisores aumentar a suas habilidades em resolver problemas e em tomar decisões, via um processo de reflexão sobre seus valores e objetivos. Como analista, o papel do pesquisador é o de construir um modelo visando o apoio à decisão, tornando-o explícito. Ele deve usá-lo para obter elementos de resposta, mostrando aos decisores as conseqüências de adotar uma determinada alternativa e, eventualmente, recomendar ações.

3.3.2. Metodologias construtivistas/participativas em apoio à estruturação de problemas (de modelos) relacionados à gestão de recursos hídricos

A Figura 4 abaixo apresenta os paradigmas dominantes e as mudanças ocorridas ao longo do tempo nas discussões relativas ao desenvolvimento rural, e que analogamente podem ser estendidos ao debate acerca da gestão de águas agrícolas. A última das fases observadas, “Processo, Participação e Empoderamento” (*“Process, Participation, Empowerment”*), representa a atenção gradativa, até os dias atuais, que tem sido dada à necessidade de se promover formas de desenvolvimento mais inclusivas.

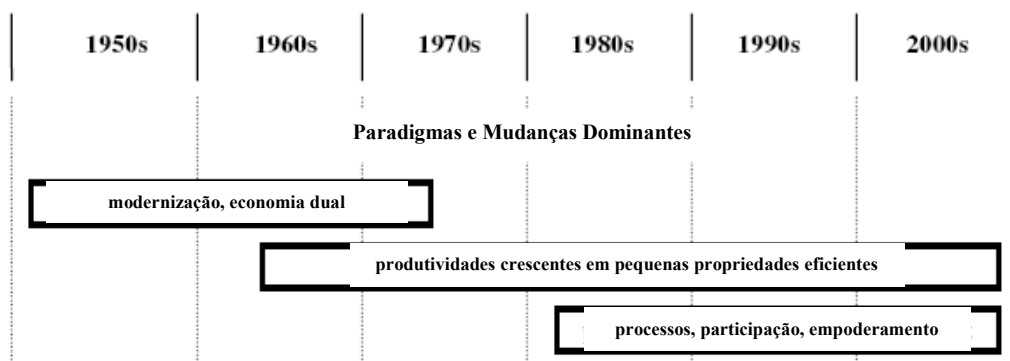


Figura 4 – Paradigmas dominantes e mudanças ao longo dos anos em desenvolvimento rural.

Fonte: Adaptado de Ellis e Biggs (2001).

Uma nova abordagem que surge a partir dos anos 80, é significativa para representar a mudança de paradigma iniciada nesta época, a saber, o surgimento de métodos participativos, originados como “*Rapid Rural Appraisal*” (RRA) e que evoluíram para “*Participatory Rural Appraisal*” (PRA) e posteriormente para “*Participatory Learning and Action*” (PLA). O pesquisador Robert Chambers (CHAMBERS, 1994a,b,c) é considerado um dos principais precursores e disseminadores da nova abordagem e desde então várias pesquisas e estudos para intervenções passam a considerá-la. O autor (CHAMBERS, 1994a) aponta que a definição dos rótulos acima não importa. Existe um grande número de rótulos para abordagens e métodos de aprendizado sobre a vida e condições rurais. Muitos desses conjuntos de práticas se sobrepõem, uma vez que há um ciclo contínuo de inovação, compartilhamento e troca.

Os estudos de Chambers (1994a,b,c) sistematizam os princípios e principais métodos utilizados em pesquisa participativa no meio rural. A seguir são apresentados alguns deles:

Princípios:

- Reversão de aprendizado: aprender a partir dos grupos locais, diretamente, no local, frente-a-frente, obtendo *insights* a partir do conhecimento local sobre os aspectos físicos, técnicos e sociais;

- Aprendendo rapidamente e progressivamente: com exploração consciente, uso flexível de métodos, improvisação, interação, sendo adaptável num processo de aprendizado contínuo.
- Evitando viéses: ouvir mais, impor menos; buscar grupos mais fragilizados e ouvir suas preocupações e prioridades (mulheres, mais pobres, etc.);
- Otimizar tradeoffs: relacionar os custos de aprendizado com a utilidade da informação; conhecer o que não é necessário ser levantado;
- Triangulação: checagem cruzada e aprendizado e aproximação progressivos por meio de pesquisa plural;
- Buscando a diversidade: inserir e investigar exceções, contradições e *outliers* em qualquer distribuição; ou seja, buscar variabilidades ao invés de médias para uma análise mais rica do problema.

Métodos:

- Análise participativa de fontes secundárias: análise participativa de arquivos, relatórios, mapas, artigos, livros, etc;
- Entrevistas semi-estruturadas: lista mental ou escrita com os principais pontos a serem levantados, aberta a modificações ao longo de sua aplicação;
- Informantes-chave: levantamento dos principais atores e especialistas;
- Grupos: entrevistas e atividades em grupo das mais diversas naturezas e com os mais diversos atores envolvidos no processo;
- “Faça você mesmo” (“Do-it-yourself”): o pesquisador/facilitador desempenha tarefas usuais da área estudada (plantio, colheita, adubação, etc.);
- “Eles fazem isso” (“They do it”): produtores atuam como pesquisadores ao fazerem entrevistas, observações, apresentar resultados, analisar informações, etc;
- Análise da linha do tempo, tendências e mudanças: cronologia de eventos, como as coisas (padrões de produção, qualidade ambiental, etc.) têm sido modificadas ao longo do tempo, etc.

As aplicações práticas de metodologias participativas têm sido diversas em todo o mundo (cf. CHAMBERS, 1994a,b,c). Gestão de recursos naturais, agricultura, programas sociais para redução de pobreza, saúde, são alguns dos temas que têm se beneficiado de tais metodologias. Entretanto, pouco tem sido feito com relação à irrigação.

Chambers e Carruthers (1986) exploram a aplicação de metodologias participativas no melhor entendimento e na identificação do que fazer quanto a melhorias de desempenho sistemas de irrigação por canais na Ásia. Segundo os autores, muitos tipos e combinações de ações são possíveis, mas a maneira de identificar quais as melhores opções tem sido negligenciada. Ademais, destacam quatro conclusões, a partir das lições obtidas em suas experiências práticas: programas padronizados e generalizantes não são adequados; necessidade de avaliar todo o sistema (microbacia, por exemplo); necessidade de um plano operacional; continuidade e compromisso com a implementação das ações.

Nesse contexto, o *River Basin Game* (RBG) (“Jogo da Bacia Hidrográfica”) é uma metodologia participativa que tem o objetivo de auxiliar na negociação por equidade no acesso à água e resolução de conflitos. Foi desenvolvido inicialmente como uma ferramenta de ensino para alunos no ano de 2000 na University of East Anglia (UEA), Norfolk-Norwich-Inglaterra, pelo Professor Bruce Lankford. Dois anos mais tarde, o jogo foi introduzido na sub-bacia do Usangu, Tanzânia, no âmbito do projeto ‘Raising Irrigation Productivity And Releasing Water for Intersectoral Needs (RIPARWIN)’ (“Aumentando a produtividade da irrigação e disponibilizando água para necessidades intersetoriais”), e na Nigéria. Desde então, tem sido aplicado em outros países da África (MAGOMBEYI et al., 2008; MCCARTNEY et al., 2007).

Magombeyi et al. (2008) exploram a implementação do RBG para facilitar negociações e regras de acesso equitativo entre usuários de água para irrigação localizados à montante e à jusante em Ga-Sekororo, África do Sul, bacia do Rio Olifants. Por meio da aplicação do jogo, os produtores foram capazes de melhor analisar os problemas de sua bacia, de entender a

dinâmica de inequidades de oferta de água e de perceber que soluções podem estar na própria comunidade.

Segundo os autores, o exercício de negociação coletiva produz regras de alocação de água mais aceitáveis, desse modo melhora a garantia do suprimento de água para parcelas irrigadas. O estudo conclui que a gestão de tensões e conflitos em nível local por meio da participação, como a facilitada pelo *River Basin Game*, pode ser sustentável uma vez que há um apoio proativo de instituições em níveis superiores (globais) de gestão como comitês de bacia, governo e pesquisa.

3.3.3 Análise Multicriterial em problemas de recursos hídricos

As Análises Multicriteriais (AM) surgem como alternativa de auxílio ao melhor entendimento e avaliação da complexidade inerente aos processos decisórios relacionados a recursos hídricos, pois se caracterizam por considerar vários aspectos, avaliando as alternativas segundo um conjunto de critérios e auxiliando na escolha, ordenamento ou classificação de alternativas.

A AM consiste na construção de um modelo para auxiliar em um problema de decisão que consiste de vários critérios e pode ser baseado nas seguintes etapas (MATZENAUER, 2005; ZAMPROGNO, 2004):

- (1) Identificação das alternativas potenciais;
- (2) Construção de critérios e subcritérios;
- (3) Avaliação do desenvolvimento de cada alternativa com respeito aos critérios;
- (4) Agregação dessas avaliações para obter a solução que globalmente proporciona a melhor avaliação.

Assim, tendo um modelo construído, é necessário o uso de um método para auxiliar na aplicação da análise. Basicamente, os métodos multicriteriais

foram desenvolvidos sob os preceitos de duas escolas: a Escola Americana e a Escola Européia. A Escola Americana desenvolve Métodos Multicritério de Tomada de Decisão, denominados MCDM (*Multicriteria Decision Making Methods* – Métodos de Tomada de Decisão Multicriterial), e caracteriza-se por adotar o paradigma científico do racionalismo. Já a Escola Européia desenvolve Métodos Multicritério de Apoio à Decisão, denominados MCDA (*Multicriteria Decision Aid Methods* – Métodos de Auxílio à Decisão Multicriterial), e caracteriza-se por adotar o paradigma científico do construtivismo.

Métodos multicriterias têm sido freqüentemente aplicados em estudos de gestão de recursos hídricos (ZAMPROGNO, 2004; MATZENAUER, 2003; BRAGA e GOBETTI, 2002; VIEIRA, 1999).

Matzenauer (2003) apresenta um modelo multicritério em apoio à decisão para o planejamento de recursos hídricos de bacias hidrográficas, que além de incorporar vários critérios na avaliação de alternativas, por adotar uma abordagem construtivista, propicia a participação de todos os atores envolvidos no processo de tomada de decisão. A autora utilizou o método MACBETH e a área de estudo que foi a bacia hidrográfica do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul. Foi construído, pois, um modelo multicritério de avaliação de alternativas para o Plano da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.

Os resultados do trabalho demonstraram a robustez da proposta que, ao possibilitar a geração e avaliação de alternativas para o Plano da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, a partir de diversos critérios, e levando em conta o sistema de valores dos decisores, se constituiu em um diferencial capaz de conferir maior legitimidade ao processo de tomada de decisões sobre o planejamento de recursos hídricos de bacias hidrográficas.

Zamprogno (2004) integra sistemas de informação geográfica, modelo de simulação e técnicas de análise multicriterial, compondo um sistema de suporte a decisões espaciais que possa ser utilizado no estudo prévio do planejamento de reservatórios. A aplicação da metodologia desenvolvida à

uma área de estudo mostrou-se bastante vantajosa, tanto em agilidade como em eficiência, para determinação dos resultados. Neste estudo não houve, entretanto, a participação de decisores, como é comum nos processos de planejamento e gerenciamento. Os métodos multicriteriais utilizados foram o Método dos Pesos Médios, Método de Programação de Compromisso e PROMETHEE-2.

Especificamente em auxílio ao planejamento da irrigação, também são observadas aplicações da AM (RAJU e VASAN, 2007; RAJU e KUMAR, 2006; RAJU et al., 2000; RAJU e KUMAR, 1999), porém, geralmente, com a participação apenas de especialistas e não no nível de tomada de decisão local, com grupos heterogêneos compostos por produtores e instituições.

Em estudo de Raju e Kumar (1999), visando a seleção de um plano acordado de irrigação, no Projeto Sri Ram Sagar, em Andhra Pradesh, Índia, buscou-se lidar com 3 objetivos conflitantes: lucro líquido, produção agrícola e mão-de-obra. Procedimento de 3 estágios é adotado, combinando otimização multi-objetivo, análise cluster e MCDM. Dois métodos multicriteriais foram aplicados na avaliação, a saber, PROMETHEE-2 e EXPROM-2.

Raju et al. (2000) apresentam artigo demonstrando a implementação de MCDM em estudo de caso na área de irrigação de Flumen Monegros na província de Huesca, Espanha. Cinco técnicas MCDM foram utilizadas para ranqueamento de alternativas, a saber, PROMETHEE-2, EXPROM-2, ELECTRE-3, ELECTRE-4, e Compromise Programming (CP).

Os critérios utilizados no ranqueamento das alternativas consistiram de: (1) fatores econômicos incluindo o custo inicial do sistema de irrigação, custos de manutenção, rentabilidade das culturas, extensão de subsídios agrícolas europeus; (2) fatores ambientais que englobavam volume da água, qualidade da água após a irrigação, eficiência do uso da água, resistência a secas e cheias; (3) fatores sociais incluindo mão-de-obra, áreas não cultivadas.

Não é intuito deste trabalho relacionar e explicar sobre os vários métodos de análise multicriterial. Informações detalhadas sobre tais métodos podem ser encontradas no extenso trabalho de Matzenauer (2003), bem como no de Zamprogno (2004). A seguir, são apresentados alguns métodos de maior facilidade de adoção em problemas de gestão de recursos hídricos, principalmente aqueles que poderiam ser entendidos e utilizados com maior facilidade por grupos de usuários mais heterogêneos, composto, por exemplo, por produtores locais e instituições.

Os métodos com potencial para aplicação no caso acima podem ser o Método dos Pesos Médios (MPM) ou o Método de Programação de Compromisso (MPC). Tais métodos são apresentados por Fontane (2002) e Zamprogno (2004), possuem a facilidade de já estarem implementados em planilhas e basicamente seguem as etapas:

(1) Determinação dos critérios principais que devem ser considerados na escolha da melhor opção. Esses critérios devem ser independentes;

(2) Determinar a importância relativa de cada critério. Uma forma comum de se fazer isso é selecionar o critério menos importante e estabelecer para ele o valor de 1. Para os outros critérios o valor seria atribuído respondendo a pergunta “Quantas vezes esse critério é mais importante, do que o critério menos importante?”. A resposta estabelece o valor. Por exemplo, se um critério selecionado é duas vezes mais importante que o critério menos importante (que recebeu valor 1) este receberá um valor 2. É permitido também o uso de valores fracionados.

O limite do valor máximo que será estabelecido para um critério deve ser definido, mas não tão grande a ponto de causar um efeito numérico de redução do problema a um problema de critério único. Após a importância relativa de cada critério ser estabelecida, a normalização da importância “peso” para cada critério é obtida dividindo o valor da importância relativa pela soma de todos os valores de importância. Isso produz um conjunto de “pesos” cuja soma é 1;

(3) Determinar a importância relativa de cada subcritério. Caso tenham sido definidos subcritérios, a etapa 2 deve ser utilizada também para o estabelecimento de pesos para esses;

(4) Selecionar as alternativas que serão consideradas. Para cada alternativa, avaliar o comportamento desta em relação a cada critério ou subcritério. Este comportamento pode ser descrito por um número ou por uma palavra (como bom ou ruim);

(5) Converter as avaliações feitas na etapa 4 para uma escala numérica comum. É comum utilizar uma escala de 1 a 5, onde 5 representa a melhor condição e 1 a pior. Uma escala de extensão 5 pode ser representada por palavras: Ruim (1), Regular (2), Médio (3), Bom (4) e Excelente (5);

(6) É importante assegurar que nenhuma das alternativas seja totalmente dominada pelas outras, ou seja, que nenhuma das alternativas tenha todos os critérios com valores, na escala adotada, inferiores aos correspondentes em uma outra alternativa. Por exemplo, se todos os valores na alternativa 1 são menores que os correspondentes na alternativa 2, então não existe necessidade de se considerar a alternativa 1;

(7) Os valores adotados para cada subcritério devem ser combinados, resultando em um único valor para o critério. Os valores dos critérios de uma alternativa devem ser combinados, resultando num único valor (grau de preferência) para essa alternativa. O grau de preferência de uma alternativa é definido pelo somatório dos produtos do peso normalizado vezes o valor obtido através da escala adotada para cada critério. Por exemplo, a preferência (S) de uma alternativa 1 será:

$$S_1 = \sum_{i=1}^n W_i * R_{i,1}$$

onde i representa os vários critérios e de forma geral:

$$S_j = \sum_{i=1}^n W_i * R_{i,j}$$

onde j representa as várias alternativas

A alternativa com maior valor obtido é considerada a de maior grau de preferência (Sj) e, assim, poderá ser a alternativa escolhida.

(8) Caso existam subcritérios, estes devem ser combinados conforme procedimento descrito na etapa 7, para reproduzir o valor final do critério principal dentro da escala adotada.

A diferença básica entre o MPM e o MPC está na forma de definir o grau de importância para os critérios e subcritérios avaliados. Em vez de usar uma escala que varia de 1 a 5, tal como o MPM, o MPC usa uma equação para determinar o grau de importância relativa de uma alternativa com respeito a melhor e a pior alternativa para um critério, a saber:

$$R_{i,j} = \left[\frac{Atual_{i,j} - Pior_i}{Melhor_i - Pior_i} \right]^p$$

Se uma alternativa particular é a melhor, ela receberá um grau 1 e se a pior, receberá um valor 0. O expoente “p” é usado para acentuar a importância dos valores melhores. Por exemplo, se p=2, e a combinação dos valores escalados é 0,9 para um critério e 0,2 para outro, o valor do primeiro será $R=[0,9]^2=0,81$, enquanto o outro será $R=[0,2]^2=0,04$. Com esse efeito, maior peso será dado para aquele que estiver melhor posicionado na escala. Se p=1, os resultados serão próximos aos obtidos no MPM, onde apenas a forma de estabelecer valores dentro da escala adotada será diferente.

Nos métodos MPM e MPC, o valor atual é usado para encontrar a pontuação final na escala, por isso, são chamados Métodos Baseados nos Valores. Um grupo diferente de métodos, onde a preferência de um valor sobre o outro é

mais importante que o próprio valor, é chamado de Métodos das Preferências.

A título de exemplificação, o PROMETHEE-2 é um dos Métodos das preferências, que faz uma comparação uma a uma entre todas as alternativas. Por exemplo, comparando uma alternativa A1 com a A2 com respeito ao critério C1, respondendo a pergunta “A1 é preferida a A2 com respeito ao critério C1?”, se sim o valor 1 é estabelecido na tabela; se não o valor 0 é estabelecido.

O método permite que uma taxa de indiferença ($\gg 5\%$) seja considerada. Isso significa que se a taxa de preferência entre A1 e A2 é menor que a taxa, então a preferência é considerada insignificante e o valor 0 é estabelecido na comparação. Se essa taxa de indiferença é considerada zero para um certo critério, isto implica uma estrutura de preferência “exata”. Os resultados da comparação um a um produzem uma tabela de preferência com uma linha para cada critério e um número de colunas igual ao número de alternativas elevado a 2.

Em recente pesquisa de Hajkowicz e Higgins (2008), é reforçada a preocupação em relação a como a aplicação de diferentes métodos multicriteriais pode gerar diferentes resultados. O que se verifica é que dada a enorme disponibilidade de métodos e possibilidades de combinação entre eles isto pode gerar incertezas e, assim, resultados conflitantes. As diferenças de resultados podem ser causadas por:

- Diferentes formas de inserir as preferências;
- Seqüências distintas na introdução das preferências;
- Diferentes números de parâmetros que descrevem as preferências;
- Definições inadequadas do problema;
- Negligências ao estabelecer o conjunto de decisões (relevância);
- Aplicação de métodos inapropriados ao problema em questão.

Além disso, há também, as incertezas que envolvem todas as atividades humanas, em particular as ações ou intervenções relacionadas a recursos

hídricos, que subentendem, geram ou implicam em riscos. Ressalte-se que aqui entende-se por risco a probabilidade ou a possibilidade da ocorrência de valores, eventos ou fenômenos indesejáveis ou adversos (VIEIRA, 1999). Nesse sentido, a literatura aponta causas e conseqüências da subjetividade humana que podem influenciar nos processos decisórios por meio de riscos e incertezas (HUBER et al., 2009; HUBER e HUBER, 2008; DIETZ et al., 2005).

Contudo, quando são seguidos os passos adequados na estruturação do problema e na definição do método multicriterial e seus respectivos critérios e sub-critérios os resultados não diferem entre si, ou diferem minimamente sem influenciar no processo decisório (HAJKOWICZ e HIGGINS, 2008; ZAMPROGNO, 2004; RAJU et al., 2000).

Hajkowicz e Higgins (2008) reforçam a importância sobre onde enfatizar o esforço em Análises Multicriteriais. Segundo os autores é muito mais importante focalizar na estruturação do problema decisório, que envolve a identificação das opções de decisão, os critérios e os pesos dos critérios e, a partir daí, selecionar o método mais adequado ao problema, do que concentrar esforços apenas na definição de qual método utilizar. Um grande esforço tem sido feito no desenvolvimento de métodos, entretanto pouco esforço é despendido na avaliação do desempenho destes métodos e na determinação de qual método deveria ser utilizado e em qual circunstância.

A escolha do método a ser utilizado é uma tarefa importante e deveria levar em consideração questionamentos tais como quais considerações são suficientemente importantes para ajudar na escolha do método apropriado para uma situação particular de tomada de decisão. Na prática, muitos analistas e pesquisadores não conseguem justificar claramente a escolha de um método em relação a outros. A escolha pode estar relacionada à familiaridade e à afinidade com um método específico (GUITOUNI e MARTEL, 1998 apud ZAMPROGNO, 2003).

Segundo Montibeller (2000 apud MATZENAUER, 2003), existem duas formas de avaliação da eficácia de um método de apoio à decisão: a externa e a interna. Na avaliação externa da eficiência, o sucesso da solução “ótima” fornecida pelo método é avaliado quando ela é implementada, ou seja, se a solução for bem sucedida, o método é válido, caso contrário, o método não é válido. Já na avaliação interna da eficiência, o método é avaliado de acordo com alguma variável interna ao processo, que são variáveis usualmente utilizadas com essa finalidade, como a qualidade da decisão, a confiança na decisão, a satisfação com o processo, a interação entre o método e os decisores.

Para o autor acima citado, a avaliação externa da eficiência do método apresenta alguns problemas, como o fato das variáveis exógenas e incontroláveis poderem agir após a tomada de decisão, favorecendo ou não o sucesso da solução implantada. Além disso, quando se adota um paradigma construtivista, a noção de “sucesso” está diretamente ligada aos valores de quem o avalia (“sucesso para quem?”).

Ademais, a partir da noção de um problema ser construído pelos atores, é impossível avaliar a proximidade entre o problema real e o modelo e, desta forma, a representatividade da realidade através da modelagem e o quanto as suas soluções estão próximas do “ótimo”. Assim, ao adotar-se uma visão construtivista, torna-se impossível a realização de uma avaliação externa da eficiência do método.

Quanto aos problemas da avaliação interna da eficiência do método, cita-se a seleção e a aferição das variáveis a serem avaliadas. Além disso, a avaliação de sucesso do método também vai depender das percepções dos envolvidos no processo decisório, como o facilitador e os decisores. A seleção das variáveis e a sua forma de medição dependem da estratégia de pesquisa adotada.

3.3.4 Gestão e Governança Adaptativa

A Gestão Adaptativa (GA) busca utilizar intervenções de gestão como ferramenta para entendimento do funcionamento de um sistema. As intervenções são definidas para testar hipóteses-chave sobre o funcionamento do sistema. Esta abordagem é muito diferente das abordagens tradicionais baseadas em “tentativas e erros” conhecidas, que utilizam o melhor conhecimento disponível para gerar uma estratégia de gestão de “menor risco” e “melhor escolha”; esta a qual é então modificada quando novas informações podem fazê-la (HABRON, 2003).

Existem inúmeros processos tanto científicos quanto sociais que são componentes vitais da gestão adaptativa, a saber:

- conexão com escalas temporais e espaciais adequadas;
- foco em análises estatísticas;
- uso de modelos para construir sínteses e um consenso ecológico robusto;
- uso de consenso ecológico robusto para avaliar alternativas estratégicas; e
- comunicação de alternativas à arena política para a negociação.

O alcance destes objetivos requer um processo de gestão aberto que visa à inclusão de atores do passado, do presente e do futuro. A GA necessita manter abertura política, sendo que usualmente é preciso criá-la. Conseqüentemente, a GA se constitui tanto um avanço científico quanto social. A mesma focaliza tanto o desenvolvimento de novas instituições e estratégias institucionais quanto hipóteses científicas e cenários experimentais; tenta utilizar uma abordagem científica, acompanhada de outras abordagens na tentativa de construir o conhecimento; objetiva melhorar a flexibilidade institucional e encorajar a formação de novas instituições que são requeridas para utilizar diariamente o conhecimento construído.

Fundamental destacar que a GA é regida por princípios, de acordo com Melo e Agostinho (2007), a saber:

1. Questionamento Normativo

A discussão dos valores, com a identificação daqueles que são compartilhados, serve de base para o estabelecimento das direções comuns, a serem adotadas pelas diversas partes que se envolvem no processo inovador, lançando-se, assim, os fundamentos para a construção de uma comunidade. Visa-se estabelecer uma ordem negociada, configurada em padrão de autoridade compartilhada. Essa ordem, por poder ser renegociada a cada momento, é, necessariamente, de natureza dinâmica ou, constitui “um acordo que precisa ser periodicamente renovado”.

2. Auto-organização

A auto-organização ocorre quando um padrão de organização (estrutura ou comportamento) emerge das ações das partes do sistema, em vez de ser imposta por uma parte central dominante. Este princípio promove a autodeterminação, englobando e transcendendo os princípios básicos do projeto sociotécnico de auto-regulação e autonomia e liberdade de ação, pelos quais a iniciativa de cada membro é incentivada, em contraposição ao mero seguimento de regras prescritas.

3. Ação Reflexiva e Adaptação

O planejamento é percebido como processo de aprendizado participativo, que se realiza por meio de ação reflexiva. Recomenda-se uma postura de pesquisa-ação, a fim de dotar a organização com a flexibilidade requerida para atuar em ambiente complexo e incerto, possibilitando a constante avaliação e redefinição de trajetórias e objetivos. Preconiza-se uma adaptação ativa, pela qual a organização busca influenciar o comportamento do ambiente de modo que lhe seja favorável, e não apenas moldar-se a esse ambiente.

4. Cooperação e Agregação

Embora autônomos, os membros de uma organização são interdependentes. Por isso precisam agregar-se, desenvolvendo atividades complementares. A agregação deve ser entendida, ao se considerar organizações, como a capacidade de atrair e reter indivíduos com interesses comuns ou compatíveis e competências relevantes. Pela agregação e cooperação, são consolidados vínculos comunitários, formando-se a identidade da organização, ou rede organizacional.

A cooperação efetiva requer transparência nas decisões e ações, essenciais para o desenvolvimento da confiança, a qual só se conquista a partir da credibilidade. Esses constituem elementos essenciais para o desenvolvimento de uma comunidade.

A adoção de tais preceitos na gestão de recursos naturais se deu na década de 70 e recebeu os nomes de *Adaptive Resource Management* (“Gestão Adaptativa de Recursos”) ou *Adaptive Ecosystem Management* (“Gestão Adaptativa de Ecossistemas”) (LANNERSTAD e MOLDEN, 2009).

A grande contribuição da gestão adaptativa em recursos naturais talvez seja o reconhecimento de que tempo e recursos são muito limitados para atrasar ações até que informação suficiente seja conhecida. Isto é de particular relevância para tentar resolver problemas urgentes, ou seja, a gestão adaptativa está relacionada à urgência, a ação sem saber o suficiente e ao constante aprendizado (LANNERSTAD E MOLDEN, 2009).

Limeira et al (2007), em trabalho enfocando a gestão adaptativa para a restauração do alto e médio cursos do Rio Gramame na região litorânea sul do estado da Paraíba, destacam que as dimensões da capacitação social analisadas na pesquisa apontam para caminhos de macro mudanças institucionais, de modo que possam amadurecer formas de obter resultados compartilhados, ao se capacitarem em exercer papéis e responsabilidades

que esclareçam seus limites e potencialidades entre as instituições e para a população em geral.

Outro aspecto importante inferido foi a compreensão de que a transparência e a continuidade das ações institucionais atuam como fatores de motivação para a participação na gestão de projetos de restauração de rios. Por outro lado, se o sistema de gestão não desenvolver esta capacitação social em médio prazo, a realidade mostra que a história tende a repetir as ações sem integração e por consequência ineficientes para a obtenção dos resultados desejados.

Limeira et al. (2008) apontam que a ação de comunicação está relacionada à capacidade de cooperação e reciprocidade entre indivíduos, grupos e instituições governamentais com a viabilidade de compartilhar conhecimentos. Há também uma relação com a necessidade de poupar tempo e custos, assim como está ligada a elementos chave do capital social tais como confiança, reciprocidade, liderança, tomada de decisão, solução de problemas, rede de relacionamentos e outros.

A falta de comunicação foi percebida como um obstáculo às adaptações e à percepção de soluções para a gestão de recursos hídricos na região estudada. Os resultados mostraram também como os setores da agricultura, recursos hídricos, recursos florestais e ciência e tecnologia podem se integrar em um estilo de cooperação interinstitucional e ao mesmo tempo, compartilhar responsabilidades com os proprietários rurais em função de uma gestão patrimonial compartilhada.

Lannerstad e Molden (2009) apresentam uma estrutura de cinco passos baseada nas recentes teorias de gestão adaptativa para entender até que ponto ela já é praticada e como poderia ser melhorada na gestão de águas de um dos grandes projetos de irrigação da Índia, a saber o *Lower Bhavani*.

Os autores apontam que o sistema tem gradativamente preenchido os critérios de um sistema adaptativo complexo ao longo dos anos. Para tanto, o

aprendizado social ocorre no nível global do projeto e no nível da propriedade. Apesar de estar sendo um processo *ad hoc*, a gestão adaptativa poderia ter sido adotada de forma mais rápida se atenção tivesse sido dada a configurações institucionais e projetos infra-estruturais que suportam os preceitos da gestão adaptativa.

Jiggins e Roling (2000), avaliando a gestão integrada de agrotóxicos na agricultura, concluem que a gestão adaptativa contribui no gerenciamento de situações com problemas complexos, dada a sua capacidade de facilitar o aprendizado social sobre o problema e de criação de instituições. A simulação de modelos, como uma das premissas da gestão adaptativa, possibilita o destaque e, conseqüentemente, o entendimento e a possibilidade de suplantação de dilemas sociais.

A Governança Adaptativa pode ser considerada análoga à gestão adaptativa em seus princípios. Mundialmente, a United Nations University - Institute of Advanced Studies - UNU-IAS (2009), trata a Governança Adaptativa como um projeto em desenvolvimento que visa a adicionar neste tema conceitos emergentes e trabalhos aplicados.

Quando se fala em “pessoas e ecossistemas” ou em “sistema social e ecológico agrupado”, como aponta a literatura emergente sobre governança adaptativa, fica claro que o presente, o passado e o futuro dos sistemas humano e biofísico estão inextricável e proximamente interconectados. Tal constatação apresenta significativos desafios quanto ao desenvolvimento de respostas efetivas de governança.

Com mais freqüência do que nunca, políticos e tomadores de decisão deparam-se com:

- Problemas de complexidade: intrincada natureza das dinâmicas do ecossistema, diferindo o alcance espacial e as dimensões temporais, impacto de inserções e de retroalimentações, e dimensões humanas;
- Problemas de incerteza e mudança: a ciência é incompleta, alguns de nossos entendimentos podem estar errados, algumas mudanças ecológicas e

sociais não são previsíveis, o conhecimento existente não é completamente integrado; e

- Problemas de fragmentação: a governança do território não suficientemente conectada e coordenada, centralização e descentralização da governança não são apropriadamente equilibradas, importantes usuários e constituintes do processo estão fora do processo.

Para lidar com interações complexas e gerenciar incertezas e períodos de mudança, abordagens de governança adaptativa têm muito a oferecer. Uma característica-chave desse modelo é seu aspecto gerencial colaborativo, flexível e baseado no aprendizado permeando diferentes escalas.

Trabalhos nesse tema vêm sendo desenvolvidos conforme indica a literatura (OLSSON et al., 2006; FOLKE et al., 2005; DIETZ et al, 2003).

Dietz et al. (2003) em seu trabalho apontam que as instituições humanas – formas de organizar as atividades – afetam a resiliência do meio-ambiente. Arranjos institucionais envolvidos localmente governados por comunidades estáveis e isoladas de forças exteriores têm mantido seus recursos com sucesso por séculos, embora frequentemente haja falhas quando ocorrem mudanças bruscas. Estratégias promissoras para lidar com estes problemas incluem o diálogo entre partidos, representantes e cientistas interessados; instituições complexas e definidas; uma mescla de formas institucionais; e formatos que facilitem a experimentação, o aprendizado e a mudança.

Folke et al. (2005) exploram, em seu artigo, a dimensão social que permite a gestão adaptativa e ecossistêmica. O trabalho se concentra em experiências de governança adaptativa de sistemas sócio-ecológicos durante períodos de mudança abrupta (crise) e investiga as fontes sociais de renovação e reorganização. Tal governança conecta indivíduos, organizações, agências e instituições em múltiplos níveis organizacionais. Pessoas-chave trazem liderança, confiança, visão, significado e ajudam a transformar organizações gerenciais num ambiente de aprendizado.

Segundo os autores, sistemas de governança adaptativa freqüentemente se auto-organizam em redes sociais com times e grupos de atores que definem variados sistemas de conhecimento e experiências para o desenvolvimento de entendimento e políticas comuns. O surgimento de “organizações-ponte” parece reduzir custos de colaboração e de resolução de conflitos e, fazendo funcionar a legislação e as políticas governamentais, podem apoiar a auto-organização enquanto estimulam a criatividade para esforços de co-gestão adaptativa.

3.3.5 Experiências de co/auto-gestão local em subsídio à gestão formal

Hinchcliffe et al. (1995) afirmam que apesar de décadas de esforço, programas de conservação de água e solo têm tido surpreendentemente pouco sucesso. Estudo colaborativo coordenado pelo “*Sustainable Agriculture Programme*” do IIED e instituições parceiras na Ásia, África, América Latina e Austrália, de 1992 a 1994, forneceu estudos de caso detalhados de processos e impactos de 22 projetos participativos de desenvolvimento de microbacias. Apesar de suas diversas realizações, tais casos ainda são apenas ilhas de sucesso.

Segundo os mesmos autores, isto decorre do fato de que a maioria dos resultados favoráveis tem durado pouco tempo, tendendo a permanecer apenas dentro dos limites e dos prazos de duração dos projetos. Raramente, soluções técnicas são discutidas ou desenvolvidas juntamente com produtores. Para que a gestão adequada de recursos num dado local ocorra de fato dever-se-ia considerar os produtores como a solução não como o problema, e então considerar as potencialidades e conhecimento locais no centro dos programas de sustentabilidade.

Os autores sugerem que programas e projetos deveriam fortalecer organizações locais por meio do planejamento participativo, uma abordagem interativa e empoderante da participação. Evidências recentes apontam que tais encontros entre profissionais e produtores têm produzido consideráveis

benefícios produtivos e sustentáveis. Existe um crescente número de projetos de sucesso, em nível local, o que sugere a necessidade da ampliação da escala de adoção destes.

Rockstrom et al. (2004) apresentam programa de pesquisa denominado *Smallholder System Innovations in Integrated Watershed Management (SSI)*. A pesquisa é conduzida nas bacias dos rios Pangani, na Tanzânia, e Thukela, na África do Sul.

O programa adota uma abordagem integrada para a gestão de águas agrícolas, analisando as interações entre a adoção e a adaptação participativa de inovações em sistemas hídricos (tais como produção de água, irrigação por gotejamento, práticas de conservação, etc.), o aumento do uso da água na agricultura e de fluxos hídricos para manter as funções ecológicas que desempenham serviços ambientais críticos às atividades humanas.

O SSI foca em quatro aspectos principais do IWRM no contexto da produção em pequenas propriedades rurais: (1) opções de gestão local por meio de inovações na busca por aumento da produtividade agrícola, produtividade da água e conservação de ecossistemas; (2) estudo de *trade-offs* relacionados à água nos níveis de propriedade, microbacia e bacia entre a água utilizada na produção de alimentos e para funções ecológicas; (3) estudo de dinâmicas de construção de resiliência em sistemas sociais e ecológicos; (4) análise dos aspectos institucionais e políticos da gestão local, em nível de microbacia.

Humphreys et al (2006) apresentam experiência desenvolvida em comunidades de irrigantes, produtores de arroz na Austrália. Progressos significativos estão sendo conseguidos por meio do desenvolvimento e aplicação de melhorias nas fazendas e na irrigação combinadas com forte participação de atores. O esforço em integrar ciência, política e pessoas foi reconhecido em 2002 pelo prêmio concedido pelo programa UNESCO/WMO HELP (Hydrology for Environment, Life and Policy) à bacia do baixo

Murrumbidgee, como sendo a primeira bacia-referência dessa região, grande produtora de arroz.

No Brasil, Poloni (2010) ressalta as experiências dos projetos de manejo de recursos naturais, implementados a partir da década de 80 nos estados do Paraná e Santa Catarina, nos anos 90 em São Paulo, e no Rio de Janeiro em 2006. Esses programas definiram a microbacia hidrográfica como unidade de planejamento, intervenção e avaliação, estabelecendo um novo marco na abordagem das questões socioambientais para o meio rural (ATTANASIO, 2004).

No estado do Espírito Santo, o novo Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba - PEDEAG-ES 2007-2025 - (ESPIRITO SANTO, 2010) também adota a microbacia como unidade de planejamento e intervenção, pois corresponde a um sistema biofísico e socioeconômico integrado com as condições adequadas para o devido planejamento e gestão do uso da terra.

Ainda no estado do Espírito Santo, experiência pioneira denominada Projeto Sossego (microbacia do córrego Sossego, município de Itarana-ES), vem sendo desenvolvida desde 2002. O projeto tenta integrar vários aspectos relacionados à gestão de águas.

Dentre as contribuições do Projeto Sossego, mais recentemente, tem sido possível analisar comparativamente a construção do modelo de gestão local de águas no nível de microbacia com a aplicação recente de Termos de Ajustamento de Conduta (TAC) em várias bacias hidrográficas do estado do Espírito Santo em decorrência de conflitos observados pelo uso da água, principalmente em decorrência da intensificação da irrigação. Maiores detalhes sobre o Projeto Sossego e sobre a aplicação dos TAC são apresentadas no item seguinte.

3.3.5.1. O Projeto Sossego (município de Itarana, Espírito Santo): experiência de co/auto-gestão local em subsídio à gestão formal

A microbacia do córrego Sossego (inserida na bacia do Rio Santa Joana, sendo esta uma sub-bacia do Rio Doce), localizada no município de Itarana-ES, caracteriza-se pelo desenvolvimento de atividades predominantemente rurais em propriedades agrícolas de base familiar (GEARH, 2003)⁸.

A mesma apresenta-se, ao longo do seu histórico de produção agrícola, como uma significativa fonte de produção alimentar que abastece regiões de entorno, bem como a região metropolitana da Grande Vitória, promovendo a fixação de aproximadamente 200 famílias no campo (SEBRAE, 2006).

Assim, o contexto da microbacia do Sossego é exemplar da agricultura capixaba, que é amplamente pautada na agricultura familiar. Segundo o INCAPER (2009), o estado possui 77 mil propriedades familiares, o que corresponde a 77% do total de produtores, ocupa 220 mil pessoas, abrange 40% da área rural do estado e gera 56% do Valor da Produção Agropecuária Capixaba. A agricultura familiar no Espírito Santo responde por 66% da produção de cereais e olerícolas; 60 % do café; 57% da produção de frutas; e a 42% da produção de leite.

Alguns critérios ambientais e sócio-econômicos foram utilizados para a definição da bacia hidrográfica como bacia experimental, a partir de 2002, dentre eles: carência de recursos hídricos para abastecimento público e para outras atividades importantes para o desenvolvimento regional; condições de saneamento básico que pudessem comprometer os recursos hídricos; degradação da qualidade dos corpos d'água; degradação da bacia hidrográfica; condições sócioeconômicas desfavoráveis por influência da disponibilidade hídrica (qualidade e / ou quantidade) (GEARH, 2003; CASTRO et al., 2002).

⁸Maiores detalhes sobre a caracterização da bacia do Sossego são apresentados no item 5.3.1.

Desde então, tem sido adotada para fins de desenvolvimento de estudos científicos e tecnológicos (LABGEST, 2010a,b,c,d, 2011; POLONI, 2010; QUARENTEI, 2008, 2010; GIRARDI e QUARENTEI, 2008; SEBRAE, 2006; GEARH, 2003) de gestão integrada de recursos hídricos com foco no desenvolvimento sustentável local.

Basicamente, o Projeto Sossego apresenta-se dividido em 3 fases. Na primeira fase (entre os anos de 2002 e 2005) objetivou-se obter um panorama geral da realidade da comunidade e as atividades iniciais focaram o diagnóstico sócio-econômico, ambiental, biofísico e político-institucional, a avaliação da disponibilidade de água superficial, a identificação de conflitos pelo uso da água e de parceiros potenciais para a segunda fase.

Na segunda fase (período 2006-2008), buscou-se entender em maiores detalhes pontos críticos observados, tais como o uso da água na agricultura irrigada e a formação do território, a redução do índice de esquistossomose, o incentivo quanto ao empreendedorismo e ao cooperativismo e importância da cobertura vegetal. O projeto encontra-se hoje em sua terceira fase (a partir de 2009) em que se verifica um amplo processo de mobilização da comunidade e de fortalecimento de parcerias entre os diversos segmentos da sociedade.

Os trabalhos têm sido realizados em parceria entre a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), a comunidade local e instituições públicas que atuam na localidade (dentre outras: Fundação Nacional de Saúde – Funasa; Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – Incaper; Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE; Secretaria de Saúde do Estado do Espírito Santo – SESA; Secretaria de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca do Estado do Espírito Santo – SEAG, as Secretarias de Saúde, Educação e Agricultura do Município de Itarana, ES; Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA; Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo – IDAF; Ministério Público e Poder Judiciário Estadual).

As ações e pesquisas realizadas e em desenvolvimento na microbacia do Sossego qualificam-na, hoje, como um “laboratório vivo” para o setor de recursos hídricos, agricultura e irrigação. Pode-se delinear a diferença entre “bacia experimental” e “laboratório vivo” na medida em que neste último não só se aplicam, avaliam e aperfeiçoam técnicas/tecnologias, mas também são possíveis a observação e a pesquisa em situação, integrando aspectos sociais, ambientais, econômicos, técnicos, políticos e institucionais.

A abordagem adotada no âmbito do Sossego objetiva a proposição de estratégias adequadas à realidade local evitando a imposição de “pacotes prontos”, ou seja, a aplicação de uma ciência que apenas “observa/formula/impõe”, mas sim uma ciência que oferece à sociedade ferramentas e alternativas para a definição conjunta da melhor forma de lidar com seus problemas e vantagens específicos.

É nesse contexto que a abordagem construtivista e participativa adotada na bacia do Sossego vem permitindo que a comunidade esteja efetivamente envolvida no desenvolvimento das atividades no âmbito do projeto. Quanto à sua terceira fase, foram eleitos três representantes para cada uma das 12 comunidades locais, observada a condição de pelo menos um dos representantes deveria ser mulher. Este grupo de representantes, composto por 36 membros, constitui o Grupo Coordenador da Comunidade no Projeto Sossego. O projeto possui ainda um Grupo Gestor, o qual é composto por representantes das instituições parceiras.

Quanto a aplicação dos Termos de Ajustamento de Conduta no estado do Espírito Santo⁹, até a conclusão deste documento já haviam sido celebrados 15 TAC em 12 municípios do Espírito Santo. Além dos já celebrados, outros 5 estão em processo de discussão o que totalizará 20 TAC no referido estado e abrangerá 20 municípios. Os 12 municípios mencionados são: Colatina, Santa Teresa, São Roque do Canaã, Baixo Gandu, Itaguaçu, Marilândia, Pancas, Linhares, Sooretama, Jaguaré, Nova Venécia e Laranja da Terra.

⁹As informações aqui apresentadas foram obtidas por meio de entrevistas realizadas com técnicos do IEMA.

O primeiro TAC foi celebrado no ano de 2008 no município de Colatina, tendo sido abrangidas as bacias do Córrego São João Pequeno e do Rio Baunilha, ambos afluentes do Rio Doce. No mesmo ano foi celebrado o segundo em bacia que compreendia os municípios de Santa Tereza e São Roque do Canaã. Tal informação é importante, pois, conforme mencionado, a bacia do Córrego Sossego também está inserida na bacia do Rio Doce, o que demonstra a situação hídrica crítica de muitas áreas nessa bacia, dada a grande concentração de áreas irrigadas, dentre outros usos.

A celebração do TAC no município de Colatina foi o resultado de uma série de atividades que se iniciou com o acionamento do Ministério Público por usuários de água em decorrência de conflitos pelo uso da água observados na região, em sua maioria decorrentes do intensivo uso da água para a irrigação. A partir disso, o Ministério Público então acionou os órgãos afins à temática para que diretrizes básicas pudessem ser definidas na direção da elaboração propriamente dita do TAC.

Basicamente, os TAC têm definido:

- Restrições quanto ao uso da água na irrigação (rodízio);
- Proibição quanto à abertura de novos “poços escavados”;
- Exigência do cadastramento dos usuários para concessão de outorgas coletivas;
- Exigência para definição de áreas para barragens, reflorestamento, etc.

Quanto às outorgas coletivas, sendo este um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, as mesmas só têm sido avaliadas para os casos críticos, principalmente nas regiões onde os TAC têm sido aplicados. Até a conclusão deste documento, nenhuma outorga coletiva havia sido concedida. Apenas uma, em bacia de 15 km² no município de Linhares, está em estágio avançado de cadastro, com todas as informações requeridas levantadas, contudo, conforme afirma o departamento do IEMA responsável pelas outorgas, algumas falhas no processo têm sido percebidas:

- Limitações no preenchimento dos formulários (informações inaccuradas);
- Limitações nas estimativas das vazões de referência (falta de informações mais precisas e limitações nas metodologias utilizadas).

Vale ressaltar que se observa pouca participação de membros dos comitês de bacia hidrográfica nas discussões dos TAC e no acompanhamento contínuo das atividades, apesar da participação de alguns desses em reuniões realizadas.

O TAC também tem sido útil para ressaltar as limitações e os problemas enfrentados por todos os atores participantes, desde instituições a produtores. No primeiro caso, destacam-se as limitações infra-estruturais e de recursos humanos para o acompanhamento das ações e, no segundo, o descumprimento do que é acordado e a baixa participação dos produtores.

O TAC esteve prestes a ser aplicado na bacia do Sossego, contudo, em virtude das atividades que vêm sendo desenvolvidas no âmbito do Projeto Sossego, o Ministério Público determinou que o instrumento não fosse aplicado, pelo menos num primeiro momento, a fim de que as duas experiências pudessem ser analisadas.

4 METODOLOGIA

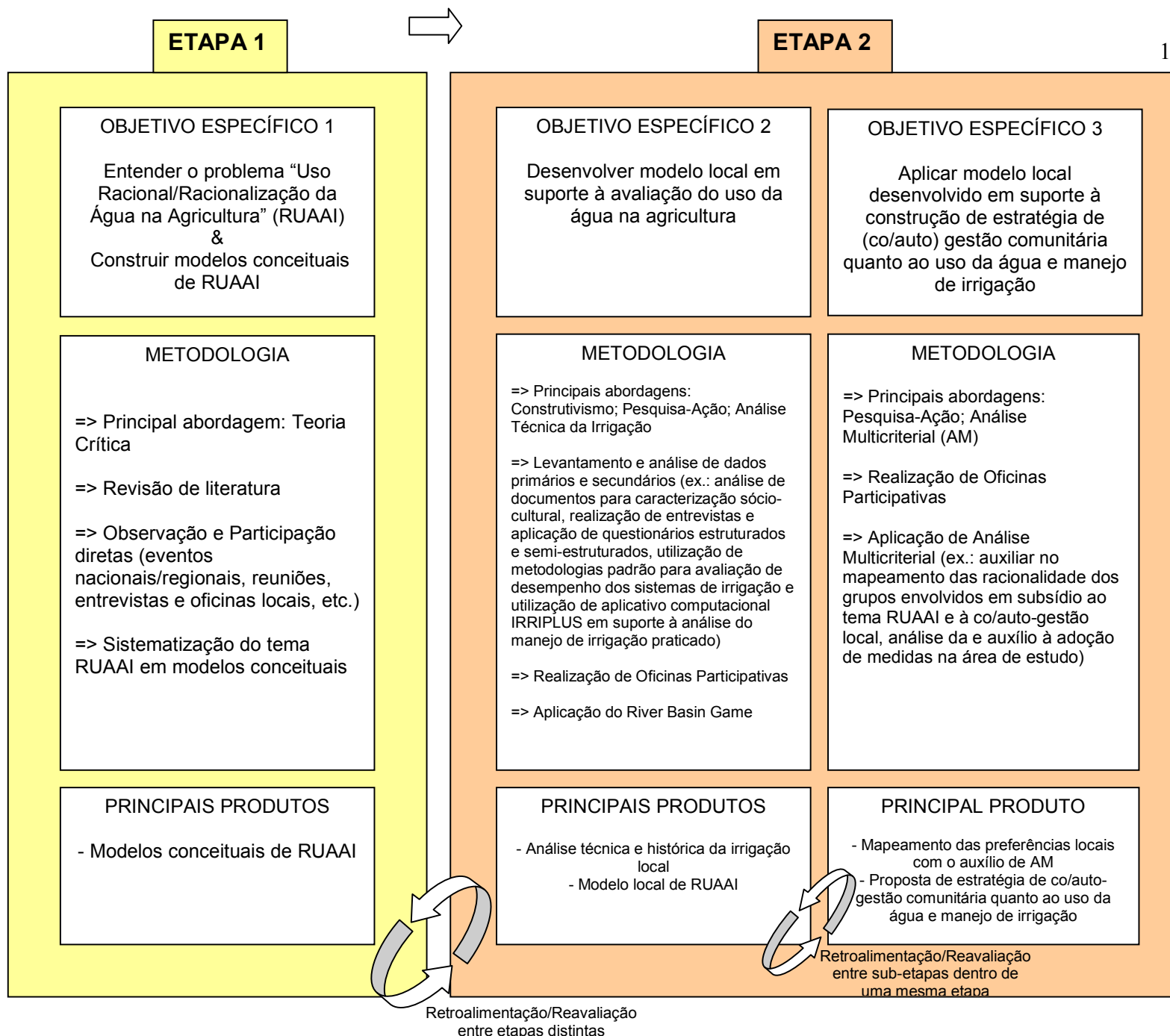
A metodologia básica deste estudo está dividida em duas etapas, a saber:

ETAPA 1) Aprofundamento sobre o tema “Uso Racional/Racionalização do Uso da Água na Agricultura” (RUAAI). Esta etapa compreende o Objetivo Específico 1 deste estudo que foi “Entendimento do problema RUAAI e Construção de modelos conceituais de RUAAI”. Esta fase teve como caráter predominante o aprofundamento e maior clarificação teórico-conceitual sobre o tema estudado.

ETAPA 2) Desenvolvimento de procedimento metodológico em suporte à (co/auto) gestão de águas agrícolas no nível de microbacia. Esta etapa compreende os Objetivos Específicos 2 e 3 deste estudo que foram, respectivamente, “Desenvolvimento de modelo local em suporte à avaliação do uso da água na agricultura” e “Aplicação do modelo local desenvolvido em suporte à construção de estratégia de (co/auto) gestão comunitária quanto ao uso da água e manejo de irrigação”. Esta fase consistiu no desenvolvimento de procedimento metodológico para aplicação prática em subsídio ao tema estudado.

A presente pesquisa utilizou como base para o desenvolvimento de suas duas etapas, respectivamente, a Teoria Crítica e o Construtivismo. Maiores detalhes quanto às referidas abordagens estão apresentados nos itens relativos a cada um dos objetivos específicos.

O esquema apresentado na página seguinte apresenta a resumo da metodologia adotada nesta pesquisa. As duas etapas apresentadas são detalhadas nos itens 4.1 e 4.2. Cabe ressaltar que apesar da organização da metodologia numa seqüência lógica de etapas progressivas, 1 e 2, procurou-se reforçar sempre a interação entre etapas teórico-conceituais e práticas, a fim de que preceitos tais como adaptatividade e retroalimentação entre diferentes níveis/escalas, analisados no escopo deste estudo, fossem exercitados, também, em todo o processo de pesquisa.



4.1 ETAPA 1: APROFUNDAMENTO SOBRE O TEMA RUAAI

Esta etapa está dividida em 2 itens: “4.1.1. Entendimento do problema RUAAI” e “4.1.2. Construção de modelos conceituais de RUAAI”.

4.1.1. Entendimento do problema RUAAI

Esta etapa consiste basicamente na fundamentação teórica e na sistematização do conhecimento relacionado ao tema RUAAI. Nesse sentido, buscou-se verificar como o mesmo tem sido abordado na literatura e na prática, a fim de estabelecer possíveis tendências ou correntes existentes ou ainda não totalmente nítidas em termos de conceituação e aplicação. O principal produto obtido nesta fase é representado pelos itens 3.1 e 3.2 da Revisão Bibliográfica, e que se constitui em contribuição ao tema RUAAI.

A metodologia para o desenvolvimento deste item compreendeu dois momentos. O primeiro momento consistiu da análise etimológica e histórica dos conceitos “razão”, “racionalização” e “racionalidade”, no intuito de embasar discussões acerca de como tais termos têm sido aplicados e entendidos e como isso repercute no tema RUAAI. O segundo momento, que consistiu da consulta específica a documentos que tratam do ou mencionam o tema RUAAI. Nesse sentido, foi possível apresentar o estado da arte da temática o que possibilitou, posteriormente, a construção propriamente dita dos modelos conceituais de RUAAI, cuja metodologia está apresentada no item a seguir.

A abordagem adotada para a apresentação das discussões foi a da Teoria Crítica, que se adequa ao desenvolvimento desta atividade uma vez que entendimentos diversos sobre o tema RUAAI são avaliados e discutidos. Como Guba e Lincoln (1994, p.110, tradução livre) colocam, ao discorrer sobre a ontologia da Teoria Crítica,

um realismo considerado hoje compreensível, foi um dia 'plástico', mas, ao longo do tempo, modelado por uma série de fatores sociais, políticos, culturais, econômicos, étnicos e de gênero e então 'cristalizado' numa série de estruturas que são agora (inapropriadamente) tomadas como 'reais', ou seja, naturais e imutáveis [...]

Assim a Teoria Crítica é aqui adotada uma vez que possibilita o

diálogo entre o investigador e os sujeitos da pesquisa; esse diálogo deve ser dialético por natureza para transformar ignorância e mal-entendidos (que aceitam estruturas historicamente mediadas como imutáveis) numa consciência mais informada (que enxerga como tais estruturas poderiam ser modificadas e abrange as ações necessárias para que mudanças sejam levadas a cabo)[...] (GUBA e LINCOLN, 1994, p.110, tradução livre).

Ressalte-se que além da discussão teórica, a observação e a participação diretas em eventos, reuniões, entrevistas e oficinas, foram também imprescindíveis no desenvolvimento das atividades relativas a este objetivo específico e ao desenvolvimento da pesquisa como um todo, destacando-se a apresentação de trabalhos e participação em eventos em nível estadual, regional e nacional acerca da temática¹⁰.

Ademais, destaca-se também o estágio no exterior (doutorado sanduíche), no período de setembro de 2009 a julho 2010, realizado na University of East Anglia (UEA), School of International Development (DEV), Norfolk-Norwich-Inglaterra, dada a inter/multidisciplinaridade e a experiência do DEV/UEA na temática aqui avaliada. Dentre outros, foi possível o contato direto e presencial com o Professor Bruce Lankford (idealizador do *River Basin Game*, uma das ferramentas participativas utilizadas nesta pesquisa, e supervisor do autor em seu período de estágio no exterior no DEV/UEA) e demais pesquisadores do

¹⁰Principais eventos: IX Simpósio ABRH de Recursos Hídricos do Nordeste (25-28/11/2008; Salvador-BA); I Seminário Nacional Agricultura Irrigada e Desenvolvimento Sustentável (20-21/05/2009; Brasília-DF); IV Encontro Técnico-Científico em suporte à gestão das águas da bacia do Rio Doce - Rede CTI-Doce (17-19/06/2009; Ouro Preto-MG); IX Congresso Latinoamericano Y Del Caribe de Ingeniería Agrícola / XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CLIA/CONBEA (25-29/07/2010); III Seminário Espírito-santense de Recursos Hídricos (1/12/2010; Vitória-ES)

DEV/UEA e maior acesso a estudos internacionais pela utilização de bibliotecas e acervo de pesquisas e documentos da UEA e do DEV (APÊNDICE I).

O período fora do Brasil possibilitou ainda a visita a outras instituições internacionais e o contato com pesquisadores estrangeiros e a participação em eventos de relevância na temática estudada, o que permitiu uma mais adequada análise situacional da pesquisa em nível mundial (APÊNDICE II).

Ainda durante o desenvolvimento da pesquisa, em decorrência da participação do autor em projeto de pesquisa em parceria com a Universidade Eduardo Mondlane¹¹, de Moçambique, houve a possibilidade de haver a troca de experiências sobre o tema com aquele país, inclusive com visita ao mesmo (APÊNDICE III).

Em suma, foi possível observar realidades das mais diversas acerca da temática em nível nacional e internacional e isso foi sobremaneira importante para a discussão e o desenvolvimento das atividades relacionadas à construção de modelos conceituais de RUAAI, que são apresentadas a seguir.

4.1.2. Construção de modelos conceituais de RUAAI

A partir das informações apreendidas na etapa anterior, dois modelos conceituais de RUAAI foram construídos, a saber, Modelo Racional-Hegemônico (MRH) e Modelo Racional-Amplo (MRA).

¹¹Projeto de Pesquisa: “Racionalização do uso da água na agricultura irrigada no Brasil e em Moçambique considerando aspectos tecnológicos, sociais, econômicos, ambientais e culturais”; Edital MCT/CNPq nº 006/2007 - Chamada 2: apoio financeiro a atividades de cooperação internacional para a execução de projetos conjuntos em C&T&I; Processo nº. 490593/2007-0; Setembro de 2008 a Setembro de 2010. Maiores informações conferir LABGEST (2010c).

Tais modelos foram sistematizados a fim de: permitir uma mais fácil visualização de duas correntes antagônicas, porém complementares, observadas sobre o tema RUAAI; sistematizar aspectos envolvidos na temática, antes dispersos; destacar elementos importantes na temática, mas geralmente não considerados; facilitar o cruzamento de informações e a análise de aspectos relacionados às gestões de águas e de irrigação.

O MRH representa como a literatura e as políticas predominantes no tema RUAAI consideram como se deveria buscar o “uso racional” da água na agricultura.

O MRA, como sua própria denominação traz, é uma tentativa de ampliar a análise do tema RUAAI ao incorporar outros aspectos ao debate, bem como discutir suas inter-relações.

Os modelos mencionados foram organizados em “Temas” e “Descritores”. Os “Temas” seriam os principais grupos que contém os aspectos levados em consideração na análise do problema e “Descritores” seriam características significativas de um tema de acordo com os principais atributos de um determinado sistema (Marques et al. 2003).

Após o nível de descritor, naturalmente ocorreria o nível de “Indicadores”, que são uma medida do efeito da ação do sistema sobre o descritor (*Ibid*, 2003). Dado o caráter conceitual que o modelo global apresenta, entendeu-se que tal detalhamento depende das especificidades do local a ser avaliado e, assim, esta ação é realizada no modelo local (vide item 5.4.2).

4.2 ETAPA 2: DESENVOLVIMENTO DE PROCEDIMENTO METODOLÓGICO EM SUPORTE À (CO/AUTO) GESTÃO DE ÁGUAS AGRÍCOLAS NO NÍVEL DE MICRO BACIA

Antes de detalhar as etapas que compõem o Procedimento Metodológico (PM) propriamente dito, representadas pelos itens 4.2.2, “Desenvolvimento de modelo local em suporte à avaliação do uso da água na agricultura”, e 4.2.3, “Aplicação do modelo local desenvolvido em suporte à construção de estratégia de (co/auto) gestão comunitária quanto ao uso da água e manejo de irrigação”, é apresentada a área de estudo (item 4.2.1), detalhando-se sua localização e os motivos da escolha da mesma. O esquema apresentando o procedimento metodológico desenvolvido e as discussões aprofundadas sobre cada uma das etapas são apresentados no item 5.2.

A necessidade de se ter uma área de estudo para o desenvolvimento deste trabalho se justifica, pois se entendeu ser imprescindível, com vistas a atender aos objetivos propostos, verificar a aplicação do procedimento metodológico numa situação real a fim de que as discussões teóricas que embasaram o trabalho em suas fases iniciais pudessem também ser confrontadas com observações de ordem prática. A “Definição da área de estudo”, corresponde à etapa “1”, de um total de 8, do PM.

O paradigma construtivista foi adotado nesta etapa, pois, de acordo com Guba e Lincoln (1994, p.110-1, tradução livre), a ontologia desta abordagem é relativista e

[...] realidades são apreensíveis na forma de construções mentais múltiplas e intangíveis, baseadas na experiência e no aspecto social, locais e específicas por natureza (embora elementos são freqüentemente compartilhados entre muitos indivíduos e mesmo entre diferentes culturas) e dependentes dos indivíduos ou grupos, que detêm as construções sociais, para a definição de suas formas e conteúdos; não são mais ou menos ‘verdadeiras’, em qualquer sentido absoluto, mas simplesmente mais ou menos informadas e/ou sofisticadas ...”. Além disso, “... assume-se que o investigador e o objeto de investigação estão interativamente conectados e assim as

'descobertas' são literalmente criadas à medida que a investigação prossegue.

A Pesquisa-Ação, enquanto método de pesquisa baseado no paradigma construtivista, foi adotada neste estudo. Isto é justificado dado o duplo papel do autor/pesquisador como observador e facilitador, necessário para o desenvolvimento desta pesquisa, que trata da análise de um processo social complexo, onde a subjetividade e as construções da realidade dos participantes no experimento foram consideradas. Nesse sentido, uma mescla de métodos quantitativos e qualitativos foi utilizada para atingir os objetivos pretendidos, e tais métodos serão detalhados a seguir.

4.2.1. Área de estudo: localização e motivos da escolha

A bacia do Córrego Sossego (Itarana-ES) possui uma área aproximada de 65 Km² e está inserida na Bacia do Rio Santa Joana, sub-bacia que aflui no Rio Doce (Figura 5). Ela fica localizada no município de Itarana, estado do Espírito Santo, distante 130 Km da capital Vitória (Figura 6).

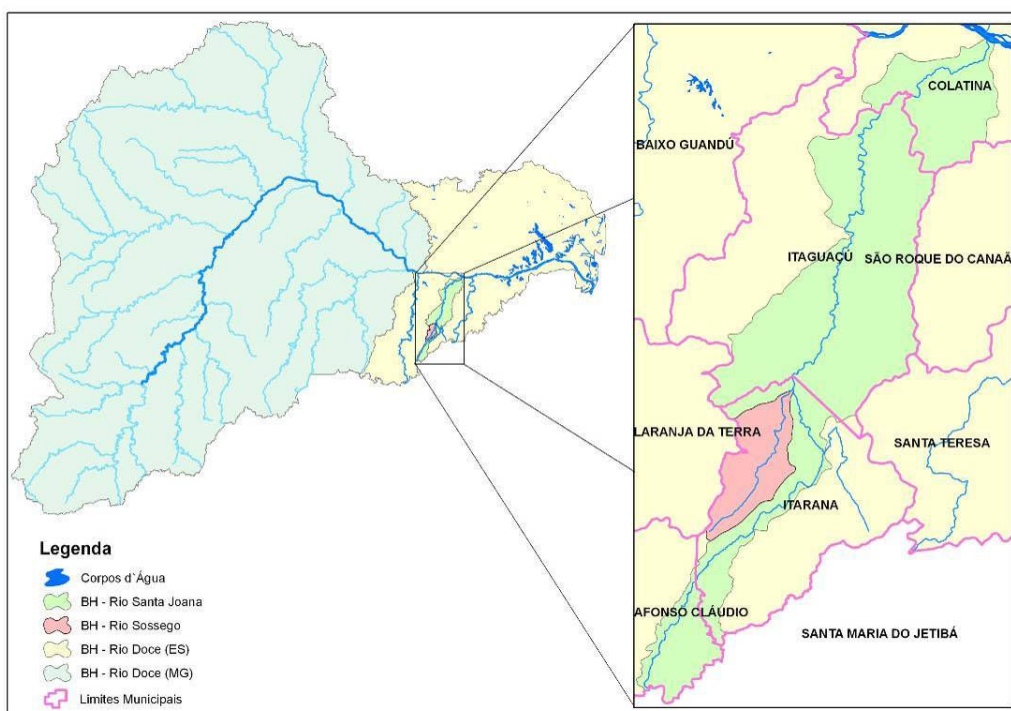


Figura 5 - Inserção da micro bacia do Córrego Sossego na bacia do Rio Doce.

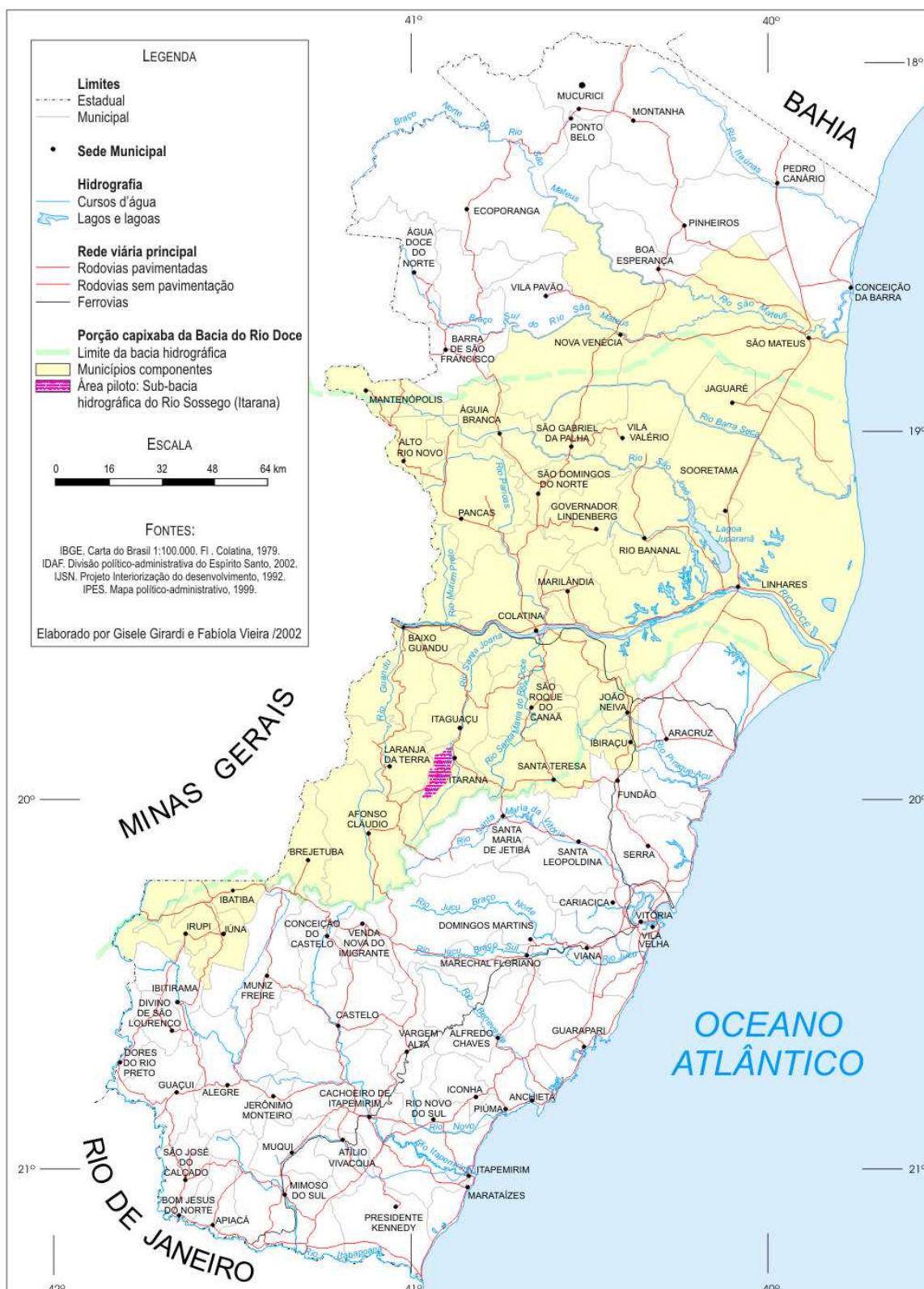


Figura 6 – Mapa de localização da Bacia do Córrego Sossego no Estado do Espírito Santo.
 Fonte: adaptado de GEARH (2003).

Conforme mencionado anteriormente (item 3.3.5.1), um dos fatores que sobremaneira justificaram a realização deste estudo na microbacia do córrego Sossego é o histórico de estudos e atividades (LABGEST, 2010a,b,c,d, 2011; POLONI, 2010; QUARENTEI, 2008, 2010; GIRARDI e QUARENTEI, 2008; SEBRAE, 2006; GEARH, 2003) construído desde 2002 nesse local que culminou recentemente no reconhecimento da área em nível estadual como sendo um “laboratório-vivo”.

Além de “bacia-experimental”, onde se aplicam, avaliam e aperfeiçoam técnicas/tecnologias, a bacia do Sossego enquanto “laboratório-vivo” possibilita também a observação e a pesquisa em situação, integrando aspectos sociais, ambientais, econômicos, técnicos, políticos e institucionais (TEIXEIRA et al., 2010), o que foi notadamente um dos intentos da pesquisa, dada a proposta de Pesquisa-Ação aqui adotada.

Assim, uma vez que aproximadamente oitenta e cinco por cento (85%) das propriedades possuem área na faixa entre 10 a 50 ha, onde predomina o segmento de pequenos proprietários de base familiar, sendo esta uma realidade predominante tanto em nível estadual (Espírito Santo) quanto nacional, considerou-se que a área de estudo é representativa para se discutir a temática aqui apresentada.

Puderam-se realizar, então, análises quanto à gestão de recursos hídricos (com foco no uso agrícola) avaliando as relações entre o nível global e local, numa realidade fragilizada (pequenas propriedades agrícolas de base familiar) e a limitações e a oportunidades relativas à integração interinstitucional e instituições-sociedade, dado o desenvolvimento do Projeto Sossego.

Outro fator que também reforça a escolha da presente área de estudo, foi a possibilidade de se avaliar a mesma num horizonte de tempo amplo (aproximadamente 8 anos, não apenas os 4 diretamente relacionados a esta

pesquisa) em virtude da realização de trabalhos diversos no local, muitos deles com caráter multi-interdisciplinar e com a participação do presente autor, desenvolvidos por técnicos e especialistas vinculados ao ou parceiros do LabGest (grupo de pesquisa o qual o autor está vinculado desde sua criação em 2006).

4.2.2 Desenvolvimento de modelo local em suporte à avaliação do uso da água na agricultura

Esta etapa consistiu basicamente em: levantamento de dados primários e secundários sobre a área de estudo, realização de oficinas participativas com aplicação do *River Basin Game* e estruturação do modelo local, que correspondem, respectivamente, aos passos “2) - Levantamento de dados” (item 4.2.2.1), “3) - Realização de oficinas participativas para estruturação do problema” (item 4.2.2.2) e “4) - Estruturação do modelo local” (item 4.2.2.3) do Procedimento Metodológico desenvolvido.

Esta etapa teve o objetivo geral de trazer efetivamente os atores envolvidos na temática para estruturar o problema RUAAI a ser enfrentado, propiciando, por fim, a construção de um modelo local legítimo e mais condizente com as especificidades locais.

Em todas as atividades os métodos de observação e participação diretas foram adotados.

4.2.2.1. Levantamento de dados primários e secundários sobre a área de estudo

A metodologia utilizada para a caracterização das especificidades (naturais, culturais, políticas, etc.) da área de estudo são apresentadas neste item.

Detalhes e discussão sobre as características locais levantadas serão apresentadas no item 5.3.1.

Conforme mencionado, diversos estudos, recentes e mais antigos, já tinham sido realizados no âmbito do Projeto Sossego, abrangendo muitas das informações requeridas dentro do escopo desta pesquisa com a participação direta ou indireta (LABGEST, 2010a,b,c,d, 2011) ou não havendo participação (POLONI, 2010; QUARENTEI, 2008, 2010; GIRARDI e QUARENTEI, 2008; SEBRAE, 2006; GEARH, 2003) do autor desta pesquisa na obtenção destas.

Nesse sentido, o Quadro 1 apresenta um resumo das principais referências utilizadas para a obtenção de informações em termos naturais, sócio-culturais, econômicos e político-institucionais importantes neste estudo. Em seguida, a metodologia para cada um dos itens apresentados no Quadro 1 é detalhada.

Ressalte-se que o contato com diferentes pesquisadores de diferentes formações em vários trabalhos, antes e durante o desenvolvimento da presente pesquisa, foi de grande relevância para o entendimento holístico situacional da área estudada. Além da consulta a estudos já realizados, foram obtidas informações por meio da realização de entrevistas e da aplicação de questionários estruturados e semi-estruturados.

Informações necessárias ao estudo	Principais referências
Caracterização dos aspectos naturais	
- Solos	GEARH (2003), POLONI (2010)
- Clima	INCAPER, POLONI (2010)
- Recursos hídricos	GEARH (2003), LABGEST (2011)
- Uso e cobertura do solo	GEARH (2003), POLONI (2010)
Caracterização dos aspectos sócio-culturais, econômicos e político-institucionais	GEARH (2003), SEBRAE (2006), QUARENTEI (2010)

Quadro 1 – Resumo das principais referências utilizadas para a obtenção de informações necessárias relativas à área de estudo.

Especificamente quanto às atividades de caracterização do uso da água na agricultura irrigada, foram seguidos os passos:

- 1) Seleção das propriedades-piloto
- 2) Diagnóstico de sistemas/equipamentos de irrigação
- 3) Diagnóstico do manejo de irrigação com o auxílio do aplicativo IRRIPLUS

Ressalta-se que a caracterização do uso da água na agricultura irrigada local é ponto central no procedimento metodológico, uma vez que o problema de gestão de águas observado na área de estudo é decorrente principalmente do uso deste recurso para fins de irrigação.

Nesse sentido, além da caracterização técnica do padrão da irrigação, buscou-se realizar uma análise integrada desta com outros aspectos que influenciam na gestão de águas agrícolas, tais como, aspectos sócio-culturais, político-institucionais e ambientais. Esta caracterização específica permitiu embasar a construção do modelo local, bem como a aplicação do método multicriterial posteriormente.

A metodologia adotada em cada um destes passos é apresentada a seguir.

- 1) Seleção das propriedades-piloto

O primeiro passo foi o levantamento das culturas agrícolas e dos sistemas de irrigação de maior representatividade na bacia do Córrego Sossego, a fim de que posteriormente fossem selecionadas as propriedades-piloto a serem trabalhadas. Nesse sentido, as culturas e os sistemas definidos como mais representativos foram, respectivamente: Café (conilon) (*Coffea canephora* L.),

Banana (*Musa* spp.) e “Inhame” (taro)¹² (*Colocasia esculenta*); e: Aspersão convencional, Microaspersão e Microjet (Figura 7).

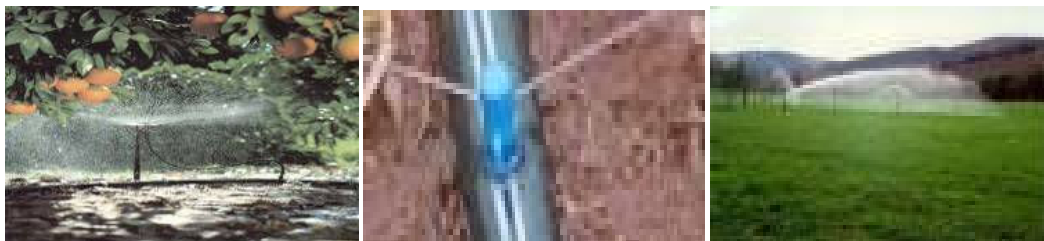


Figura 7 – Exemplos ilustrativos dos equipamentos utilizados na comunidade do Sossego: Da esquerda para a direita, microaspersão, microjet, aspersão convencional.

Em seqüência, com base no estudo do SEBRAE (2006), que apontou a existência de 148 propriedades na bacia do Sossego, buscou-se abranger cerca de 10% do total de propriedades, a fim de que a amostra se constituísse num retrato representativo das práticas usuais e da realidade local e que as propriedades escolhidas possibilitassem a adequada condução das atividades *in loco*.

Foram escolhidas, assim, 13 propriedades-piloto distribuídas ao longo de toda a bacia (Figura 8). Ressalta-se que atividades vêm sendo desenvolvidas nas propriedades-piloto desde 2007.

¹²Na área de estudo, a saber, bacia do Córrego Sossego (Município de Itarana, ES), bem como na maior parte do Estado do Espírito Santo, o “taro” (*Colocasia esculenta*) é conhecido como “inhame”. De acordo com Pedralli et al. (2002) durante o “I Simpósio Nacional sobre as Culturas do Inhame e do Cará”, realizado em abril de 2001, ficou estabelecido que o “inhame” chamado no Espírito Santo (neste caso a espécie *Colocasia esculenta*) passaria a ter a denominação definitiva de “taro” e as Dioscoreáceas (*Dioscorea* spp.), chamadas popularmente no norte/nordeste brasileiro de “inhames” e “carás”, passam a ter a denominação definitiva de “inhame”. Considerando o uso local da denominação do cultivar e a comunicação adequada com os produtores locais necessária para o desenvolvimento da pesquisa decidiu-se por manter a denominação “Inhame” para a *Colocasia esculenta*, neste trabalho.

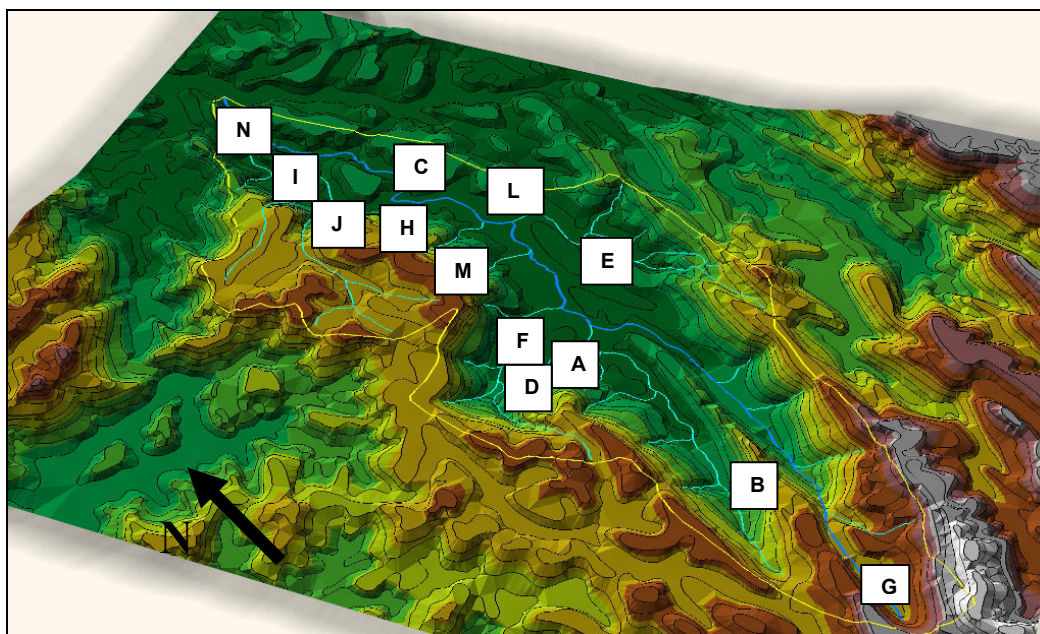


Figura 8 - Distribuição geográfica aproximada das propriedades-piloto da bacia do Sossego.

O Quadro 2 apresenta as informações básicas levantadas e as nomenclaturas adotadas neste estudo.

O total de sistemas de irrigação avaliados foi igual a 22, onde, dentre as 13 propriedades-piloto: nas propriedades B, C, E, H, J, M e N foi avaliado apenas um sistema de irrigação; nas propriedades D e G foram avaliados dois sistemas de irrigação e nas propriedades A, I e L foram avaliados três sistemas de irrigação (Quadro 2).

Assim, o padrão de nomenclatura utilizado foi: Sistema de Irrigação - Cultura - Número do Sistema - (Nomenclatura da Propriedade-Piloto). Por exemplo: "Microaspersão Banana 4 (M)".

Propriedades	Sistema de Irrigação	Cultura
A	Microaspersão 1	Café
	Microaspersão 1	Banana
	Microaspersão 2	Banana
B	Microjet 1	Café
C	Microaspersão 2	Café
D	Microaspersão 3	Banana
	Microaspersão 4	Banana
E	Microjet 2	Café
F	Microjet 3	Café
	Microjet 4	Café
G	Aspersão 1	“Inhame”
	Microjet 5	Café
H	Microjet 6	Café
I	Microaspersão 3	Café
	Microaspersão 5	Banana
	Microjet 7	Café
J	Microjet 8	Café
L	Aspersão 2	“Inhame”
	Microjet 9	Café
	Microjet 10	Café
M	Microaspersão 6	Banana
N	Microaspersão 4	Café

Quadro 2 – Culturas irrigadas e sistemas de irrigação avaliados nas propriedades-piloto selecionadas na bacia do Córrego Sossego.

2) Diagnóstico de sistemas/equipamentos de irrigação

Para o diagnóstico de sistemas/equipamentos e manejos de irrigação empregados nas 13 propriedades-piloto, foram realizados estudos quanto à uniformidade de distribuição de água na lavoura, baseando-se nas metodologias propostas por Merriam e Keller (1978), consideradas padrão e amplamente adotadas em estudos e pesquisas desta natureza¹³, inclusive utilizadas pelo

¹³O livro de Bernardo et al. (2005), material-referência na área de irrigação no Brasil, detalha a metodologia aqui adotada. Estudos nacionais e internacionais que avaliam o desempenho de sistemas de irrigação adotam tais metodologias e coeficientes propostos por Merriam e Keller (1978), dentre os trabalhos desenvolvidos pode-se citar: Antunes et al. (2001), Chamon (2002), Espíndula Neto (2002), Teixeira et al. (2003), Cordeiro (2006), Costa (2006).

autor em sua dissertação de mestrado (LOPES, 2006). A metodologia detalhada está apresentada no APÊNDICE IV.

Conforme mencionado no item anterior e apresentado no Quadro 2, o total de sistemas de irrigação avaliados foi igual a 22, onde, dentre as 13 propriedades-piloto: nas propriedades B, C, E, H, J, M e N foi avaliado apenas um sistema de irrigação; nas propriedades D e G foram avaliados dois sistemas de irrigação e nas propriedades A, I e L foram avaliados três sistemas de irrigação.

Anteriormente aos estudos quanto à uniformidade de distribuição, realizou-se o levantamento de informações acerca do padrão tecnológico da irrigação das propriedades selecionadas por meio de visitas às mesmas, realizando-se entrevista com a adoção de questionário semi-estruturado e com o suporte do INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural), por meio de esclarecimentos acerca das observações realizadas, tal como validação das informações obtidas com os produtores.

Assim, foram obtidos dados como: sistemas de irrigação utilizados, existência de projeto de irrigação; condição de operação dos equipamentos; forma de captação e condução da água de irrigação. Tais informações serão apresentadas e discutidas nos itens 3.1.2.1 e 3.1.2.2.

3) Diagnóstico do manejo de irrigação com o auxílio do aplicativo IRRIPLUS®

Seis sistemas foram selecionados com o objetivo de avaliar o manejo de irrigação praticado, ou seja, se havia o fornecimento da água na quantidade e no momento adequados. Os equipamentos selecionados e os respectivos períodos de acompanhamento estão apresentados no Quadro 3.

Sistema	Período acompanhado
Microaspersão Banana 6 (M)	01/12/2007 a 01/10/2008
Microjet Café 1 (B)	15/12/2007 a 01/12/2009
Microjet Café 5 (G)	15/10/2007 a 01/12/2009
Microaspersão Café 2 (C)	01/01/2008 a 15/03/2009
Microaspersão Café 3 (I)	01/12/2007 a 01/03/2009
Microaspersão Café 4 (N)	01/12/2007 a 15/02/2010

Quadro 3 - Sistemas com manejo da irrigação avaliados e períodos de acompanhamento.

O acompanhamento dos sistemas, quando possível, envolveu meses secos (agosto a outubro) e úmidos (novembro a janeiro), a fim de se constatar se existiam variações significativas de manejo nestes períodos.

Sem que houvesse interferência no procedimento habitual, os produtores dos seis sistemas, por meio do preenchimento de planilhas, indicaram a data em que foram efetuadas as irrigações e o tempo de funcionamento do equipamento, para que se pudesse obter a lâmina de irrigação aplicada, bem como, na presença de pluviômetros instalados próximos aos setores avaliados, o volume de precipitação pluvial.

O *software* IRRIPLUS^{®14} versão 2.25 foi utilizado como ferramenta de suporte para avaliar os manejos de irrigação realizados. Ressalta-se que o autor já possui experiência na aplicação do *software* em decorrência do uso do mesmo em seu trabalho de mestrado (LOPES, 2006) e que tal aplicativo já foi utilizado em diversas pesquisas científicas e tem trazido bons resultados no que tange a

¹⁴O IRRIPLUS[®] (ex-IRRIGA-GESAI[®] e ex-SISDA[®]) constitui-se em um sistema de apoio à decisão na área da agricultura irrigada com ênfase no manejo do sistema de irrigação (ZINATO et al., 2003a e b). Tal sistema foi desenvolvido em ação conjunta entre a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) do Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal (MMA), e a Universidade Federal de Viçosa (UFV) visando o planejamento da propriedade agrícola e o uso sustentado dos recursos. Segundo Mantovani e Costa (1998), a concepção geral do aplicativo considera três aspectos fundamentais: rigor científico sem perder de vista a praticidade na utilização; sistema de fácil comunicação e interação com o usuário; sistema que considera o gerenciamento integrado dos recursos hídricos, com visão ampla dos aspectos água, solo, clima, planta e sistema de irrigação.

avaliações do uso da água na agricultura (CORDEIRO, 2006; COSTA, 2006; TEIXEIRA et al., 2003; CHAMON, 2002; ESPÍNDULA NETO, 2002; ANTUNES et al., 2001). Por meio de avaliações de campo e de pesquisa na literatura, foram levantados os dados necessários para a utilização do *software* IRRIPLUS[®]. A metodologia adotada para a obtenção dos mesmos está apresentada no APÊNDICE V.

O programa realiza o cálculo do balanço hídrico ocorrido no período acompanhado, considerando a realidade edafo-climática local, as características das culturas e dos equipamentos utilizados e informou a variação da umidade do solo ao longo do tempo e como se deu o manejo da irrigação.

As necessidades hídricas foram calculadas pelo programa para o período acompanhado. Utilizou-se a Irrigação Real Necessária (IRN)¹⁵ como referência que foi comparada com as irrigações realizadas, o que possibilitou inferir qualitativamente o manejo da irrigação. Ademais, gráficos (apresentados nos resultados e discussão) e tabelas (vide APÊNDICE VI) da variação da umidade do solo no período e da IRN *versus* a irrigação aplicada foram fornecidos pelo programa com vistas a facilitar a análise do manejo praticado durante o período acompanhado.

4.2.2.2. Realização de oficinas participativas com aplicação do River Basin Game (RBG)

O *River Basin Game* (RBG) foi aplicado nas oficinas, trazido ao Brasil pelo autor do presente trabalho após realização de estágio no exterior (modalidade doutorado sanduíche) no DEV/UEA (Inglaterra) sob supervisão do idealizador do jogo, Professor Bruce Lankford.

¹⁵A equação que define a IRN está apresentada no Apêndice V.

O RBG é uma bacia virtual na qual é possível conduzir experimentos de acordo com cenários definidos por seus participantes. Basicamente, o RBG consiste num tabuleiro que representa uma bacia hidrográfica com um gradiente de declividade e bolas de gude para representar o fluxo de água. A versão construída para as oficinas possuía 6 “propriedades”, onde a água poderia ser desviada para uso, e bastões de madeira que eram utilizados para demonstrar como a construção de barragens ou desvios no curso natural influencia na distribuição da água na bacia (Figuras 9 e 12).

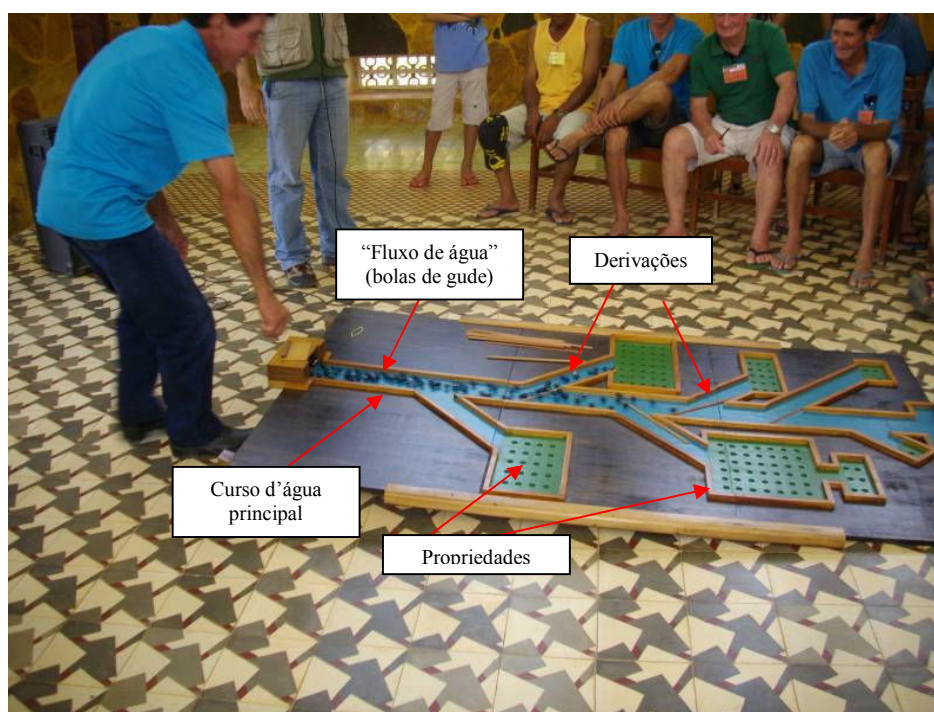


Figura 9 – Versão do RBG utilizada nesta pesquisa. Foto da oficina III.

O RBG foi aplicado em 4 oficinas, com duração de aproximadamente 3 horas, durante os meses de outubro e novembro de 2010 na bacia do Sossego (Quadro 4) como parte das atividades relacionadas ao problema levantado localmente: **reduzir os problemas de falta de água observados principalmente nos períodos secos na bacia, em decorrência essencialmente do mau uso da água na agricultura irrigada.**

As oficinas foram realizadas de forma a abranger as 12 comunidades inseridas na bacia (Figura 10 e Quadro 5). Momentos e locais mais adequados para a realização das oficinas foram definidos em conjunto com os produtores para que houvesse maior participação possível dos atores. Tais momentos foram sábados à tarde, após o término dos afazeres nas propriedades, em 2 locais de fácil acesso dentro da própria bacia, a saber, auditório da associação de produtores e igreja católica.

Oficina	Data	Duração	Local	No de Participantes	Comunidades representadas
Oficina I	30/10/10	3 horas	Auditório da APEPRUS (Baixo Sossego/Rizzi)	40	B. do Sossego/Boa Vista, Marquez, Baixo Sossego/Rizzi, Loriato, Meneghel
Oficina II	06/11/10	3 horas	Auditório da APEPRUS (Baixo Sossego/Rizzi)	25	B. do Sossego/Boa Vista, Baixo Sossego/Rizzi, Toniato
Oficina III	20/11/10	3 horas	Igreja Santa Rita (Meneghel)	45	Matutina, Penedo, Santa Helena, Loriato, Toniato
Oficina IV	27/11/10	3 horas	Igreja Santa Rita (Meneghel)	34	Meneghel, Loriato, Bananal, Alto Sossego

Quadro 4 – Informações gerais sobre oficinas com aplicação do RBG.

Comunidades
Barra do Sossego/Boa Vista
Marquez
Baixo Sossego/Rizzi*
Matutina
Santa Helena
Boa Vista/Toniato
Penedo
Meneghel
Loriato
Bananal
Alto Sossego

* agrupadas em apenas uma comunidade neste estudo

Quadro 5 – Organização das comunidades do Sossego adotada neste estudo

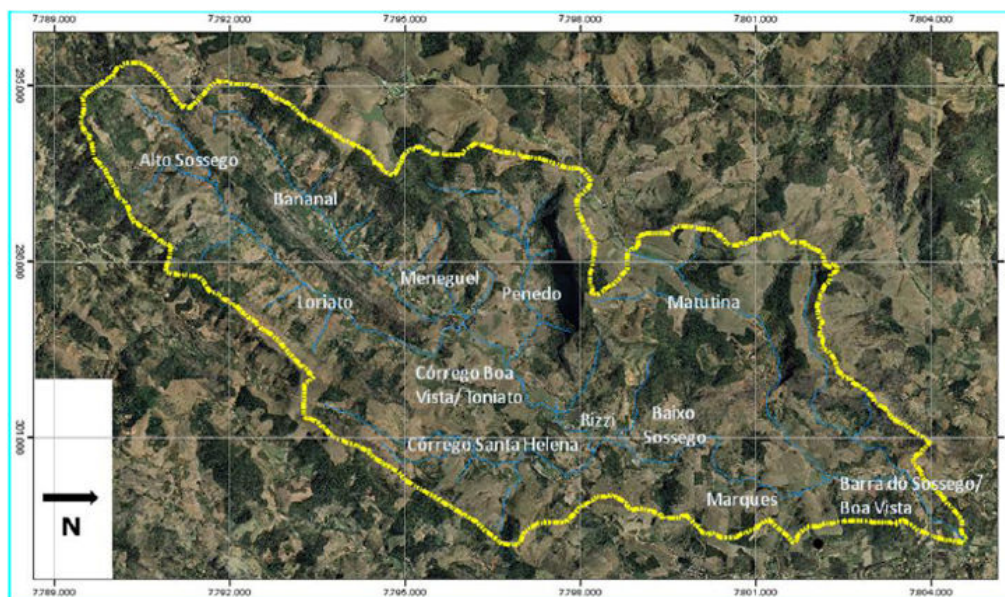


Figura 10 – Imagem de satélite com a localização aproximada das comunidades da bacia do Córrego Sossego.

Fonte: Organizado por Diogo Medici Poloni, 2009 (LabGest), com base em imagens cedidas pelo IEMA/2008.

Convites foram entregues em cada uma das propriedades (APÊNDICE VII) e não havia restrição quanto a quem poderia participar, era sugerido apenas que pelo menos uma pessoa representando a propriedade estivesse presente.

A condução do RBG nas oficinas foi ligeiramente adaptada, em relação ao apresentado em Lankford (2004a) e Magombeyi et al. (2008), de forma a melhor atender às condições locais (heterogeneidade e disponibilidade de tempo dos participantes, etc.) e de pesquisa (tempo, objetivos de pesquisa, etc.). Contudo, ressalta-se que a estrutura geral e a essência do jogo foram mantidas.

Com o objetivo de fazer um mapeamento inicial quanto às expectativas e sentimento dos produtores com relação às atividades que seriam desenvolvidas e à possibilidade dos problemas observados serem resolvidos, antes de se iniciar as oficinas, um questionário com duas questões foi entregue aos produtores:

- Questão 1: “Você acha que é possível reduzir o problema da falta de água no Sossego?”
- Questão 2: “Você acha que as atividades que serão realizadas ajudarão a reduzir o problema da falta de água no Sossego?”

Os produtores deveriam responder apenas “SIM”, “NÃO” ou “TALVEZ” e comentar suas respostas se quisessem. Não era necessário que os produtores se identificassem. Os resultados da aplicação desse questionário serão apresentadas no item 5.3.2.2.

Na abertura das oficinas, enfatizava-se a necessidade de “se estar junto para resolver o problema”, “cooperar, ceder e participar” e a valorização tanto do saber técnico quanto do saber local (Figura 11).

Os participantes, então, se apresentavam e diziam a qual comunidade pertenciam e, em seguida, iniciava-se o RBG. Na primeira etapa do jogo, foi feita uma retrospectiva de 100 anos até os dias atuais de como se deu o uso e ocupação do território e de como isso influenciou na quantidade de água disponível atualmente, tanto no período chuvoso quanto no período seco.

Durante esta etapa, bolas de gude são lançadas para representar os diferentes volumes de água escoados nos períodos seco e chuvoso (menos e mais bolas, respectivamente), bem como, por meio do uso de bastões de madeira, demonstrava-se como a instalação de barragens ou desvios de água para uso nas propriedades influencia no fluxo hídrico natural e na disponibilidade de água em toda a bacia (Figuras 9 e 12). Destaca-se que a visualização externa da unidade bacia hidrográfica aos participantes do RBG é propiciada pela configuração do tabuleiro numa bacia virtual, facilitando o entendimento da dinâmica hídrica aos participantes do jogo e posteriores discussões. Assim, os participantes podem perceber de forma mais fácil o que acontece em sua bacia ao longo do tempo e em seu cotidiano.

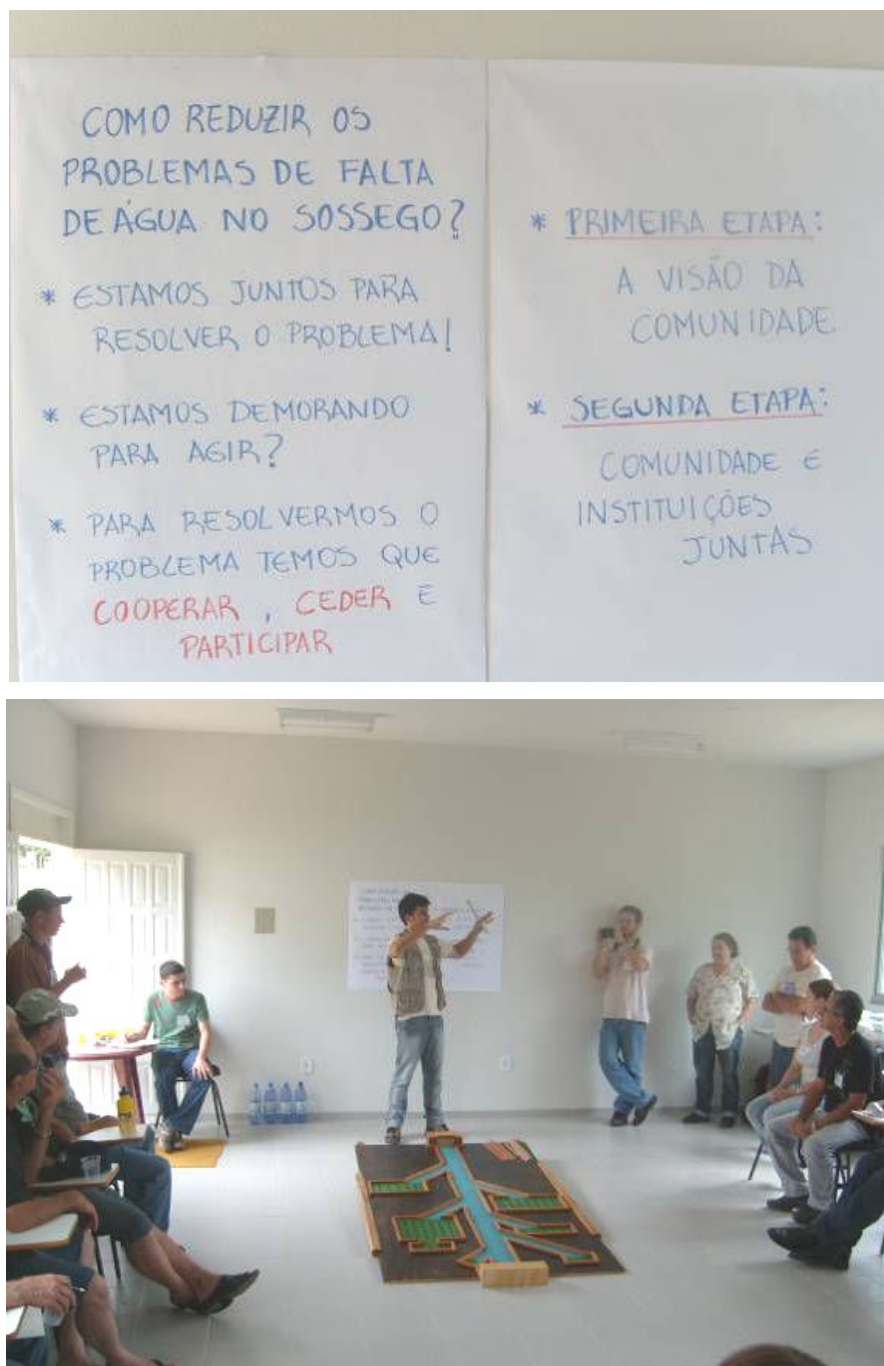


Figura 11 – Palavras iniciais nas oficinas. Foto Oficina I.

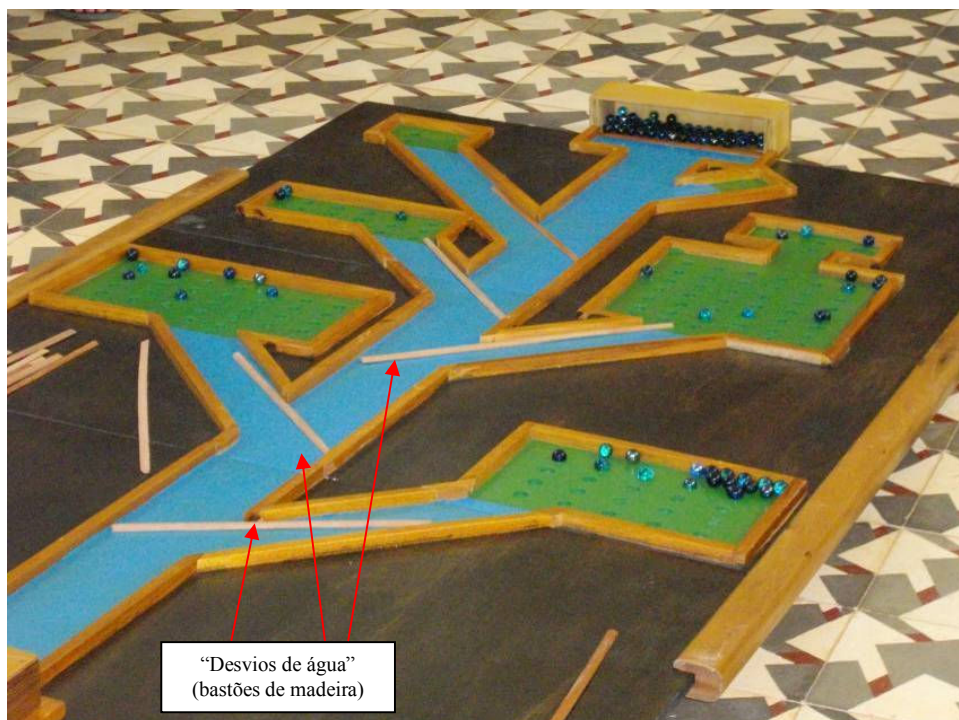


Figura 12 – Exemplo da distribuição da “água” na “bacia” em função das barragens/desvios implantados, após lançamento de bolas de gude. Foto da Oficina III.

A segunda etapa consistiu das discussões em grupos. Os produtores foram divididos em 6 grupos (pois eram 6 as propriedades no tabuleiro), em média com 5 a 7 integrantes, onde se tentou misturar ao máximo e na medida do possível: localizações na bacia, idades, homens e mulheres. Neste último caso, dada a maior presença de homens, os grupos formados tinham preferencialmente pelo menos 2 mulheres, para que estas ficassem mais à vontade e pudessem expor suas idéias (Figura 13).

Na etapa em grupos, 3 atividades foram desenvolvidas. Os dois primeiros momentos pretendiam motivar uma análise global do problema, tentando não entrar ainda em detalhes das especificidades locais, aproximando nos grupos produtores localizados em diferentes partes da bacia na tentativa de incentivá-los a analisar a situação sob outras perspectivas. O último momento já entrava no mérito da discussão de alternativas para o problema local com base nas experiências e opiniões dos produtores.



Figura 13 - Grupos de discussão formados. Foto da Oficina IV.

As 3 atividades foram:

1) Escolha/competição por um local na bacia

Neste momento os grupos definiam qual dos 6 locais gostariam de ocupar (em função da localização, da disponibilidade hídrica, dos interesses econômicos, etc.) e escolhiam um representante para a corrida ao território (Figura 14 e 15). A escolha se dava por ordem de chegada. Aqueles que não conseguiam chegar aos locais desejados pelos grupos tinham que escolher um outro local.

2) Apresentação da escolha ao público e comentários

Após definidos os lugares, cada um dos representantes explicava ao público os motivos da escolha, problemas e alternativas para os locais definidos, etc. Durante este momento ocorria debate com o público (Figura 16).



Figura 14 – Representantes dos grupos alinhados para competir pelo lugar desejado no território.
Foto da Oficina III.



Figura 15 – Chegada dos representantes aos lugares desejados. Foto da Oficina III.



Figura 16 – Apresentação ao público do porquê da escolha e dos problemas e alternativas específicos ao local. Foto da Oficina III.

3) Discussão sobre os/apresentação dos problemas da e alternativas para a bacia do Sossego

Neste último momento, em cada grupo formado, um facilitador (professores, graduandos ou pós-graduandos da UFES) auxiliava na condução das discussões (Figura 17), sempre tentando deixar os produtores o mais à vontade possível e apenas apoiando na sistematização das informações por meio do uso de planilha (APÊNDICE XXXVII), onde eram apontados os principais problemas, alternativas de ação e o que dificultava e facilitava a adoção de tais alternativas dentro do contexto observado na bacia do Sossego.

Os facilitadores foram orientados a apresentar material previamente levantado pelo GCC¹⁶ para que o que fora apontado pelos representantes fosse então avaliado por um número maior de pessoas da comunidade. A orientação foi a de que tal material fosse apresentado apenas no fim das discussões, a fim de que o grupo trabalhasse com as próprias idéias. As informações discutidas eram então reorganizadas em cartolinas (vide APÊNDICE VIII e Figura 18) e apresentadas para toda a platéia (Figura 19) – preferencialmente por um produtor ou, pelo menos, com a presença de um representante do grupo para fazer alguns comentários durante a explanação do facilitador.

Ao fim de todas as oficinas, todo o material coletado foi sistematizado pelo autor deste trabalho. As discussões referentes a este material coletado se encontram no item 5.3.3.4.



Figura 17 – Discussão nos grupos sobre problemas e alternativas para o Sossego. Foto da Oficina IV.

¹⁶No âmbito do Projeto Sossego foi realizada eleição democrática de 3 ou 4 representantes para cada uma das 12 comunidades inseridas na bacia para compor o Grupo Coordenador da Comunidade – GCC. Não havia restrições para os candidatos, e apenas a solicitação de que pelo menos uma mulher deveria ser representante. O primeiro passo no processo de estruturação do problema local com os produtores do Sossego, realizado anteriormente a esta pesquisa, consistiu do levantamento, pelos representantes do GCC, dos problemas e potenciais soluções na bacia, que não ficaram restritos aos relacionados à gestão de águas.



Figura 18 – Preparação do material discutido nos grupos para apresentação ao público. Foto da Oficina II.



Figura 19 – Apresentação ao público dos problemas e alternativas de solução na visão dos grupos formados. Foto da Oficina I.

Paralelamente às oficinas com produtores, foram realizadas visitas técnicas com especialistas nos temas prioritários levantados. As visitas consistiam do reconhecimento de toda a bacia e paradas em pontos estratégicos (Figura 20) para observações e discussões pertinentes acerca da temática.



Figura 20 – Visita técnica de especialistas na bacia do Sossego.

O Quadro 6 apresenta as formações dos especialistas que participaram das visitas técnicas e suas respectivas instituições. A escolha de especialistas foi amostral, contemplando pelo menos um representante de instituições de ensino e pesquisa e assistência técnica e fiscalização afins à temática estudada, que não fossem técnicos alocados nos escritórios locais da área de estudo (Município de Itarana-ES), para que as informações levantadas fossem as mais imparciais possíveis. Ao mesmo tempo, tais especialistas foram selecionados com base em suas experiências em questões similares, ao estudado aqui, em outras regiões.

Especialistas	Instituições¹⁷
Engenheiro Civil, especialista em recursos hídricos e hidrologia	UFES
Engenheiro Agrônomo, especialista em práticas de conservação de solo e água	INCAPER
Engenheiro Agrônomo, especialista em licenciamento de barragens e reservatórios para fins agrícolas	IDAF
Geógrafo, especialista em práticas de conservação de solo e água e legislação florestal	IEMA
Engenheiro Civil, especialista em recursos hídricos e hidrologia	UFES
Administrador de Empresas, especialista em gestão rural	INCAPER
Engenheiro Agrícola, especialista em manejo de irrigação e gestão de microbacia	UFES
Engenheiro Agrônomo, especialista em gestão agrícola	INCAPER
Engenheiro Agrícola, especialista em manejo de irrigação	IFES
Biólogo, especialista em recuperação de áreas degradadas	ESFA
Engenheiro Florestal, especialista em silvicultura	IFES

Quadro 6 – Especialistas participantes das visitas técnicas na bacia do Sossego e respectivas instituições.

Após a visita, os especialistas utilizaram o mesmo modelo de planilha utilizado nas oficinas com produtores para apontar na visão deles os principais problemas e as possíveis alternativas de ação para serem adotadas (APÊNDICE XXXVII). As discussões referentes a este material coletado também se encontram no item 5.3.3.4.

Todo o material gerado foi sistematizado e utilizado para compor o modelo local (item 4.2.2.3, a seguir), bem como retornou aos atores para a preparação para a oficina de aplicação da Análise Multicriterial (item 4.2.3).

¹⁷UFES – Universidade Federal do Espírito Santo; INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural; IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos; IDAF – Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo; IFES – Instituto Federal do Espírito Santo; ESFA – Escola Superior São Francisco de Assis (município de Santa Teresa).

4.2.2.3. Estruturação do modelo local

A partir das atividades anteriores, foi possível estruturar um modelo para a área de estudo em subsídio à gestão de águas agrícolas locais.

O primeiro passo consistiu do agrupamento, em critérios e subcritérios, das informações mais relevantes/mais apontadas por produtores (nas oficinas) e especialistas (nas visitas técnicas). Tal sistematização foi realizada pelo autor do trabalho, atuando como facilitador, e utilizada também na aplicação da Análise Multicriterial, o que será detalhado no item a seguir.

Tendo a sistematização inicial dos principais pontos propostos a serem trabalhados no local, foi possível cruzar as informações levantadas, nas oficinas com produtores e nas visitas técnicas com especialistas, com a estrutura do Modelo Racional Amplo (MRA), produto apresentado no item 5.1.

Na tentativa de avançar quanto à co/auto-gestão de recursos hídricos no nível local, foi possível definir alguns indicadores para a área estudada, contextualizados à realidade observada. Indicadores, segundo Marques et al. (2003, p. 68), “são uma medida do efeito da ação do sistema sobre o descritor”.

4.2.3 Aplicação do modelo local desenvolvido em suporte à construção de estratégia de (co/auto) gestão comunitária quanto ao uso da água e manejo de irrigação

Esta etapa teve o objetivo de trazer os responsáveis pelo desenvolvimento do modelo local para o processo em auxílio à tomada de decisão, visando, assim, a discussão em direção à adoção de medidas legitimadas pelos atores que compõem o processo. Conforme mencionado o problema a ser trabalhado foi: **reduzir os problemas de falta de água observados principalmente nos**

períodos secos na bacia, em decorrência essencialmente do mau uso da água na agricultura irrigada.

Para tanto, tal etapa consistiu basicamente da realização de oficinas participativas com aplicação de Análise Multicriterial (AM) e formação de comissões de acompanhamento para cada um dos critérios definidos previamente.

A AM se deu de forma qualitativa, no intuito de explicitar as visões dos atores sobre como o problema poderia ser resolvido, expressas pelos pesos atribuídos a critérios e subcritérios.

A utilização da AM se deu em duas oficinas, a primeira, separadamente, apenas para produtores e apenas para instituições (Figuras 21 e 22) e a segunda com todos juntos (Figuras 23 e 24). Quanto a instituições, houve a participação de 6 relacionadas à temática, a saber, INCAPER, IDAF, IEMA, Polícia Militar e Ambiental, Secretarias Municipais de Agricultura e Meio Ambiente e de Educação, Cultura e Desporto de Itarana, que foram representadas por 1-2 técnicos/analistas.

Quanto a produtores, participaram 3-4 representantes de cada uma das 12 comunidades (não necessariamente do GCC) que foram escolhidos entre eles próprios. Os mesmos representantes de produtores e instituições deveriam participar em ambas as oficinas.

A primeira oficina consistia da preparação para entendimento da AM e, a partir daí, a atribuição de pesos para critérios e sub-critérios sistematizados nas etapas anteriores (Quadro 7). Foi realizada, então, apresentação do que consistia a e os objetivos da aplicação da AM e entregue o material levantado nas etapas anteriores para ser avaliado pelos participantes.

A segunda oficina compreendeu basicamente a apresentação de alguns dos resultados dos pesos atribuídos por representantes de instituições e produtores e formação de comissões de acompanhamento para cada um dos 5 critérios levantados previamente, onde foram realizadas novas atribuições de pesos (Figuras 23 e 24). A formação das comissões se deu de forma voluntária, onde os representantes de instituições e produtores escolheram quais comissões tinham interesse em participar.



Figura 21 – Oficina de preparação realizada apenas com produtores.



Figura 22 – Oficina de preparação realizada apenas com instituições.



Figura 23 – Oficina final com produtores e instituições juntas.



Figura 24 – Discussões nas cinco comissões de acompanhamento formadas durante a oficina final com produtores e instituições juntas.

O método multicriterial utilizado foi o *Weighted Average Method* (WAM; Método dos Pesos Médios – MPM), por meio de planilha desenvolvida por Fontane (2002) e anteriormente aplicada no trabalho de Zamprognio (2004). A escolha deste método se deu, pois a principal intenção deste estudo foi perceber se a aplicação de um método dessa natureza poderia ser adequadamente conduzida no nível local, com um grupo heterogêneo, composto por produtores e instituições, observado na área de estudo. Assim, o MPM foi selecionado por se

considerar que o mesmo poderia ser adequadamente entendido pelos atores a fim de facilitar a estruturação e o entendimento do problema e, assim, subsidiaria a construção coletiva de estratégia de ação em direção a solução do problema observado.

O MPM possui planilha já implementada em Excell e, basicamente, seguiu as seguintes etapas:

(1) Determinação dos critérios, subcritérios e alternativas considerados na análise do problema

Os critérios e subcritérios utilizados foram aqueles sistematizados pelo autor após realização das oficinas com produtores e visitas técnicas com especialistas (Quadro 7).

As alternativas, a saber, Regiões Altas e Regiões Baixas, foram definidas com base na forma como produtores e instituições lidam com a bacia, principalmente quando há intervenções ou conflitos na mesma.

(2) Determinação da importância relativa de cada critério

Cada critério deveria ser classificado pelos participantes como “Importante”, “Pouco importante”, “Não é importante” e os valores respectivos eram 3, 2 e 1, para fins do cálculo no método. Em não havendo diferenças de importância entre eles, o cálculo seria feito adotando-se o mesmo valor para todos; o que no caso foi 1. Após a definição da importância relativa de cada critério, a normalização da importância “peso” para cada critério foi obtida dividindo o valor da importância relativa pela soma de todos os valores de importância.

(3) Determinação da importância relativa de cada subcritério

Para a definição dos pesos para cada um dos subcritérios levantados dentro de cada critério, uma nota 100 (100 foi adotado para melhor entendimento pelos participantes; 1, para fins de uso no método) deveria ser distribuída entre os subcritérios pelos participantes em seus respectivos grupos.

A soma dos pesos dados a cada um dos subcritérios deveria ser igual a 100 (ou 1). Após a definição da importância relativa de cada critério, a normalização da importância “peso” para cada subcritério foi obtida dividindo o valor da importância relativa pela soma de todos os valores de importância. Isso produziu um conjunto de “pesos” cuja soma é 1.

Nesse caso, obteve-se resultados em separado para produtores e instituições e da média entre estes dois grupos para cada subcritério que foram utilizados no cálculo final dos graus de preferência (etapa 7), a fim de verificar se seriam verificados resultados finais distintos, para cada uma das visões.

(4) Avaliação do comportamento das alternativas em relação a cada subcritério

Tal avaliação foi feita em dois momentos: o primeiro, durante a oficina de preparação e o segundo durante a oficina final.

No primeiro momento, os produtores (organizados em grupos por comunidade) e as instituições fizeram um primeiro exercício de avaliação do comportamento das alternativas em relação aos subcritérios decidindo o nível de facilidade/dificuldade de adoção dos subcritérios analisando as duas alternativas apresentadas, a saber, Regiões Altas e Regiões Baixas. Este comportamento deveria ser descrito como “Muito Difícil”, “Difícil”, “Mais ou Menos Difícil”, “Fácil”, “Muito Fácil”. Nesta etapa foram feitas apenas análises quantitativas percentuais, onde foram gerados gráficos e tabelas e estes apresentados na

reunião final. Tal análise não entrou na aplicação do método, mas serviu como fonte de informação comparativa importante para a análise das respostas de produtores, instituições e comissões de acompanhamento.

No segundo momento, já nas comissões de acompanhamento formadas, foram realizadas duas avaliações pelos grupos, considerando regiões altas e baixas da bacia:

a) Grau de dificuldade da adoção das medidas (subcritérios) em cada uma das alternativas:

- Nesta análise, os valores 1 e 5 foram adotados para representar, respectivamente, maior dificuldade ou maior facilidade em serem adotadas medidas (subcritérios) nas alternativas consideradas (Regiões Altas e Regiões Baixas).

b) Nível de impacto em toda a bacia em função da adoção das medidas (subcritérios) em cada uma das alternativas:

- Nesta análise, os valores 1 e 5 foram adotados para representar, respectivamente, menor impacto ou maior impacto em toda a bacia em decorrência da adoção de medidas (subcritérios) nas alternativas consideradas (Regiões Altas e Regiões Baixas).

As duas análises acima foram realizadas, de forma geral, para inferir a visão das comissões quanto a se haveria diferenças significativas quanto à adoção de medidas nas duas regiões consideradas e, assim, a partir desse melhor entendimento, tentar definir uma ordem de prioridades de ação.

Ressalta-se que os valores finais atribuídos (1 ou 5) foram decididos por maioria de votos, ou seja, em não havendo unanimidade no valor a ser definido entre os componentes, prevalecia aquele que obtivesse maior votação. No caso de haver empate, a comissão deveria definir o resultado final. Este detalhe de condução

foi adotado a fim de mapear com maior precisão, dentro das comissões, se haveria consensos ou não no processo de escolha final, a fim de ressaltar aos próprios participantes a complexidade de um processo decisório e a necessidade de se cooperar sempre e ceder a visões distintas em algumas ocasiões.

(5) Cálculo final dos graus de preferência

Os valores adotados para cada subcritério foram então combinados, resultando em um único valor para o critério e os valores dos critérios de uma alternativa foram também combinados, resultando num único valor (grau de preferência) para essa alternativa. A alternativa com maior valor é aquela que expressa o maior grau de preferência dos participantes.

Conforme mencionado na etapa 3, foram realizadas simulações com as médias dos pesos dos subcritérios separadamente apontadas por produtores e instituições e com as médias entre estes dois grupos, a fim de verificar se seriam observados resultados finais distintos, para cada uma das visões.

O grau de preferência das alternativas foi então definido pelo somatório dos produtos dos pesos normalizados vezes o valor obtido através da escala adotada para cada critério. Ou seja, a preferência (S) de uma alternativa 1 será:

$$S_1 = \sum_{i=1}^n W_i * R_{i,1}$$

onde i representa os vários critérios

$$S_j = \sum_{i=1}^n W_i * R_{i,j}$$

onde j representa as várias alternativas

Para facilitar o entendimento da estruturação adotada para a apresentação dos resultados da aplicação da metodologia deste item, listam-se abaixo os itens e subitens definidos que constam no item 5. Resultados e Discussão:

Item 5.4.1.

Realização de oficinas participativas com aplicação de Análise Multicriterial (Passo “5” do PM – “Realização de oficinas participativas para estruturação do problema”)

Subitens

- Resultado dos pesos atribuídos a critérios e subcritérios (5.4.1.1.)
- Avaliação dos resultados dos graus de preferência (5.4.1.2.) (contendo o passo “6” do PM – “Formação de comissões de acompanhamento para implementação do plano de ação”)
- Análise geral sobre a aplicação do método multicriterial nas oficinas (5.4.1.3.)

Item 5.4.2.

Análise do Modelo Local com o auxílio da aplicação da Análise Multicriterial

Subitens

- Quanto aos resultados do grau de importância atribuída aos critérios (5.4.2.1)
- Quanto ao resultado da análise de adoção de medidas em regiões altas ou baixas (5.4.2.2.)
- Avaliando o critério “Manejo de irrigação” (5.4.2.3.)
- Avaliando o critério “Práticas de reservação/distribuição de água” (5.4.2.4.)
- Avaliando o critério “Práticas de conservação de água e solo” (5.4.2.5.)
- Avaliando o critério “Reflorestamento/recuperação de nascentes e áreas degradadas” (5.4.2.6.)
- Avaliando o critério “Ações não-estruturais (temas transversais)” (5.4.2.7.)

Por fim, o item 5.5., corresponde ao fechamento do trabalho apresentando as contribuições do desenvolvimento do PM ao tema RUAAI

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

ETAPA 1: APROFUNDAMENTO SOBRE O TEMA RUAAI

5.1 CONSTRUÇÃO DE MODELOS CONCEITUAIS DE RUAAI

A partir das atividades relacionadas ao entendimento do tema RUAAI, já apresentadas no item 3.2, referentes à revisão de literatura acerca da temática, foi possível sistematizar as observações em modelos conceituais.

Visando promover um debate mais amplo na referida temática, ao abranger, além dos aspectos técnicos, econômicos e ambientais usuais, aspectos sociais, culturais, políticos e institucionais, a construção dos modelos aqui propostos visou, de forma geral:

- Sistematizar aspectos envolvidos na temática, antes dispersos;
- Trazer/destacar elementos importantes na temática, mas geralmente não considerados na ciência de irrigação dominante;
- Cruzar aspectos relacionados às gestões de águas, agrícola e de irrigação, dada a importância sócio-econômica da agricultura irrigada em nível mundial.

São apresentados, então, respectivamente nos Quadros 8 e 9, dois modelos conceituais globais, a saber, **Modelo Racional-Hegemônico (MRH)** e **Modelo Racional-Amplo (MRA)**.

O MRH (Quadro 7) representa como a literatura e as políticas predominantes no tema RUAAI consideram como se deveria buscar o “uso racional” da água na agricultura, conforme apresentado, principalmente nos itens 3.2.3.1 e 3.2.3.2.

TEMA 1 – Ambiental	TEMA 2 – Técnico-Econômico
<u>Descritor 1.1</u> Garantia da vazão ecológica	<u>Descritor 2.1</u> Dimensionamento de projetos de irrigação
<u>Descritor 1.2</u> Conservação de aquíferos	<u>Descritor 2.2</u> Manejo de irrigação
<u>Descritor 1.3</u> Conservação de ecossistemas	<u>Descritor 2.3</u> Manutenção de sistemas de irrigação
<u>Descritor 1.4</u> Manter qualidade da água	<u>Descritor 2.4</u> Captação/Reservação de água para irrigação
<u>Descritor 1.5</u> Manter qualidade dos solos	<u>Descritor 2.5</u> Eficiência do uso e produtividade da água

Quadro 7 – Modelo Racional-Hegemônico.

Como se pode observar, o MRH apresenta apenas os temas “Ambiental” e “Técnico-Econômico”. O primeiro tema, “Ambiental”, descreve os principais requisitos ambientais relacionados ao uso da água na irrigação que devem ser considerados quando da implantação de um projeto de irrigação.

Isto é, quando da implantação de um projeto de irrigação, a vazão ecológica deve ser atendida e aquíferos conservados (por exemplo, garantia das funções ecológicas dos ecossistemas naturais e de água para outros usuários), ecossistemas preservados (por exemplo, não haver cultivos irrigados em áreas protegidas por lei, tais como APPs e UCs), e qualidade de água e solo mantidas (por exemplo, cuidados com salinização, adoção de drenagem).

O segundo tema, “Técnico-Econômico”, aponta os principais requisitos técnicos da irrigação que devem ser considerados a partir da análise econômica relacionada à escolha do sistema de irrigação e da cultura a ser irrigada. Ou seja, o tipo de equipamento a ser adotado é aquele que dentro das especificidades locais (mão-de-obra, valor de mercado da cultura a ser irrigada, disponibilidade hídrica, etc.) propicia a melhor rentabilidade ao produtor irrigante, atendendo às prerrogativas da legislação ambiental.

Assim, o dimensionamento do projeto de irrigação (do volume de água destinado à irrigação), o manejo de irrigação (quando e quanto irrigar), a manutenção do equipamento para sua melhor condução e maior durabilidade e a infra-estrutura necessária para reservar o volume de água dimensionado, são os principais requisitos técnicos. Junto a esses descritores, insere-se também o relacionado à eficiência do uso e produtividade da água (Descritor 2.5), representado pelos indicadores WUE e WP, que têm sido, mais recentemente e efetivamente, considerados, pela ciência de irrigação formal.

Em linhas gerais, a visão predominante tem o foco na ampliação da infra-estrutura de reservação e em melhorias de eficiência no uso da água, basicamente, por meio de melhorias nos sistemas e no manejo de irrigação no nível de propriedade, conforme ressalta Wichelns (2003). Tal realidade é ilustrada pelos exemplos, principalmente de países em desenvolvimento, como o Brasil e a África do Sul, onde as políticas atuais têm incentivado a ampliação do uso da irrigação (CHRISTOFIDIS, 2008; LANKFORD, 2006).

Entretanto, apesar do maior controle nas captações de água a serem utilizadas (por exemplo, por meio do instrumento outorga da PNRH), a fim de que os mananciais (superficiais e subterrâneos) sejam mantidos em níveis adequados, nesse modelo não se constata de forma efetiva uma visão integrada, por exemplo, na escala de microbacia, onde deveriam ser considerados outros fatores e impactos da adoção de determinada prática na coletividade.

Sistemas de alta eficiência com resultados inadequados do uso da água em todo o mundo (OLIVEIRA et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2007; LOPES, 2006; COSTA, 2006; GEARH/LABGEST, 2006; REIS et al., 2005; ELDER et al., 2005; LUQUET et al., 2005; CAPRA e SCICOLONE, 2004; BONTEMPS e COUTURE, 2002; PEREIRA et al., 2002; CHAMON, 2002; SKAGGS, 2001; SOUZA, 2000; BARTH, 1999; BONOMO, 1999; CAPRA e SCICOLONE, 1998) é um claro retrato de que o “sistema atual da racionalização” precisa avançar. Avanços técnicos da

irrigação são patentes e importantes, mas outros aspectos relacionados a especificidades locais, tais como, limitações sócio-econômicas, padrões de comportamento local, anseios locais de produção, ainda não foram incorporados adequadamente nas discussões.

Esta realidade pode estar ocorrendo, pois o entendimento de racionalização ainda está muito ligado apenas à idéia de melhorias técnicas de equipamentos, para aumento de produtividade, que segue a uma lógica simplificadora que não considera as diversas realidades. Como se observa, o problema não é apenas o uso de um determinado sistema de irrigação ou a melhoria na eficiência no uso da água, mas, também, os seguintes questionamentos: Até quanto é possível irrigar na realidade local? Estão sendo consideradas as especificidades locais e impactos que a irrigação poderá vir a trazer?

Nesse sentido, o MRA (Quadro 8), como sua própria denominação traz, é uma tentativa de ampliar a análise do tema RUAAL ao incorporar e ressaltar outros aspectos ao debate e discutir suas inter-relações. Assim, o modelo foi organizado nos temas “Ambiental”, “Técnico”, “Político-Econômico” e “Sócio-Cultural”. Poder-se-ia questionar que estes dois últimos temas do MRA já poderiam estar permeados no MRH, porém a intenção da construção do MRA é justamente reforçar que os demais aspectos deveriam ser igualmente evidenciados na análise.

Como se observa, o aspecto econômico, anteriormente embutido no aspecto técnico do MRH, passa a ser incorporado no fator político no MRA. Tal sistematização se deu para evidenciar a análise do fator econômico num plano mais amplo, de definições de políticas e programas governamentais mais inclusivos e democráticos. Desta forma, se por um lado o tema “Político-Econômico” dá ênfase à escala de macro políticas, o tema “Sócio-Cultural” tenta trazer com maior clareza a escala e especificidades locais. Assim, tenta-se avaliar melhor as inter-relações entre as escalas macro e micro.

TEMA 1 – Ambiental	TEMA 2 – Técnico
<u>Descritor 1.1</u> Garantia da vazão ecológica	<u>Descritor 2.1</u> Dimensionamento de projetos de irrigação
<u>Descritor 1.2</u> Conservação de aquíferos	<u>Descritor 2.2</u> Manejo de irrigação
<u>Descritor 1.3</u> Conservação de ecossistemas	<u>Descritor 2.3</u> Manutenção de sistemas de irrigação
<u>Descritor 1.4</u> Manter qualidade da água	<u>Descritor 2.4</u> Captação/Reservação de água para irrigação
<u>Descritor 1.5</u> Manter qualidade dos solos	<u>Descritor 2.5</u> Eficiência do uso e produtividade da água
TEMA 3 – Político-Econômico	TEMA 4 – Sócio-Cultural
<u>Descritor 3.1</u> Políticas de preços e mercado	<u>Descritor 4.1</u> Conhecimento sobre políticas agrícolas/ambientais/de recursos hídricos
<u>Descritor 3.2</u> Subsídios para aquisição de insumos	<u>Descritor 4.2</u> Organização/Participação da comunidade
<u>Descritor 3.3</u> Subsídios para aquisição/melhoria de sistemas de irrigação	<u>Descritor 4.3</u> Modelo(s) de produção agrícola
<u>Descritor 3.4</u> Assistência técnica	<u>Descritor 4.4</u> Mão-de-obra local
<u>Descritor 3.5</u> Destinação da produção agrícola irrigada	<u>Descritor 4.5</u> Acesso aos recursos naturais/hídricos
<u>Descritor 3.6</u> Implementação de políticas agrícolas/ambientais/de recursos hídricos	
<u>Descritor 3.7</u> Dinâmica de reservação e distribuição de água	
<u>Descritor 3.8</u> Relações inter-institucionais e instituições-sociedade	

Quadro 8 – Modelo Racional-Amplio.

Assim, o MRA pode servir como base para alguns questionamentos que têm sido observados a partir dos descritores que o compõem. Nesse sentido, a seguir, alguns questionamentos são colocados a fim de ilustrar como tais descritores podem auxiliar no debate específico dentro de cada um dos temas e na definição posterior de indicadores locais. Ressalta-se que alguns questionamentos são colocados para mais de um descritor, dada a maior afinidade entre alguns deles.

- Quanto ao tema “Ambiental”

- ⇒ Descritores “Garantia da Vazão Ecológica” e “Conservação de Aqüíferos”: Como têm sido definidas as vazões ecológicas (ou mínimas) (por exemplo, $Q_{7,10}$ ou Q_{90}) e se as metodologias atuais adotadas pelos órgãos de controle têm sido apropriadas, bem como às limitações existentes quanto a estudos relativos a interferência do uso atual da água nos aqüíferos.

- ⇒ Descritor “Conservação de ecossistemas”: Quais as relações existentes entre a necessidade de se conservar ecossistemas para promover melhor conservação de água, solo e biodiversidade e de se garantir produção agrícola, e especificamente, a fixação de famílias no campo e interiorização do desenvolvimento. Até que ponto as legislações atuais se aplicam para todas as condições e incentivam a produção agrícola adequada e sustentável.

- Quanto ao tema “Técnico”

- ⇒ Descritores “Dimensionamento de projetos de irrigação”, “Manejo de irrigação”, “Manutenção de sistemas de irrigação”: Em termos do volume disponível e da situação financeira do produtor, se justifica uma mudança total no equipamento de irrigação adotado? Poder-se-ia, ao invés disso,

melhorar a condução do sistema existente? Quais as causas e limitações que geram os maus resultados observados quanto a dimensionamento, manejo e manutenção? Quais as alternativas factíveis e adequadas a cada especificidade local, em curto, médio e longo prazos, para mitigar os problemas?

- ⇒ Descritores “Captação/Reservação de água para irrigação” e “Eficiência do uso e produtividade da água”: Até que ponto avaliações de WUE e WP se aplicam em casos em que há a urgência de se discutir questões mais básicas, como mecanismos mais equitativos de reservação e distribuição da água? Mesmo em realidades mais avançadas (grandes propriedades de alto grau tecnológico), tal análise não ficaria distante da prática cotidiana dos produtores/usuários de água, por depender de alto grau de especialização técnico-científica?

- Quanto ao tema “Político-Econômico”

- ⇒ Descritores “Políticas de preços e mercado”, “Destinação da produção agrícola irrigada”: Qual o valor da água em função a outros insumos (energia elétrica, adubo, mão-de-obra, etc.) e como isso interfere no seu uso? A água é utilizada para a irrigação de cultivos com quais finalidades: subsistência, exportação, mercado local/regional. Existem subsídios para aquisição de insumos, aquisição/melhoria de sistemas de irrigação e uso da energia elétrica para a irrigação? Quais as culturas produzidas sob irrigação (subsistência, alto valor de mercado) e como isso interfere nos sistemas adotados? O padrão de produção agrícola local é diversificado, ou dependente da irrigação? Culturas menos exigentes em água são tradicionalmente adotadas para casos de períodos prolongados de seca? Existe uma infra-estrutura de mercado adequada que suporte tais variações de disponibilidade hídrica (e, conseqüentemente, de variações do que é produzido)?

- ⇒ Descritores “Assistência técnica local” e “Relações inter-institucionais e instituições-sociedade”: Há uma aparato formal de assistência técnica pública e privada e qual a qualidade dos serviços (tempo de espera, serviços disponíveis, etc.)? Existem empresas de venda de equipamentos de irrigação “certificadas”/“licenciadas”, com profissionais habilitados (responsabilidade técnica) para dimensionamento, instalação e manutenção de equipamentos? Como se dá a atuação dos órgãos de fiscalização ambiental e assistência técnica rural (orientação e flexibilização ou punição e imposição)?
- ⇒ Descritor “Implementação de políticas agrícolas/ambientais/de recursos hídricos”: Qual o nível de implementação das políticas agrícolas, ambientais e de recursos hídricos por meio dos órgãos responsáveis?
- ⇒ Descritor: “Dinâmica de reservação e distribuição de água”: Qual o modelo de infra-estrutura de reservação e distribuição incentivada? Existe algum predomínio (barragens privadas ou públicas, microbacia sem infra-estrutura formal)? As infra-estruturas existentes (e incentivadas) estão sendo bem geridas e promovendo distribuição da água equitativa?

- Quanto ao tema “Sócio-Cultural”

- ⇒ Descritor “Conhecimento sobre políticas agrícolas/ambientais/de recursos hídricos”: São conhecidos e bem entendidos os princípios, fundamentos e objetivos das políticas (por exemplo, “a água é um bem público”; “em situação de escassez a prioridade é o abastecimento público e a dessedentação de animais”; instrumentos de implementação da política das águas: outorga, cobrança, etc.)? Como os órgãos locais têm atuado na implementação das políticas?

- ⇒ Descritor “Organização/Participação da comunidade”: Qual o grau de organização, mobilização e participação da comunidade (associações, cooperativas, comitês, etc.)? Como o contexto histórico-cultural do local influencia na participação e na organização social? Como as políticas e intervenções de governo (nacionais, estaduais e municipais) ao longo dos anos também influenciam na forma de participação da sociedade local?

- ⇒ Descritor “Modelo(s) de produção agrícola”: Qual(is) o(s) modelo(s) de produção agrícola observado(s)? Agricultura familiar, Agroindústria, Agricultura convencional, Agricultura orgânica? Existem incentivos para modelos de produção alternativos ou apenas para os modelos dominantes? Como diferentes modelos de produção interferem no uso da água na agricultura?

- ⇒ Descritor “Mão-de-obra local”: Qual a disponibilidade e o tipo de mão-de-obra, a capacitação (agronômica, nível de escolaridade, capacidade de absorção de tecnologia) dos produtores? Como se dá a dinâmica de fluxo de mão-de-obra em decorrência da adoção de sistemas de irrigação? Qual o interesse dos jovens no campo?

- ⇒ Descritor “Acesso aos recursos naturais/hídricos”: Como estão inseridas as questões de gênero, classe social e faixa etária no acesso aos recursos naturais/hídricos locais?

Ressalta-se que a sistematização proposta para os modelos não está fechada e pode sofrer modificações quando julgadas necessárias. Os modelos conceituais se apresentam como um primeiro esforço na tentativa de sistematizar a complexidade do tema e ampliar o escopo e o entendimento do tema RUAAl, pois a partir deles será possível realizar análises, por exemplo, quanto à retroalimentação entre o modelo global considerado (MRA) e o modelo local construído.

Em suma, pelo exposto até aqui, há indícios de que a discussão-chave para se avançar quanto à participação, integração e descentralização, principais preceitos do novo paradigma da gestão de águas, afins à temática estudada, é refletir como se dão as práticas nos níveis global (políticas e discursos dominantes) e local (práticas e especificidades de cada lugar) e das inter-relações existentes entre estes dois níveis.

Para tanto, é necessário avançar quanto a análises referentes a como os variados aspectos apresentados no modelo MRA se colocam na prática cotidiana dos atores envolvidos e de como a maior/melhor interação destes atores poderia contribuir numa maior resiliência local e no compartilhamento de riscos e incertezas inerentes à gestão de recursos hídricos (LANKFORD e HEPWORTH, 2010; LANNERSTAD e MOLDEN, 2009; FOLKE et al., 2005).

Nesse sentido, a partir do item 5.2, a seguir, apresenta-se o Procedimento Metodológico desenvolvido que objetivou contribuir com as análises mencionadas acima.

ETAPA 2: DESENVOLVIMENTO DE PROCEDIMENTO METODOLÓGICO EM SUPORTE À (CO/AUTO) GESTÃO DE ÁGUAS AGRÍCOLAS NO NÍVEL DE MICRO BACIA

5.2 ANÁLISE DO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO DESENVOLVIDO

O Procedimento Metodológico em suporte à (co/auto) gestão de águas agrícolas no nível de microbacia (PM), é apresentado nas Figura 25 e 26. O PM compreende, especificamente, a Etapa 2 da metodologia adotada nesta pesquisa, contudo relaciona-se diretamente às discussões realizadas na Etapa 1 da mesma.

A Figura 25 apresenta o PM inserido como uma das etapas (Etapa 2) na metodologia adotada na pesquisa e a seqüência de atividades realizada nestes estudo e sugerida para futuras aplicações do PM em outras áreas. A Figura 26 detalha apenas o PM, cada um dos 8 passos básicos definidos e atividades específicas relativas a cada um deles.

O PM foi estruturado em 8 passos básicos. Os 4 iniciais estão compreendidos no grupo de atividades denominado “Desenvolvimento de modelo local (estruturação/entendimento do problema Racionalização/Uso Racional da Água na Agricultura Irrigada [RUAAI] local)”, que se relaciona ao Objetivo Específico 2 desta pesquisa, e os 4 passos finais estão englobados no grupo de atividades denominado “Aplicação do modelo local em suporte à gestão local”, que compreende o Objetivo Específico 3 desta pesquisa.

Ressalta-se que as duas últimas etapas, a saber, 7) “Reavaliação constante das atividades nas comissões” e 8) “Capacitação contínua das comissões e demais atores” apesar de serem sugeridas no PM não foram desenvolvidas nesta pesquisa dadas às limitações de tempo para a conclusão da mesma.

Figura 25 – Inserção do procedimento metodológico desenvolvido na metodologia adotada nesta pesquisa.

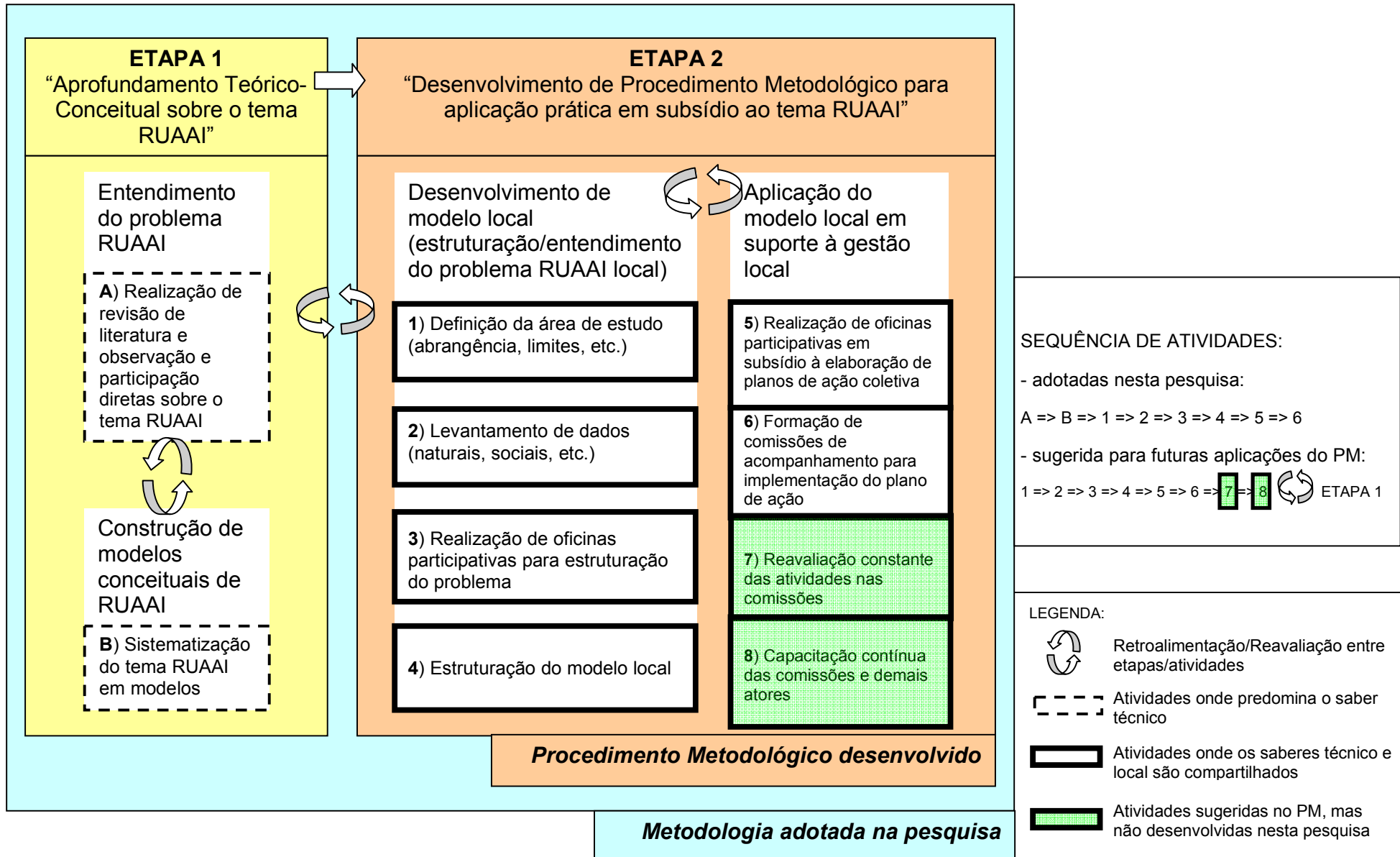
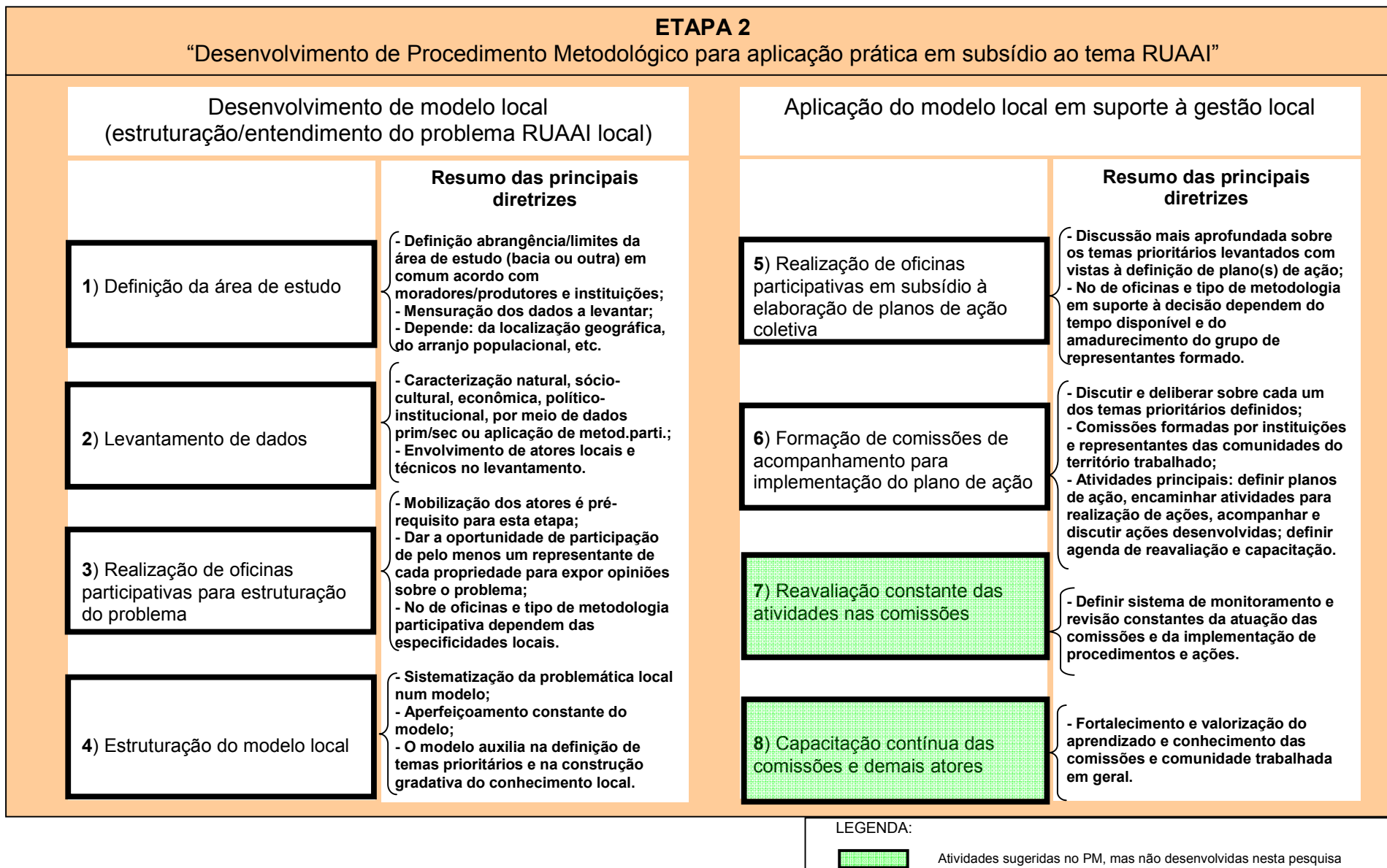


Figura 26 – Procedimento metodológico desenvolvido: passos sugeridos e resumo das diretrizes principais.



O grupo de atividades “Desenvolvimento de modelo local (estruturação/entendimento do problema RUAAI local)” compreende 4 passos, a saber: 1) Definição da área de estudo; 2) Levantamento de dados; 3) Realização de oficinas participativas para estruturação do problema; 4) Estruturação do modelo local.

O grupo de atividades “Aplicação do modelo local em suporte à gestão local” também compreende 4 passos, a saber: 5) Realização de oficinas participativas em subsídio à elaboração de planos de ação coletiva; 6) Formação de comissões de acompanhamento para implementação do plano de ação; 7) Reavaliação constante das atividades nas comissões; 8) Capacitação contínua das comissões e demais atores.

Cada um dos 8 passos mencionados que compõem o PM são detalhados posteriormente, ainda neste item.

Conforme exposto anteriormente, a análise apresentada nesta pesquisa focalizou o tema RUAAI, dentre outros aspectos, dada a relevância do setor agrícola em termos mundiais e nacionais e a necessidade de aplicação e a avaliação de experiências tais como esta (LANKFORD et al., 2004; TRAWICK, 2001). Além disso, subsídios à gestão de águas de uma forma mais ampla (não restritos somente ao uso da água na agricultura) poderão também ser obtidos por meio do PM. Assim, o mesmo contribui com demandas atuais da Ciência e Tecnologia (C & T) na temática, a saber:

- Adoção do conceito de adaptatividade

Conforme apontam os trabalhos de Limeira et al. (2008 e 2007), Melo e Agostinho (2007), Olsson et al. (2006), Dietz et al. (2003) e Jiggins e Roling (2000), a adaptatividade contribui sobremaneira em problemas de interação complexa e de gerenciamento de incerteza.

Nesse sentido, o conceito de adaptatividade no desenvolvimento do PM justifica-se, principalmente, pela possibilidade de aumentar as chances de identificação de riscos e incertezas e então estabelecer metodologias para tentar minimizar ou reverter tais limitações, o que implica em utilizar a gestão não apenas como ferramenta para mudar o sistema, mas para aprender sobre este, constituindo-se, assim, tanto num avanço científico quanto social. Nas palavras de Folke et al. (2005), um sistema sócio-ecológico[-político-institucional] resiliente pode utilizar-se da crise (e de suas incertezas inerentes) como uma oportunidade de transformar-se num estado mais desejado.

Os princípios que regem a gestão adaptativa, a saber, Questionamento Normativo, Auto-Organização, Ação Reflexiva e Adaptação, Cooperação e Agregação (cf. MELO e AGOSTINHO, 2007), foram então adotados na construção do PM, principalmente no destaque: à retroalimentação/reavaliação inter-intra etapas; ao entendimento holístico da situação e estruturação compartilhada do problema dada à incorporação/à valorização dos saberes técnico e local; ao estímulo à capacitação e ao aprendizado contínuo em todos os atores envolvidos direta ou indiretamente.

- Valorização/Aproximação de diferentes saberes

A demanda pela formulação de estratégias que contemplem efetivamente questões como integração, participação, valores e culturas, nos processos de gestão/tomada de decisão é representada por estudo da UNESCO (2008) que aponta que os fatores humanos, tais como comportamentos, atitudes, práticas e conhecimento, não são suficientemente incluídos na gestão das águas e na tomada de decisão, existindo, ainda, um grande espaço entre a teoria e a prática.

Nesse sentido, o PM visa contribuir com este déficit ao inserir, de forma equilibrada, os saberes técnico e local em **todos** os passos inerentes ao seu

desenvolvimento. Para tanto, o PM destaca a necessidade de aproximação efetiva entre todos os atores envolvidos, o que requer, dentre outros: o incentivo à integração inter-institucional e instituições-sociedade e à organização da sociedade, a valorização do saber/da participação local, a capacitação e o aprendizado gradativos dos atores envolvidos, a adoção de técnicas/tecnologias adequadas ao contexto estudado.

O papel dos pesquisadores, especialistas e técnicos, nesta aproximação almejada, foi central no desenvolvimento e na aplicação do PM – central, no sentido de se promover o incentivo e o exercício da atuação de tais atores como **facilitadores** e não como detentores únicos das soluções dos problemas, conforme ressaltam Lankford et al. (2004b) e Toro e Duarte (1997).

- Contribuição à gestão de águas formal via fortalecimento da gestão de águas local

Não obstante o novo paradigma da gestão de águas mundial trazer em seu bojo os preceitos da descentralização, participação e integração, um grande desafio observado é o de implementar, na prática e em realidades distintas, mecanismos por meio dos quais tais preceitos possam ser adotados gradativamente e efetivamente (LANKFORD e HEPWORTH, 2010).

O PM visa subsidiar a gestão formal, por meio da clarificação de limitações e oportunidades observadas da aplicação, em nível local, do que é proposto nas políticas estruturantes atuais. Isto é possível ao se aplicar na prática o PM (Etapa 2 da metodologia adotada na pesquisa) no nível local, tendo sempre como referência a Etapa 1 desta pesquisa, que consiste no debate teórico-conceitual ou global da temática. O PM auxiliaria também em discussões acerca de como a organização em nível local poderia propiciar, por exemplo, maiores envolvimento e participação da sociedade nos comitês de bacia e melhora da

relação representação/representatividade, pela maior capacitação de representantes locais (e comunidade em geral) quanto à gestão de águas.

- Contribuições à problemática da agricultura irrigada

A irrigação/gestão de águas agrícolas ainda é predominantemente abordada e discutida pelo seu viés técnico e tal realidade acaba por negligenciar a consideração efetiva de outros aspectos inerentes e importantes na análise situacional do problema, tais como sócio-culturais e político-institucionais (TRAWICK, 2005, 2003, 2001a, b; WICHELNS, 2003; BOELENS e D'ÁVILA, 1998). São verificadas, ainda, dificuldades de gestão e monitoramento do uso da água para fins agrícolas, dado o grande número de propriedades irrigadas e as limitações infra-estruturais dos órgãos de fiscalização ambientais/de recursos hídricos.

Assim, o PM tenta contribuir na discussão de como minimizar os problemas de limitações de gestão formal pelo fortalecimento da gestão local, na medida em que propicia gradativamente maior conhecimento dos produtores quanto à importância de co/auto-gerirem seus recursos com o auxílio das instituições externas.

Todas as demandas específicas acima apresentadas, as quais o PM tenta contribuir, se inserem dentro de uma maior, que vem se intensificando na busca por novos caminhos da C & T em direção ao desenvolvimento e à sustentabilidade. Tal demanda é expressa pelo documento “*A New Manifesto*” publicado pelo STEPS CENTRE (2010, p.2, tradução livre), que traz as seguintes palavras:

[...] no centro da mudança na agenda global de inovação está um maior respeito à variedade cultural, diversidade regional e democracia. Tal mudança é possível. De fato, isto já está ocorrendo em iniciativas inspiradoras, em muitos lugares do mundo. Contudo, estes esforços são frequentemente fragmentados, pouco apoiados e suportados por relações de poder desiguais. Desafiar tais forças contrárias significa

promover inovação que realmente funcione para grupos marginalizados e ambientes degradados. Isto requer a abertura de novos espaços políticos, considerando movimentos sociais, negócios menores e vozes excluídas. O resultado serão deliberações e argumentos mais vigorosos sobre as várias formas e direções possíveis para pesquisa e inovação [...]

Ainda é importante deixar claro o entendimento de **tecnologia** considerado aqui. A presente discussão não é nem um ataque nem uma manifestação de um “elitismo anti-tecnologia” como afirma Degregori (2001) em sua defesa da adoção da tecnologia moderna na agricultura. A tecnologia é aqui considerada um amplo leque de possibilidades, desde equipamentos *high-tech* a metodologias participativas (CHAMBERS, 2008; PLATT e WILSON, 1999; PRETTY, 1995), que deve ser considerado de acordo com diferentes situações.

Ainda, “... não é um destino que se deve escolher ser a favor ou contra, mas um desafio à criatividade social e política” (FEENBERG, 1999, p. 225). Com base nesse entendimento, avalia-se e discute-se, por exemplo, se a visão dominante do tema RUAAI, suportada no clamor da adoção de técnicas de irrigação “mais modernas” e grandes investimentos em barragens, canais de irrigação e modificação da paisagem, é apropriada. Defende-se, aqui, conforme afirma Feenberg (1992, p.320, grifo nosso) que “... um entendimento mais amplo de tecnologia sugere uma noção de **racionalização** muito diferente, baseada na responsabilidade dos contextos humano e natural da ação técnica...”.

Apesar de se entender que o PM traz avanços à temática, assim como Shah (1999, p. 617-8, tradução livre) coloca, é importante destacar que,

a experiência claramente mostra que por mais desejável o propósito de um projeto [ou, no caso específico, de uma proposta de procedimento metodológico], por mais cuidados que tenham sido tomados em sua formulação, deve-se atentar a possíveis inadequações e falhas na medida em que o mesmo é implementado. Ao invés de considerar que o [PM] é próximo à perfeição, é muito mais realístico assumir que nenhum projeto não possui deficiências; sempre existirão problemas escondidos, falhas, deficiências e inadequações que certamente se revelarão enquanto sua implementação prossegue [...]

A seguir cada um dos 8 passos que compõem o PM são detalhados. Os resultados da aplicação do PM em área de estudo será apresentado posteriormente no item 5.3. Tais diretrizes devem ser tomadas como princípios gerais para a implementação do PM e não como uma receita pronta que torne complexa a sua adoção.

- 1) Definição da área de estudo

Neste passo são definidos abrangência e limites da área de estudo. Isso interferirá no tipo e volume de informações pertinentes a serem obtidas no item seguinte. Tendo em vista a consideração da bacia hidrográfica como unidade de gestão de recursos hídricos no Brasil, sugere-se a adoção deste tipo de compartimentação, porém outras formas de organização do espaço (territorialidades) podem também ser adotadas.

A área a ser utilizada na aplicação do PM pode variar de acordo com a localização geográfica, o número/distribuição de comunidades/vilas existentes, mas, principalmente, deve ser definida a partir do que a sociedade a ser beneficiada e as instituições atuantes decidam em comum acordo. Nesse sentido, deve-se atentar ao nível de participação e mobilização observado e assim definir mecanismos e métodos adequados a serem adotados para catalisar um maior e gradativo envolvimento dos atores locais para o desenvolvimento das etapas seguintes.

- 2) Levantamento de dados

Aqui os dados relevantes à caracterização e ao entendimento situacional da área são obtidos. Ressalta-se que tais dados compreendem um vasto leque de aspectos, a saber, naturais (uso e ocupação do solo, pedologia, hidro-geomorfologia, cobertura florestal, clima, etc.), sócio-culturais e econômicos (histórico e dinâmica atual de ocupação territorial, mapeamento de

especificidades culturais relevantes, atividades econômicas principais e secundárias, escolaridade/formação, etc.), político-institucionais (instituições atuantes, planos e programas existentes, mapeamento político-institucional, etc.), relacionados à gestão de recursos hídricos (principais usos, problemas e oportunidades, histórico de intervenções/usos, etc.).

Nesse sentido, é necessário que representantes de instituições locais (ou que atuem no local) e lideranças locais sejam mobilizados para que já possam ser inseridas no processo de definição e no levantamento de dados a serem obtidos, por seu maior conhecimento acerca das especificidades locais. Quando não existem ainda estudos específicos na área a ser trabalhada, sugere-se a aplicação de metodologias participativas para o levantamento de informações iniciais, que poderão ser detalhadas gradativamente com a realização de outros levantamentos mais específicos.

- 3) Realização de oficinas participativas para estruturação do problema

Anteriormente à realização de oficinas, a mobilização do território a ser trabalhado é imprescindível. Tal mobilização deve ser iniciada no processo de definição da área de trabalho ou concomitantemente ao processo de levantamento de dados em conjunto entre especialistas e moradores, onde pode haver a participação de moradores da área em estudo, por exemplo, acompanhando técnicos para a realização de entrevistas nas propriedades ou na obtenção direta de informações (culturas e áreas irrigadas, sistemas de irrigação utilizados, etc.).

Sugere-se também a participação conjunta de moradores e técnicos de instituições na entrega de convites para oficinas e outras atividades a fim de que os convidados sintam-se mais seguros quanto à credibilidade do que se pretende realizar. O principal objetivo destas oficinas iniciais é abranger todo o território em análise dando a oportunidade de que pelo menos um representante

de cada uma das propriedades inseridas na área em foco possa participar e expor suas opiniões para a estruturação do problema a ser trabalhado, ensejando, sobretudo, a definição de temas prioritários para ação posterior. O número de oficinas e as metodologias participativas a serem empregadas dependem das especificidades locais (tempo, capacitação, recursos, estrutura, população abrangida, etc.).

- 4) Estruturação do modelo local

Como resultado das fases 2 e 3, onde são levantados os dados necessários à discussão do problema com a participação de atores locais e especialistas, bem como utilizando-se como referência inicial os modelos conceituais de RUAAI, um modelo local pode ser sistematizado inicialmente e, a partir daí, aperfeiçoado gradativamente, onde aspectos que o compõem são inseridos ou removidos, ensejando uma mais clara visualização das especificidades locais e, assim, maior possibilidade de definir mecanismos de ação contextualizados.

Outra finalidade do modelo seria a de permitir a definição de temas prioritários a serem trabalhados e a construção gradativa do conhecimento local pela participação de diferentes atores com diferentes visões propiciando uma discussão mais robusta e legítima sobre a problemática em foco.

- 5) Realização de oficinas participativas em subsídio à elaboração de planos de ação coletiva

Com o maior entendimento do problema local, ilustrado e sistematizado por meio da estruturação do modelo local, a próxima etapa seria a discussão sobre quais ações podem ser realizadas dentro das prioridades e possibilidades locais. Nesse momento, o foco deve ser o de discussões mais aprofundadas sobre os temas prioritários levantados anteriormente, sem perder de vista a análise sistêmica do problema. Nesse sentido, representantes da comunidade e das

instituições devem fazer parte de tais discussões, podendo estas serem auxiliadas por métodos em auxílio à tomada de decisão, tais como os métodos de análise multicriterial. A escolha do método a ser empregado, bem como, o número de oficinas de preparação e aplicação do método depende, dentre outros, principalmente, do tempo disponível para o debate e do amadurecimento do grupo de representantes sobre o problema que se quer solucionar.

- 6) Formação de comissões de acompanhamento para implementação do plano de ação

Como um resultado advindo do passo 5, está a formação de comissões de acompanhamento ou grupos de trabalho para discutir e deliberar sobre os temas prioritários definidos. As comissões são compostas por representantes das instituições atuantes e das comunidades que compõem o território trabalhado.

As principais ações das comissões seriam: definir planos de ação específicos para cada um dos temas prioritários, encaminhar atividades necessárias para a realização das ações, acompanhar e discutir as ações desenvolvidas, definir uma agenda de reavaliação e capacitação para as comissões e demais atores envolvidos. As duas últimas ações merecem destaque e são os dois últimos passos, 7 e 8, respectivamente, descritos a seguir.

- 7) Reavaliação constante das atividades nas comissões

Neste passo, a principal atividade é definir um sistema de monitoramento e revisão constantes que destaque e propicie a discussão dos problemas inerentes à implementação de procedimentos e ações à medida que eles avancem. Tal reavaliação definiria, dentre outros, a inserção ou substituição dos componentes das comissões, a revisão dos temas a serem trabalhados e a evolução da gestão de recursos naturais/hídricos no território trabalhado. Isto é imprescindível tanto para gerar subsídios ao próprio procedimento adotado no

nível local quanto para que o procedimento possa contribuir de forma mais robusta e adequada a políticas e programas em nível estadual ou nacional. Nesse momento, indicadores definidos e apropriados ao contexto estudado são importantes para avaliar a evolução das ações no local e o desempenho das próprias comissões de acompanhamento.

- 8) Capacitação contínua das comissões e demais atores

É de suma importância não perder de vista a necessidade de que os atores envolvidos sejam continuamente capacitados, tanto os que fazem parte das comissões quanto os demais moradores/produtores e representantes de instituições inseridos na área trabalhada. Isso subsidiaria a formação de representantes mais preparados para serem porta-vozes de suas comunidades em esferas de consulta e deliberação, por exemplo, nos comitês de bacia hidrográfica, o que, ao final, poderia trazer avanços significativos em termos de melhoria na relação representação/representatividade na gestão de recursos hídricos.

5.3 DESENVOLVIMENTO DE MODELO LOCAL EM SUPORTE À AVALIAÇÃO DO USO DA ÁGUA NA AGRICULTURA

A partir deste item serão apresentados e discutidos os resultados e constatações obtidos pela aplicação do PM na área de estudo, a saber, bacia do Sossego, município de Itarana, Espírito Santo.

A “Definição da área de estudo”, que corresponde à etapa “1” do PM, já foi apresentada e justificada no item 3.2.1 da metodologia. Assim, o item a seguir apresenta o passo seguinte do PM, a saber, “2) Levantamento de dados”.

5.3.1 Caracterização da problemática local (Passo “2” do PM - “Levantamento de dados”)

Em decorrência de estudos já realizados no local (LABGEST, 2010a,b,c,d, 2011; POLONI, 2010; QUARENTEI, 2008, 2010; GIRARDI e QUARENTEI, 2008; SEBRAE, 2006; GEARH, 2003), a caracterização aqui apresentada baseou-se em tais estudos e foi complementada por observação e participação diretas do autor, com eventual realização de entrevistas e aplicação de questionários semi-estruturados. Sugere-se, porém, quando da aplicação do PM numa outra área de estudo a inserção efetiva dos moradores/produtores locais, quando possível, na obtenção de informações.

As informações aqui apresentadas são de caráter geral e descritivo no intuito de apresentar o contexto no qual a pesquisa se insere, mas de suma importância para embasar o debate na direção da construção do modelo local. Discussões mais aprofundadas e outras informações acerca da caracterização da problemática local são apresentadas no decorrer dos itens que seguem.

5.3.1.1. Caracterização dos aspectos naturais

A bacia do córrego do Sossego possui uma área de aproximadamente 65 km² e é uma sub-bacia do Rio Santa Joana, que por sua vez é afluente direto do rio Doce.

O rio principal, Sossego, apresenta nas suas porções altas um vale bem encaixado e inclinado, o mesmo acontecendo com o córrego do Bananal, seu principal afluente. Além desses dois canais, distribuem-se nessa área mais cinco canais principais que são: Santa Helena, Penedo, Boa Vista, Barra do Sossego e Matutina. As vertentes aproximadas que caracterizam os vales dos canais

principais se distanciam nas porções mais baixas, onde se localizam estes canais (QUARENTEI, 2010) (Figura 27).

A bacia do Sossego se caracteriza por apresentar intermitentes trechos do seu curso principal e a totalidade de alguns de seus afluentes nas épocas mais secas do ano. Vazões medidas no exultório da bacia do córrego Sossego em 2002 (GEARH, 2003), nos períodos seco e chuvoso, foram, respectivamente 0,05 m³/s (agosto) e 0,44 m³/s (dezembro).

Em termos de Zonas Naturais, conforme proposto pelo EMCAPER (1999) (ANEXO I), a bacia do Sossego está localizada nas zonas 3 (44% da área) e 6 (33% da área). A zona 3 se caracteriza pela ocorrência de terras de temperaturas amenas, acidentadas e chuvosas/secas; apresenta temperaturas médias mínimas nos meses mais frios de 9,4 a 11,8 ° C e temperaturas médias máximas nos meses mais quentes de 27,8 a 30,7° C. A zona 6 se caracteriza pela ocorrência de terras quentes, acidentadas e secas; apresenta temperaturas médias mínimas nos meses mais frios de 11,8 a 18 ° C e temperaturas médias máximas nos meses mais quentes de 30,7 a 34,0 °C.

A precipitação média observada para o município de Itarana é de 960 mm. Apesar dos períodos secos (maio a agosto) e úmidos, (janeiro a abril e outubro a dezembro) estarem definidos para a região, tem se observado bastante irregularidade desta distribuição na bacia, o que é corroborado por técnicos e produtores locais.

Ressalta-se ainda que a bacia se encontra inserida em regiões de balanço hídrico deficitário, com déficit variando de 50 a 300 mm. De acordo com ESPIRITO SANTO (2008), estudos demonstram que a seca no Estado ocorre de forma cíclica, isto é, acontece aleatoriamente ao longo de uma série histórica. Demonstram também que os totais anuais de chuva não têm diminuído nos últimos anos. As informações históricas evidenciam que a alteração de

vegetação ocorrida ao longo do tempo teve pouca influência na redução dos totais anuais de precipitação pluviométrica – seca atmosférica – que, no Estado, está em função principalmente de fenômenos globais determinados por massas de ar originadas fora do espaço estadual e influenciadas internamente pela situação orográfica. No entanto, a degradação dos recursos naturais ocorrida no Estado tornou o ambiente mais sensível às adversidades climáticas – seca pedológica.

Quanto à pedologia, de acordo com Poloni (2010), aproximadamente 65% dos solos da bacia são da classe ARGISSOLOS que, por suas características intrínsecas, são de alta erodibilidade (ANEXOS II e III). Associado a esta característica, 60% da área da microbacia possui classe de relevo com restrições à agricultura, onde se incluem as classes ONDULADO, FORTE ONDULADO, MONTANHOSO e ESCARPADO (ANEXOS III e IV). Tal conformação eleva o potencial de perda de solos na micro bacia, principalmente se práticas adequadas não forem observadas na condução das lavouras e da irrigação.



Figura 27 – Foto panorâmica do vale Sossego, tirada do alto da sub-bacia do Bananal

Apesar de se observar quase 30% da área da bacia coberta com vegetação nativa em diversos estágios sucessionais, a maior parte de sua extensão é ocupada por plantios agrícolas (café, olericultura, fruticultura, etc.) e pastagens, muitas vezes sendo conduzidos de forma inadequada, expondo o solo às intempéries e ocasionando erosão (Figura 28 e 29). Além disso, a distribuição percentual da cobertura florestal por sub-bacias não é uniforme (Quadro 9 e ANEXOS V e VI). Observa-se freqüentemente na bacia que quanto mais acidentada e rochosa determinada área for, mais se observa cobertura vegetal nativa, pelas limitações de acesso e produção inerentes a áreas com tais características.



Figura 28 – Pastagem degradada e processo erosivo instalado no alto da sub-bacia do córrego Santa Helena.

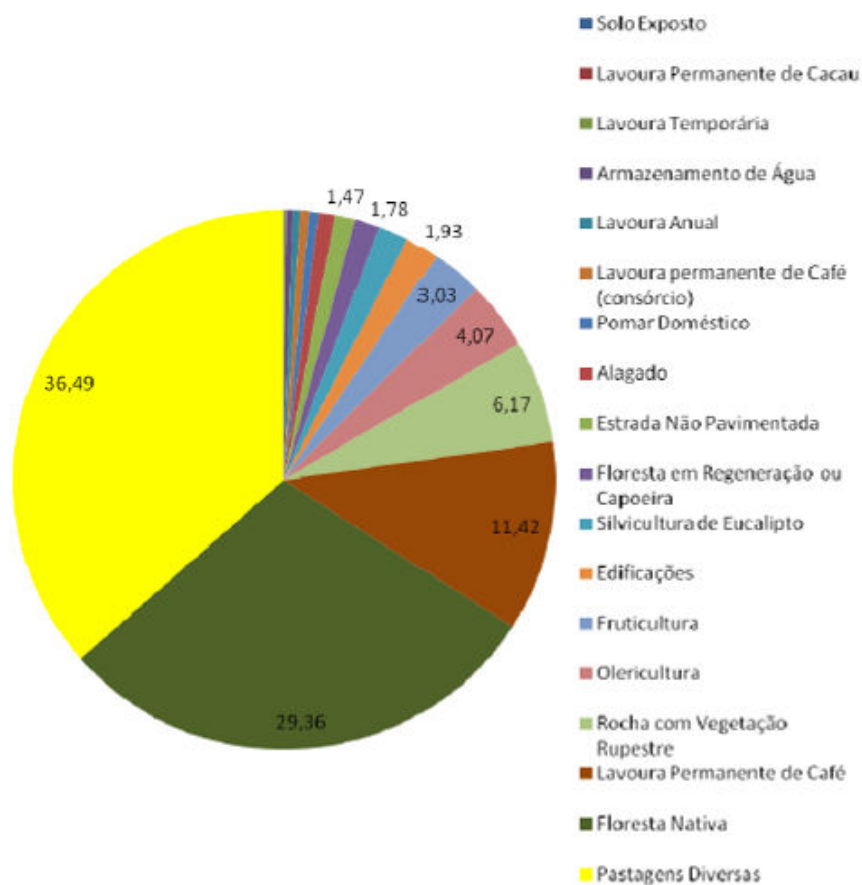


Figura 29 – Porcentagem de uso e ocupação do solo da microbacia em estudo.
Fonte: Adaptado de Poloni (2010).

Sub-bacia	Porcentagem de cobertura vegetal	Distribuição florestal na área de estudo por sub-bacia
Barra do Sossego/Boa Vista	17,39%	3%
Matutina	29,35%	13%
Baixo Sossego	25,39%	18%
Penedo	47,13%	16%
Boa Vista	14,87%	2%
Santa Helena	15,39%	5%
Bananal	39,94%	20%
Alto Sossego	36,15%	23%

Quadro 9 – Quantitativos de cobertura vegetal das sub-bacias e distribuição florestal na área de estudo por sub-bacia.
Fonte: Adaptado de Poloni (2010).

5.3.1.2. Caracterização dos aspectos sócio-culturais, econômicos e político-institucionais

De acordo com Quarentei (2010, p. 27),

enquanto lugar, o Sossego tem a sua história baseada principalmente na origem comum de seus moradores. Sabemos que é uma área ocupada por imigrantes italianos a partir do início do século XX, sendo que as primeiras famílias chegaram em meados dos anos 1870. Essas famílias se distribuíram ao longo dos córregos e foram ocupando as vertentes “rio acima” à medida que chegavam novos imigrantes.

A mesma autora ainda aponta, ao analisar a dinâmica da ocupação do território, que

[a]s seis sub-bacias representadas na carta, diga-se Sossego, Santa Helena, Matutina, Bananal, Penedo e Barra do Sossego na verdade correspondem, para os moradores da bacia, aos sobrenomes das famílias que, por razões históricas da ocupação, se concentram em cada uma dessas subbacias. Dessa maneira, ao invés dos nomes acima, nas conversas com os produtores do Sossego sempre se faziam referências aos “Covre”, aos “Meneguel”, aos “Marquez”, aos “Rizzi” etc. Hoje, embora não seja mais homogênea a situação das famílias nas subbacias, os nomes, as identidades se mantiveram. O Córrego do Penedo é identificado localmente como “dos Covre”, o baixo Bananal como Meneguel, o médio Sossego como Rizzi e Loriato, o baixo Sossego como Marquez. O frigorífico Frigoeste, desativado no início da década de 1980, também é referência forte não só de localização, mas de tempo (“antes do frigorífico”, “na época do frigorífico”, “depois do frigorífico”). Há ainda as famílias que se instalaram nas porções mais altas do Sossego, das quais sempre se diz “os alemães lá de cima”, fazendo uma referência às famílias alemãs que se instalaram na bacia muitas décadas depois da sua ocupação por italianos. Essas referências são epônimos importantes porque caracterizam a história da bacia e a história de seus habitantes. (*Ibid*, p. 27)

GEARH (2003) apontou que a estrutura fundiária da bacia do Sossego era formada por 193 estabelecimentos. Considera-se que houve variações em torno desse número, desde então, contudo não são considerados significativos, uma vez que geralmente algumas propriedades vão sendo subdivididas em decorrência de questões de herança. Deste valor, 31% das propriedades está localizado na categoria de área até 10 ha; 57%, na faixa entre 10,1 ha a 50 ha; e 13% possuem acima de 50,1 ha.

O produtor rural do Sossego ainda é o principal responsável pelo sustento da família, o número de pessoas que em média ele sustenta é de 4 pessoas, sendo que praticamente 3 pessoas da família contribuem para esta renda. Em geral, essas pessoas são a esposa e os filhos que, em sua maioria, trabalham na propriedade. Prevalece o trabalho familiar em grande parte das propriedades, em alguns casos meeiros e pessoas contratadas se fazem presentes na estrutura da produção na Bacia do Sossego (SEBRAE, 2006).

O nível de escolaridade dos produtores rurais responsáveis pelas propriedades que participaram do estudo do SEBRAE (2006) apresentou predominância de quase 65% dos participantes com ensino fundamental incompleto, aproximadamente 15% com ensino médio completo e 6,4% com o ensino médio incompleto, dentre os demais níveis.

No que se refere à produção agrícola, as culturas do café, da banana e do “inhamé” (taro) são consideradas as de maior representatividade econômica para a bacia e que apresentam maior frequência de ocorrência nas propriedades.

A cafeicultura é a atividade agrícola predominante na bacia do Sossego, na qual se cultivam as variedades “Conilon” e “Arábica”, com uma área total aproximada de 743,4 hectares, levantada em 2006¹⁸, mas em franca expansão. Essa área inclui, além das duas cultivares produzidas na bacia, também alguns consórcios de café com outras culturas (café/mamão, café/banana e café/limão). A quase totalidade das propriedades cultiva o café “Conilon”, dada a melhor adaptabilidade desta variedade à região, e em algumas propriedades localizadas nas regiões mais altas e frias, verifica-se a produção do café do tipo “Arábica”.

¹⁸Estes e os demais quantitativos aqui apresentados, levantados por SEBRAE (2006), estão sujeitos a variações, dada a dinâmica da produção agrícola local, principalmente em virtude da influência de preço e mercado e da disponibilidade hídrica para o plantio de culturas mais exigentes em água. Contudo, representam a proporção de plantio das principais culturas produzidas no local.

A olericultura, na qual se inclui a produção de “inhame”, possuía em 2006, uma área plantada de 252,6 hectares e a fruticultura, uma área de 227,5 ha. No primeiro caso observa-se redução nas áreas plantadas e no segundo caso a expansão na bacia, com a ampliação de áreas produtoras de banana, frutos cítricos (limão, laranja e tangerina), maracujá, manga, goiaba, coco e mamão. Tal atividade vem permitindo maior oferta de empregos e serve como complemento da renda na entressafra do café, somando-se à renda da olericultura.

A pecuária bovina (de corte e de leite) atende basicamente ao consumo próprio, e quando há excedente é realizada uma pequena produção de queijo caseiro ou de gado para abate. A criação de frangos, suínos e outros é também observada na região, porém de forma menos significativa.

A conexão dos produtores rurais do município de Itarana com o abastecimento alimentar da Região Metropolitana da Grande Vitória constitui a principal forma de integração do espaço regional. À exceção do café, a maioria dos produtos é vendida diretamente a intermediários (“atravessadores”) que por fim é destinada ao abastecimento de mercados e feiras, bem como da própria Central de Abastecimento do Espírito Santo – CEASA/ES (Cariacica-ES).

Quanto à organização social, a principal entidade na bacia é a Associação dos Pequenos Produtores Rurais do Sossego (APEPRUS). A associação vem se reestruturando gradativamente, após suporte do SEBRAE, no âmbito das ações do Projeto Sossego, realizado nos anos de 2006 e 2007, por meio da capacitação e treinamento dos associados, melhoria infra-estrutural da sede e aquisição de equipamentos utilizados principalmente no escoamento da produção agrícola e transporte de insumos, bem como no beneficiamento da produção local (dentre outros, equipamento para secagem de grãos de café e cozinha industrial para a produção de doces).

Entretanto, de acordo com o SEBRAE (2006, p. 29), “a inexistência de articulação entre os produtores rurais pode ser percebida pela falta de ação cooperada entre os mesmos”. A cultura do associativismo e da cooperação é incipiente dentre os proprietários do Sossego. A participação ativa dos mesmos em alguma organização/entidade é fraca. Resultados do estudo apontam que apenas 18,75% dos produtores participam de algum tipo de cooperativa e 12,5% participam de algum tipo de associação.

Quanto a problemas de cunho sócio-ambiental observados na localidade, destacam-se os decorrentes do uso de defensivos e fertilizantes químicos agrícolas, da associação entre cobertura vegetal pobre e práticas agrícolas inadequadas e da disposição inadequada de esgoto doméstico. Tal realidade vem ocasionando degradação ambiental e riscos de saúde para a população.

Ressaltam-se ainda os problemas advindos da remoção da cobertura vegetal nativa associada à adoção de práticas agrícolas inadequadas. Principalmente em períodos climáticos extremos (muito secos ou muito chuvosos), observa-se a diminuição do volume de água nos córregos e o assoreamento dos mesmos, decorrentes da erosão que, ademais, contribui para a diminuição da fertilidade natural dos solos da bacia.

A água para consumo, na maioria das propriedades, é obtida por meio de poços artesianos, não havendo um monitoramento adequado quanto à qualidade da água. Considerando que a disposição de efluentes é realizada por meio de fossa séptica, construídas geralmente sem planejamento adequado com relação à distância de fontes hídricas, e lançamento direto ou indireto em açudes, represas, canais ou nos córregos locais, há o risco potencial à saúde local por doenças de veiculação hídrica.

Tal realidade pode ser expressa pelo alto índice de esquistossomose, dentre outras patologias, observado na bacia. Mais recentemente, melhorias quanto às

práticas sanitárias vem sendo realizadas em decorrência das atividades relacionadas ao Projeto Sossego, contudo, tais aprimoramentos ainda não alcançam a toda a comunidade.

5.3.1.3. Caracterização do uso da água na agricultura irrigada

5.3.1.3.1. Diagnóstico de sistemas/equipamentos de irrigação

Os sistemas localizados avaliados apresentaram CUD médio igual a 85,87% e os sistemas irrigados por aspersão apresentaram CUC médio igual a 73,90% (vide tabelas com resultados completos no APÊNDICE IV, Tabelas IV.3 a IV.6). Tais resultados corroboram a melhor uniformidade de distribuição da água nas lavouras proporcionada pelos sistemas localizados em comparação com os sistemas irrigados por Aspersão, conforme também apresentam outros estudos (MELLADO-VÁZQUEZ et al., 2005; ELDER et al., 2005; TEIXEIRA et al., 2003; CHAMON, 2002).

Avaliando os sistemas por Aspersão (Tabela IV.6 no APÊNDICE IV), constata-se que o resultado médio observado (CUC = 73,9%) está na faixa considerada adequada, de acordo com Keller e Bliesner (1990) (acima de 70%), porém dos dois sistemas avaliados, um apresentou CUC abaixo do recomendado (68,28%).

É importante ressaltar que a disparidade no número de sistemas avaliados irrigados por aspersão e localizados (2 e 20, respectivamente) se deu, basicamente, por dois motivos: a) há uma tendência em se substituir os sistemas por aspersão na bacia do sossego por sistemas localizados; b) a cultura do “inhame”, predominantemente irrigada por aspersão, além de ser uma cultura anual, diferentemente do café e da banana que são perenes e assim possuem geralmente sistemas de irrigação fixos, vem sendo ultimamente (e

principalmente) substituída por estas duas outras culturas devido a problemas de mercado e de falta de água.

Dessa forma, no decorrer das atividades de avaliação de sistemas, houve dificuldade em se encontrar propriedades que estivessem produzindo e irrigando “inhome”.

Avaliando os sistemas localizados, os sistemas irrigados por Microaspersão apresentaram melhores resultados do CUD em comparação aos sistemas irrigados por Microjet (respectivamente 92,3% e 78,30%). Tal resultado é observado também no estudo de Lopes (2006) que obteve 83,3% e 61,4%, respectivamente, para Microaspersão e Microjet. Os estudos de Souza (2000) e Chamon (2002), também apontam para resultados abaixo do esperado para sistemas localizados do tipo Microjet, tendo obtido, respectivamente, 72,8% e 69,5%. Todos esses estudos foram realizados na região Norte do Espírito Santo

Apesar de, na média, os resultados indicarem que os sistemas localizados avaliados estão na faixa considerada como “Boa” (80 a 90%) por Merriam e Keller (1978), se fossem observadas melhores práticas de condução dos equipamentos (instalação e manutenção), resultados mais próximos aos potenciais para a tecnologia de sistemas localizados seriam obtidos, promovendo maior economia de água e dos próprios equipamentos.

A ocorrência de resultados abaixo do esperado para sistemas localizados quando do uso de Microjets, estão geralmente relacionados à utilização de emissores de baixa padronização de fabricação e de diferentes tipos (vazões) num mesmo setor e mau dimensionamento de projetos, fatos igualmente identificados nos estudos de Souza (2000), Chamon (2002) e Lopes (2006).

Ressalta-se que tal tipo de emissor tem sido amplamente adotado no Espírito Santo, principalmente em decorrência de seu menor custo de implantação e de

substituição. Foi observado durante as avaliações que em uma mesma linha de irrigação, existiam diferentes tipos de emissores, fato tal que fatalmente interfere na distribuição de água na parcela irrigada.

Apesar de pouco mais da metade dos microjets avaliados apresentar avaliação boa ou excelente (6 em 10 – sendo, 1, avaliação ruim; 3, regular; 4, boa; e 2, excelente), o restante está numa categoria inadequada quando são considerados os sistemas localizados, que comparados a outros sistemas permitem um maior controle do uso da água (SKAGGS, 2001).

Destaca-se a ocorrência freqüente de entupimento de emissores e acúmulo de detritos nas tubulações, que se relacionam a sistemas de filtragem e operações de limpeza incipientes (RIBEIRO et al., 2005; CAPRA e SCICOLONE, 2004 e 1998), fatos tais observados nas propriedades.

Ainda assim, ao avaliar a média dos resultados de uniformidade dos sistemas de irrigação localizada desta pesquisa, observa-se que foram melhores do que os obtidos em outras pesquisas. Nesse sentido, o CUD médio igual a 85,87% obtido no presente estudo foi superior aos verificados por Souza (2000), Chamon (2002) e Lopes (2006), respectivamente, 79,3%, 67,6%, 73,5%, que avaliaram grandes propriedades no norte do Espírito Santo.

Tal constatação pode estar relacionada às menores dimensões das áreas irrigadas na área de estudo, por serem predominantemente pequenas propriedades de base agrícola familiar. Nesse sentido, observando-se linhas laterais não tão extensas utilizadas com sistemas do tipo microjet, as variações de pressão não são tão significativas como em áreas onde se adota inadequadamente extensões de linha lateral acima das especificações técnicas que garantam variações de pressão e vazão admissíveis a tais projetos.

Os melhores resultados do CUD são relativos às menores variações de vazão apresentadas, principalmente, nos sistemas de microaspersão. A Figura 30 (vide também APÊNDICE IV, Figuras IV.7 a IV.27) apresenta graficamente tais variações e foram construídas a partir das vazões observadas em campo nas 4 linhas laterais avaliadas.

As causas destas variações de vazão excessivas, que levam ao baixo desempenho da uniformidade, além dos problemas de projeto/dimensionamento, estão relacionadas a sistemas de filtragem incipientes e procedimentos de limpeza inadequados, manutenção inadequada dos equipamentos (por exemplo, não abertura do final das linhas laterais (Figura 31), falta de reparo de linhas laterais e de emissores desconectados ou danificados e uso de diferentes tipos de emissores/com diferentes vazões em uma mesma linha lateral de irrigação).

Para o caso dos sistemas de irrigação por aspersão, como problemas de entupimento não são tão freqüentes dada a maior pressão exercida pela água e pelas maiores dimensões nos orifícios de passagem da mesma, o principal problema observado é a falta de projeto/dimensionamento na maioria das propriedades o que ocasiona em muitos casos o desperdício de água pela aplicação da mesma em áreas adjacentes não agricultáveis, como, por exemplo, estradas vicinais locais (Figura 32).

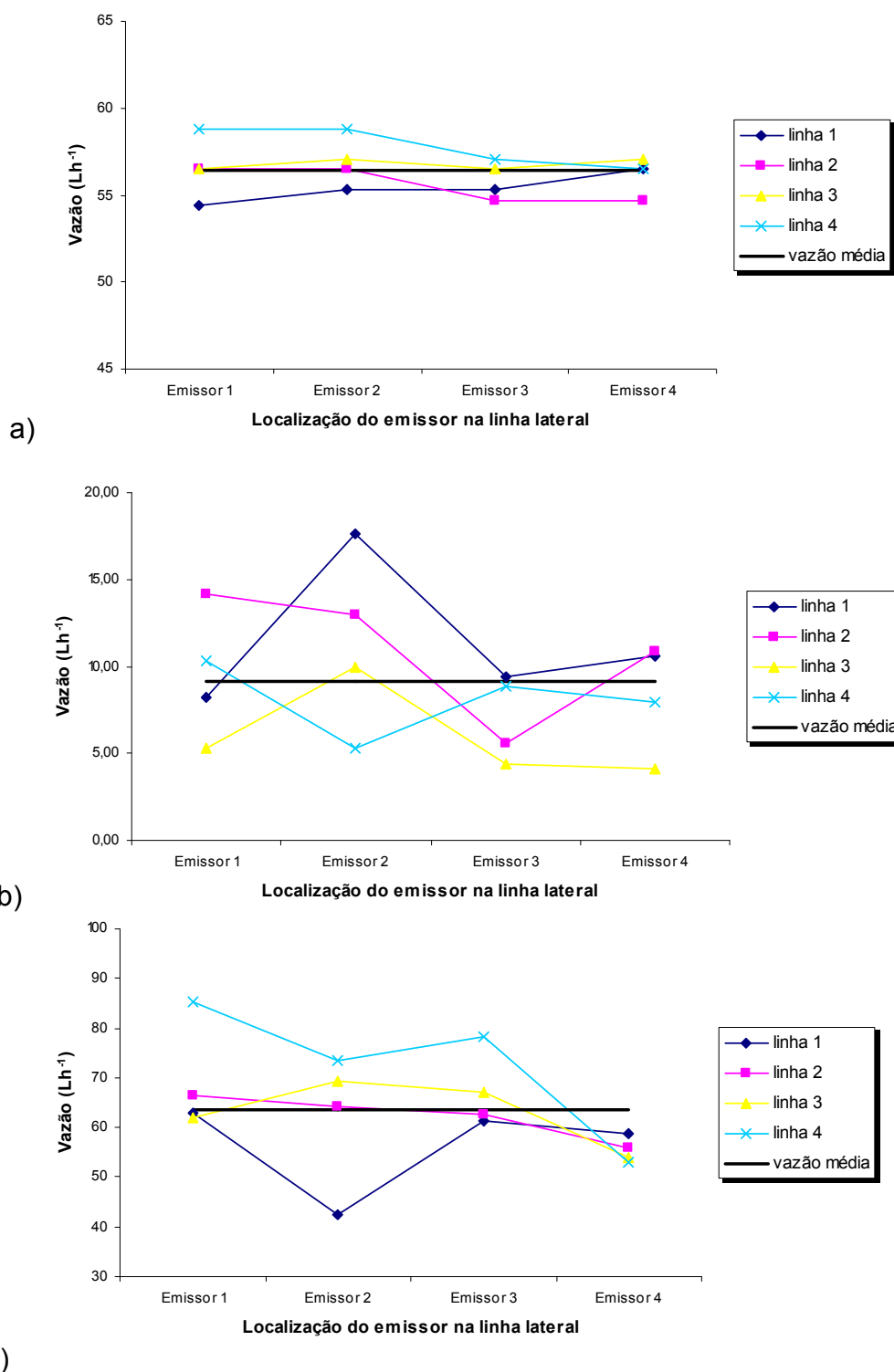


Figura 30 - Variação das vazões obtidas nos sistemas (a) “Microaspersão Café 3 (C)” (CUD = 97,42%), (b) “Microaspersão Banana 5 (D)” (CUD = 80,65%) e (c) “Microjet Café 3 (F)” (CUD = 53,33%).



Figura 31 – Falta de abertura do final das linhas laterais provocando o acúmulo de detritos no interior das tubulações, entupimento de emissores e queda na uniformidade de distribuição. Detalhe para água de má qualidade observada.



Figura 32 – Sistema de irrigação por aspersão mau dimensionado ocasionando desperdício de água. Destaque (setas em vermelho) para as áreas úmidas ocasionadas pela água de irrigação que atinge a rodovia ao lado e não a lavoura.

5.3.1.3.2. Diagnóstico do manejo de irrigação

Para o diagnóstico do manejo de irrigação foram avaliados os sistemas dispostos no Quadro 3, apresentado no item 4.2.2.1.

São apresentadas na seqüência, as avaliações com base na variação da umidade do solo e na comparação entre irrigação aplicada e irrigação real necessária (IRN).

a) variação da umidade do solo

As Figuras 33 a 38 apresentam dois gráficos para cada um dos seis sistemas avaliados: o superior contém apenas a variação da umidade do solo durante o período acompanhado, capacidade de campo (CC), ponto de murcha (PM) e umidade de segurança; o inferior contém os mesmos dados do gráfico superior mais a irrigação aplicada e a precipitação ocorrida durante o período acompanhado. Tal escolha de apresentação se deu para tentar ilustrar com maior clareza, principalmente, se a umidade do solo chegou à capacidade de campo em função da irrigação ou da precipitação ocorrida.

O manejo adequado, baseado em critérios técnicos, é aquele em que possibilita a manutenção da umidade do solo o mais próximo da capacidade de campo, sem que ocorram perdas de água significativas por percolação profunda, o que torna tal recurso indisponível para outros usos.

De forma geral, em todos os sistemas observa-se que há uma grande variação da umidade do solo ao longo do período acompanhado, situando-se desde a capacidade de campo ao ponto de murcha. Geralmente a capacidade de campo foi atingida pela ocorrência de precipitações ou pela irrigação além do necessário no momento, ocasionando percolação profunda e gasto

desnecessário de energia elétrica (Figuras 33 a 38 e APÊNDICE VI, Tabelas VI.1 a VI.6).

O sistema “Microaspersão Banana 6 (M)” (Figura 33 e Tabela VI.1 no APÊNDICE VI) foi o que apresentou a menor variação da umidade de solo durante o período acompanhado, estando em boa parte na faixa de segurança de umidade (entre a capacidade de campo e a umidade de segurança). Contudo, os momentos em que o solo alcançou a capacidade de campo foram ocasionados pelas chuvas ou por irrigações excessivas. Isso pode estar relacionado ao fato de que a banana é mais sensível ao déficit hídrico e, portanto, os produtores acabam por sobre-irrigar tal cultura com receio de que haja perdas de produção.

Apesar de se verificar uma predominância da umidade do solo próxima à capacidade de campo na maior parte do período acompanhado, entre os meses de março e maio de 2008, verificou-se uma queda drástica da umidade do solo que culminou no alcance dos valores de ponto de murcha, o que pode ter influenciado no potencial de produção da lavoura. Tal realidade também é verificada nos estudos de Chamon (2002) e Espíndula Neto (2002).

Nos demais sistemas (Figuras 34 a 38), a saber, “Microjet Café 1 (B)”, “Microjet Café 5 (G)”, “Microaspersão Café 2 (C)”, “Microaspersão Café 3 (I)”, “Microaspersão Café 4 (N)”, observa-se uma tendência de déficit de aplicação o que pode estar relacionado ao fato de que o café é uma cultura mais resistente à seca. Em vários momentos verificou-se que mesmo com a irrigação a umidade do solo não conseguiu atingir a capacidade de campo (por exemplo, “Microaspersão Café 2 (C)”: de agosto à 1ª quinzena de setembro 2008; “Microjet Café 1 (B)”: de julho à setembro 2008).

Conclui-se que, nesses casos, a aplicação foi ineficaz para tal objetivo, o que também gera gasto de energia elétrica inadequado, pois o sistema foi utilizado e

não atingiu a meta pretendida. Déficits hídricos, incluindo momentos em que a umidade alcançou o ponto de murcha, verificados no período de setembro a maio, que compreende as fases de vegetação e frutificação do café, podem ter ocasionado perdas na produção das lavouras.

Apesar dos resultados comprovarem que o manejo não é baseado em critérios técnicos, ressalta-se que os resultados não são de todo ruins. A não aplicação de água observada na cultura do café na fase de colheita e repouso, de junho a agosto, parece ser uma prática adotada pelos produtores, o que propicia economia de água, conforme recomenda Lopes (2006), pois a necessidade é pequena, podendo o solo ficar com menos umidade, sem grandes prejuízos para a planta.

Tal fato é ainda mais evidenciado se consideradas as limitações de disponibilidade hídrica locais. No caso da banana, apesar de se observar muitas perdas por aplicações excessivas, a necessidade de manutenção da umidade do solo próxima à capacidade de campo no caso da banana também parece ser uma realidade já assimilada pelos produtores, em decorrência da maior exigência hídrica desta cultura.

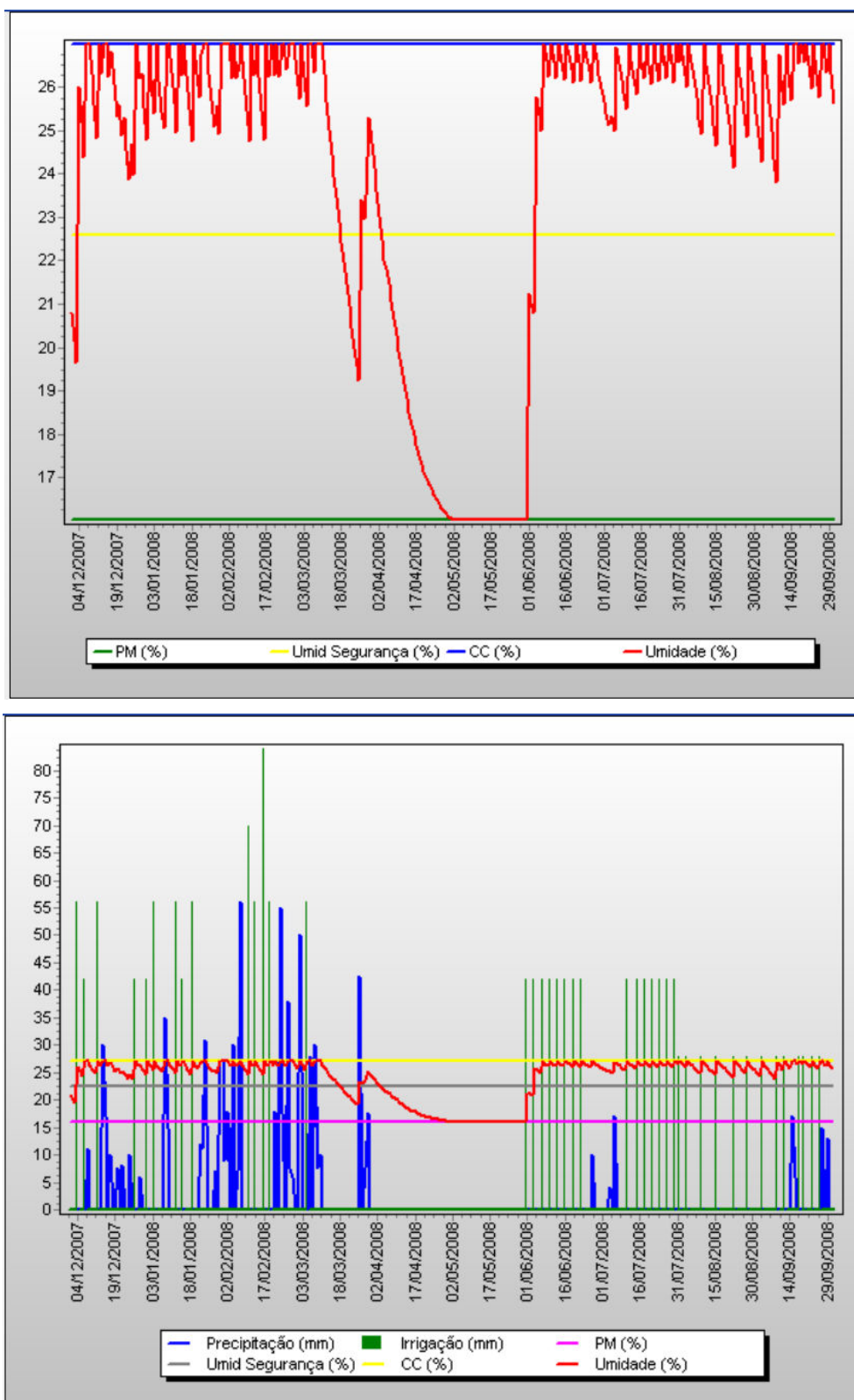


Figura 33 - Variação da umidade do solo, precipitação ocorrida e irrigação aplicada na propriedade referente ao sistema Microaspersão Banana 6 (M).

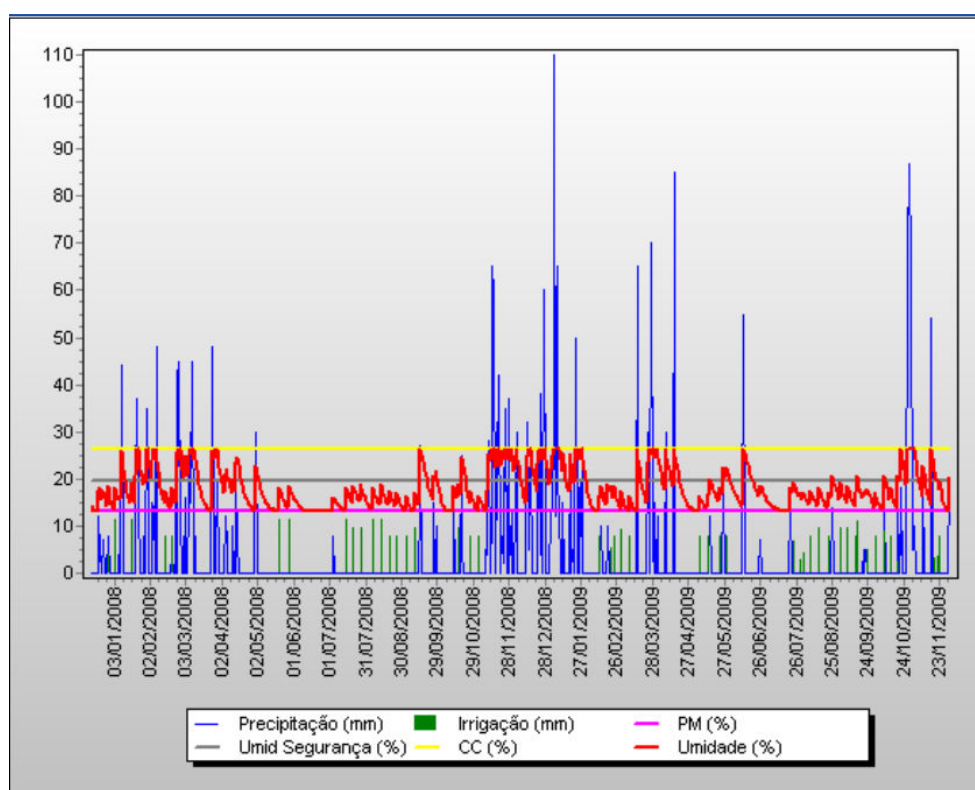
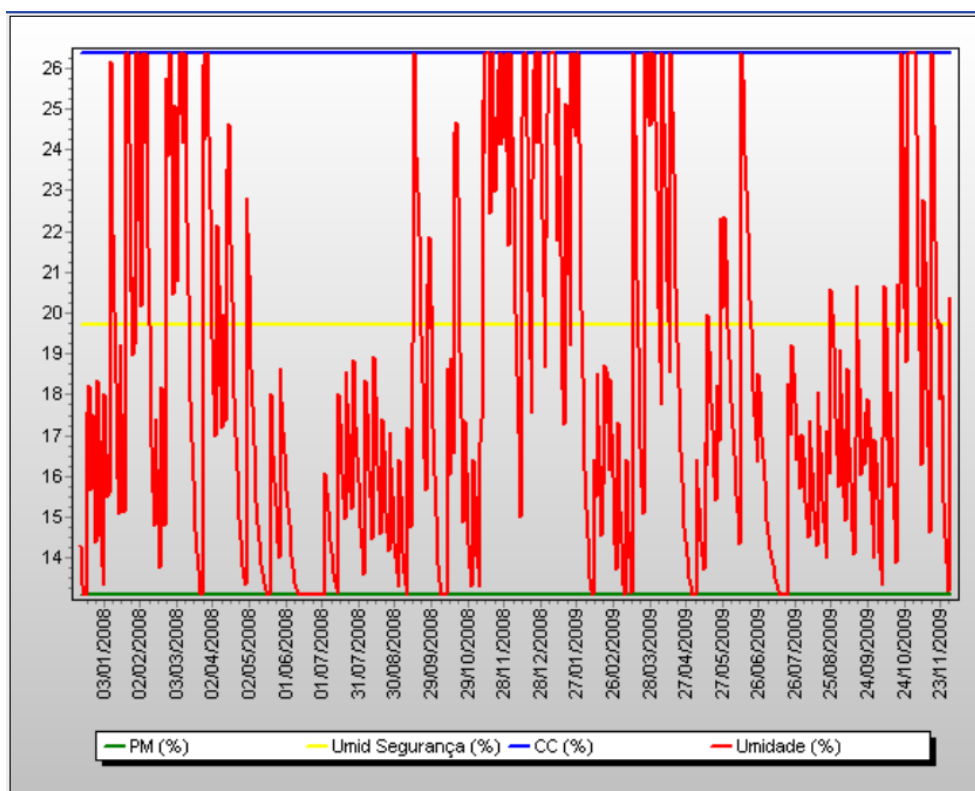


Figura 34 - Variação da umidade do solo, precipitação ocorrida e irrigação aplicada na propriedade referente ao sistema Microjet Café 1 (B).

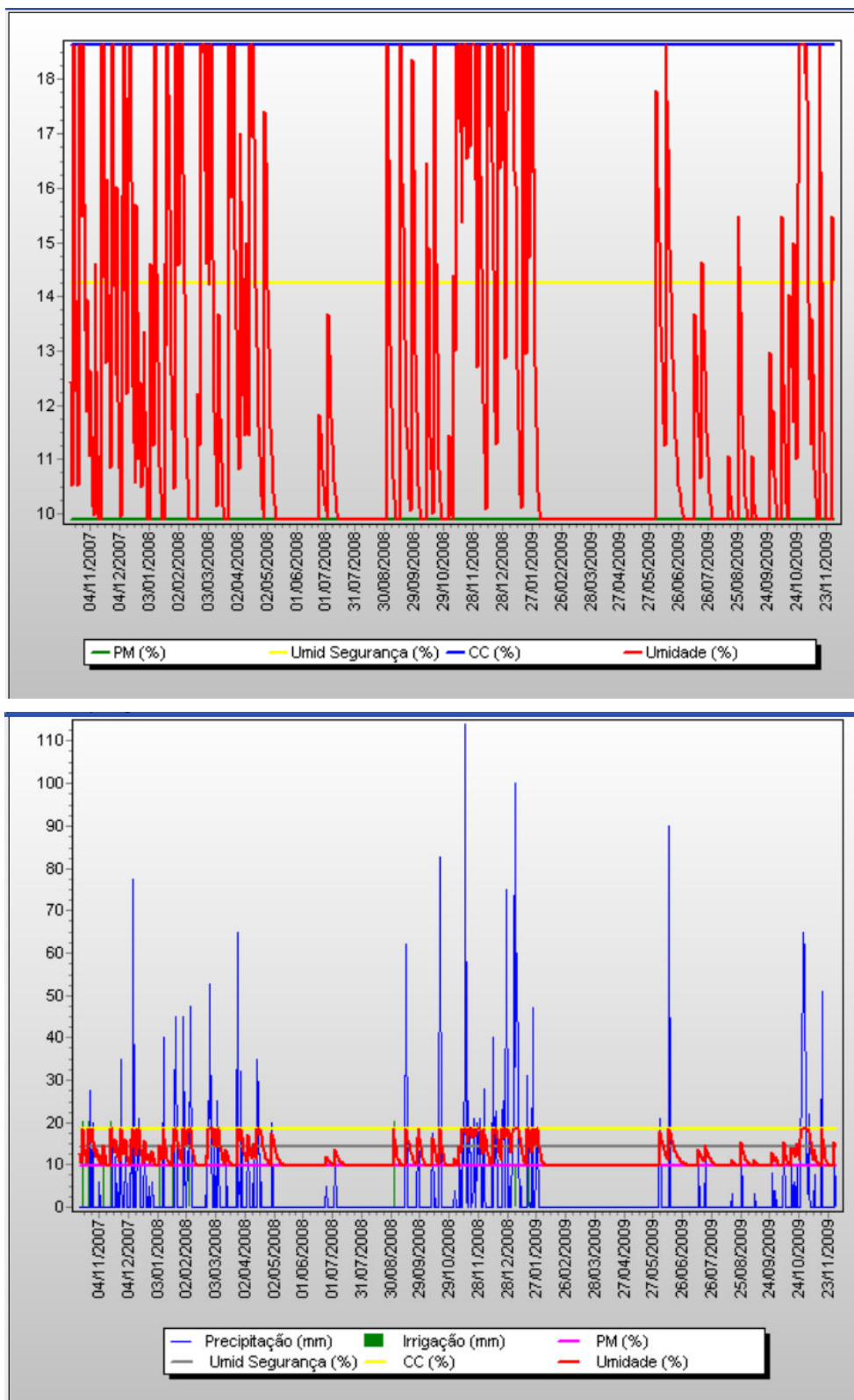


Figura 35 - Variação da umidade do solo, precipitação ocorrida e irrigação aplicada na propriedade referente ao sistema Microjet Café 5 (G).

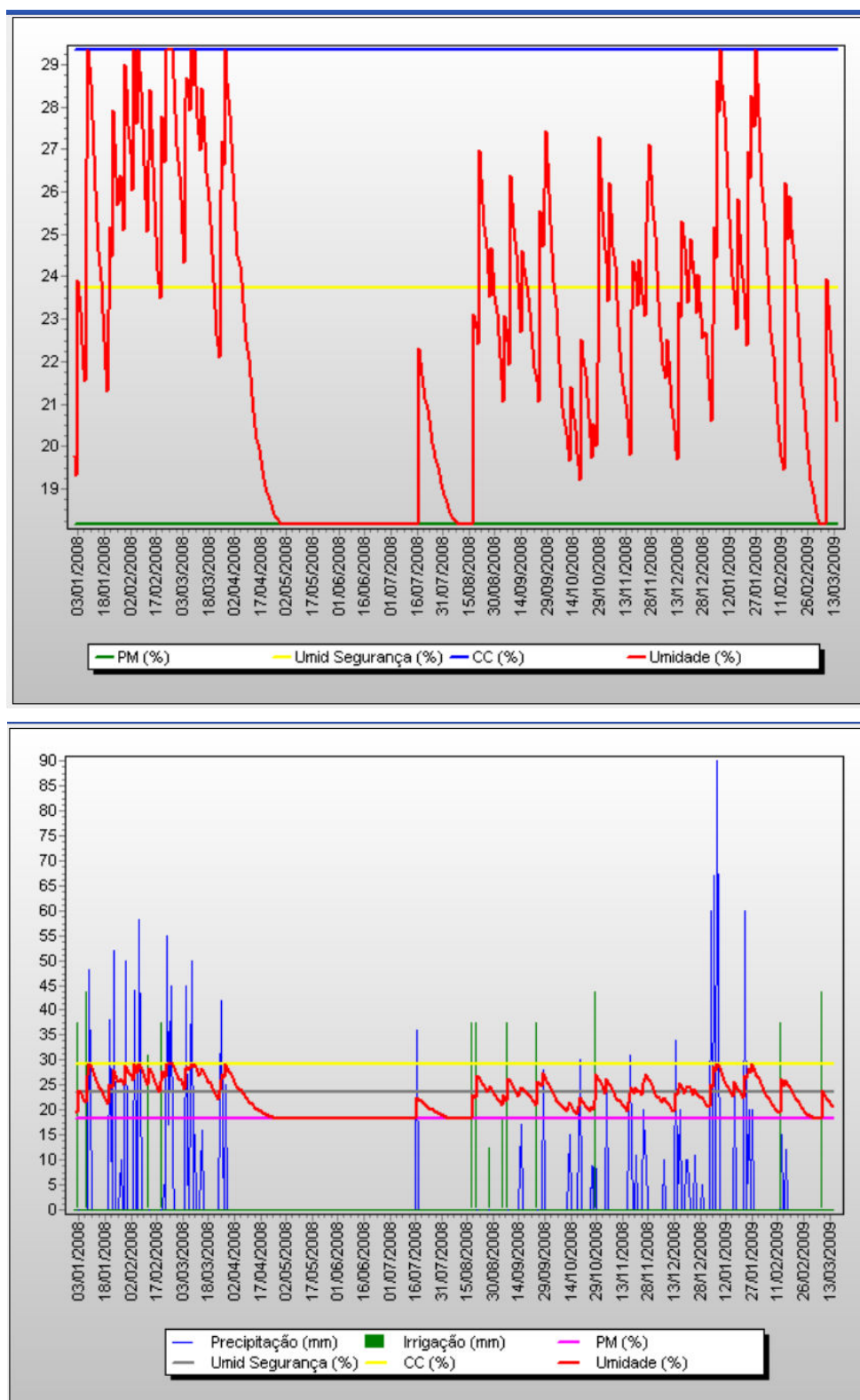


Figura 36 - Variação da umidade do solo, precipitação ocorrida e irrigação aplicada na propriedade referente ao sistema Microaspersão Café 2 (C).

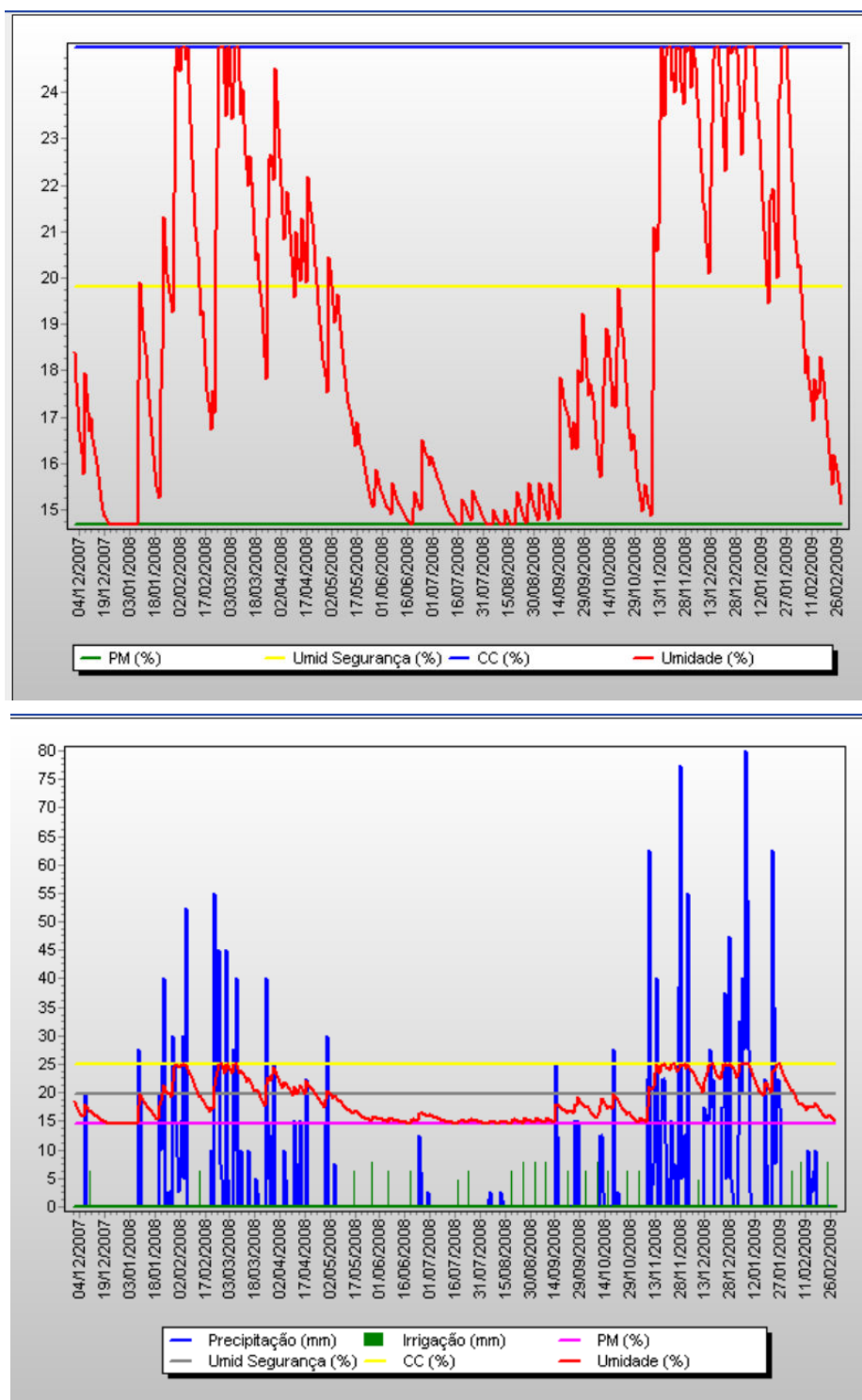


Figura 37 - Variação da umidade do solo, precipitação ocorrida e irrigação aplicada na propriedade referente ao sistema Microaspersão Café 3 (I).

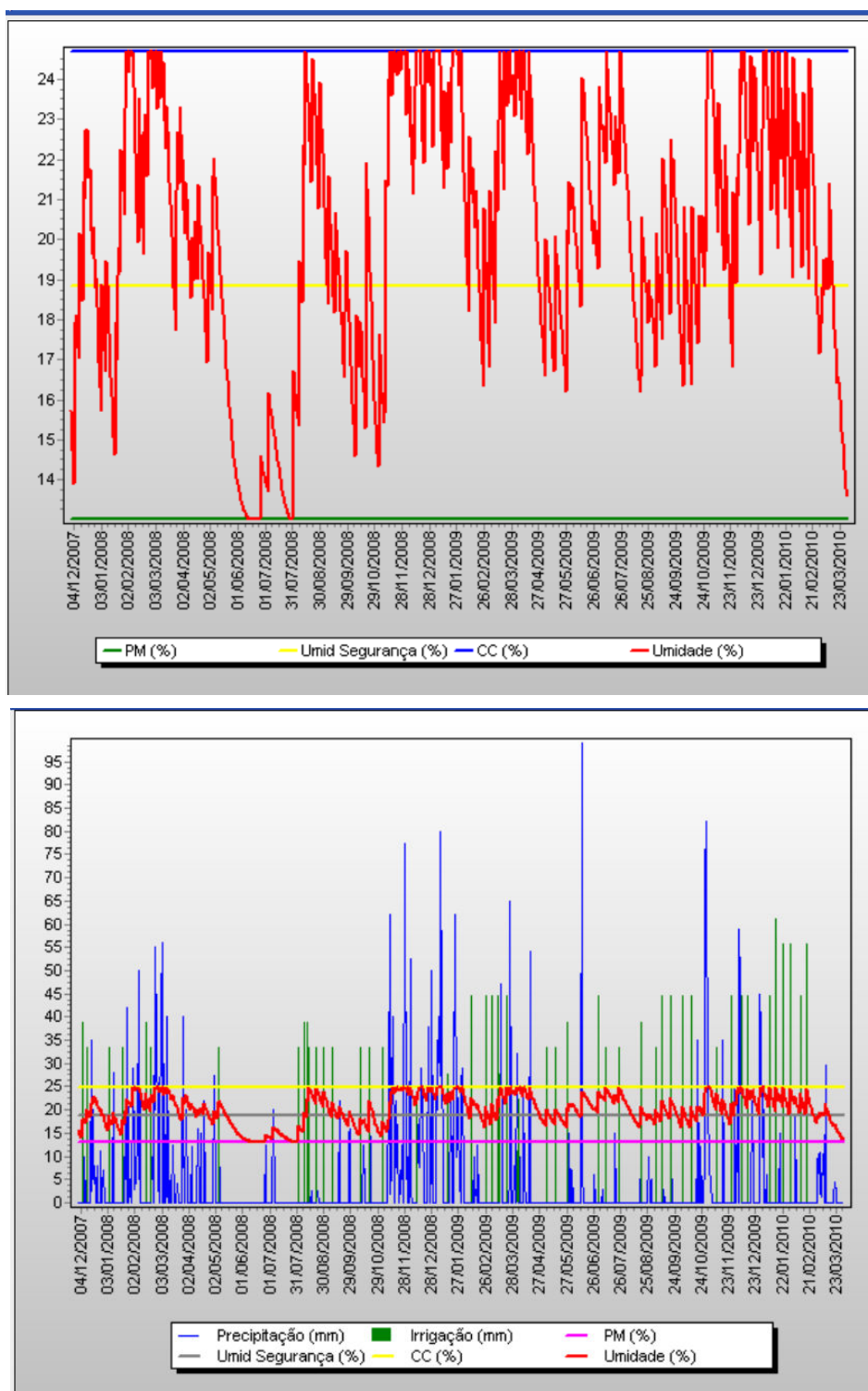


Figura 38 - Variação da umidade do solo, precipitação ocorrida e irrigação aplicada na propriedade referente ao sistema Microaspersão Café 4 (N).

b) Irrigação Aplicada *versus* IRN

As Figuras 39 a 41 apresentam a comparação entre a irrigação aplicada e a irrigação real necessária (IRN) (APÊNDICE VI, Tabelas VI.1 a VI.6).

De forma geral, as irrigações não acompanharam a IRN; no caso da banana, a quase totalidade das aplicações foram superiores ao necessário; no caso do café, apesar de algumas aplicações excessivas, a maioria delas foram inferiores ao requerido no momento - ocasionando aumento gradativo do déficit no solo e, assim, o aumento da lâmina necessária subsequente para suprir este déficit. Esta realidade também é verificada nos trabalhos de Chamon (2002), Sousa et al. (2003), Cordeiro (2006) e Lopes (2006). Para que tal problema fosse contornado, seria necessário o funcionamento dos equipamentos por um tempo muito grande, ocasionando gastos de energia muito altos.

Observou-se que em todas as propriedades o tempo de funcionamento do sistema (e conseqüentemente a lâmina aplicada) definido pelos produtores não segue nenhum parâmetro técnico. Em muitas situações permanecem padronizadas mesmo com variações climáticas (ocorrência de chuvas ou veranicos) que influenciam na umidade do solo e, conseqüentemente, na definição da lâmina da irrigação, contribuindo, assim, para a realidade constatada.

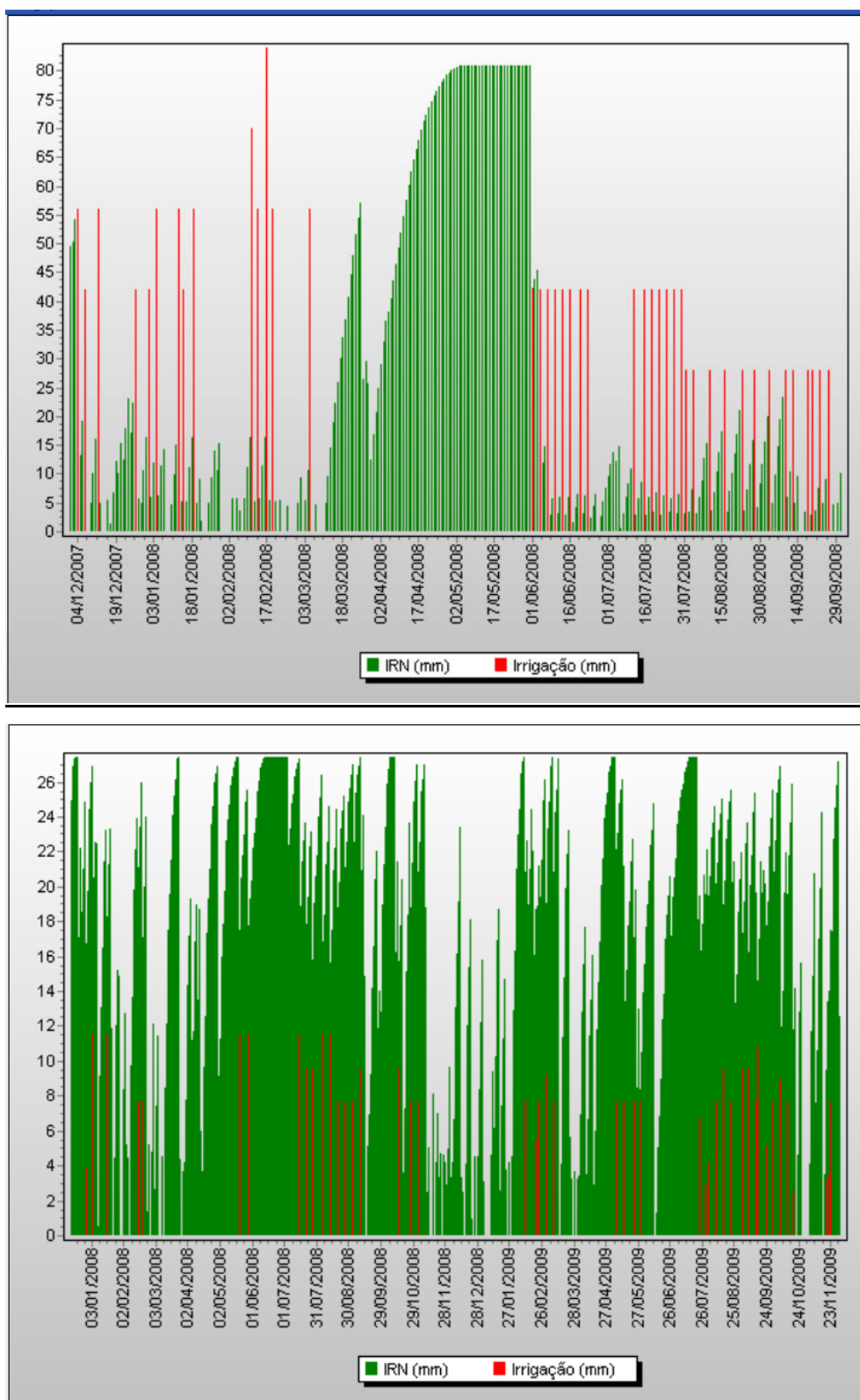


Figura 39 - IRN acumulada *versus* irrigação aplicada nos sistemas Microaspersão Banana 6 (M) (gráfico superior) e Microjet Café 1 (B) (gráfico inferior).

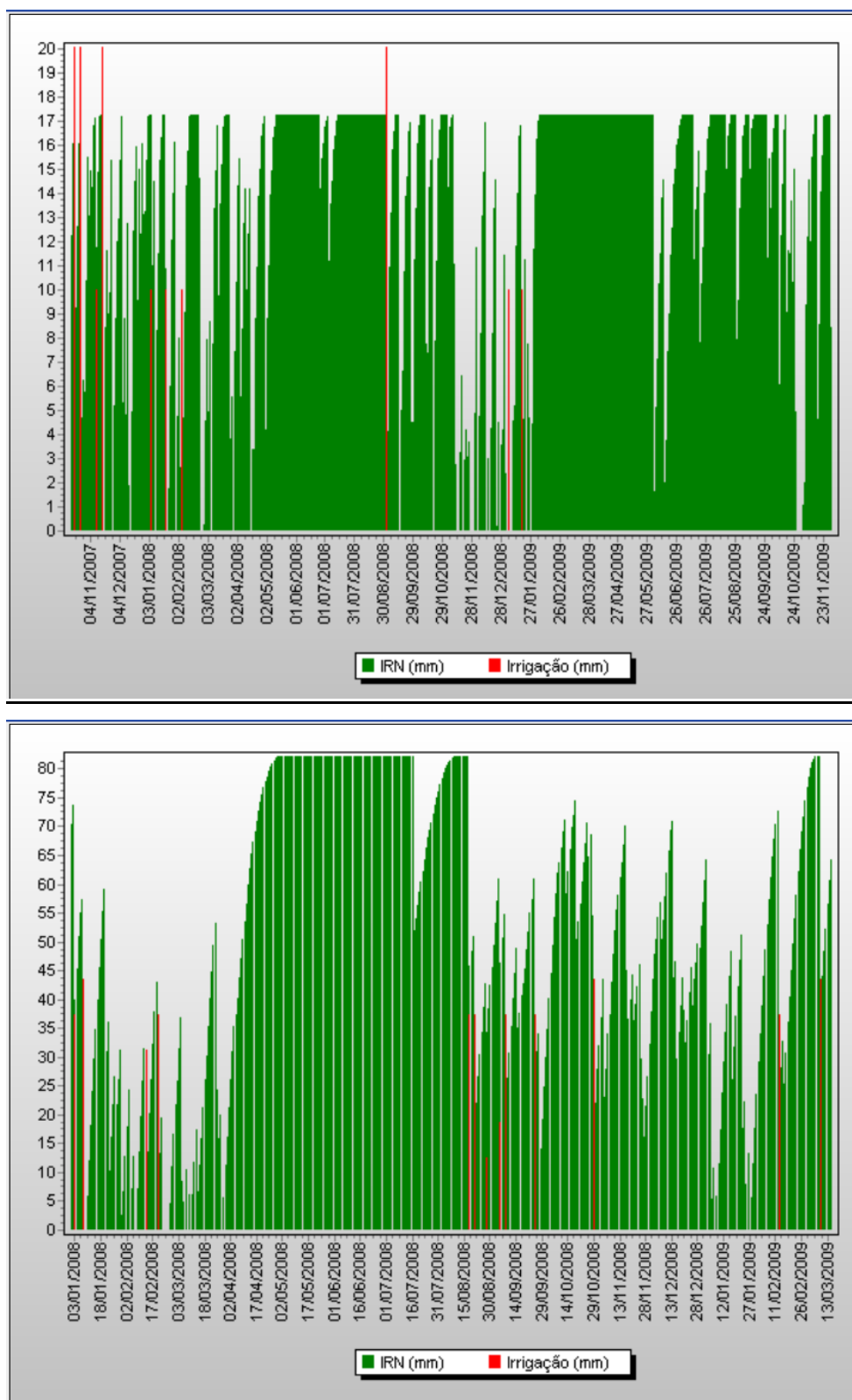


Figura 40 - IRN acumulada versus irrigação aplicada nos sistemas Microjet Café 5 (G) (gráfico superior) e Microaspersão Café 2 (C) (gráfico inferior).

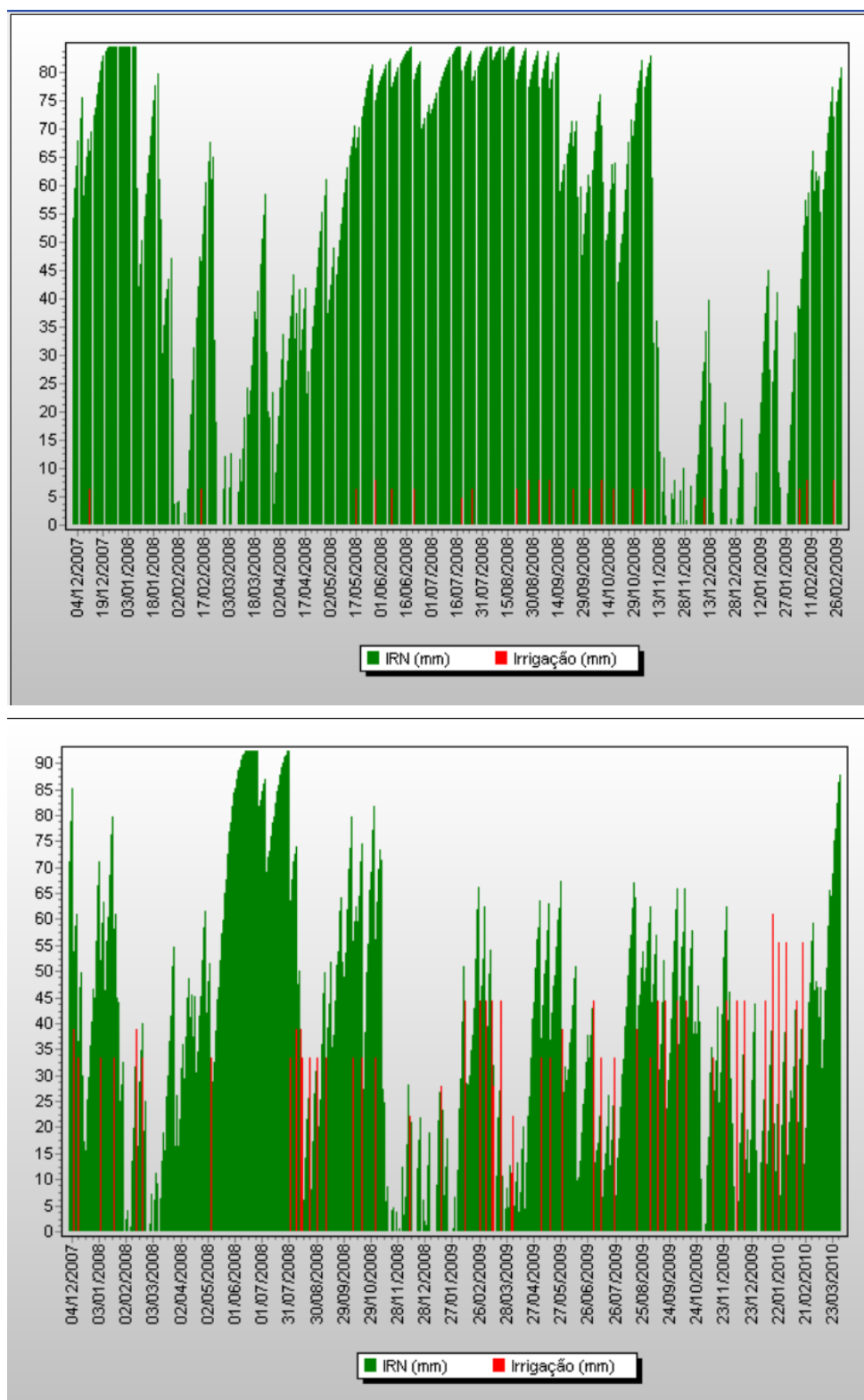


Figura 41 - IRN acumulada versus irrigação aplicada nos sistemas Microaspersão Café 3 (I) (gráfico superior) e Microaspersão Café 4 (N) (gráfico inferior).

5.3.1.3.3. Análise integrada do uso da água na agricultura irrigada na bacia do Sossego

Quanto ao manejo de irrigação praticado na área de estudo, não há nenhum tipo de mecanismo de transferência de informações sobre os parâmetros técnicos necessários (clima, solo, etc); na maioria das vezes os produtores “definem” (sozinhos; pelo o que “ouvem falar”; ou baseados nos cálculos de dimensionamento hidráulico realizados em lojas de venda de equipamentos de irrigação) um tempo padrão que aparentemente é suficiente para aplicar o volume de água necessário.

Ao invés de aplicações adequadas à cultura, às condições de solo e de clima, é maior a probabilidade de haver aplicações excessivas ou deficitárias. No primeiro caso, há consumo excessivo de energia e a perda por percolação de água abaixo da profundidade radicular efetiva. No segundo caso, há também desperdício de água e energia, uma vez que a água aplicada e a energia gasta não são aquelas que poderiam trazer um nível de benefício ótimo para o produtor em termos de produção advinda da utilização destes insumos.

Comparando-se os resultados observados nas propriedades-piloto acompanhadas, verifica-se que ocorre o mesmo que em propriedades produtoras em Pinheiros, município da Região Norte do Espírito Santo, onde não há, mesmo em propriedades com maior infra-estrutura, a definição de um manejo de irrigação adequado (GEARH/LABGEST, 2006; LOPES, 2006). Esta realidade talvez seja a da maior parte dos produtores agrícolas do Espírito Santo e do Brasil, principalmente dos pequenos produtores rurais.

Apesar dos resultados indicarem de forma geral que não se verifica manejo baseado em critérios técnicos, as constatações de que nas culturas do café e da banana já são adotadas algumas práticas de aplicação em função das exigências hídricas inerentes às mesmas (possibilidade de irrigação deficitária

no café, principalmente no período floração e repouso, e a necessidade de manutenção da umidade do solo próxima à capacidade de campo no caso da banana), apontam para a possibilidade de que a implementação de algum método de manejo de fácil entendimento aos produtores na região poderia trazer resultados significativamente melhores aos observados, aprimorando o manejo adotado atualmente.

Quanto aos sistemas de irrigação adotados na bacia, observa-se uma tendência crescente na adoção dos equipamentos de sistemas localizados (Microjet e Microaspersão) em detrimento de sistemas por aspersão, conforme mencionado anteriormente. Alguns produtores têm adotado também sistemas de gotejamento, porém ainda em menor número na bacia. Dois pontos são freqüentemente apontados pelos produtores como as principais razões desta transição tecnológica: 1) a maior economia de água proporcionada pelos sistemas localizados; 2) e o déficit hídrico observado na localidade em boa parte do ano.

Ao mesmo tempo em que há críticas explícitas dos próprios produtores em relação àqueles que ainda se utilizam de sistemas por aspersão (o que é às vezes atribuído como simples "má vontade" em trocar de equipamento), há a atenuação deste entendimento por alguns, que apontam como causa as limitações econômicas de alguns proprietários que impossibilita a troca de sistemas.

Contudo, ao se analisar com mais profundidade a história da produção agrícola e do uso da irrigação na comunidade, além das razões supracitadas, noticia-se uma transição nas culturas produzidas e nas técnicas adotadas ao longo dos anos, o que pode ter influenciado no referido processo de mudança.

O início das intervenções direcionadas ao uso da água na agricultura irrigada no local foi a implementação do programa governamental PROVÁRZEAS

(“Programa de Aproveitamento Racional das Várzeas Irrigáveis”), desenvolvido no governo do Presidente João Figueiredo. Esse programa consistia na transformação do leito dos rios com o intuito de tornar possível o cultivo nos fundos de vales, já que o solo dos mesmos era alagadiço. Assim, muitos canais foram retelinizados e outros se tornaram intermitentes em decorrência da drenagem de áreas anteriormente alagadiças; partes que continham afloramentos de rochas foram retiradas, pois faziam acumular água. Nesse período, utilizava-se basicamente irrigação por superfície (inundação), sendo o arroz a principal cultura agrícola. Além desta, eram produzidas também culturas de subsistência e olerícolas.

Após o período do predomínio da produção de arroz utilizando a irrigação por superfície, os preços do arroz caem e outras olerícolas passam a ser produzidas utilizando irrigação manual. Segundo um dos produtores, neto dos primeiros imigrantes italianos na comunidade, nessa época o “café era muito pouco. Ninguém gostava de café. Era hortifrutigranjeiro mesmo. Ninguém queria café. Mas aí isso foi mudando, mudando, mudando muito... de 20 anos atrás já produzia muita verdura. O auge foi em 10 anos atrás.” (GIRARDI, 2008).

Quanto às técnicas de irrigação daquela época, o mesmo produtor afirma que

antigamente ... não existia canhão [canhão hidráulico/aspersão convencional]. Era tudo no caninho [irrigação manual]; pé a pé. A mão-de-obra era grande. E depois começou a aparecer a irrigação de canhão... esses aí, acho que foi o vilão... aí começa a diminuir a mão-de-obra. Aumenta a área de plantação. Porque na mão [irrigando manualmente] não tinha como expandir muito a área. Depois com as técnicas.... em termos de irrigação não precisa de ninguém. Aí as pessoas foram abrindo as áreas. Aí o consumo da água dobrou. Antigamente ninguém irrigava a noite. Usava de dia mas a noite o rio corria. Hoje o cara trabalha de dia e liga o sistema de irrigação a noite... tem uns que não tem consciência e larga lá de noite... (GIRARDI, 2008)

Assim, como se observa, há a transição de uma fase de irrigação manual para uma de ampliação do uso da irrigação por aspersão, o que trouxe grande pressão à disponibilidade hídrica local.

O mesmo produtor afirma que

antes da irrigação já tinha problema com água aqui. Mas eu acho que o que fez piorar mais foi a irrigação ... Aqui ninguém se preocupava com reserva de água. Já tinha o caso que tinham drenado por causa dos caramujos [a comunidade possui altos índices de esquistossomose], por causa das lagoas. Mas ninguém se preocupava. Mas aí foi por 1995, por aí afora, começou a questão da água que apesar que tinha poucas irrigações, o rio não suportava. Tinha um técnico que começou a falar pro pessoal fazer represa. O governo mesmo mandava trator e tudo pra fazer represa. Aí aquilo amenizou um pouco. Mas em 1998 aí complicou mesmo. Foi a primeira vez que o rio cortou mesmo. Que eu me lembre foi a primeira vez. Aí depois foi mais uns anos. Ai o pessoal foi acostumando a fazer caixa seca, reservatório... senão hoje não tinha um pingão de água. Acho que não tinha nem pra beber... (GIRARDI, 2008).

Convém reforçar o ponto destacado acima pelo produtor, referente ao endemismo da esquistossomose na região. Tal realidade, fez com que drenagens e dragagens do sistema hídrico local fossem realizados no intuito de eliminar possíveis focos de proliferação da doença, tais como lagoas e charcos naturais. Isso contribuiu ainda mais na redução do tempo de retenção da água nos corpos hídricos locais e, assim, na diminuição da disponibilidade hídrica.

Mais recentemente, mesmo com a maior economia de água em termos individuais, proporcionada pela adoção gradativa de sistemas localizados, em substituição aos sistemas por aspersão, observam-se efeitos reversos aos esperados, quando se avalia a coletividade. Na ilusão de que tais sistemas solucionariam o problema de falta de água apenas por sua adoção, houve um incremento substancial na área irrigada em decorrência do uso de tais sistemas, inclusive em propriedades que não utilizavam irrigação anteriormente.

Além disso, não há a preocupação em se adotar um manejo de irrigação adequado, nem planejar o plantio com base na disponibilidade hídrica da propriedade. Como exemplo, no café conilon, onde geralmente se adotava irrigação por aspersão suplementar, portanto com menor regularidade, percebe-se um incremento significativo no uso de sistemas localizados e uma maior frequência na aplicação de água. Ademais, o aumento da produção de frutas

(banana, mamão, etc.) e do ‘inhame’ ao longo dos anos, reconhecidamente mais exigentes em água, também concorrem para o incremento na pressão do uso dos recursos hídricos locais.

Outra constatação importante quanto ao manejo da irrigação local é entender as formas de captação e reservação de água na comunidade. As propriedades normalmente ocupam áreas que vão das margens dos córregos ao topo das vertentes, ou seja, vão aumentando de tamanho à medida que os vales se ampliam e as vertentes se distanciam. Porém, sejam nas porções altas, sejam nas porções baixas, as propriedades em sua grande maioria têm nascentes e acesso ao canal principal (QUARENTEI, 2010).

Assim, as formas de captação e reservação de água adotadas para a irrigação são variadas, sendo observados basicamente os seguintes tipos:

- Captação direta nos córregos (com o uso ou não de pequenas represas/barragens na maioria das vezes não licenciadas) e uso dessa água diretamente nas áreas irrigadas;
- Captação direta nos córregos, reservação dessa água nas partes altas da propriedade para uso posterior por gravidade nas áreas irrigadas;
- Captação direta nos córregos, reservação dessa água mais a água das chuvas e de olhos d’água naturais nas partes altas da propriedade para uso posterior por gravidade nas áreas irrigadas; e
- Reservação nas partes baixas da bacia por meio de “poços escavados” (afloramento do lençol subterrâneo) e uso dessa água por bombeamento nas áreas irrigadas.

Como se observa, além da construção de pequenas barragens sem critérios técnicos no leito dos córregos locais (Figura 42) ou da escavação de tanques de armazenamento próximos às margens dos córregos (os denominados “poços escavados”) (Figura 44), muitos deles dentro das Áreas de Preservação Permanente, que expõem as águas do lençol subterrâneo, observa-se também a

construção de reservatórios nas partes altas da bacia para armazenar as águas de nascentes¹⁹ (Figura 43). Tal realidade pode estar influenciando na redução da disponibilidade hídrica da bacia do Sossego.

Os conflitos pelo uso da água observados poderão ser (ou já estão sendo) ainda mais intensificados em decorrência da expansão na adoção de tarifas reduzidas de energia elétrica denominada “tarifa-verde”, onde a energia elétrica utilizada no período da noite é mais barata que a tarifa padrão. Os produtores constroem geralmente reservatórios nas partes altas da propriedade para armazenar águas dos córregos que são captadas nos horários de tarifa-verde e conduzidas até eles. Assim, podem utilizar com maior conveniência a água captada com uma tarifa de energia mais baixa, e utilizá-la por gravidade sem custo algum.

O caso poderá ser ainda mais agravado, se a intenção da Política Nacional de Irrigação de ampliar os horários com tarifas mais baixas para o uso na irrigação for implementada sem que algumas regras de uso sejam definidas no Sossego e em outras áreas críticas.

Nesse contexto, Kerr et al. (2008) dão indícios de como políticas de subsídios podem ter efeitos colaterais adversos e ocasionar resultados ainda piores do que as falhas que se pretende corrigir, principalmente em regiões já fragilizadas. Geralmente, os produtores se acostumam com projetos altamente subsidiados que trazem tecnologias inadequadas. Novos projetos que tentam operar sem subsídios financeiros não são bem-vindos; produtores os avaliam antecipadamente com base nas concessões ao invés dos méritos que os mesmos oferecem.

¹⁹Outro conflito advindo da construção destes reservatórios tanto nas partes altas da bacia quanto próximo às margens dos córregos é a necessidade de remoção de vegetação e ocupação de Área de Preservação Permanente – APP, o que fere a legislação florestal vigente e vem provocando algumas denúncias na comunidade (Figuras 42 e 43).



Figura 42 – Captação direta no Córrego Sossego. Detalhe para estrutura de contenção construída dentro do leito do córrego.



Figura 43 – Estruturas de reservação de água em partes altas da bacia do Sossego.



Figura 44 – Poços escavados na bacia do Sossego. Detalhe, na foto inferior, para a escavação de mais um poço no fim do ano de 2010.

Em suma, a Figura 45 apresenta um resumo da dinâmica de uso da água na agricultura irrigada da bacia do Sossego ao longo dos anos até os dias atuais. São observadas modificações gradativas na adoção de sistemas de irrigação ao longo dos anos, passando da irrigação por superfície, na época do PROVÁRZEAS, por sistemas de irrigação manual e aspersão, até o predomínio do uso de sistemas localizados, principalmente a microaspersão e o microjet, mais recentemente.

Tais modificações decorrem principalmente das mudanças nos padrões de cultivo locais, passando da produção de arroz na época do PROVÁRZEAS, aos dias atuais onde praticamente tudo o que é produzido no local (olericultura, cafeicultura e fruticultura) é irrigado.

É fato que tais sistemas localizados propiciam menores gastos de água em relação a outros sistemas, desde que adequadamente utilizados, porém, a potencial economia de água proporcionada por tais sistemas parece não estar se transformando em volumes salvos, visando a uma melhor distribuição da água entre os diversos produtores e que garanta as funções ecológicas do ecossistema, em virtude da intensificação na adoção da irrigação com o uso de sistemas localizados.

Em conseqüência da maior adoção de sistemas de irrigação para a produção, há a ampliação da reservação, em grande parte lançando-se mão de técnicas que podem estar de alguma forma comprometendo a disponibilidade de água para a coletividade e para o ecossistema, tais como os poços escavados. Aliado a isso, tem-se observado mais recentemente, a adoção crescente por parte dos produtores, de subsídios referentes a tarifas de energia elétrica para uso na irrigação, que podem ser inapropriados para locais críticos (como o Sossego) e agravar ainda mais a situação em médio prazo.

Dois fatores negativos associados a esta realidade e que também podem estar comprometendo ainda mais os conflitos locais são a inexistência de planejamento para plantio dentro da oferta e demanda da bacia e de adoção de um manejo de irrigação adequado. Fatores imprescindíveis para o planejamento para plantio e definição de manejo de irrigação adequado são os quantitativos do que se pretende plantar e do volume de disponível. Porém, é sabida a dificuldade da obtenção e da disseminação de tais informações, e aqui são destacados três motivos para tal.

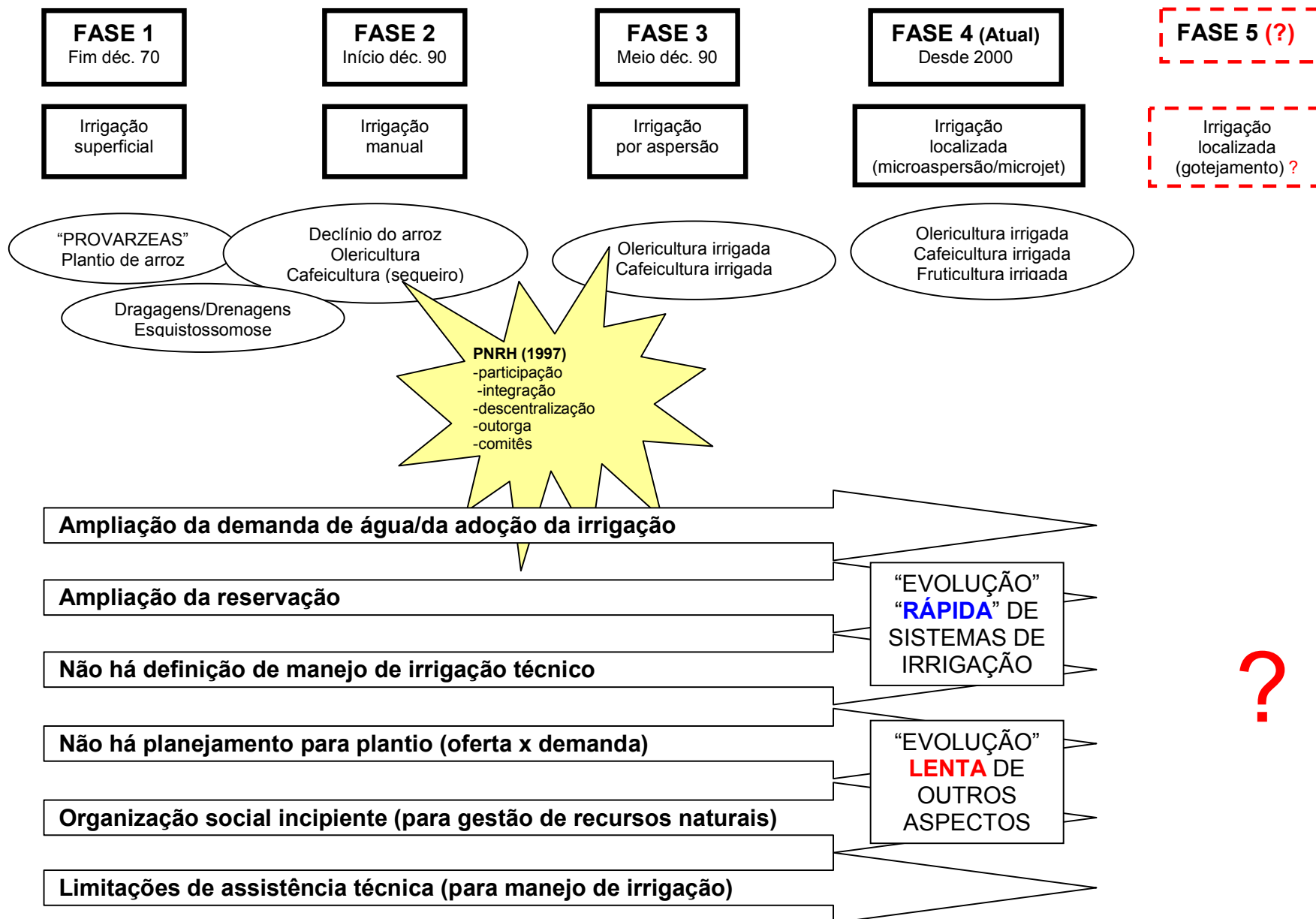
Primeiro, os produtores geralmente não fazem um planejamento mínimo nem conhecem as exigências das culturas ao longo de um ciclo. Segundo, é patente a dificuldade em se disseminar a informação, principalmente dados técnicos, em comunidades rurais, na maioria das vezes pelas próprias limitações dos órgãos de assistência técnica e de fiscalização ambiental, por falta de recursos humanos e/ou infra-estruturais. Terceiro, considerando a organização social incipiente de comunidades rurais, principalmente para gestão de recursos naturais, e a baixa capacitação (e escolaridade) de grande parte dos produtores rurais, fica ainda mais difícil promover e consolidar os fatores mencionados.

A realidade do Sossego corresponde bem ao que propõe Lankford (2003) que classifica o desenvolvimento da irrigação em três estágios: “*proto-irrigation*” (irrigação inicial), “*irrigation-momentum*” (ampliação da irrigação) e “*river basin management*” (gestão de bacia hidrográfica). As Fases 1 e 2, apresentadas na Figura 45, representam o estágio “*proto-irrigation*” no Sossego, onde os irrigantes são menos comuns e a irrigação não é tão atrativa.

A partir da Fase 3, inicia-se o estágio “*irrigation-momentum*”, onde há um interesse crescente em relação a irrigação, principalmente pelas vantagens propiciadas por sua adoção, tais como maior garantia da produção e maiores produtividades, e pelo desenvolvimento de métodos cada vez menos exigentes em mão-de-obra. Estaria o Sossego caminhando (e preparado) para o terceiro

estágio apontado por Lankford (2003), a saber, a gestão da irrigação por bacia hidrográfica? Com a tendência de intensificação dos conflitos observados no local e uma política nacional de águas que preconiza participação, descentralização e integração, há indícios, corroborados pelo mesmo autor, que os tomadores de decisão não deveriam focar necessariamente na expansão da irrigação, mas na gestão e alocação de águas e mediação de conflitos. Os itens seguintes tentam trazer ainda mais subsídios para tal questionamento.

Figura 45 – Resumo da dinâmica de uso da água na agricultura irrigada da bacia do Sossego



5.3.2 Realização de oficinas participativas com aplicação do River Basin Game (RBG) (Passo “3” do PM – “Realização de oficinas participativas para estruturação do problema”)

São apresentados, no decorrer deste item, resultados e constatações obtidos a partir da realização das oficinas com produtores, onde foi possível levantar informações sobre a região por meio da consulta a um maior número de pessoas que vivenciam os problemas locais.

5.3.2.1. Análise da metodologia adotada para o convite dos produtores e do nível de participação da população abrangida nas oficinas

Quanto ao convite para as oficinas, a estratégia adotada foi considerada adequada pelos participantes que se sentiram prestigiados e motivados a fazer parte das atividades. A entrega em mãos da maioria dos convites, com a explicação em linguagem adequada do que se tratava, bem como a participação de moradores locais no auxílio dessa atividade e de técnico que acompanha as atividades do Projeto Sossego foram de suma importância para motivar a comunidade a participar.

Conforme apontam Toro e Duarte (1997, p.46), num processo de mobilização social, é preciso que as propostas de atuação “sejam claras e realistas; respeitem os limites de atuação de cada um, mas não sejam conservadoras, que contribuam para abrir caminhos para novas visões; não sejam explicitadas e/ou percebidas como cobrança, como responsabilização; sejam estimulantes.”

O número total de moradores/produtores nas oficinas foi de 144. O nível de participação nas oficinas foi de aproximadamente 50% das propriedades da bacia, variando de 20 a 71,4% entre as 12 comunidades da bacia (Quadro 10). Tal variação pode ser explicada por diferentes níveis e tempos de participação

dos produtores no Projeto Sossego e a existência de lideranças (naturais e/ou participantes do GCC) mais ou menos atuantes na mobilização de suas comunidades. Isso é corroborado por Toro e Duarte (1997, p.63) que reiteram a importância das lideranças locais para catalisar e dar continuidade ao processo de mobilização e participação local, principalmente como agentes de “circulação de informações” ou “facilitadores de intercomunicação”.

Comunidade	Nível de participação das comunidades (%)
Barra do Sossego/Boa Vista	42
Marquez	50
Matutina	56
Baixo Sossego/Rizzi	71
Penedo	71,4
Santa Helena	50
Boa Vista/Toniato	20
Meneghel	43,3
Loriato	32
Bananal	56,3
Meneghel	50

Quadro 10 – Participação das comunidades da bacia do Sossego nas oficinas com RBG.

Participaram das atividades homens e mulheres, jovens e idosos, com formações escolares das mais diversas (de ensino médio incompleto a graduados) e das mais diversas profissões (produtores agrícolas, aposentados, funcionários públicos, vereadores locais, etc.).

Um ponto a se destacar foi a participação das mulheres que, apesar de ainda em minoria (aproximadamente 16% do total de participantes), dado o caráter ainda predominantemente masculino da gestão de águas agrícolas (cf. ARROYO e BOELEN, 1998), foram bastante atuantes nas discussões. Ressalta-se que a maioria delas entendia bem da problemática discutida, porém, por uma limitação cultural ou por se ocuparem também das atividades

domésticas, geralmente acabam por não participar das discussões e decisões locais. As oficinas puderam, então, propiciar momentos onde as mulheres puderam participar mais ativamente das discussões.

5.3.2.2. Análise do nível de motivação dos produtores, antes da realização das oficinas, para tratar do problema local

Os resultados da aplicação de questionário antes do início das atividades com o uso do RBG podem ilustrar a motivação apontada acima. Dos respondentes nas quatro oficinas, na média, em torno de 88% acham que é possível resolver o problema da falta de água (Pergunta 1) e aproximadamente 72 % acham que as atividades que seriam realizadas a partir daquele momento auxiliariam a reduzir o problema observado (Pergunta 2) (Quadro 11).

Ao se analisar comentários feitos por alguns para as respostas dadas, pode-se também obter algumas constatações (APÊNDICE IX). Para as respostas SIM da pergunta 1, comentários acerca da necessidade de conscientização e colaboração mútua entre produtores foram os mais freqüentes.

A diferença de resultados afirmativos entre as perguntas 1 e 2 pode estar relacionada ao fato de que naquele momento não se estava claro ainda aos produtores quais seriam as atividades realizadas, bem como à constatação de que na visão de muitos deles perde-se muito tempo com reuniões e as intervenções e obras são sempre demoradas. Ainda assim, considera-se que o resultado positivo das respostas dá indicativos de que a comunidade parece estar disposta a participar mais ativamente do problema de gestão enfrentado.

	OFICINA I			OFICINA II			OFICINA III			OFICINA IV		
Respostas	Sim	Não	Talvez	Sim	Não	Talvez	Sim	Não	Talvez	Sim	Não	Talvez
Pergunta 1: “Você acha que é <u>possível</u> reduzir o problema da falta de água no Sossego?”	89,3 %	0 %	10,7 %	95,2 %	0 %	4,8 %	78 %	2,4 %	14,6 %	88,9 %	0 %	11,1 %
							NR:	5%				
Pergunta 2: “Você acha que <u>as atividades que serão realizadas ajudarão a</u> reduzir o problema da falta de água no Sossego?”	78,6 %	0 %	17,9 %	66,6 %	4,8 %	14,3 %	78 %	2,4 %	14,6 %	63 %	0 %	33,3 %
	NR:	3,5%		NR:	14,3%		NR:	5%		NR:	3,7%	

Legenda: NR - Não responderam

Quadro 11 – Resultados de questionários aplicados nas oficinas com RBG.

5.3.2.3. Análise da realização das oficinas com produtores e aplicação do River Basin Game (RBG)

A interação de idades, gêneros e formações distintos foi bastante interessante para o levantamento de alternativas para o problema local e obtenção de contribuições científicas significativas. O RBG, nesse sentido, teve papel preponderante como ferramenta de “quebra de gelo” entre os participantes, de linguagem mais acessível, e por propiciar em ambiente lúdico, menos tenso, para se discutir um problema real.

A aplicação do jogo de forma geral promoveu um ambiente de bastante integração entre os produtores; alguns deles ainda não se conheciam pessoalmente, nem tinham tido a oportunidade de conversar sobre os problemas locais (Figura 46). Observou-se que muitos produtores não conheciam toda a bacia, nem sabiam onde se localizam as nascentes dos córregos.



Figura 46 – Fotos das oficinas realizadas. Destaques para a heterogeneidade (gênero, idade, localização, formação) dos participantes e ambiente lúdico e interativo propiciado pelo RBG.

Segundo os próprios produtores, ficou claro como a situação é problemática e, ao mesmo tempo, rica pela possibilidade da união de forças e de diferentes opiniões. Tal constatação vai ao encontro do que colocam Magombeyi et al. (2008). Ao falarem da aplicação do RBG reforçam que os jogadores utilizam suas próprias experiências para discutir questões uma vez que o jogo oferece um entendimento simplificado do complexo comportamento de ecossistemas impactados pela ação do homem; por exemplo, como comportamentos individuais e regras coletivas para a distribuição de água interagem com a hidrologia do rio.

Foi interessante observar as diferentes respostas/visões dos produtores, principalmente em decorrência de suas localizações na bacia e, ao mesmo tempo, similaridades nos discursos, que nem sempre, por diversos motivos, são transformados em prática. Por exemplo, a conscientização quanto à importância de se manter cobertura vegetal, mas a dificuldade de se realizar a recuperação de áreas (por dificuldade de acessar insumos, ou limitações financeiras) ou a retórica de que é preciso planejar o plantio em função do volume de água disponível, mas a inobservância desta prática no local (por falta de dados, falta de agregação social). Tais discussões serão aprofundadas nos itens a seguir.

Como resultados efetivos da realização das oficinas participativas com o auxílio do RBG, observa-se que após a realização dos encontros, com a disseminação do que foi discutido entre os moradores, mesmo aqueles que ainda não participaram de nenhuma atividade na bacia do Sossego começam a vislumbrar a possibilidade de que benefícios concretos podem ser de fato gerados na comunidade, talvez pelo fortalecimento do sentimento de pertencimento e empoderamento motivados por estes encontros e discussões.

A partir da aplicação do jogo percebeu-se um maior interesse dos produtores pelo problema e em agir de forma coletiva. Conforme afirmam Magombeyi et al. (2008, p. 874, tradução livre)

[...] o RBG tem um duplo compromisso na Pesquisa-Ação: estudar um sistema e facilitar a colaboração entre pesquisadores e membros locais do sistema (micro bacia) na mudança deste sistema para o que é conjuntamente reconhecido como um desejado novo estado. A obtenção desses objetivos requer co-aprendizado, apoiado pela colaboração ativa de pesquisadores e comunidades locais.

Observou-se que após as discussões e esclarecimentos iniciais proporcionados pelo RBG os representantes puderam discutir seus problemas com maior segurança nas etapas seguintes do Procedimento Metodológico. Isso se concretizou com a aplicação do método multicriterial e formação de comissões de acompanhamento, o que será detalhado posteriormente no item 5.4.

Apesar dos avanços, percebe-se que os produtores ainda se sentem bastante dependentes de apoio externo. Tal realidade é ilustrada pela recorrência da demanda por “orientação técnica” na aplicação dos questionários (APÊNDICE IX) e durante as discussões nas oficinas, principalmente quando do momento de levantamento de soluções pelos produtores (item 5.3.3.4.). Mas as questões que persistem são: que tipo de conhecimento técnico? Como fazer chegar aos produtores?

Ademais, muitos crêem que os problemas apenas serão resolvidos com a adoção de medidas estruturais (construção de barragens e reservatórios, etc.) – poucos (mas alguns já) percebem que estão gradativamente se conscientizando, se mobilizando e se organizando e que isso já é um grande avanço na direção de se discutir uma gestão mais adequada de seus recursos.

Um fator limitador associado a este problema é a dificuldade de acompanhamento de resultados por meio da definição de critérios e indicadores, conforme corroboram Toro e Duarte (1997). A disseminação de informações na comunidade, tanto das experiências bem sucedidas desenvolvidas pelos próprios produtores quanto por técnicos e pesquisadores, é praticamente nula na região.

Outra constatação é a necessidade da construção de relações de confiança dos produtores com agentes externos para que possa haver o desenvolvimento de conhecimento compartilhado. A resistência de aproximação pode estar relacionada a promessas não cumpridas anteriormente pelo poder público ou ao desenvolvimento de projetos e políticas inadequadas aos e sem considerar os anseios locais, bem como, conforme Toro e Duarte (1997, p. 83), “a resistência que a participação de pessoas diferentes desperta naqueles que são os especialistas”.

Nesse sentido, os mesmos autores sugerem que “uma das coisas que ajuda nessa hora é a identificação de interlocutores respeitados e legitimados por esse público [os especialistas]. É preciso mobilizar esses interlocutores para que eles [...] contribuam para gerar um clima de aceitação e interação”. Nesse sentido, ressalta-se a importância do papel de facilitadores e lideranças locais como interlocutores.

Ademais, conforme ressalta Brown (2010), nos casos de grupos mais fragilizados (baixa escolaridade, limitações financeiras, baixo nível de organização, participação e mobilização social), o papel de instituições e do Estado é preponderante na catalização do processo de empoderamento, a fim de que gradativamente tais grupos tenham melhores condições de se auto-organizarem e se auto-representarem.

5.3.3.4. Levantamento dos problemas e possíveis soluções para o problema local observado

Dentro da dinâmica proposta para a condução das oficinas, a última etapa seria o levantamento dos principais problemas e possíveis soluções na visão dos produtores na bacia do Sossego. Com o auxílio de planilhas para o apontamento de informações e de um facilitador em cada um dos 6 grupos formados a cada

oficina, os produtores discutiram os problemas enfrentados e apontaram diversas alternativas que foram posteriormente apresentadas para o público.

A partir do que foi levantado por produtores e, por meio da realização de visitas técnicas com a participação de especialistas na temática discutida, nas quais se solicitou também o apontamento dos problemas e de possíveis soluções para o local, foi possível mapear os pontos recorrentemente mencionados e, assim, se vislumbrar os temas prioritários a serem esmiuçados. Num primeiro momento, foram observadas e agrupadas 5 grandes questões, a saber, irrigação, oferta hídrica, conservação de água e solo, reflorestamento/recuperação de áreas degradadas e medidas não-estruturais (Quadros 12 a 16).

Ao se comparar o material gerado nas oficinas com produtores com o produzido a partir das visitas de técnicas com especialistas (Quadros 12 a 16), observa-se que, os materiais ao mesmo tempo se complementam e demonstram que o saber técnico e o saber local, neste caso, estão bastante convergentes. A grande diferença talvez seja o maior número de soluções técnicas expostas pelos especialistas, porém os problemas e as soluções expostas pelos dois grupos, de forma geral, foram bastante similares. A iniciativa de avaliar a colaboração de diferentes visões ao problema é uma tentativa de trazer subsídios ao problema da resistência dos especialistas em relação ao saber local (TORO e DUARTE, 1997).

Ressalta-se que, nesse primeiro momento, buscou-se entender o problema e levantar as possíveis soluções para a resolução do mesmo, sem que houvesse juízo de valor quanto a se as propostas seriam apropriadas ou se algo deixou de ser considerado em sua análise. Isto é justificado, pois se entende que um processo construtivo e adaptativo é constituído por uma série de eventos que vão sendo gradativamente debatidos e detalhados, com a participação de todos os atores envolvidos na problemática, conforme ressaltam Rockstrom et al. (2004) e Dietz et al. (2003).

QUESTÕES RELACIONADAS À IRRIGAÇÃO	
PRODUTORES	ESPECIALISTAS
<ul style="list-style-type: none"> -Diminuir desperdício na irrigação; -Aumento da assessoria técnica; -Qualificação técnica dos produtores; -Contratação de profissional dedicado exclusivamente ao Sossego; -Vistoria/manutenção dos equipamentos; -Estar mais aberto às propostas técnicas; -Diminuir número de regas; -Mudar tipo de irrigação; utilizar os que gastam menos água (microjet/gotejamento); -Adotar Termo de Ajustamento de Conduta (TAC); -Necessidade de manejo controlado; -Atuação do INCAPER/Prefeitura com técnicos; -Conscientização do que é viável economicamente; -Reduzir valor dos juros para adequar sistemas de irrigação; -Há a necessidade de considerar a realidade do produtor para a troca de equipamentos; -Acesso facilitado ao IEMA; -Realizar rodízio; -Estudo de uso da água por propriedade; -Fiscalização para garantir rodízio; -Estar mais aberto às propostas técnicas; -Cultivar de acordo com as condições da propriedade; -Assistência para entendimento da capacidade do que se pode produzir; -Tratos culturais de acordo com cada cultura; -Diversificação de culturas; -Planejar o que vai plantar; -Realizar controle do plantio principalmente no período seco; -Ação de controle do poder público (recorrer à justiça caso necessário); -Financiamento e assistência para regularizar projetos; -Contratação de técnicos para realizar estudos para regularização de financiamentos; e -Isenção de taxas de juros para o pequeno proprietário. 	<ul style="list-style-type: none"> -Redução de desperdícios de água em sistemas de irrigação; -Diagnóstico; -Avaliação; -Manejo correto; -Outorga - comitê de bacias; -Responsabilidade técnica dos projetos de irrigação (CREA); -Retirar menos água; -Poupar água com melhores práticas de irrigação; -Criar alternativas de renda que não seja agricultura irrigada; -Criar alternativas de produção agrícola que utilizem menos irrigação; -Manejo adequado (técnico); -Uso eficiente da água na agricultura; -Manejo de irrigação; -Formação de agentes multiplicadores atuando em propriedades modelo; -Projeto elaborado por diferentes profissionais; e -Avaliar os projetos de irrigação identificando possíveis falhas de projeto.

Quadro 12 – Agrupamento dos temas prioritários levantados nas oficinas e visitas técnicas: Questões relacionadas à irrigação.

QUESTÕES RELACIONADAS À OFERTA HÍDRICA	
PRODUTORES	ESPECIALISTAS
<ul style="list-style-type: none"> -Construção de barragens; -Diagnóstico com levantamento/identificação de possíveis locais; -Estudo de viabilidade técnica e financeira; -Projeto e execução da obra; -Negociação com proprietários; -Escolha de área com pouco cultivo que permita acúmulo de água; -Obra do Poder Público, acompanhada pelos produtores; -Represas no leito do rio (2 barragens); -Barragens no leito do rio de 1000 em 1000 metros; -Barragens fora do leito do rio (encostas e valões) e depois dentro do leito do rio; -Barragem em pedra; -Barragens no leito do Córrego Sossego, construídas por especialista; -Barragem comunitária; -Adequação de barragens irregulares; -Construção de reservatórios; -Diagnóstico com levantamento/identificação dos locais apropriados; -Estudo de viabilidade técnica e financeira; -Projeto e execução da obra; -Empréstimo; -Adquirir máquina para o Sossego; -Reservatórios em cada propriedade; -Reservatórios nas cabeceiras em toda a bacia; -Poço com lona; e -"Autosubsistência da água", sem utilizar o rio (nascentes e poços). 	<ul style="list-style-type: none"> -Barragens de concreto seqüenciais (Matutina e outros); -Construção de barragens superficiais e subterrâneas; -Levantamento topográfico; -Poços escavados; -Compensação com construção de caixas secas; -Aumentar volume armazenado em alguns casos; -Elaboração de projeto; -A partir do diagnóstico, pesquisa de locais para implantação de novos reservatórios coletivos; -Operação de reservatórios de forma a priorizar o uso público; -Construção de barragens subterrâneas; -Operação de reservatórios de médio porte de forma a beneficiar, além do proprietário, usuários situados a jusante (ex.: reservatório situado no córrego Matutina); -Controle dos desvios de água e captações em poços escavados/reservatórios em períodos de baixas/médias vazões; -Operação alternada de sistemas de captação; -Avaliação quantitativa com monitoramento de vazões e estimativa de volumes de armazenamento de água; -Cadastro de usos e de usuários da água; -Diagnóstico de recursos hídricos; -Construção de Barragens em cursos d'água efêmeros e em microbacias com reduzido tempo de concentração e/ou baixa capacidade de infiltração; -Controle de nível/ vazão liberação de vazão mínima após enchimento dos poços (escavados); -Redução da área dos poços (escavados) para redução do espelho d'água; -Controle de vazão, com estabelecimento de vazão mínima em determinados períodos; -Aumentar armazenamento de água com barramentos; -Criar barragens acima do nível do lençol freático (não escavadas); -Aumentar armazenamento de água no lençol freático; -Promover práticas para aumentar a infiltração; -Eliminar poços escavados no possível; e -Armazenamento de água (barragens, açudes, poços/caixas/tanques secos, etc.).

Quadro 13 – Agrupamento dos temas prioritários levantados nas oficinas e visitas técnicas: Questões relacionadas à oferta hídrica.

QUESTOES RELACIONADAS À CONSERVAÇÃO DE ÁGUA E SOLO	
PRODUTORES	ESPECIALISTAS
<ul style="list-style-type: none"> -Construção e manutenção de caixas secas; -Diagnóstico com levantamento/identificação de possíveis locais; -Estudo de viabilidade técnica e financeira; -Projeto e execução da obra; -Apoio técnico-estrutural para construção; -Manutenção; -Parceria para maquinário: prefeitura-governo-produtor; -Vias públicas e particulares; -Utilizar sedimentos retidos nas cx. secas para cobrir valas/erosões; -Construção ser "custo zero", pois o benefício é coletivo; -Todas as estradas e carreadores das propriedades; -Combater erosão; -Terraplanagem das estradas adequadamente; -Profissionais habilitados; e -Adequação de estradas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Valorizar práticas edáficas e vegetativas (ex. uso e manejo de pastagens); -Assistência técnica; -Análise de solos; -Programa de distribuição de calcário e compra conjunta de adubos; -Utilização da faixa de terra entre as matas naturais e implantadas e o café e demais culturas; -Isolamento do sistema radicular da mata; -Implantar unidades demonstrativas; -Intervenções para aumento da infiltração no solo e recarga do aquífero; -Manejo de pastagens e plantios visando infiltração e redução de erosão; -Construção de terraços; -Instalação de cordões de infiltração em áreas de pastagem/ em áreas degradadas e à jusante de áreas de afloramentos rochosos; -Construção de cxs de captação de chuvas em áreas concentradoras de água; -Revegetação de áreas de cortes, aterros e empréstimos; -Manutenção de cobertura vegetal morta sobre o solo na transição de culturas, em culturas temporárias e em renovação de pastos; -Controle do escoamento superficial; -Adubação verde das lavouras; -Manejo de solo; -Recuperação de pastagem; -Ocupação do solo; -Subsolagem/cordão de contorno/terraceamento; -Elaborar um mapa de aptidão agrícola dos solos da bacia hidrográfica em escala adequada aos proprietários rurais (Modelo SAAAT, Ramalho Filho e Beek, 1995); -Contratação de técnicos ou desenvolvimento de teses/dissertações que produzam este levantamento na forma de um mapa digital com banco de dados; -Adequação de estradas rurais com a construção de caixas secas; -Desenvolvimento de programa de implantação de caixas secas; -Construção de caixas secas em estradas; e -Adequação de estradas rurais (caixas secas, banquetas de infiltração, vegetação de carreadores, etc.).

Quadro 14 – Agrupamento dos temas prioritários levantados nas oficinas e visitas técnicas: Questões relacionadas à conservação de água e solo.

QUESTÕES RELACIONADAS AO REFLORESTAMENTO/RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	
PRODUTORES	ESPECIALISTAS
<ul style="list-style-type: none"> -Reflorestamento e recuperação de nascentes e áreas degradadas; -Diagnóstico com levantamento/identificação das nascentes; -Mobilização/treinamento/conscientização dos produtores; -Orientação técnica; -Aquisição de materiais (mudas, cerca, etc); -Verificar onde há mais necessidade (áreas degradadas, não produtivas); -Reverter erosões críticas (exemplo, Anúncio Palazzo); -Utilizar mão-de-obra da comunidade para plantio; -Obrigação de cada proprietário, evitando poluição e destruição da mesma; -Áreas íngremes e próximas às nascentes; -Plantio de mudas nativas; -Isolamento de áreas degradadas/improdutivas ("Deixar formar capoeira"); -Necessidade de acordos com o proprietário; -Prefeitura poderia ceder mudas; -Produtores deveriam definir as áreas; -O Código Florestal deveria ser revisto; -Plantio de eucalipto; e -Renaturalização do córrego/inversão de dragagem. 	<ul style="list-style-type: none"> -Levantamento de áreas propícias para reflorestamento, considerando o balanço hídrico; -Levantamento de zonas de recarga e descarga de aquíferos -Recuperação de áreas com pastagem degradada -Revegetação/ de áreas de cortes, aterros e empréstimos. -Recuperação de áreas com solo degradado e/ou pouco produtivo -Aumento da largura das faixas ciliares -Reflorestamento de topos de morro (recarga) -Recuperação de áreas erodidas -Incluir o Sossego no Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (Produtores de Água), contactar governador e apresentar o projeto e a comunidade; -Produção de madeira -Ampliação da cobertura vegetal em cabeceiras -Diversificação -Marcação de matrizes florestais para coleta de sementes com o objetivo de plantar árvores em áreas de recarga e de risco ambiental (APP) sempre associando a possível exploração econômica de produtos não madeireiros nestas áreas (ex . Cacau, Pimenta-do-reino, Seringueira, Ornamentais, etc); -Contratação de técnicos ou desenvolvimento de teses, dissertações e TCC's que produzam estes resultados; -Ampliar a cobertura florestal para aumentar a infiltração nas áreas de recarga e combater a erosão, principalmente no baixo e médio sossego; -Uso de SAF (sistema silviagrícola, silvipastoril ou agrossilvipastoril), usando espécies alimentares voltadas para a produção na indústria familiar (Ex. banana, abacaxi, cacau); medicinais (para produção de fitoterápicos) exóticas palmeiras exóticas para retirada de palmito (açáí, pupunha, palmeira imperial); e espécies arbóreas florestais para coleta de sementes; -Financiamento externos para esse tipo de projeto (ex. Proj Corredores Ecológicos; Editais MMA; MDA, etc); -Aproveitar parceria com outras instituições; e -Utilizar viveiro local para produção de mudas no local.

Quadro 15 – Agrupamento dos temas prioritários levantados nas oficinas e visitas técnicas: Questões relacionadas ao reflorestamento/à recuperação de áreas degradadas.

QUESTÕES RELACIONADAS A MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS	
PRODUTORES	ESPECIALISTAS
<ul style="list-style-type: none"> -Capacitação em educação econômica e economia familiar; -Visita nas propriedades para orientações quanto à irrigação e cultivo; -Maior atuação dos parceiros, fornecendo materiais específicos para realização das ações; -Disponibilizar os maquinários e materiais específicos; -Ter técnicos habilitados; -Visita nas propriedades para orientações quanto à irrigação e cultivo; -Envolvimento dos parceiros e da prefeitura; -Melhores condições de atuação dos órgãos competentes; -Sintonia entre os órgãos ambientais e executivos; -União dos produtores; -Reuniões periódicas; -Discutir os assuntos; -Diminuir os conflitos pelo uso da água utilizada na irrigação; -Mobilização da comunidade para conscientização quanto ao uso adequado da água; -Orientação técnica; -Conscientização para melhores práticas; -Criação e distribuição de cartilhas; -Realização freqüente de palestras; -Instruções técnicas; -Oficinas; -Divulgação na rádio; -Participação das instituições; -Aulas de educação ambiental nas escolas; e -Educação e preservação ambiental (palestras). 	<ul style="list-style-type: none"> -Processos de produção de água e pagamento por serviços ambientais -Aparelhar órgãos de Gestão de Recursos Hídricos para melhorar práticas de outorga e fiscalização; -Fortalecimento de Comitê de Bacia; -Ações emergenciais da SEAMA/IEAMA; -Aplicação da legislação; -Implementação de programas governamentais de desenvolvimento Sustentável; -Adequação ambiental; -Aplicar os modelos de gestão da água e da propriedade (aspectos paisagísticos); -Treinamento sobre gestão da propriedade considerando os aspectos sociais, econômicos e ambientais; -Concurso municipal inserindo os aspectos ambientais da propriedade -Aplicar um diagnóstico ambiental nas propriedades, considerando a legislação, o manejo do solo e os recursos hídricos; -Aumento do conhecimento da visão etnográfica a respeito da paisagem como um todo (solo, água, geologia, geomorfologia, vegetação e fauna) para uso desta informação no planejamento da ocupação do solo na bacia hidrográfica/comunidade; -Levantamento do conhecimento local; -Capacitação técnica das populações humanas; -Uso deste conhecimento local no Plano Diretor da Bacia; e -Estimular a participação da comunidade em comitês de bacia.

Quadro 16 – Agrupamento dos temas prioritários levantados nas oficinas e visitas técnicas: Questões relacionadas a medidas não-estruturais.

5.3.3. Estruturação do modelo local (Passo “4” do PM – “Estruturação do modelo local”)

O processo de construção de uma proposta de “racionalidade ampla” na microbacia do córrego Sossego, por meio da análise do MRA no nível local, se deu por meio da realização das atividades anteriormente mencionadas onde se buscou integrar a visão dos produtores/moradores, das instituições intervenientes no local e de especialistas afins ao tema trabalhado.

Convém destacar que o objetivo das atividades anteriores não foi propriamente o de “construir um modelo”; as atividades pretendiam mapear problemas e alternativas para a questão dos conflitos de uso de água na agricultura observados na microbacia. Contudo, as informações levantadas permitiram a estruturação de um modelo inicial para o local.

Assim, a partir das observações e informações levantadas, nas oficinas com produtores e nas visitas técnicas com especialistas, representadas pelas 5 principais questões mencionadas anteriormente (Quadros 12 a 16), foram definidos critérios e subcritérios (Quadro 17). Ressalta-se que tal sistematização foi a mesma utilizada na Análise Multicriterial que será apresentada no item 5.4.

Critérios	Subcritérios
1) Manejo de irrigação	1) Melhoria de sistemas de irrigação 2) Melhoria de manejo de irrigação 3) Planejamento para plantio
2) Práticas de reservação/distribuição de água	4) Construção/adequação de barragens 5) Construção/adequação de reservatórios 6) Mecanismos de distribuição de água
3) Práticas de conservação de água e solo	7) Construção e manutenção de caixas secas 8) Adoção de práticas conservacionistas
4) Reflorestamento/recuperação de nascentes e áreas degradadas	9) Reflorestamento e recuperação de nascentes e áreas degradadas 10) Renaturalização do córrego/reversão de dragagem
5) Ações não-estruturais (temas transversais)	11) Melhor/maior atuação de instituições 12) Melhor/maior atuação de produtores 13) Capacitação e comunicação

Quadro 17 – Critérios e Subcritérios definidos e utilizados na aplicação da Análise Multicriterial.

A partir dos critérios e subcritérios, que consistem dos temas e sub-temas prioritários a serem trabalhados na área de estudo, pôde-se cruzar tais informações com o Modelo Racional-Amplo (MRA) (Quadro 8) a fim de que teoria e prática pudessem ser analisadas em conjunto. O Quadro 18 apresenta, então, o produto de tal cruzamento.

Entende-se que a maior organização da problemática, por meio da definição de pontos prioritários, levantamento de alternativas de ação e o cruzamento com estruturação conceitual em busca de uma abordagem ampliada da gestão (expressa pelo MRA), evidencia a necessidade de se integrar os diferentes saberes/visões com vistas à resolução de problemas.

Por exemplo, ao avaliar o Quadro 18, a melhoria do manejo de irrigação local dependeria, dentre outras ações, tanto de uma maior capacitação dos produtores quanto da disponibilização de informações técnicas requeridas para a definição de quando e quanto irrigar. Assim, os produtores ficam cientes de que precisam se capacitar e as instituições sabedoras do seu papel de promover cursos de capacitação e maior assistência técnica para que, como resultado a ser alcançado, possa haver o uso adequado da água na irrigação.

A estrutura apresentada no Quadro 18 configura-se em uma sistematização robusta e fidedigna do problema observado no local e, é assim, de grande valia para o debate contínuo pretendido no âmbito da bacia do Sossego. Assim como afirma Matzenauer (2005), o modelo de apoio à decisão estruturado de forma construtivista não retrata a “verdade”, nem o pretende; ele auxilia em recomendações, não em uma única prescrição.

A representação do modelo local em sua forma mais completa, de acordo com os objetivos deste trabalho, está apresentada nos itens 5.4.2.3 a 5.4.2.7, nos Quadros 22 a 26, que trazem separadamente os cinco critérios, os descritores

associados a eles, a partir do cruzamento com o MRA e, por fim, indicadores locais definidos para os descritores.

Tal escolha de apresentação foi adotada como forma de facilitar o entendimento quanto à definição dos indicadores locais que foi realizada após todas as etapas de análise do problema, incluindo a aplicação da análise multicriterial que é apresentada a partir do item seguinte, 5.4.

Por fim, ressalta-se que, como forma de possibilitar a inserção efetiva dos preceitos da adaptatividade, o modelo, em seus critérios, subcritérios, temas, descritores e indicadores poderá sofrer ajustes posteriormente, tantos quantos forem necessários, na medida em que as discussões sejam aprofundadas no local e mais informações sejam obtidas. Tal esforço intenta reduzir incertezas e aumentar a resiliência local, objetivos significativamente almejados no bojo da gestão adaptativa de recursos hídricos, demandas recentes corroboradas por Lannerstad e Molden (2009), Butterworth et al. (2010) e Lankford e Hepworth (2010).

Tal como coloca Montibeller (2000), para avaliar o quão bom é o modelo construído, o critério adotado deve ser pragmático: se o modelo é visto como uma ferramenta reflexiva, ele estará evoluindo à medida que provoca a reflexão dos decisores.

CRITÉRIOS/Subcritérios	Principais Descritores do MRA associados ao Modelo Local	
<p>MANEJO DE IRRIGAÇÃO</p> <ul style="list-style-type: none"> •Melhoria de sistemas de irrigação •Melhoria de manejo de irrigação •Planejamento para plantio <p>Temas envolvidos: TEMA 2 – Técnico TEMA 3 – Político-Econômico TEMA 4 – Sócio-Cultural</p>	<p><u>Descritor 2.1</u> Manejo de irrigação</p> <p><u>Descritor 2.2</u> Dimensionamento de projetos de irrigação</p> <p><u>Descritor 2.3</u> Manutenção de sistemas de irrigação</p> <p><u>Descritor 3.1</u> Políticas de preços e mercado</p> <p><u>Descritor 3.2</u> Subsídios para aquisição de insumos</p>	<p><u>Descritor 3.3</u> Subsídios para aquisição/melhoria de sistemas de irrigação</p> <p><u>Descritor 3.4</u> Assistência técnica local</p> <p><u>Descritor 3.8</u> Relações inter-institucionais e instituições-sociedade</p> <p><u>Descritor 4.4</u> Mão-de-obra local</p>
<p>PRÁTICAS DE RESERVAÇÃO/DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA</p> <ul style="list-style-type: none"> •Construção/adequação de barragens •Construção/adequação de reservatórios •Mecanismos de distribuição de água <p>Temas envolvidos: TEMA 1 – Ambiental TEMA 3 – Político-Econômico TEMA 4 – Sócio-Cultural</p>	<p><u>Descritor 1.1</u> Garantia da vazão ecológica</p> <p><u>Descritor 1.2</u> Conservação de aquíferos</p> <p><u>Descritor 1.3</u> Conservação de ecossistemas</p> <p><u>Descritor 3.4</u> Assistência técnica local</p>	<p><u>Descritor 3.7</u> Dinâmica de reservação e distribuição de água</p> <p><u>Descritor 3.8</u> Relações inter-institucionais e instituições-sociedade</p> <p><u>Descritor 4.2</u> Organização/Participação da comunidade</p> <p><u>Descritor 4.5</u> Acesso aos recursos naturais/hídricos</p>
<p>PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA E SOLO</p> <ul style="list-style-type: none"> •Construção e manutenção de caixas secas •Adoção de práticas conservacionistas <p>Temas envolvidos: TEMA 1 – Ambiental TEMA 3 – Político-Econômico TEMA 4 – Sócio-Cultural</p>	<p><u>Descritor 1.1</u> Garantia da vazão ecológica</p> <p><u>Descritor 1.2</u> Conservação de aquíferos</p> <p><u>Descritor 1.3</u> Conservação de ecossistemas</p> <p><u>Descritor 1.4</u> Manter qualidade da água</p>	<p><u>Descritor 1.5</u> Manter qualidade dos solos</p> <p><u>Descritor 3.5</u> Assistência técnica local</p> <p><u>Descritor 4.1</u> Conhecimento sobre políticas agrícolas/ambientais/de recursos hídricos</p> <p><u>Descritor 4.4</u> Mão-de-obra local</p>
<p>REFLORESTAMENTO/RECUPERAÇÃO DE NASCENTES E ÁREAS DEGRADADAS</p> <ul style="list-style-type: none"> •Reflorestamento e recuperação de nascentes e áreas degradadas •Renaturalização do córrego/reversão de dragagem <p>Temas envolvidos: TEMA 1 – Ambiental TEMA 3 – Político-Econômico TEMA 4 – Sócio-Cultural</p>	<p><u>Descritor 1.1</u> Garantia da vazão ecológica</p> <p><u>Descritor 1.2</u> Conservação de aquíferos</p> <p><u>Descritor 1.3</u> Conservação de ecossistemas</p> <p><u>Descritor 1.4</u> Manter qualidade da água</p> <p><u>Descritor 1.5</u> Manter qualidade dos solos</p>	<p><u>Descritor 3.1</u> Políticas de preços e mercado</p> <p><u>Descritor 3.2</u> Subsídios para aquisição de insumos</p> <p><u>Descritor 3.5</u> Assistência técnica local (pública e privada)</p> <p><u>Descritor 3.6</u> Destinação da produção agrícola irrigada</p> <p><u>Descritor 4.1</u> Conhecimento sobre políticas agrícolas/ambientais/de recursos hídricos</p>
<p>AÇÕES NÃO-ESTRUTURAIS (TEMAS TRANSVERSAIS)</p> <ul style="list-style-type: none"> •Melhor/menor atuação de instituições •Melhor/menor atuação de produtores •Capacitação e comunicação <p>Temas envolvidos: TEMA 3 – Político-Econômico TEMA 4 – Sócio-Cultural</p>	<p><u>Descritor 3.4</u> Assistência técnica local</p> <p><u>Descritor 3.6</u> Implementação de políticas agrícolas/ambientais/de recursos hídricos</p> <p><u>Descritor 3.8</u> Relações inter-institucionais e instituições-sociedade</p> <p><u>Descritor 4.1</u> Conhecimento sobre políticas agrícolas/ambientais/de recursos hídricos</p>	<p><u>Descritor 4.2</u> Organização/Participação da comunidade</p> <p><u>Descritor 4.3</u> Modelo(s) de produção agrícola</p> <p><u>Descritor 4.4</u> Mão-de-obra local</p> <p><u>Descritor 4.5</u> Acesso aos recursos naturais/hídricos</p>

Quadro 18 – Modelo Racional-Amplo aplicado à micro bacia do Córrego Sossego.

5.4 APLICAÇÃO DO MODELO LOCAL DESENVOLVIDO EM SUPORTE À CONSTRUÇÃO DE ESTRATÉGIA DE (CO/AUTO) GESTÃO COMUNITÁRIA QUANTO AO USO DA ÁGUA E MANEJO DE IRRIGAÇÃO

Neste item estão inseridos os passos “5) Realização de oficinas participativas em subsídio à elaboração de planos de ação coletiva” e “6) Formação de comissões de acompanhamento para implementação do plano de ação” (comentado no item 5.4.1.2) do Procedimento Metodológico desenvolvido, que consistem das atividades a serem adotadas em direção à construção de estratégia de co/auto-gestão comunitária quanto ao uso da água e manejo de irrigação.

O modelo local, estruturado a partir das atividades anteriores, foi utilizado como referência para as discussões e para a aplicação de análise multicriterial. Para tanto, ocorreram oficinas participativas, nas quais comissões de acompanhamento foram também formadas.

5.4.1. Realização de oficinas participativas com aplicação de Análise Multicriterial (Passo “5” do PM – “Realização de oficinas participativas em subsídio à elaboração de planos de ação coletiva”)

As oficinas participativas consistiram de 2 momentos:

- Uma oficina de preparação: realizada separadamente apenas com produtores e apenas com instituições. A preparação consistia da explanação sobre o método multicriterial a ser utilizado, que no caso da pesquisa foi o Método dos Pesos Médios (MPM), e levantamento de alguns dos pesos requeridos para a utilização do mesmo, a saber, pesos atribuídos a critérios e pesos atribuídos a subcritérios.

No grupo dos produtores, participaram 3-4 representantes de cada uma das 12 comunidades, escolhidos pelos próprios moradores. No grupo das instituições, participaram 1-2 representantes das 5 instituições afins aos temas prioritários e atuantes no local.

Cabe ressaltar que as instituições que participaram desta etapa foram aquelas que atuam diretamente no local (possuem escritórios no município de Itarana) e têm participado de perto das atividades no âmbito do Projeto Sossego. O órgão estadual responsável por questões de meio ambiente e recursos hídricos (IEMA) também participou, mas de forma separada e comparativa. Isso decorre do fato de que a instituição não esteve tão próxima das atividades realizadas durante a pesquisa quando comparado às outras instituições. Seus resultados não compuseram os valores utilizados no método, mas foram comparados a esses.

- Uma oficina de discussão conjunta: representantes dos produtores e das instituições que participaram da oficina de preparação estavam juntos para discutir o problema e formar comissões de acompanhamento para cada um dos temas prioritários (critérios).

Foram apresentados e discutidos alguns resultados dos pesos atribuídos na oficina de preparação e realizadas duas análises para se obter os resultados finais dos graus de preferência, por meio de votação já nas comissões formadas. Não foi possível apresentar os resultados finais da aplicação do método para os participantes antes da conclusão desta pesquisa. Tais resultados são, aqui, apresentados e posteriormente o serão na área de estudo a fim de que os próximos passos sejam tomados em direção à resolução do problema local.

A seguir, são apresentados os resultados da aplicação do método multicriterial, integrando as duas oficinas realizadas.

5.4.1.1. Resultados dos pesos atribuídos a critérios e subcritérios

Os pesos atribuídos a critérios e subcritérios foram definidos na oficina de preparação.

Quanto aos critérios, os produtores e as instituições deveriam verificar se haveria diferenças de importância entre os mesmos. Eles deveriam qualificar os critérios em: Importante, Pouco importante, Não é importante. Esses adjetivos correspondiam à escala numérica respectiva, 3, 2, 1, para a aplicação no método. Como todos os critérios foram considerados importantes pelos participantes, o valor atribuído para fins de utilização no método, foi igual a 1 (pois não haveria diferença entre eles e assim influência nos cálculos subsequentes). Assim, normalizando-se os pesos, cada critério obteve o valor de 0,2 (Quadro 19). Ressalta-se que o IEMA, em atividade separada dos demais, também apontou que todos os critérios eram importantes.

Quanto aos subcritérios, representantes de produtores/moradores de cada uma das 12 comunidades do Sossego foram separados em grupos e assim definiram os valores que expressavam a visão de suas respectivas localidades. O mesmo foi realizado por representantes de instituições atuantes na bacia a fim de expressar as visões de tais entidades em relação a cada um dos subcritérios. As médias aritméticas dos pesos para uso no método por produtores, instituições e a média entre estes se encontram apresentadas no Quadro 19.

Os valores adotados para uso no MPM foram médias aritméticas dos valores obtidos nas oficinas de preparação de produtores e instituições e a média entre os resultados destes dois grupos. Tal prática foi adotada a fim de verificar possíveis diferenças de visão entre tais grupos. Para a visualização detalhada de como estes valores variaram nos grupos, os APÊNDICES X e XI apresentam todos os pesos atribuídos e as médias, as médias sem os valores máximo e mínimo, os valores máximos e os valores mínimos. Ressalta-se que os valores

apontados pelo IEMA não diferiram significativamente das notas das demais instituições o que não provocaria diferenças nas médias adotadas.

CRITÉRIOS/Subcritérios	Pesos Normalizados dos Critérios	Médias dos Pesos Atribuídos aos Subcritérios		
		Produtores	Instituições	Média (Prod. e Inst.)
1) MANEJO DE IRRIGAÇÃO	0,2			
1)Melhoria de sistemas de irrigação		0,35	0,28	0,32
2)Melhoria de manejo de irrigação		0,30	0,26	0,28
3)Planejamento para plantio		0,35	0,46	0,41
2) PRÁTICAS DE RESERVAÇÃO/DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	0,2			
4)Construção/adequação de barragens		0,35	0,34	0,35
5)Construção/adequação de reservatórios		0,46	0,39	0,43
6)Mecanismos de distribuição de água		0,19	0,27	0,23
3)PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA E SOLO	0,2			
7)Construção e manutenção de caixas secas		0,62	0,32	0,47
8)Adoção de práticas conservacionistas		0,38	0,68	0,53
4)REFLORESTAMENTO/RECUPERAÇÃO DE NASCENTES E ÁREAS DEGRADADAS	0,2			
9)Reflorestamento e recuperação de nascentes e áreas degradadas		0,73	0,72	0,725
10)Renaturalização do córrego/reversão de dragagem		0,27	0,28	0,275
5) AÇÕES NÃO-ESTRUTURAIS (TEMAS TRANSVERSAIS)	0,2			
11)Melhor/maior atuação de instituições		0,32	0,30	0,31
12)Melhor/maior atuação de produtores		0,36	0,32	0,34
13)Capacitação e comunicação		0,32	0,39	0,35

Quadro 19 – Pesos normalizados dos critérios e atribuídos aos subcritérios por produtores, instituições e média entre produtores e instituições.

Assim, avaliando o Quadro 19, são observados os seguintes resultados:

Critério “Manejo de irrigação”:

- O subcritério “Planejamento para plantio” obteve as maiores médias e o “Melhoria de manejo de irrigação” a menor média nos dois grupos;
- Se fosse considerada a média dos dois grupos para a tomada de decisão, a prioridade seria “Planejamento para plantio”, seguido de “Melhoria de sistemas de irrigação” e a última opção o “Manejo de irrigação”.

Critério “Práticas de reservação/distribuição de água”:

- O subcritério “Construção/adequação de reservatórios” obteve as maiores médias e “Mecanismos de distribuição de água” a menor média nos dois grupos;
- Se fosse considerada a média dos dois grupos para a tomada de decisão, a prioridade seria “Construção/adequação de reservatórios”, seguido por “Construção/adequação de barragens” e a última opção “Mecanismos de distribuição de água”.

Critério “Práticas de conservação de água e solo”:

- Os dois subcritérios deste critério obtiveram notas de mesma proporção, porém opostas, nos dois grupos;
- Se fosse considerada a média dos dois grupos para a tomada de decisão, a prioridade seria “Adoção de práticas conservacionistas” seguido de perto da opção “Construção e manutenção de caixas secas”.

Critério “Reflorestamento/recuperação de nascentes e áreas degradadas”:

- Os dois subcritérios deste critério obtiveram notas bastante similares nos dois grupos, tendo o subcritério “Reflorestamento/recuperação de nascentes e áreas degradadas” recebido nota bastante superior ao “Renaturalização do córrego/reversão de dragagem”;
- Se fosse considerada a média dos dois grupos para a tomada de decisão, a prioridade seria “Reflorestamento e recuperação de nascentes e áreas degradadas” e como opção distante a “Renaturalização do córrego/reversão de dragagem”.

Critério “Ações não-estruturais (temas transversais)”:

- O comportamento das notas atribuídas nos dois grupos foi distinta, mas se observa uma similaridade, nos dois grupos o subcritério “Melhor/maior atuação de instituições” recebeu a menor nota;
- Se fosse considerada a média dos dois grupos para a tomada de decisão, a prioridade seria “Capacitação e comunicação”, seguido de “Melhor/maior atuação de produtores” e “Melhor/maior atuação de instituições”, com resultados bastante próximos.

Ademais, foi realizado um primeiro exercício de avaliação do comportamento das alternativas em relação aos subcritérios decidindo o nível de facilidade/dificuldade de adoção dos subcritérios analisando as duas alternativas apresentadas, a saber, Regiões Altas e Regiões Baixas. Este comportamento deveria ser descrito como “Muito Difícil”, “Difícil”, “Mais ou Menos Difícil”, “Fácil”, “Muito Fácil”. Nesta etapa foram feitas apenas análises quantitativas percentuais, onde foram gerados gráficos e tabelas (APÊNDICES XII a XVI) e estes apresentados na reunião final.

A escolha da forma de apresentação dos gráficos para as oficinas objetivou facilitar o entendimento das informações por parte dos participantes, assim, em formato pizza, as cores adotadas variaram do branco (muito fácil) e verde (fácil), tendo um nível intermediário em amarelo (mais ou menos difícil), até chegar aos tons de laranja (difícil) e vermelho (muito difícil), e foram dispostos também os números absolutos e percentuais para uma análise mais direta.

Tal análise não entrou na aplicação do método, porém foi de grande valia para a análise das visões inseridas no processo. Pretendeu-se com estas informações mapear possíveis tendências/preferências/prioridades separadamente entre produtores e instituições e comparar posteriormente com os resultados da mesma atividade já nas comissões de acompanhamento formadas por instituições e produtores juntos, o que será detalhado no item 5.4.1.2., a seguir.

Foi possível observar, por exemplo, subcritérios que produtores e instituições predominantemente acham fácil de adotar tanto em regiões altas como em baixas, tal como o subcritério “8) Adoção de práticas conservacionistas” (Figura 47).

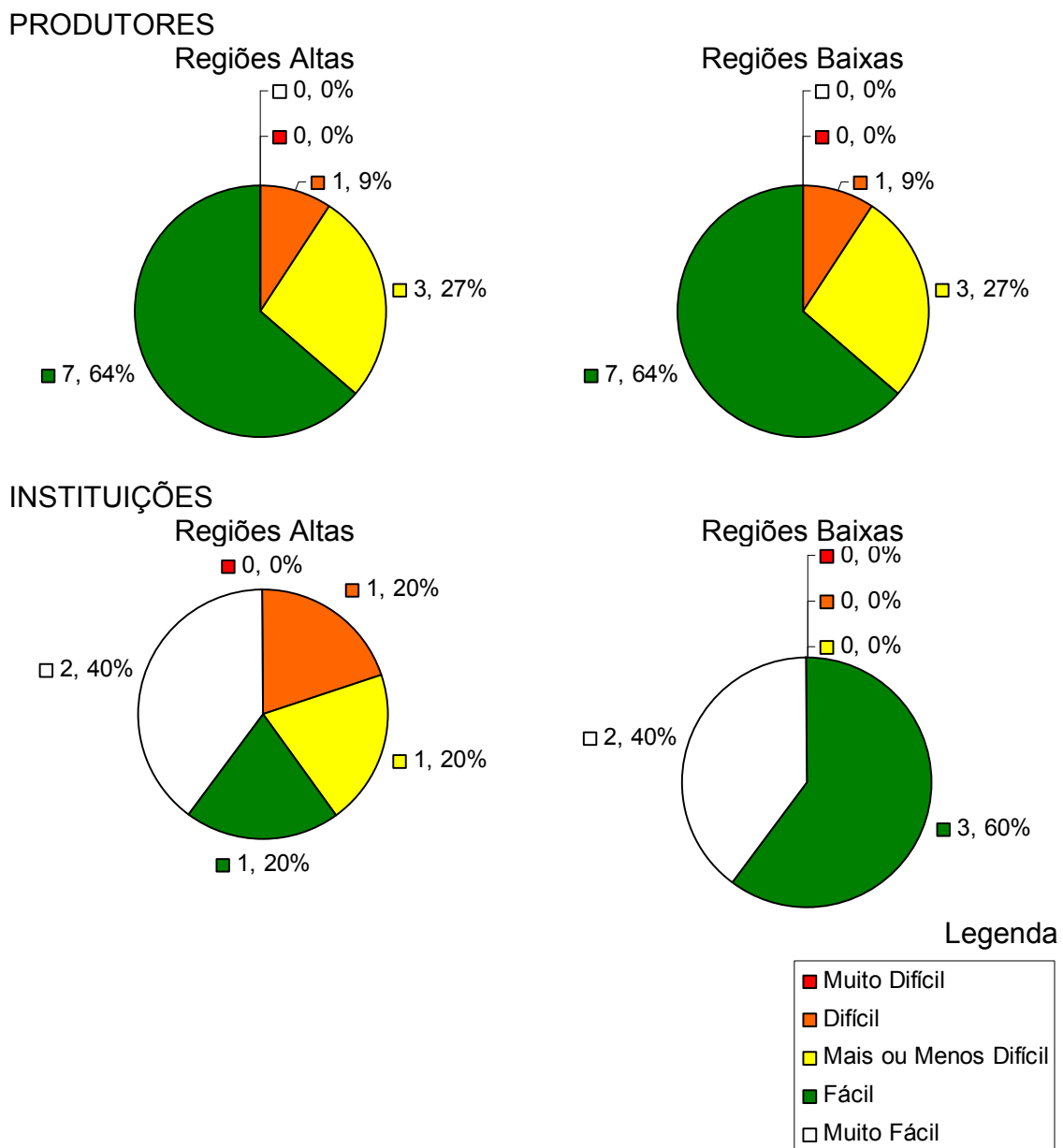


Figura 47 - Gráficos gerados a partir de resultados de facilidade/dificuldade de adoção das medidas do subcritério “8) Adoção de práticas conservacionistas”.

5.4.1.2. Avaliação dos resultados dos graus de preferência

Foram realizadas duas análises para se avaliar os resultados dos graus de preferência.

Para a consecução de tais análises foram compostas comissões de acompanhamento para cada um dos critérios definidos. A atividade corresponde ao passo “6” do PM - “Formação de comissões de acompanhamento para implementação do plano de ação”. Estas comissões têm o papel de discutir, sistematizar e encaminhar ações que serão realizadas e definir e acompanhar os compromissos de cada ator nesse processo.

Na primeira análise, os valores 1 e 5 foram adotados nas comissões para representar, respectivamente, **maior dificuldade e maior facilidade em serem adotadas medidas nas regiões altas e baixas da bacia**. Na segunda análise, os valores 1 e 5 foram adotados para representar, respectivamente, **menor impacto e maior impacto em toda a bacia em decorrência da adoção de medidas em cada uma das regiões definidas**.

Os valores finais atribuídos (1 ou 5) foram decididos por maioria de votos nas comissões de acompanhamento formadas. Ou seja, em não havendo unanimidade no valor a ser definido entre os componentes, prevalecia aquele que obtivesse maior votação. No caso de haver empate, a comissão deveria definir o resultado final. Este detalhe de condução foi adotado a fim de mapear com maior precisão, dentro das comissões, se haveria consensos ou não no processo de escolha final, a fim de ressaltar aos próprios participantes a complexidade de um processo decisório e a necessidade de se cooperar sempre e ceder a visões distintas em algumas ocasiões. Para os números detalhados da votação vide APÊNDICES XXVII e XXVIII.

A composição das comissões está disposta no Quadro 20, a seguir.

Comissão (critério)	Composição
1) Manejo de irrigação	<u>5 produtores</u> -2 Bananal -1 Loriato -1 Meneghel -1 Santa Helena
2) Práticas de reservação/distribuição de água	<u>8 produtores</u> -4 Baixo Sossego/Rizzi -2 Loriato -1 Santa Helena -1 Boa Vista/Toniato
3) Práticas de conservação de água e solo	<u>7 produtores</u> -3 Penedo -1 Matutuina -1 B. do Sossego/Boa vista -1 B. Sossego -1 Boa Vista/Toniato <u>1 instituição</u> -Sect. Municipal de Agric. e Meio. Amb.
4) Reflorestamento/Recuperação de nascentes e áreas degradadas	<u>3 produtores</u> -2 Boa Vista/Toniato -1 Matutina <u>3 instituições</u> -IDAF -Sect. Municipal de Agric. e Meio. Amb. -Polícia Militar e Ambiental
5) Ações não-estruturais (temas transversais)	<u>3 produtores</u> -2 Baixo Sossego -1 Meneghel <u>1 instituição</u> -Sect. Municipal de Educação

Quadro 20 – Composição das comissões de acompanhamento formadas.

As duas análises foram realizadas, de forma geral, para inferir a visão de produtores e instituições, agora agindo em conjunto e na direção da tomada de

decisão, quanto a se haveria diferenças significativas quanto à adoção de medidas nas duas regiões consideradas e, assim, a partir desse melhor entendimento, tentar definir uma ordem de prioridades de ação.

Ademais, na intenção de se observar se haveriam diferenças nos resultados dos graus de preferência a partir dos valores dos subcritérios definidos separadamente por instituições e por produtores, foi realizada uma simulação para cada caso e comparados os resultados.

Os APÊNDICES XXIX a XXXIV apresentam os resultados das três simulações realizadas, que indicam que não houve diferenças entre os resultados finais dos graus de preferência utilizando os pesos atribuídos separadamente por produtores e instituições e a média destes dois grupos.

Quanto à primeira análise, de forma geral, os resultados apontam que as regiões baixas da bacia parecem indicar mais facilidade de adoção de medidas, dado o maior grau de preferência final destas em relação às regiões altas, a saber:

Considerando os pesos dos subcritérios atribuídos pelos produtores:

=> Regiões Baixas = 3,504

=> Regiões Altas = 1,624

Considerando os pesos dos subcritérios atribuídos pelas instituições:

=> Regiões Baixas = 3,181

=> Regiões Altas = 1,549

Considerando o valor da média dos pesos dos subcritérios atribuídos por produtores e instituições:

=> Regiões Baixas = 3,344

=> Regiões Altas = 1,588

Analisando o resultado por critério em relação às duas alternativas, nos critérios 1, 3 e 4 (respectivamente, Manejo de irrigação, Práticas de conservação de água e solo e Reflorestamento e recuperação de áreas degradadas), os resultados apontam que há maior facilidade de adoção das medidas nas regiões baixas, entretanto, nos critérios 2 e 5 (respectivamente, Práticas de reservação/distribuição de água e Ações não-estruturais [temas transversais]), não há diferenças entre as regiões.

Analisando se houve unanimidade nas respostas dadas por cada um dos componentes em cada uma das comissões, houve “consenso total” no critério 1, ou seja, em todos os subcritérios houve unanimidade nos votos; “consenso parcial” nos critérios 2, 3 e 5 (respectivamente, Práticas de reservação/distribuição de água, Práticas de conservação de água e solo e Ações não-estruturais [temas transversais]), ou seja unanimidade em algum/ns dos subcritérios e não houve consenso no critério 4 (Reflorestamento e recuperação de áreas degradadas).

Quanto à segunda análise, os resultados apontam que não há diferenças significativas quanto aos impactos na bacia como um todo em decorrência da adoção de medidas em uma outra região, apesar do resultado final indicar ligeira superioridade do grau de preferência das regiões baixas em relação a regiões altas, a saber:

Considerando os pesos dos subcritérios atribuídos pelos produtores:

=> Regiões Baixas = 4,848

=> Regiões Altas = 4,568

Considerando os pesos dos subcritérios atribuídos pelas instituições:

=> Regiões Baixas = 4,794

=> Regiões Altas = 4,426

Considerando o valor da média dos pesos dos subcritérios atribuídos por produtores e instituições:

=> Regiões Baixas = 4,816

=> Regiões Altas = 4,492

Ainda nessa análise, em 11 dos 13 subcritérios avaliados, ambas as regiões obtiveram nota 5, ou seja, entendeu-se que os impactos na bacia como um todo seriam grandes em decorrência da adoção de medidas em uma ou outra área. Analisando se houve unanimidade nas respostas dadas por cada um dos componentes em cada uma das comissões, observou-se “consenso total” nos critérios 2, 4 e 5 (respectivamente, Práticas de reservação/distribuição de água, Reflorestamento e recuperação de áreas degradadas e Ações não-estruturais [temas transversais]); “consenso parcial” no critério 1 (Manejo de irrigação) e não houve consenso no critério 3 (Práticas de conservação de água e solo).

A partir da análise sobre o grau de facilidade/dificuldade da adoção dos subcritérios nas regiões altas e baixas, apontadas por produtores e instituições em suas respectivas oficinas, foram somadas as classificações “Muito Difícil” com “Difícil” e “Muito Fácil” com “Fácil” e a classificação “Mais ou Menos Difícil” serviu como referência para avaliar as diferenças entre tais grupos extremos (APÊNDICES XXXV e XXXVI). Quando a classificação “Mais ou Menos Difícil” pudesse interferir na maioria percentual de algum dos grupos extremos (Muito Difícil/Difícil e Muito Fácil/Fácil) então se considerou não haver superioridade nítida de nenhum dos grupos. Configurava-se “maioria percentual” quando um valor igual ou superior a 20 pontos fosse obtido da diferença entre a classificação extrema de maior valor (Muito Difícil+Difícil ou Muito Fácil+Fácil) e a soma do valor “Mais ou Menos Difícil” com grupo extremo de menor valor. Foram assim definidas como maiorias:

Produtores	Instituições
1 ²⁰) Maior Facilidade Regiões Baixas	1) Maior Dificuldade Regiões Altas
2) Maior Facilidade Regiões Baixas	2) Maior Dificuldade Regiões Altas
4) Maior Dificuldade Regiões Altas	4) Maior Dificuldade Regiões Baixas
5) Maior Facilidade Regiões Baixas	5) Maior Dificuldade Regiões Altas e Maior Facilidade Regiões Baixas
6) Maior Dificuldade em Ambas as Regiões	7) Maior Facilidade em ambas as Regiões
7) Maior Facilidade Regiões Baixas	8) Maior Facilidade em ambas as Regiões
8) Maior Dificuldade em Ambas as Regiões	9) Maior Facilidade em ambas as Regiões
10) Maior Dificuldade em Ambas as Regiões	10) Maior Dificuldade em ambas as Regiões
	11) Maior Facilidade em ambas as Regiões
	12) Maior Facilidade em ambas as Regiões
	13) Maior Facilidade em ambas as Regiões

As similaridades evidentes entre produtores e instituições ocorreram então nos subcritérios:

- **5) Construção/adequação de reservatórios**
⇒ Maior Facilidade Regiões Baixas

- **7) Construção e manutenção de caixas secas**
⇒ Maior Facilidade Regiões Baixas

- **10) Renaturalização do córrego/reversão de dragagem**
⇒ Dificuldade em Ambas as Regiões

Comparando as similaridades entre produtores, instituições e o que foi votado nas comissões, tem-se:

- **5) Construção/adequação de reservatórios**
⇒ Maior Facilidade Regiões Baixas

- **7) Construção e manutenção de caixas secas**
⇒ Maior Facilidade Regiões Baixas

- **10) Renaturalização do córrego/reversão de dragagem**
⇒ Dificuldade em Ambas as Regiões

²⁰Os números representam cada um dos 13 subcritérios adotados.

As variações entre o que definiram os grupos e as comissões podem estar relacionadas a reavaliações ocorridas entre a primeira definição de pesos e a última. Durante as discussões nos grupos, alguns pontos foram esclarecidos e fizeram com que eventualmente houvesse mudança na visão. Isso foi em decorrência principalmente das comissões propiciarem contato entre produtores de diferentes comunidades e entre produtores e representantes de instituições. Isso é um grande avanço quanto a definições para tomada de decisão; ou seja, apesar de haver definição do que fazer por maioria de votos, a distribuição destes votos é mapeada para verificar como se dá a proporção de visões dentro da própria comissão.

Apesar das variações mencionadas acima, algumas manutenções de pesos atribuídos nos grupos em separado e nas comissões podem indicar que realmente existem pontos mais coesos na região, tais como os critérios 5, 7 e 10, apontados anteriormente.

A partir do mapeamento inicial, será possível discutir ações a serem adotadas de forma geral na bacia ou por comunidade, a depender das especificidades e do que seria prioritário e mais fácil de ser adotado. Isso deverá acontecer gradativamente a partir das discussões nas comissões de acompanhamento. Essa definição dependerá do grau de coesão existente em cada comunidade, ou seja, até que ponto existe a predominância de visões numa dada comunidade.

Cabe ressaltar que mesmo que alguns pontos fiquem num plano secundário inicialmente, isso não significa que eles serão excluídos. Eventualmente, poderão retornar ao debate, à medida que as ações forem implementadas e, assim, reavaliada a possibilidade desses pontos serem mantidos em segundo plano ou voltar novamente ao debate como uma possibilidade a ser reconsiderada. O importante é mapear o maior número de alternativas para a região.

5.4.1.3. Análise geral sobre a aplicação da Análise Multicriterial

Entende-se que a AM auxilia de duas formas a pesquisa. A primeira forma está relacionada ao suporte à ciência, especificamente na temática estudada, uma vez que possibilita a percepção das racionalidades envolvidas no estudo. Por exemplo, permite que as visões de produtores, instituições e comissões (formadas pelos dois grupos) possam ser comparadas separadamente e, assim, constatações acerca de diferentes formas de se abordar o tema podem ser mais facilmente identificadas por meio de análises quantitativas e qualitativas.

A segunda forma de auxílio da AM se refere ao suporte aos próprios atores locais, por meio do melhor entendimento/visualização de padrões e discrepâncias das visões locais (produtores, instituições e comissões de acompanhamento) em direção a tomadas de decisão mais contextualizadas.

Nesse sentido, por exemplo, foi possível observar padrões de comportamento (visão) similares (subcritério 4 - Reflorestamento/recuperação de nascentes e áreas degradadas, por exemplo) e inversos (subcritério 3 - Práticas de conservação de água e solo) entre produtores e instituições, bem como a percepção de maior facilidade de adoção de medidas (subcritérios) nas regiões baixas.

Não foi intenção deste estudo comparar diferentes métodos multicriteriais, mas avançar na temática por meio da aplicação de um método numa situação real na tentativa de resolver um problema observado, principalmente em se falando de um segmento fragilizado, como é o caso de pequenos produtores irrigantes de base familiar.

Conforme Hajkowicz e Higgins (2008) afirmam, um grande esforço tem sido feito no desenvolvimento de métodos, entretanto pouco esforço é despendido na avaliação de performance destes métodos e na determinação de qual método

deveria ser utilizado e em qual circunstância; ademais, quando são seguidos os passos adequados na definição do método multicriterial e seus respectivos critérios e sub-critérios os resultados não diferem entre si, ou diferem minimamente sem influenciar no processo decisório.

Apesar da importância em se decidir adequadamente qual método multicriterial utilizar, de acordo com o contexto no qual o método será aplicado, o foco da pesquisa se deu na estruturação do problema decisório, que envolve a identificação as opções de decisão, critérios e pesos dos critérios (HAJKOWICZ e HIGGINS, 2008). Assim, todas as etapas que antecederam a utilização do método foram sobremaneira importantes para o entendimento e discussão compartilhada da problemática local e, assim, para o uso mais direcionado do método em auxílio à resolução dos problemas locais.

No estágio atual observado na área de estudo, entende-se que a simplicidade do MPM, em relação a outros métodos multicriteriais mais complexos, adequou-se de forma satisfatória aos propósitos do estudo, permitindo a obtenção de significativos *insights* científicos e o auxílio à área de estudo em direção à melhoria da gestão de recursos hídricos. É evidente, entretanto, que em outros casos, a depender da realidade de cada local, métodos mais avançados podem ser adotados. Nesse sentido, o pesquisador, atuando como facilitador, deve estar atento para definir qual o método multicriterial mais apropriado a ser utilizado.

De acordo com Zamprogno (2004), geralmente numa avaliação, os critérios e subcritérios para uso de análise multicriterial são definidos por especialistas (cientistas ambientais ou analistas de sistemas). Nesta pesquisa, o autor do trabalho, ao atuar como facilitador, auxiliou na sistematização de critérios e sub-critérios, com base nas visões levantadas pelos atores locais (produtores e instituições) e especialistas. Apesar da condensação do problema em critérios e subcritérios, a partir das informações obtidas, cabe ressaltar que todo este

material foi disponibilizado em todas as oficinas a fim de que houvesse a validação e o ajuste da sistematização sugerida, bem como a constante consulta a tudo o que foi apontado, ensejando um debate mais rico e embasado.

A sistematização proposta em critérios e subcritérios auxiliou, por fim, a formação das comissões de acompanhamento, que a partir daí entrariam na discussão detalhada das alternativas indicadas a fim de traçar planos de ação adequados onde seriam definidos compromissos e prazos para o cumprimento das ações.

Enquanto ações práticas não ocorrem, os produtores e as instituições exercitam a prática da organização social e da co-responsabilidade das ações nas comissões para que, quando da implantação de ações estruturais, estas possam ser melhor implementadas e acompanhadas. Roy (1993) ilustra bem a realidade acima quando afirma que a seleção de uma dada alternativa (ou de alternativas) é também o resultado do processo de reflexão e modelagem (via a construção do problema, desenvolvimento do modelo de avaliação, construção de preferências e sedimentação de convicções), em outras palavras, um processo de construção de convicções dos decisores sobre quais são as melhores direções a seguir.

Por se tratar da aplicação da AM num caso real, é necessário considerar os eventuais erros de estimativa relacionados, por exemplo, à dificuldade de entendimento por parte dos atores de como definir corretamente os pesos em função de suas visões, ou ao número reduzido de participantes na utilização da AM.

Entretanto, por se tratar justamente de um problema real, onde se está incentivando a construção e o fortalecimento gradativo do conhecimento dos atores locais, tais eventuais erros são diluídos ao longo do debate do problema uma vez que o processo de tomada de decisão não se restringe a uma única

opção, ou a uma opção ótima, mas sim à definição de alternativas de ação que podem ser consideradas e, eventualmente, desconsideradas ou ajustadas por todos, na medida em que o debate prossegue.

Nesse contexto, as variações entre o que os grupos e as comissões definiram podem estar relacionadas a reavaliações ocorridas entre a primeira definição de pesos e a última. Essa discussão se insere na questão do tempo necessário para que metodologias participativas sejam adequadamente implementadas. Geralmente, exigem mais tempo de preparação para o próprio entendimento da metodologia e da própria depuração das discussões.

É interessante comentar o observado na aplicação do método baseando-se na afirmação:

A principal dificuldade [da análise de múltiplos critérios] surge na estimativa dos dados de entrada necessários, os quais expressam observações qualitativas e preferências. Esta informação deve ser interpretada e expressa quantitativamente, o que é muito difícil para usuários que não são bons conhecedores do problema e do método aplicado para sua solução (GOUMAS e LYGEROU, 1998 apud ZAMPROGNO, 2004, p. 37-8).

Nesse sentido, foi difícil, mas, ao mesmo tempo, rica a discussão em relação aos dados subjetivos; para tanto foi fundamental a troca de informações entre facilitadores e atores e o papel do facilitador em expressar adequadamente os pontos de vista. Ademais, apesar de não serem especialistas no método aplicado, a experiência dos atores, nem sempre a mais profunda e detalhada possível, foi adequada para a estruturação do problema e aplicação do método.

Uma discussão interessante foi levantada quanto ao critério “Reflorestamento e recuperação de nascentes e áreas degradadas”. Ao se apresentar o resultado dos pesos dos subcritérios para o público na oficina final, houve certa agitação entre alguns produtores, que passaram a conversar entre si. O fato ocorreu, pois os resultados apontavam que o subcritério “Reflorestamento e recuperação de

nascentes e áreas degradadas” como o de maior nota se comparado aos demais (APÊNDICES X e XI).

Entretanto ao analisarmos material gerado pelo Grupo Coordenador da Comunidade do Sossego (GCC), observa-se que o resultado foi bastante condizente com o obtido nesta pesquisa (Quadro 21).

SUBTEMAS	Alto Sossego	Meneguel	C. Boa Vista / Toniató	Córrego Santa Helena	Penedo	Rizzi	Baixo Sossego	Matutina	Barra do Sossego / Boa Vista	Bananal	total
Não contaminação da água por uso de agrotóxicos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
Diminuir desperdício	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	39
Construção e manutenção de caixas secas	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	38
Construção de barragens adequadas	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	38
Reflorestamento e recuperação de nascentes	4	4	4	4	4	4	4	3	4	1	36
Conscientização para melhores práticas	4	4	4	4	4	4	4	4	3	1	36
Melhoria nas estradas e pavimentação	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	35
Cultivar de acordo com as condições da propriedade	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	35
Cursos de educação ambiental	4	4	4	3	4	4	3	3	4	2	35
Cursos de capacitação para o agroturismo	4	3	4	4	4	4	4	3	4	1	35
Construção de reservatórios	4	4	4	4	4	1	4	4	4	2	35
Melhoria de atendimento no posto	4	4	3	4	2	4	3	3	4	3	34
Diminuir os conflitos de uso da água	3	4	4	4	3	4	4	1	3	4	34
Campanhas para prevenção de doenças	4	4	4	4	1	3	3	4	4	3	34
Financiamento e assistência para regularizar projetos	4	4	3	4	2	3	2	4	4	3	33
Incentivo para redução do êxodo rural	4	4	4	4	3	4	3	4	2	1	33
Cursos de reciclagem de lixo	4	4	3	3	3	2	3	2	4	2	30
Aumento da frequência da coleta de lixo	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	31
Rede de esgoto	3	3	4	4	3	4	3	4	2	1	31
Construção de fossas sépticas	4	3	4	3	4	1	3	4	2	3	31
Realizar rodízio	3	4	4	4	1	4	3	1	3	1	28
Tratamento de água para consumo das pessoas	3	3	4	4	3	1	3	3	2	1	27
Espaços de lazer com equipamentos	3	3	3	1	2	2	3	3	2	2	24
Iluminação pública	1	3	3	2	3	1	3	1	3	2	22
Criação de posto policial	1	2	2	1	1	3	3	2	1	1	17
Implantação de novo posto	4	1	1	1	1	1	3	3	1	1	17
Coleta de lixo agrotóxico trimestralmente	1	1	1	1	1	1	3	1	4	1	15
Não fechamento de nossa escola	1	1	1	1	1	1	3	1	4	1	15
Criação de escola família agrícola	1	4	1	1	1	1	3	1	1	1	15
Criação de laboratório de análise de solos e folhas	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	14

Quadro 21 – Avaliação de temas importantes da bacia do Sossego pelo Grupo Coordenador da Comunidade (GCC)

Fonte: Arquivo Labgest/UFES (Atividades Projeto Sossego)

O fato pode estar relacionado à presença de representantes de instituições e da promotora pública no dia da oficina. O receio dos produtores era que tal subcritério fosse priorizado pelos órgãos públicos, quando da disponibilização de recursos para implementação de ações. Por um lado, foi importante que esse fato tenha ocorrido, pois possibilitou trazer mais subsídios ao debate. Por outro lado, talvez represente que para alguns produtores as intenções daquelas atividades ainda não tinham sido bem compreendidas, uma vez que não se

estava ali definindo o que seria feito definitivamente, se estava construindo uma estratégia a ser debatida e que ainda não seriam tomadas atitudes nem usado recurso público para a resolução do problema.

O ponto marcante é que a discussão ocorreu apenas quando a apresentação e o tempo de debate já tinham sido encerrados (e findado o tempo disponibilizado para dúvidas e questionamentos, passou-se para a fase de formação das comissões); isto é, pode-se crer que os produtores ainda se sentem intimidados em colocar seus pontos de vista – o que nesse caso foi bastante relevante e pertinente, mostrando que eles estão atentos ao que se está discutindo.

O mesmo fato possibilitou a observação de uma limitação no método, ou na aplicação deste, que seria a dificuldade em se comparar todos os critérios entre si, principalmente quando há a diferença no número de subcritérios adotados. No caso específico, o critério “Reflorestamento e recuperação de nascentes e áreas degradadas” possui dois subcritérios sendo um deles considerado bastante difícil de ser realizado nas condições atuais e em médio e longo prazos, a saber, “Renaturalização do córrego/reversão de dragagem”. Isso acabou valorizando o outro subcritério, a saber, “Reflorestamento e recuperação de nascentes e áreas degradadas”.

Discussões detalhadas por meio do cruzamento dos resultados da aplicação do método com dados levantados acerca da realidade da área de estudo e informações apontadas na literatura, são apresentadas no item 5.4.2., a seguir.

5.4.2 Análise do Modelo Local com o auxílio da aplicação da Análise Multicriterial

Este item aponta a análise final do modelo local.

A partir da construção coletiva do modelo local, que foi cruzado ao Modelo Racional Amplo (MRA), por meio das oficinas realizadas e da observação e participação diretas do autor na área de estudo, bem como o auxílio da aplicação da análise multicriterial, foi possível definir indicadores locais iniciais (apresentados nos Quadros 23 a 27, a seguir) que poderão servir de base para a avaliação das atividades que ocorrerão na bacia e terão o acompanhamento das comissões formadas.

5.4.2.1. Quanto aos resultados do grau de importância atribuída aos critérios

O resultado observado de não haver diferenças de importância entre os critérios utilizados na aplicação do método multicriterial (todos foram considerados **importantes**) pode estar relacionado ao fato de que os mesmos foram construídos a partir dos problemas e possíveis soluções apontados pelos próprios atores locais, participantes das oficinas participativas, e, portanto, representam os temas considerados de maior importância no contexto da realidade local observada. Em outras palavras, os temas prioritários (critérios) não foram apontados por especialistas ou técnicos externos e a partir daí validados pelos atores locais, mas definidos por estes últimos desde o início.

5.4.2.2. Quanto ao resultado da análise de adoção de medidas em regiões altas ou baixas

Na primeira análise, nos critérios 1, 3 e 4, as comissões entenderam que há maior facilidade de adoção das medidas nas regiões baixas, entretanto, nos critérios 2 e 5, consideraram que não há diferenças entre as regiões. Isto pode estar relacionado ao fato das limitações de acesso e de intervenções naturalmente relacionadas a regiões mais acidentadas, bem como ao fato de que é recorrente a retórica de que os moradores das regiões mais altas da bacia são mais resistentes a mudanças e à integração para ação coletiva (onde podem incidir 2 motivos: razões culturais inerentes e maior dificuldade de acesso que dificulta a troca de informações). Incide também o fato de que as ações do Projeto Sossego têm sido mais concentradas nas regiões mais baixas da bacia, região que possui maior facilidade de acesso e de concentração de aparatos infra-estruturais e técnicos (sede da associação, escolas, área urbana do Rizzi, etc.) em comparação às regiões altas.

Na segunda análise, em 11 dos 13 subcritérios avaliados, ambas as regiões obtiveram nota 5 entendeu-se que não haveria diferença de impacto na bacia como um todo em decorrência da adoção de medidas em uma ou outra área. O fato de não haver diferenças significativas entre as duas áreas pode estar relacionado a uma possível dificuldade por parte dos participantes de vislumbrar/quantificar o nível de impacto em toda a bacia em decorrência das ações numa região específica, principalmente em se quantificar/qualificar comparativamente estas duas regiões. O uso de dados (ou estimativas) quantitativos poderia auxiliar nesta análise.

5.4.2.3. Avaliando o critério “Manejo de irrigação”

Os resultados foram:

- O subcritério **“Planejamento para plantio”** obteve as maiores médias e o **“Melhoria de manejo de irrigação”** a menor média nos dois grupos;
- Se fosse considerada a média dos dois grupos para a tomada de decisão, a prioridade seria **“Planejamento para plantio”**, seguido de **“Melhoria de sistemas de irrigação”** e a última opção o **“Manejo de irrigação”**.

O subcritério **“Planejamento para plantio”**, que recebeu as maiores notas, é recorrentemente mencionado e foi ressaltado nas oficinas e nas entrevistas pelos atores locais, dados os conflitos pelo uso da água observados em decorrência, principalmente, da falta de conhecimento de quanto há de água disponível e da estimativa do volume necessário de água para o que se pretende plantar. Conforme afirma Lankford (2004), a área de irrigação é uma variável dependente chave. Embora a capacidade de captação para atender a essa área é igualmente significativa, os planejadores deveriam estar cientes da atuação do controle, do desenvolvimento, da sazonalidade e da dinâmica da área de irrigação sobre a produção local (Quadro 22).

A **“Melhoria de sistemas de irrigação”**, muitas vezes entendida apenas como a troca de sistemas por aspersão para sistemas localizados, já está arraigada nas práticas locais, conforme observado na Figura 45, que resume a dinâmica da adoção de sistemas de irrigação na área de estudo. Este resultado está relacionado ao fato de que a adoção de sistemas localizados já é expressiva na bacia, em decorrência principalmente da ampliação e consolidação da cafeicultura e da fruticultura irrigadas por tais sistemas, conforme apontado no item 5.3.1.3.3.

As menores notas atribuídas ao subcritério **“Melhoria de manejo de irrigação”** corroboram a realidade apontada por diversos estudos no Brasil e no mundo,

conforme apontado no item 3.2.3.1, onde o manejo de irrigação geralmente inexistente, é sempre relegado a segundo plano. Conforme os especialistas que participaram da visita técnica à bacia, este talvez seja o ponto crucial para a observância do mau uso da água na agricultura no local e de forma geral. Esta realidade associa-se ao fato de que a percepção dos ganhos advindos da adoção de um manejo de irrigação adequado pode não ser tão fácil pelo produtor, conforme apontado por Jensen et al. (1970, apud Bernardo et al., 2005). Por outro lado, a troca de um equipamento pode revelar diferenças no consumo de água que o manejo não revelaria tão facilmente, pois isso quase nunca é considerado prioritário.

O fato agravante é a realidade do “dimensionamento” de equipamentos de irrigação geralmente feita pelos próprios produtores ou vendedores das lojas especializadas e que na maioria das vezes não possuem formação técnica. Além disso, geralmente não existem programas definidos nos órgãos de extensão rural no Brasil que promovam a melhoria do manejo de irrigação por meio da capacitação de produtores e técnicos. A situação é ainda problemática pela dificuldade em se proceder um manejo de irrigação adequado em decorrência da exigência de vários dados técnicos (clima, solo, água, sistema de irrigação, cultura, etc.). Algumas alternativas poderiam ser adotadas para tentar reduzir as dificuldades com relação ao manejo de irrigação, a saber: (a) utilização da estrutura da associação local de produtores (APEPRUS) para servir de centro de disseminação de informações por meio da contratação de técnico para tratar do manejo de irrigação local; (b) articulação de parceria com o INCAPER que possui serviço de informações climatológicas on-line e poderia ser utilizado de forma mais efetiva no local; (c) adoção de métodos²¹ de maior facilidade para a determinação da evapotranspiração de referência tal como o Irrigâmetro ou o Tanque Classe A.

²¹Tais ferramentas são apenas sugestões aqui apresentadas e que não entraram de forma efetiva nas discussões no local, para evitar, no momento das discussões, algum tipo de preferência do autor.

<p>1) MANEJO DE IRRIGAÇÃO</p> <p>1) Melhoria de sistemas de irrigação</p> <p>2) Melhoria de manejo de irrigação</p> <p>3) Planejamento para plantio</p> <p>Temas do MRA envolvidos: TEMA 2 – Técnico TEMA 3 – Político-Econômico TEMA 4 – Sócio-Cultural</p>	<p><u>Descritor 2.1-Manejo de irrigação</u> Indicador local: Não há manejo baseado em critérios técnicos</p> <p>Indicador local: Há indícios de que algumas práticas condizentes com as culturas locais avaliadas (café e banana) já podem ser observadas, apesar de ainda não serem totalmente adequadas</p> <p><u>Descritor 2.2-Dimensionamento de projetos de irrigação</u> Indicador local: A maior parte dos projetos não é dimensionada com base em critérios técnico, sendo realizada geralmente por produtores e por vendedores de equipamentos sem capacitação técnica. Indicador local: Há uma tendência crescente na adoção de sistemas de irrigação localizados</p> <p><u>Descritor 2.3-Manutenção de sistemas de irrigação</u> Indicador local: A manutenção dos sistemas (principalmente) localizados tem melhorado a partir das atividades de aconselhamento no âmbito do Projeto Sossego, mas ainda é incipiente de forma geral (abertura dos finais de linha, desentupimento e troca de emissores, lavagem de filtros)</p> <p><u>Descritor 3.1-Políticas de preços e mercado</u> Indicador local: Sistemas de irrigação localizados têm sido adotados predominantemente para culturas de mais alto valor de mercado (café, fruticultura) e sistemas por aspersão para horticultura e olericultura</p> <p><u>Descritor 3.2-Subsídios para aquisição de insumos</u> Indicador local: Há uma crescente adoção das tarifas-verdes de energia elétrica na bacia</p> <p><u>Descritor 3.3-Subsídios para aquisição/melhoria de sistemas de irrigação</u> Indicador local: Existem linhas de financiamento para a aquisição de sistemas de irrigação</p> <p><u>Descritor 3.4-Assistência técnica local</u> Indicador local: Não há assistência técnica local suficiente (infra-estrutura, recursos humanos, mecanismo de transferência de informações) para questões de irrigação de toda a bacia</p> <p><u>Descritor 3.8-Relações inter-institucionais e instituições-sociedade</u> Indicador local: As atividades relativas à irrigação estão relacionadas basicamente a denúncias de produtores à Polícia Ambiental e ao Ministério Público quanto à reservatórios de água e barragens que retêm a água nos períodos secos Indicador local: As atividades no âmbito do Projeto Sossego têm tentado melhorar tais relações e definir estratégias conjuntas de gestão de águas agrícolas</p> <p><u>Descritor 4.3-Modelo(s) de produção agrícola</u> Indicador local: Modelo de produção baseado na agricultura familiar, com métodos de produção da agricultura convencional (insumos químicos, preparo do solo, aplicação de defensivos) cuja produção é em grande parte irrigada</p> <p><u>Descritor 4.4-Mão-de-obra local</u> Indicador local: A mão-de-obra local para à irrigação ainda é de baixa qualificação (escolaridade, capacitações), sendo baseada no conhecimento experiencial</p>
---	--

Quadro 22 – Indicadores locais para o critério “Manejo de Irrigação”.

5.4.2.4. Avaliando o critério “Práticas de reservação/distribuição de água”

Os resultados foram:

- O subcritério **“Construção/adequação de reservatórios”** obteve as maiores médias e **“Mecanismos de distribuição de água”** a menor média nos dois grupos;

- Se fosse considerada a média dos dois grupos para a tomada de decisão, a prioridade seria **“Construção/adequação de reservatórios”**, seguido por **“Construção/adequação de barragens”** e a última opção **“Mecanismos de distribuição de água”**.

É significativamente importante se conhecer a distribuição das águas na região irrigada (volume, frequência e sazonalidade de chuvas; disponibilidade hídrica nos corpos hídricos e aquíferos) e, assim, definir e adotar técnicas de reservação apropriadas, uma vez que isto pode influenciar na escolha das culturas, por conseguinte, na extensão da área cultivada, bem como na definição do manejo e no método de irrigação a serem adotados. Assim, neste tópico, destaca-se a importância nos procedimentos individuais e coletivos de reservação de água.

As maiores notas obtidas pelo subcritério **“Construção/adequação de reservatórios”** podem ser explicadas, pois a utilização de reservatórios já é uma prática corriqueira na bacia e no estado do Espírito Santo como um todo, seja pela construção destes nas partes altas e baixas das propriedades, ou pela utilização de nascentes, bem como pela abertura dos denominados “poços escavados”. Isso se dá tanto pela maior facilidade em se adotar tais mecanismos dentro dos limites de cada propriedade em detrimento da construção de barragens de uso coletivo, quanto a alguns fatores limitantes inerentes a estes últimos, tais como a necessidade de cessão de áreas significativas para a construção de barragens, dificuldade de gestão das

barragens e controle do uso da água, limitações financeiras para construção, riscos associados à construção de barragens inadequadas, etc (Quadro 23).

Quanto às menores notas recebidas pelo subcritério “**Mecanismos de distribuição de água**”, tal fato é explicado pela preferência de reservatórios particulares em detrimento de barragens/reservatórios de uso coletivo, bem como ao receio observado quanto aos mecanismos de distribuição a serem adotados (volumes alocados por propriedade, garantia de alocação no período requerido, etc.). Tal realidade também pode estar associada a não observância de uma cultura de organização social na área.

O problema observado na área de estudo e em grande parte das regiões agrícolas do Espírito Santo, quanto à adoção de poços escavados, reflete uma iniciativa adotada ao longo dos anos em decorrência, além do incremento substancial na área irrigada, da baixa retenção da água nos córregos em decorrência das intervenções (dragagens/drenagens) ocorridas durante o PROVÁRZEAS e realizadas para solucionar o problema da esquistossomose e de outras patologias de veiculação hídrica.

Por outro lado, apesar da sobreutilização das águas superficiais e do lençol sub-superficial nessas microbacias, tais implementos vêm garantindo a permanência de muitas famílias tanto em áreas críticas, onde se fundem alguns dos ou todos os aspectos mencionados acima (além do próprio déficit hídrico sazonal que ocorre naturalmente nestas áreas), quanto em áreas onde ainda não se observam conflitos evidentes.

Recursos estão sendo disponibilizados para a construção de barragens coletivas em áreas críticas no Espírito Santo. Porém, a grande questão é como gerir e distribuir e fazer um bom uso da água a ser armazenada. Será que com a limitação dos órgãos de fiscalização será possível monitorar adequadamente o uso de tal recurso?

<p>2) PRÁTICAS DE RESERVAÇÃO/DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA</p> <p>4) Construção/adequação de barragens</p> <p>5) Construção/adequação de reservatórios</p> <p>6) Mecanismos de distribuição de água</p> <p>Temas do MRA envolvidos: TEMA 1 – Ambiental TEMA 3 – Político-Econômico TEMA 4 – Sócio-Cultural</p>	<p><u>Descritor 1.1-Garantia da vazão ecológica</u> Indicador local: Não se tem informações precisas</p> <p><u>Descritor 1.2-Conservação de aquíferos</u> Indicador local: Não se tem informações precisas</p> <p><u>Descritor 1.3-Conservação de ecossistemas</u> Indicador local: Estudos apontam para a degradação quali-quantitativa da água</p> <p><u>Descritor 3.4-Assistência técnica local</u> Indicador local: Existência de escritório local do IDAF, órgão responsável por licenciamentos de barragens de pequeno porte</p> <p><u>Descritor 3.7-Dinâmica de reservação e distribuição de água</u> Indicador local: Reservação feita predominantemente por meio de pequenos reservatórios, tais como poços escavados e reservatórios em partes altas das propriedades.</p> <p>Indicador local: Não se tem informações sobre a capacidade atual de reservação na microbacia.</p> <p><u>Descritor 3.8-Relações inter-institucionais e instituições-sociedade</u> Indicador local: Relação entre produtores e instituições quando do licenciamento de barragens e quando da realização de denúncias</p> <p><u>Descritor 4.2-Organização/Participação da comunidade</u> Indicador local: Não há organização formal dos produtores quanto à reservação/distribuição de água, havendo denúncias diretamente aos órgãos fiscalizadores</p> <p>Indicador local: Alguns produtores vizinhos compartilham a água armazenada, principalmente nos períodos secos</p> <p><u>Descritor 4.5-Acesso aos recursos naturais/hídricos</u> Indicador local: A gestão dos recursos naturais/hídricos é predominantemente masculina</p> <p>Indicador local: Há denúncias diretamente aos órgãos fiscalizadores em decorrência de conflito quanto ao acesso aos recursos hídricos, principalmente durante os períodos secos</p>
--	---

Quadro 23 – Indicadores locais para o critério “Práticas de reservação/distribuição de água”

5.4.2.5. Avaliando o critério “Práticas de conservação de água e solo”

Os resultados foram:

- **Os dois subcritérios deste critério obtiveram notas de mesma proporção, porém opostas, nos dois grupos;**
- **Se fosse considerada a média dos dois grupos para a tomada de decisão, a prioridade seria “Adoção de práticas conservacionistas” seguido de perto da opção “Construção e manutenção de caixas secas”.**

A maior nota dada por produtores para a opção **“Construção e manutenção de caixas secas”** é explicada pelo fato de que é mais difícil haver mudanças de práticas culturais por eles, principalmente aquelas de caráter conservacionista (Quadro 24).

Outro ponto é o fato de que o produtor visualiza o volume de água que é armazenado nas caixas secas o que não é tão facilmente quantificado pela adoção de práticas conservacionistas, por exemplo, cobertura do solo ou diminuição de aragens e gradagens.

Ademais, a construção de caixas secas pode ser realizada com o auxílio de instituições (que podem disponibilizar máquinas para tal), enquanto que a adoção de outras práticas conservacionistas só ocorre por vontade própria do produtor, dentro da propriedade. Estão inseridas nessa discussão questões relativas ao receio dos produtores em não obter garantias de resposta positiva e de ter prejuízos em decorrência da mudança, a limitações financeiras que podem impedir a adoção de outras práticas, ao desconhecimento de outras práticas em decorrência de falta de informação e divulgação, ou a simples indisposição a mudar os tratamentos culturais empregados.

<p>3) PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA E SOLO</p> <p>7) Construção e manutenção de caixas secas</p> <p>8) Adoção de práticas conservacionistas</p> <p>Temas do MRA envolvidos: TEMA 1 – Ambiental TEMA 3 – Político-Econômico TEMA 4 – Sócio-Cultural</p>	<p><u>Descritor 1.1-Garantia da vazão ecológica</u> Indicador local: Não se tem informações precisas</p> <p><u>Descritor 1.2-Conservação de aquíferos</u> Indicador local: Não se tem informações precisas</p> <p><u>Descritor 1.4-Manter qualidade da água</u> Indicador local: Estudos apontam para a degradação quali-quantitativa da água</p> <p><u>Descritor 1.5-Manter qualidade dos solos</u> Indicador local: Estudos apontam para a adoção de práticas culturais que favorecem a instalação de processos erosivos</p> <p><u>Descritor 3.5-Assistência técnica local</u> Indicador local: Existe o incentivo da assistência técnica local para a adoção de práticas conservacionistas, porém limitações financeiras e de maquinário, são fatores limitantes para a adoção efetiva de algumas práticas (cordões de infiltração, caixas secas, plantio em nível)</p> <p><u>Descritor 3.6-Implementação de políticas agrícolas/ambientais/de recursos hídricos</u> Indicador local: Existe programa estadual para adequação de propriedades rurais</p> <p><u>Descritor 4.1-Conhecimento sobre políticas agrícolas/ambientais/de recursos hídricos</u> Indicador local: Dadas as limitações da assistência técnica local e dos órgãos de fiscalização e a organização social ainda incipiente, o conhecimento sobre as políticas geralmente ocorre de forma reativa, quando da aplicação de multas ou de instrumentos de comando e controle</p> <p><u>Descritor 4.4-Mão-de-obra local</u> Indicador local: A baixa capacitação dos produtores, limitações financeiras e falta de interesse dificultam a adoção de práticas conservacionistas</p>
---	--

Quadro 24 – Indicadores locais para o critério “Práticas de conservação de água e solo”

5.4.2.6. Avaliando o critério “Reflorestamento/recuperação de nascentes e áreas degradadas”

Os resultados foram:

- **Os dois subcritérios deste critério obtiveram notas bastante similares nos dois grupos, tendo o subcritério “Reflorestamento/recuperação de nascentes e áreas degradadas” recebido nota bastante superior ao “Renaturalização do córrego/reversão de dragagem”;**
- **Se fosse considerada a média dos dois grupos para a tomada de decisão, a prioridade seria “Reflorestamento e recuperação de nascentes e áreas degradadas” e como opção distante a “Renaturalização do córrego/reversão de dragagem”.**

A diferença entre as notas atribuídas aos dois subcritérios está relacionada a dois fatos principais (Quadro 25).

Primeiramente, à comprovação de que os produtores (os técnicos das instituições já têm este conhecimento) estão conscientes de que o reflorestamento e a recuperação de nascentes e outras áreas degradadas é imprescindível para se melhorar a qualidade e a quantidade de recursos hídricos numa determinada bacia. Isto pode ser resultado dos programas de conscientização que vem sendo desenvolvidos ao longo do tempo quanto a esta temática.

Ainda assim, em boa parte da bacia ainda não são verificadas ações mais incisivas, principalmente de recuperação de áreas degradadas, o que pode estar relacionado, dentre outras, à falta de incentivos financeiros/subsídios e limitações financeiras por parte dos proprietários, bem como a dificuldade de vislumbrar os benefícios no curto e médio prazos.

Em segundo lugar, à dificuldade de se promover (pelo menos em curto e médio prazos) a renaturalização do córrego e a reversão das intervenções realizadas ao longo do tempo no local, mesmo sendo uma alternativa importante do ponto de vista da retenção da água por mais tempo (e em maior volume) no sistema hídrico local. Isto decorre do fato de que grande parte das áreas produtivas das propriedades está localizada nas margens dos córregos, principalmente em virtude do desenvolvimento do PROVÁRZEA.

Em suma, quando se discute o tema reflorestamento, discurso e prática são bem diferentes. O tema tem sido bastante debatido e já se percebe a conscientização das pessoas quanto à importância da manutenção de áreas protegidas. O fato é que quando se pensa na resolução do problema da falta de água numa bacia, parece haver a preferência na adoção de medidas estruturais de retorno imediato, como a instalação de barragens e a construção de reservatórios.

4) REFLORESTAMENTO/RECUPERAÇÃO DE NASCENTES E ÁREAS DEGRADADAS

9) Reflorestamento e recuperação de nascentes e áreas degradadas

10) Renaturalização do córrego/reversão de dragagem

Temas do MRA envolvidos:

TEMA 1 – Ambiental

TEMA 3 – Político-Econômico

TEMA 4 – Sócio-Cultural

Descritor 1.1-Garantia da vazão ecológica

Indicador local: Não se tem informações precisas

Descritor 1.2-Conservação de aquíferos

Indicador local: Não se tem informações precisas

Descritor 1.3-Conservação de ecossistemas

Indicador local: 30% da área da bacia é coberta com vegetação nativa em diversos estágios sucessionais

Indicador local: Das 8 subbacias do Sossego, estudos apontam que 5 subbacias possuem cobertura florestal acima dos 20% exigidos por lei

Indicador local: Em decorrência de dragagens e drenagens ocorridas nos córregos da bacia, o mesmo encontra-se bastante retificado e com poucas áreas de charco naturais

Descritor 1.4-Manter qualidade da água

Indicador local: Estudos apontam para a degradação quali-quantitativa da água

Descritor 1.5-Manter qualidade dos solos

Indicador local: Estudos apontam para a adoção de práticas culturais que favorecem a instalação de processos erosivos

Descritor 3.2-Subsídios para aquisição de insumos

Indicador local: Instituições locais possuem mecanismos de obtenção/aquisição facilitada de insumos para reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (mudas, arames, adubo, etc.)

Descritor 3.5-Assistência técnica local

Indicador local: Existe o incentivo da assistência técnica local para o reflorestamento e a recuperação de áreas degradadas, porém limitações financeiras e de insumos e resistência por parte de produtores, são fatores limitantes para a adoção efetiva de ações (isolamento de nascentes, recuperação de APPs)

Descritor 3.6-Implementação de políticas agrícolas/ambientais/de recursos hídricos

Indicador local: Existe o mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais no Estado, porém ainda em fase experimental em algumas áreas

Indicador local: Existe programa estadual para adequação de propriedades rurais

Descritor 4.1-Conhecimento sobre políticas agrícolas/ambientais/de recursos hídricos

Indicador local: Há a crescente conscientização ambiental entre os produtores, contudo nem sempre isso se reflete em ações práticas, em decorrência de diversos fatores (falta de garantias de benefícios – em curto e médio prazos – advindos de mudanças de práticas, limitações financeiras)

Quadro 25 – Indicadores locais para o critério “Reflorestamento/recuperação de nascentes e áreas degradadas”.

5.4.2.7. Avaliando o critério “Ações não-estruturais (temas transversais)”

Os resultados foram:

- O comportamento das notas atribuídas nos dois grupos foi distinta, mas se observa uma similaridade, nos dois grupos o subcritério “Melhor/maior atuação de instituições” recebeu a menor nota;

- Se fosse considerada a média dos dois grupos para a tomada de decisão, a prioridade seria “Capacitação e comunicação”, seguido de “Melhor/maior atuação de produtores” e “Melhor/maior atuação de instituições”, com resultados bastante próximos.

A principal constatação a ser obtida neste critério é o fato do subcritério “Melhor/maior atuação de instituições” ter apresentado as menores notas nos dois grupos. Os resultados observados indicam que a melhoria do papel das instituições é considerada secundária, e assim mantém-se o *status quo* de distanciamento entre produtores e instituições, tais como os apontados por Boelens (2008) e Toro e Duarte (1997). Tal realidade corrobora e reforça o que é trazido nesta pesquisa: a necessidade de maior aproximação entre instituições e sociedade (Quadro 26).

A necessidade de se reforçar o papel dos produtores parece estar clara em ambos os grupos e esta conscientização pode ser observada pelas discussões ocorridas e pelo material gerado nas oficinas. O baixo nível de escolaridade, capacitação e organização social, observados e corroborados por SEBRAE (2006), atesta tal necessidade.

<p>5) AÇÕES NÃO-ESTRUTURAIS (TEMAS TRANSVERSAIS)</p> <p>11) Melhor/maior atuação de instituições</p> <p>12) Melhor/maior atuação de produtores</p> <p>13) Capacitação e comunicação</p> <p>Temas do MRA envolvidos: TEMA 3 – Político-Econômico TEMA 4 – Sócio-Cultural</p>	<p><u>Descritor 3.4-Assistência técnica local</u> Indicador local: Quanto à irrigação, instituições e produtores ainda estão afastados.</p> <p>Indicador local: Quanto a práticas conservacionistas e reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, existem incentivos mais claros por parte dos órgãos responsáveis, mas pouca adesão dos produtores</p> <p><u>Descritor 3.6-Implementação de políticas agrícolas/ambientais/de recursos hídricos</u> Indicador local: As políticas são geralmente implementadas por instrumentos de comando e controle e de forma impositiva pelos órgãos</p> <p><u>Descritor 3.8-Relações inter-institucionais e instituições-sociedade</u> Indicador local: As relações ainda são frágeis, porém as atividades desenvolvidas no âmbito do Sossego têm propiciado a maior aproximação dos atores para uma gestão integrada na nível local</p> <p><u>Descritor 4.1-Conhecimento sobre políticas agrícolas/ambientais/de recursos hídricos</u> Indicador local: O conhecimento é construído geralmente a partir da aplicação e instrumentos de comando e controle e quando da existência de subsídios voltados para a produção</p> <p><u>Descritor 4.2-Organização/Participação da comunidade</u> Indicador local: A organização social é incipiente, contudo tem sido fortalecida pelas atividades no âmbito do Projeto Sossego</p> <p><u>Descritor 4.4-Mão-de-obra local</u> Indicador local: A qualificação da mão-de-obra local é baixa (baixa escolaridade e capacitação)</p>
--	---

Quadro 26 – Indicadores locais para o critério “Ações não-estruturais (temas transversais)”.

5.5 CONTRIBUIÇÕES DO DESENVOLVIMENTO DO PM AO TEMA RUAAI

As contribuições do Procedimento Metodológico (PM) ao tema Racionalização do Uso da Água na Agricultura Irrigada (RUAAI) são apresentadas a partir das principais constatações obtidas nesta pesquisa em relação a demandas atuais da ciência e tecnologia na temática, a saber, adoção do conceito de adaptatividade; valorização/aproximação de diferentes saberes; contribuição à gestão de águas formal via fortalecimento da gestão de águas local; contribuições à problemática da agricultura irrigada.

Antes de apontar as observações obtidas a partir das demandas da ciência e tecnologia, é necessário ressaltar que a análise do tema RUAAI sob a ótica da Teoria Crítica (apresentada nos itens 3.1 e 3.2), também se configura numa contribuição ao tema uma vez que explicita os entendimentos dominantes acerca da temática, expressos pelo Modelo Racional-Hegemônico (MRH), bem como traz ao debate caminhos alternativos, geralmente negaceados pela ciência de irrigação formal, representados pelo Modelo Racional-Amplo (MRA).

Nesse sentido, o PM possibilita a retroalimentação entre teoria e prática do RUAAI, ao possibilitar a análise integrada dos contextos históricos, políticos e culturais que envolvem o tema. Assim, pode-se ponderar sobre erros e acertos e vislumbrar novas fundações em direção a um modelo de RUAAI mais inclusivo e sustentável.

- Contribuições à problemática da agricultura irrigada

A aplicação do PM na área de estudo evidenciou que os problemas do uso inadequado da água na agricultura não são resolvidos apenas por melhorias técnicas. Apesar da transição de sistemas de irrigação ditos “menos eficientes” (irrigação por superfície e por aspersão) para aqueles considerados “mais eficientes” (sistemas localizados) os conflitos têm se intensificado ao longo dos

anos. Ou seja, foi possível obter indicativos, a partir da análise da bacia do Sossego, de que a idéia de racionalização dominante é limitada. Políticas ou programas governamentais que incentivem apenas a mudança dos sistemas de irrigação não obterão os resultados desejados de melhoria na gestão de águas agrícolas.

As observações corroboram Lankford (2004) quando afirma que o setor de irrigação atual é falho em prover aos produtores outras formas de gerir a água, pois força a noção de que “modernização” é igual à “gestão de águas formal” que é igual à “melhoria de infra-estruturas hidráulicas”.

Conforme se observou, dentre outros, faltam informações e assistência técnica para a adoção de um manejo de irrigação adequado, são observados tratos culturais inadequados e pobre vegetação nativa nas encostas e margens dos córregos e não há organização da comunidade nem suporte local efetivo para planejar a adoção crescente da irrigação para a produção agrícola. Assim, reforça-se a necessidade de se avaliar o problema de forma sistêmica, tentando atentar aos diversos aspectos que nele interferem e promover a idéia de que no tema RUAAl incidem vários aspectos, desde sociais a técnicos.

- Contribuição à gestão de águas formal via fortalecimento da gestão de águas local

Dadas as conhecidas limitações (infra-estruturais e de recursos humanos) das instituições afins ao tema para atuar no nível local, a aplicação do PM reforça a necessidade de se incentivar a maior atuação em parceria entre a sociedade e as instituições técnico-científicas, por dois motivos principais: primeiro, ao se incentivar o empoderamento de comunidades, promove-se co-responsabilidade na gestão dos recursos naturais/hídricos, diminuindo-se a necessidade da aplicação de instrumentos de comando e controle; segundo, ao se inserir de forma efetiva o saber local na gestão, há maiores chances de que alternativas

mais contextualizadas ao local sejam adotadas e, assim, os riscos e benefícios são compartilhados por todos.

Por meio da adoção de metodologia participativa no PM, foi possível evidenciar que a melhoria no uso e na gestão das águas para fins agrícolas deveria passar inicialmente pela organização da comunidade e maior interação desta com as instituições, pela construção do conhecimento conjunto e gradativo a respeito da dinâmica hídrica e de produção local, e dos aspectos que influenciam nestas, o que, por fim, possibilitaria a definição de mecanismos de alocação e uso da água mais adequados às especificidades locais. A busca por esta realidade é geralmente dificultada no Brasil, sobretudo, pois não há uma cultura robusta de organização de proprietários rurais para o uso da água.

No âmbito estadual (Espírito Santo), a análise comparativa do PM e da aplicação dos Termos de Ajustamento de Conduta (TAC) é bastante ilustrativa. Entende-se que apesar de ser um instrumento para ação em casos emergenciais, que define regras claras quanto a melhorias no uso da água, é necessário refletir se a necessidade de sua aplicação não é decorrência justamente das falhas de gestão apontadas neste estudo: falta de planejamento e de organização social local, limitações da assistência técnica e da ciência de irrigação formal.

Apesar de estes instrumentos já estarem inserindo de alguma forma a participação dos produtores na definição das ações, ainda é forte a lógica do comando e controle, o que talvez possa desestimular o desenvolvimento de mecanismos de co/auto-gestão no nível local.

Nesse sentido, para que não haja a necessidade de aplicação de TAC, ou pelo menos sua aplicação em poucos casos, entende-se ser necessário modificar a realidade atual, fazendo com que os produtores se auto-organizem, dando a eles papéis de responsabilidade, dividindo-os com as instituições. Nesse

sentido, acredita-se que relações de confiança mútua proporcionariam menos ocorrências de desvios de conduta em relação às regras pré-definidas. Para tanto, é necessário que instituições e produtores entendam seus papéis de co-gestores no processo de gestão local.

Outra questão é avaliar se as regras adotadas nos TAC são de fato determinadas de forma participativa, onde todas as partes, sabedoras de suas limitações, definem em conjunto os pontos em que podem ceder e cooperar. Limitações de metodologias para determinação das vazões disponíveis para a outorga (e das informações já disponíveis) é um exemplo de que as regras deveriam ser mais flexíveis e reavaliadas constantemente.

- Adoção do conceito de adaptatividade

O PM evidencia a importância da adoção da gestão adaptativa em casos como o da bacia do Sossego por vários motivos, a saber, os recursos são utilizados de forma intensiva e variações climáticas naturais são observadas, há limitações na gestão de águas formal em decorrência de limitações infra-estruturais e de recursos humanos nos órgãos responsáveis e a organização social é incipiente. Todos estes fatores requerem uma maior flexibilidade na gestão a fim de que ela possa ser aperfeiçoada gradativamente e que mecanismos de gestão mais apropriados às condições locais sejam adotados.

Para tanto, a formação das comissões de acompanhamento, proposta no PM, permitiria que fossem detalhadas e definidas alternativas, compromissos e prazos para a consecução de metas de gestão. Enquanto ações estruturais não ocorrem, pois geralmente exigem mais recursos financeiros e projetos de execução, produtores e instituições exercitam a prática da co-responsabilidade e da construção conjunta do conhecimento para que, quando da implantação de ações estruturais, estas possam ser melhor manejadas. Nesse sentido, espera-

se que a análise das propostas trazidas por especialistas, instituições e produtores, e apresentadas nesta pesquisa, se dê continuamente na bacia.

Esse é talvez o ponto crucial deste trabalho, o entendimento de como adotar as estratégias mais apropriadas para cada local. Como afirma Kerr et al. (2008), desenvolvimento é cada vez mais entendido como um processo pelo qual as pessoas aprendem a tomar responsabilidade de suas próprias vidas e resolver seus próprios problemas. Ajudar as pessoas a resolver seus problemas dando a e fazendo por eles coisas os tornam mais dependentes e menos propensos a resolver seus próprios problemas. Isto não pode ser chamado desenvolvimento; pelo contrário, isto é totalmente o contrário de desenvolvimento.

Em outras palavras, a aplicação do PM tenta propiciar um ambiente favorável para que as tecnologias mais apropriadas ao local sejam adotadas/ajustadas/desenvolvidas ensejando maior envolvimento local e sentimento de comunidade quanto à solução dos problemas cotidianos e desenvolvimento das potencialidades sociais e naturais locais.

Entretanto, conforme afirma Lankford (2004), um grande fator limitador à adoção da adaptatividade é o fato de que geralmente a alternativa adotada por instituições e produtores para as limitações financeiras e de conhecimento é substituir padrões de alocação de água de regiões com déficit hídrico natural por soluções convencionais baseadas na abundância de água por meio do uso de infra-estruturas de reservação formais.

Ademais, os produtores geralmente apresentam três padrões de comportamento quando enfrentam problemas de distribuição de água. Primeiro, na medida em que a necessidade de compartilhar água aumenta, a maioria busca melhorar o acesso para suas próprias necessidades.

Ou seja, em situações de escassez de água e ausência de mediação de conflitos, produtores são menos propensos a compartilhar riscos com outros. Segundo, a maioria dos humanos são pouco preparados para vislumbrar opções alternativas para compartilhar água de formas inovativas. Terceiro, os humanos são freqüentemente pouco satisfeitos com os caminhos de incerteza e precaução que recursos limitados impõem, e acabam escolhendo metas definidas, geralmente impostas por programas de governo.

As observações possibilitadas pelo PM na bacia do Sossego trazem contribuições ao que propõem os TAC e as outorgas coletivas no Espírito Santo. Considerando que a situação já é problemática em termos do volume observado nos córregos, poder-se-ia adotar medidas discutidas por todos em direção a metas progressivas. O TAC de certa forma já formaliza isso com algumas regras, porém não se está claro até que ponto a forma com que se construiu este processo fez com que houvesse a conscientização dos produtores de fato, e não a adoção de tais medidas por uma imposição de lei.

Há evidências de que os produtores já têm sido adaptativos, mesmo não tendo conhecimento deste conceito, por meio do desenvolvimento/da adoção de técnicas para lidar com o problema. Apesar dos conflitos, esta localidade vem mantendo-se viva e produtiva ao longo do tempo.

A adoção de poços escavados é um exemplo dessas técnicas que, apesar de, a princípio, estarem trazendo problemas ambientais, têm possibilitado a produção e fixação de grande parte dos produtores no local; além disso, observa-se que muitas vezes produtores vizinhos compartilham a água armazenada.

Isso não quer dizer, porém, que o uso e a gestão de águas não deveria ser melhor. Entretanto, deve-se entender o contexto no qual os produtores estão inseridos e como têm sido apresentadas e desenvolvidas as soluções para o local. O programa federal PROVÁRZEAS, por exemplo, propiciou o aumento da

produtividade nas várzeas, mas gerou uma série de outros problemas que os produtores precisaram saber lidar com e se adaptar.

Outro ponto trazido pelo PM é a melhoria de procedimentos de avaliação e monitoramento, por meio da estruturação de um modelo local construído por meio de informações dos atores envolvidos na gestão local, definição de indicadores iniciais para o local, formação de comissões de acompanhamento para os temas prioritários e proposta de reavaliação constante das atividades das comissões e incentivo à capacitação e ao aprendizado contínuo das comissões e demais atores.

A partir dos indicadores definidos, as comissões poderão deliberar sobre mecanismos/estratégias/ações que devem ser consideradas dentro das prioridades e possibilidades locais, e que são mais facilmente observadas pela sistematização dos indicadores. Nesse sentido os indicadores poderão ser gradativamente aperfeiçoados e detalhados, na medida em que mais informações sejam levantadas.

- Valorização/aproximação de diferentes saberes

A aplicação do PM reforça que ainda há um efetivo distanciamento entre as instituições e a sociedade, principalmente pela adoção de uma abordagem que supervaloriza o saber técnico, muitas vezes descontextualizado, e subvaloriza o saber local, muitas vezes capaz de trazer ou ajustar opções ao contexto local. Por outro lado, reforça as potencialidades da junção do saber técnico e local, como forma de superação dos problemas locais. Assim, o PM aponta que a junção dos dois saberes é fundamental, pois ambos têm o que contribuir, seja com alternativas técnicas seja com o esclarecimento acerca de detalhes da realidade local e assim a definição de mecanismos mais adequados.

A aplicação do PM destaca também o papel dos especialistas e técnicos como facilitadores e não como aqueles que definem o que deve ser feito. Tal realidade opõe-se ao que se verifica na maioria das vezes onde o produtor é sempre "convencido" de que as soluções que as instituições trazem são sempre melhores do que aquelas que eles por tentativas e erros, tempo de experiência e adaptação, e aplicação contextualizada e prática ao seu lugar desenvolvem ao longo dos anos.

Nesse sentido, é importante o desenvolvimento de mecanismos, tais como os propostos no PM, onde a comunidade possa mostrar e trazer à discussão quais são seus pontos críticos, bem como experiências de sucesso desenvolvidas por eles próprios ou em conjunto com as instituições. Isto propicia um ambiente para intercâmbio de experiências entre propriedades (o que possibilita maior adoção de tecnologias ajustadas ao local) e maior sentimento de comunidade.

A constatação acima corrobora Kiome e Stocking (1995) quando afirmam que nos últimos anos tem sido reconhecido que as práticas locais de produtores têm, de fato, uma base "racional" e que existe pouca confirmação na literatura acerca do fato que as decisões de produtores são mais ou menos "racional" do que as recomendações profissionais/técnicas.

O PM contribui ao tema RUAAI, ainda, ao propiciar a aplicação de uma mescla de ferramentas que promovem tal encontro de saberes, tais como o *River Basin Game* (RBG) e a Análise Multicriterial (AM). O RBG é uma metodologia já aplicada em países da África (MCCARTNEY et al., 2007; MAGOMBEYI et al., 2008) com bons resultados quanto ao entendimento do problema e auxílio a resolução de conflitos e foi, neste estudo, pela primeira vez utilizada no Brasil. A AM ainda é utilizada predominantemente por especialistas e técnicos, e raramente com a participação de produtores e instituições juntos como o fora aplicada neste estudo, para o planejamento e a gestão local de recursos hídricos (RAJU et al., 2000; ZAMPROGNO, 2004).

Apesar dos avanços obtidos pelo desenvolvimento do PM, algumas limitações também podem ser destacadas.

A primeira refere-se à ampliação da aplicação do PM em outras regiões que pode ser limitada em decorrência do fato de que grande parte das instituições e especialistas ainda está pouco preparada para entender e considerar o saber local (apesar de já serem observados avanços) e na maioria das vezes tenta impor o conhecimento técnico-científico como verdade.

A segunda questão é a relativa ao fato do desenvolvimento do estudo numa microbacia, ou seja, numa escala relativamente pequena. Para amenizar tais limitações, o estudo tentou comparar e integrar os diferentes processos e fatores observados no local com as principais políticas, conceitos e práticas globais, nos quais a área de estudo se encontra inserida. Portanto, ao permitir uma maior clareza de análise entre a escala local (microbacia) e a escala global (estado, país, mundo) o PM viabiliza a construção de uma teoria mais contextualizada, a partir de observações da prática do lugar.

A terceira tem a ver com o fato de que não foram realizadas intervenções estruturais e não-estruturais propostas pelos atores durante o período de desenvolvimento desta pesquisa e, assim, não foi possível analisar os impactos de tais intervenções. Todavia, o prosseguimento das atividades nas comissões de acompanhamento, a partir da sistematização de informações, se dará muito provavelmente na continuidade das atividades no âmbito do Projeto Sossego.

Nesse sentido, ressalta-se que a mobilização dos produtores e a maior interação entre estes e as instituições, promovidas por meio deste estudo, bem como a constatação da convergência dos pontos levantados por produtores e especialistas sobre o problema de gestão de águas, podem ser consideradas resultados positivos do processo de empoderamento local e que reforçam o potencial de prosseguimento das atividades desta pesquisa.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 CONCLUSÕES

As principais conclusões estão dispostas por objetivo específico, para facilitar a compreensão do trabalho.

Além das conclusões por objetivo específico, estão agrupadas também as conclusões obtidas pela aplicação do procedimento metodológico, que além de integrar os objetivos específicos II e III, tem interface com o objetivo específico I.

- **Objetivo Específico I:** Entender o problema “Racionalização do Uso da Água na Agricultura Irrigada” (RUAAI) e construir modelos conceituais de RUAAI

- O aprofundamento do tema RUAAI corrobora com outros estudos que demonstram a existência de predominância de entendimento embasado essencialmente em aspectos tecnológicos na prática da gestão de recursos hídricos e de irrigação, normalmente desconsiderando outros aspectos relevantes, tais como equidade de acesso (gênero, classe social, grupos sociais), definição e aprimoramento gradativo de regras/técnicas/tecnologias com participação local, que são requisitos na busca de sociedades sustentáveis.

- O Modelo Racional-Amplio (MRA), desenvolvido no âmbito da presente pesquisa em suporte à avaliação da racionalização do uso da água na agricultura irrigada, consiste em avanço metodológico por inserir e destacar relevantes aspectos relacionados às dimensões político-econômica e sócio-cultural não usualmente considerados nessa temática, conforme mencionado na conclusão anterior. Assim, o MRA visa subsidiar a consolidação de modelos de gestão mais condizentes com os preceitos da sustentabilidade, gestão integrada, descentralizada e participativa de recursos hídricos, os quais fundamentam a Política Nacional de Recursos Hídricos.

- **Objetivo Específico II:** Desenvolver e aplicar em área-piloto modelo local em suporte à avaliação do uso da água na agricultura

- O modelo local desenvolvido em suporte à avaliação do uso da água na agricultura, cuja construção foi embasada no construtivismo, envolvendo pesquisadores, técnicos e comunidade local, mostra-se promissor como ferramenta de gestão local, ao retratar de forma ampla, em várias dimensões (ambiental, técnica, político-econômica e sócio-cultural), diversos aspectos envolvidos na sustentabilidade. Por ser construído por meio da participação de diversos atores locais (instituições e produtores, homens, mulheres, jovens, adultos e idosos) e especialistas, e assim propiciar maior equilíbrio entre os saberes técnico e local, amplia as chances de efetividade de ações propostas, por serem tais ações, alternativas mais adequadas e contextualizadas ao problema de gestão de águas local o qual se quer solucionar.

- Ao se avaliar o modelo local desenvolvido, a inserção de aspectos sócio-culturais provou ser factível na análise da gestão de águas, fato que contribui com demandas científicas recentes.
- A convergência observada nas contribuições de produtores e especialistas na construção do modelo local evidencia que os conhecimentos específicos inerentes aos dois grupos têm a contribuir na resolução de problemas locais.
- As eventuais limitações relacionadas aos dados utilizados na construção do modelo local (qualidade/precisão e quantidade), sejam esses qualitativos ou quantitativos, podem, por serem levantadas e analisadas pelos próprios atores locais em conjunto com especialistas, ser gradativamente discutidas e ajustadas, servindo como subsídio à inserção dos preceitos da gestão adaptativa no local.

- A capacidade de atuação do *River Basin Game* (RBG), enquanto metodologia participativa em suporte à resolução de conflitos e gestão local de águas, foi corroborada, ampliando a representatividade estatística da aplicação do mesmo.

Os aspectos que caracterizam o RBG (linguagem mais simples e acessível a grupos heterogêneos, ambiente lúdico e mais democrático, eqüitativo e inclusivo) se mostraram apropriados ao contexto avaliado nesta pesquisa, a saber, microbacia com predominância de pequenos produtores rurais de base agrícola familiar, promovendo capacitação dos produtores para a análise global da problemática e reforçando a necessidade de se atuar de forma conjunta e cooperativa em direção a uma melhor gestão de recursos locais.

- **Objetivo Específico III:** Aplicar modelo local desenvolvido em suporte à construção de estratégia de (co/auto) gestão comunitária quanto ao uso da água e manejo de irrigação

- Os resultados obtidos a partir da aplicação da Análise Multicriterial (AM), por meio da análise separada e conjunta das visões de produtores e instituições, demonstram que o modelo local desenvolvido se constitui numa ferramenta promissora de gestão local. Nesse sentido, com a possibilidade de observar evidentes similaridades e divergências de visões, a AM contribuiu de duas formas:

- Do ponto de vista científico, possibilitou que diferentes formas (racionalidades) de se abordar o tema pudessem ser facilmente identificadas por meio de análises quantitativas e qualitativas.
- Do ponto de vista da gestão local, permitiu o suporte aos atores locais, por meio do melhor entendimento/visualização de padrões e discrepâncias das visões locais, em direção a tomadas de decisão mais contextualizadas.

- O Método dos Pesos Médios (MPM) se mostrou adequado ao caso específico estudado, principalmente por ter sido considerado de fácil entendimento e utilização por todos os atores, e forneceu evidências científicas significativas.

- Por meio de planilhas já implementadas, o MPM ofereceu agilidade e facilidade na avaliação das alternativas. Não foi a intenção deste trabalho comparar diferentes métodos, porém os resultados obtidos pela aplicação do MPM permitiram a avaliação coerente do problema por todos os atores, e consistiu num primeiro passo na direção da definição de mecanismos de co/auto-gestão local na área de estudo.
- A aplicação do MPM contribuiu na temática RUAAL, por ter sido conduzida num problema real, com a participação de atores locais, fato que é raro na literatura;
- A aplicação da AM mostrou-se apropriada para apoiar processos de decisão negociada envolvendo múltiplas visões, variáveis e temas que não se baseiam na definição de pontos ótimos, mas na de faixas de aceitabilidade.

- As principais limitações evidenciadas pela aplicação da AM foram: eventuais erros de estimativa associados ao baixo número de participantes; dificuldade em exprimir visões, pelo não entendimento da metodologia da atribuição de pesos ou pela dificuldade em interpretar e expressar quantitativa ou qualitativamente as preferências; tempo necessário para que metodologias participativas sejam adequadamente implementadas (entendimento da metodologia e depuração das discussões); limitação do MPM na comparação individual entre todos os sub-critérios, principalmente quando há a diferença no número de subcritérios adotados.

- Desenvolvimento do Procedimento Metodológico (PM)

- O PM ao propiciar a retroalimentação entre as Etapas I (referente ao entendimento e sistematização do tema abordado) e Etapa II (referente ao desenvolvimento propriamente dito do PM, que adota o construtivismo e Pesquisa-Ação com o envolvimento dos atores locais), da metodologia adotada

nesta pesquisa, constitui-se numa ferramenta promissora na gestão participativa local, bem como aplicável a outras temáticas (enquadramento de corpos d'água, controle de poluição de águas, etc.).

- A aplicação do PM:

- possibilitou observar evidências de que o conceito de adaptatividade, mesmo não sendo do conhecimento local, parece estar permeado nele e pode ser reforçado, uma vez que se observa que a comunidade, mesmo com seus problemas, tem permanecido produtiva ao longo dos anos; e
- reforça a necessidade de se avançar em direção a procedimentos/metodologias/métodos que considerem tanto a experiência acumulada dos produtores quanto o saber técnico formal, como forma de superação de limitações observadas, dentre outras, o desequilíbrio entre a gestão formal e a gestão local.

- A análise integrada e ampliada considerando aspectos técnicos da irrigação e outros aspectos locais (ambientais, sócio-culturais, políticos, etc.), possibilitada pela aplicação do PM, indica que mesmo com a transição de sistemas superficiais para localizados (ditos mais eficientes), os conflitos na bacia têm se intensificado. Tal constatação corrobora o fato de que a idéia de racionalização dominante (baseada essencialmente em aspectos tecnológicos) não tem resolvido o problema e que é necessário que análises mais amplas e integradas, como as propiciadas pelo PM, sejam de fato consideradas em estudos de gestão de águas agrícolas.

- As principais limitações da gestão local participativa, evidenciadas pelo desenvolvimento e aplicação do PM foram: o debate da gestão de águas/irrigação ainda é predominantemente masculino, apesar de o PM ter propiciado a maior inserção das mulheres; a prática de atividades coletivas ainda é predominantemente sobreposta por interesses individuais, apesar de se observar aumento gradativo da participação e mobilização locais para ação

conjunta; há ainda fragilidade quanto ao incentivo e consolidação de lideranças locais, o que leva a comunidades menos mobilizadas e, portanto, menos atuantes e participativas; limitações de acesso, de comunicação e de disseminação de informações comprometem um maior nível de participação; há ainda grande dependência por parte dos produtores de apoio externo (orientação técnica); produtores ainda se sentem intimidados em colocar seus pontos de vista; ainda é incipiente a participação do estado no fortalecimento de grupos mais fragilizados para que estes possam iniciar processos de mobilização e empoderamento, dadas suas fragilidades de capacitação e financeira.

6.2 RECOMENDAÇÕES

Para estudos futuros:

- Quanto à implementação do PM desenvolvido em outras áreas
 - Verificar a aplicabilidade do PM proposto em outras regiões, com sistemas de produção diferentes dos considerados neste estudo (por exemplo, grandes irrigantes), com diferentes níveis de participação social, principalmente em regiões que se apresentam críticas quanto ao uso da irrigação, bem como em diferentes problemas (por exemplo, enquadramento de corpos de água e controle de poluição de águas).
 - Atentar para os ajustes metodológicos (principalmente os referentes a quais metodologias participativas e quais métodos de análise multicriterial aplicar) necessários para o seu melhor desenvolvimento em função de cada realidade.

- Quanto à aplicação da AM em outros casos

- Avaliar a influência do método multicriterial a ser adotado nas diversas fases de aplicação do PM.

- Quanto ao tema gestão de águas agrícolas

- Avaliar a interferência dos poços escavados e de outras formas de reservação e captação de água para uso na irrigação na dinâmica hidrológica de microbacias.
- Definir, de forma conjunta, mecanismos de alocação e reservação em microbacias, com e sem estrutura formal de reservação e distribuição de recursos hídricos, que incluam regras de uso e gestão definidas localmente e adoção de técnicas de irrigação e alocação de água apropriadas ao local.

Para a continuidade das atividades na bacia do Sossego:

- Consolidar as comissões de acompanhamento e adotar os passos 7 e 8 do PM desenvolvido (respectivamente, “Reavaliação constante das atividades nas comissões” e “Capacitação contínua das comissões e demais atores”), mas não aplicados nesta pesquisa, ações que objetivam subsidiar a implementação da gestão adaptativa no local.

- Utilizar os indicadores locais definidos e aprimorá-los gradativamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ANTUNES, R. C. B.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R.; RENA, A. B. Manejo da irrigação em cafeeiros novos e em produção utilizando o software SISDA 3. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 4., 2001, Araguari. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: Associação dos Engenheiros Agrônomos de Minas Gerais, 2001. p. 78-83.
- 2 ARAUS, J. L. The problems of sustainable water use in the Mediterranean and research requirements for agriculture, **Ann. appl. Biol.**, v. 144, p. 259-272, 2004.
- 3 ARROYO, A.; BOELEN, R. Andean irrigation and gender equity. In: BOELEN, R.; DÁVILA, G. (eds). **Searching for equity: conceptions of justice in peasant irrigation**. Assen: Van Gorcum, 1998. p. 396-418.
- 4 ASCOUGH II, J. C.; MAIER, H. R.; RAVALICO, J. K.; STRUDLEY, M. W. Future research challenges for incorporation of uncertainty in environmental and ecological decision-making, **Ecological Modelling**, v. 219, p. 383-399, 2008.
- 5 ATTANASIO, C. M. **Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade**. 2004. 206 f. Tese (Doutorado em Conservação em Ecossistemas Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- 6 BARTH, H. K. Sustainable and effective irrigation through a new subsoil irrigation system (SIS), **Agricultural Water Management**, n. 40, p. 283-290, 1999.
- 7 BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7. ed. Viçosa: UFV – Imprensa Universitária, 2005. 611 p.
- 8 BESSEMBINDER, J. J. E.; LEFFELAAR, P. A.; DHINDWAL, A. S.; PONSIOEN, T. C. Which crop and which drop, and the scope for improvement of water productivity, **Agricultural Water Management**, v. 73, p. 113-130. 2005.
- 9 BOELEN, R. From universal prescriptions to living rights: local and indigenous water rights confront public-private partnerships in the Andes, **Journal of International Affairs**, v. 61, n. 2, p. 127-144, 2008.
- 10 BOELEN, R.; DÁVILA, G. Water users' organizations, support approaches and the defence of equity. In: _____ (Ed.). **Searching for equity: conceptions of justice in peasant irrigation**. Assen: Van Gorcum, 1998. p. 419-440.
- 11 BONOMO, R. **Análise da irrigação na cafeicultura em áreas de cerrado de Minas Gerais**. 1999. 224 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.
- 12 BONTEMPS, C.; COUTURE, S. Irrigation water demand for the decision maker, **Environment and Development Economics**, n. 7, p. 643-657, 2002.
- 13 BRAGA, B.; GOBETTI, L. Análise Multiobjetivo. In: **Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos**. PORTO, R. L. L. et al. (Org.). 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2002. p. 361-420.
- 14 BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Recursos hídricos: conjunto de normas legais**. 3 ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.
- 15 BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **A irrigação no Brasil: situação e diretrizes**. Brasília: IICA, 2008. 132 p.
- 16 BRISCOE, J. Practice and teaching of American water management in a changing world, **Journal of Water Resources Planning and Management**, p. 409-411, jul-aug. 2010.
- 17 BROWN, J. Assuming too much? Participatory water resource governance in South África. **The Geographical Journal**. The Royal Geographical Society. <doi: 10.1111/j.1475-4959.2010.00378.x.> 2010.
- 18 BUTTERWORTH, J.; WARNER, J.; MORIARTY, P.; SMITS, S.; BATCHELOR, C. Finding practical approaches to Integrated Water Resources Management, **Water Alternatives**, v. 3, n.1, p. 68-81. 2010.

- 19 CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Water quality and distribution uniformity in drip/trickle irrigation systems, **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 70, p. 355-365, 1998.
- 20 CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Emitter and filter tests for wastewater reuse by drip irrigation, **Agricultural Water Management**, v. 68, p. 135–149, 2004.
- 21 CASANOVA, A. A.; HABJOKA, N. **Modernizing Irrigated Agriculture in the Near East: Experience feedback on the achievements of the French Mission for Water and Agriculture** (MREA) (1993-2007). IPTRID Knowledge Synthesis Report No. 7. Rome: IPTRID Secretariat/FAO. 2009.
- 22 CASTRO, C. B.; PEREIRA, C. B.; TEIXEIRA, E. C.; MENDONÇA, A. S. F.; AHNERT, F.; RIBEIRO, C. B. M.; SILVA, J. G. F.; SILVA, W. M.; BRITO, R. A. C.; GIACOMIN, R. W. Metodologia aplicada à escolha de bacias-piloto para estudo sobre gestão de recursos hídricos. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 6., 2003, Maceió. **Anais...** Maceió: ABRH, dezembro 2002.
- 23 CHAMBERS, R. Learning and Mislearning. In: PRETTY, J. (Ed). **Sustainable agriculture and food: policies, processes and institutions**. London: Earthscan, 2008. p.69-89.
- 24 CHAMBERS, R. The origins and practice of participatory rural appraisal, **World Development**, v. 22, n. 7, p. 953-969, 1994a.
- 25 CHAMBERS, R. Participatory Rural Appraisal (PRA): analysis of experience, **World Development**, v. 22, n. 9, p. 1253-1268, 1994b.
- 26 CHAMBERS, R. Participatory Rural Appraisal (PRA): challenges, potentials and paradigm, **World Development**, v. 22, n. 10, p. 1437-1454, 1994c.
- 27 CHAMBERS, R.; CARRUTHERS, I. **Rapid appraisal to improve canal irrigation performance: experience and options**. Digana Village, Sri Lanka. International Irrigation Management Institute. Research Paper n. 3. 1986.
- 28 CHAMON, O. **Estudo comparativo da demanda de água e do manejo em sistemas de irrigação em lavouras de café**. 2002. 135 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, 2002.
- 29 CHRISTOFIDIS, D. **O futuro da irrigação e a gestão das águas**. Brasília-DF: Ministério da Integração Nacional/Secretaria de Infra-estrutura Hídrica/Departamento de Desenvolvimento Hidroagrícola. Série Irrigação e Água: I. 2008.
- 30 CORDEIRO, E. de A. **Diagnóstico e manejo da irrigação na cultura do mamoeiro na região Norte do Estado do Espírito Santo**. 2006. 109p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006.
- 31 COSTA, M. B. da. **Avaliação da irrigação por pivô central na cultura do café (*Coffea canephora* L.) e na cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no município de Pinheiros-ES**. 2006. 88 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 2006.
- 32 COUTO, E. **Modernizações, racionalidades na agricultura e o uso do território: temporalidades e especialidades no município de Ibiúna (SP)**. 2007. 187 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2007.
- 33 D'AGOSTINI, L. R.; FANTINI, A. C. Medida da convergência de prioridades em planejamento participativo: indicador de sustentabilidade em sistemas de interesses – ISSI, **Revista de Economia Rural**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 3, p. 577-596, jul-set 2005.
- 34 DEGREGORI, T. R. **Agriculture and modern technology: a defense**. Iowa: Iowa State University Press. 2001.
- 35 DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÁBAUT, J. T. L.; SEDIYAMA, G. C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo, num sistema de irrigação por gotejamento, **Revista Ceres**, v. 27, n. 50, p. 155-162, 1980.

- 36 DE VOS, H.; BOELEN, R.; BUSTAMANTE, R. Formal law and local water control in the andean region: a fiercely contested field, **Water Resources Development**, v. 22, n. 1, p. 37–48, 2006.
- 37 DIETZ, T.; OSTROM, E.; STERN, P. C. The struggle to govern the commons, **Science**, v. 302 n. 5652, p. 1907-1912, 2003.
- 38 DUSSEL, E.; IBARRA-COLADO, E. Globalization, organization and the ethics of liberation. **Organization**, v. 13, n. 489, 2006.
- 39 EUROPEAN COMMISSION (EC). **Guidelines for water resources development co-operation**. Towards sustainable water resources management: A strategic approach. Brussels: European Commission. 1998.
- 40 ELDER, R. J.; MACLEOD, W. N. B.; BELL, K. L.; TYAS, J. A.; GILLESPIE, R. L. Growth, yield and phenology of 2 hybrid papayas (*Carica papaya* L.) as influenced by method of water application. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 40, n. 5, 2000. Disponível em: <<http://www.publish.csiro.au/nid/72/paper/EA98140.htm>>. Acesso em: 7 mar. 2006.
- 41 ELLIS, F.; BIGGS, S. Evolving themes in rural development 1950s – 2000s, **Development Policy Review**, v. 19, n. 4, p. 437-448, 2001.
- 42 EMCAPER. **Zonas naturais na abrangência dos centros regionais de desenvolvimento rural da EMCAPER: regional de Pinheiros e seus ERDR's**. Vitória, ES: SEAG/SEPLAN. 1999.
- 43 ESPINDULA NETO, D. **Uso racional de água e de energia elétrica na cafeicultura irrigada por pivô central e gotejamento**. 2002. 108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2002.
- 44 FEENBERG, A. Subversive rationalization: technology, power and democracy, **Inquiry**, v. 35, n. 3/4, 1992. Disponível em: <<http://www-rohan.sdsu.edu/faculty/feenberg/Subinq.htm>>. Acesso em: 22 nov. 2007.
- 45 FEENBERG, A. **Transforming technology: a critical theory revisited**. Oxford: University Press, 1999. 218 p.
- 46 FERREIRA, A. B. de H. **Miniaurélio: o minidicionário da língua portuguesa**. 6. ed. rev. atualiz. Curitiba: Positivo, 2004. 896 p.
- 47 FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2008. **Irrigation in the Middle East region in figures: AQUASTAT Survey – 2008**. Rome: FAO. 2008.
- 48 FOLKE, C.; HAHN, T.; OLSSON, P.; NORBERG, J. Adaptive governance of social-ecological systems, **Annual Review of Environmental Resources**, v. 30, p. 411-73, 2005.
- 49 FONTANE, D. **Notas de Aula – Curso: Modelos de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos**, EPUSP – Departamento de Hidráulica, SP, 2002.
- 50 GIRARDI, G. **Cartografia do território, cartografias do lugar: fundamentos teóricos e uso de recursos cartográficos na compreensão dos processos espaciais atuais na Bacia do Córrego do Sossego Itarana-ES**. Anotações de campo (não-publicado). Universidade Federal do Espírito Santo/LabGest. 2008.
- 51 GIRARDI, G.; QUARENTEI, L. M. **Mapa de conflito de uso da água como instrumento de apoio da gestão de recursos hídricos: estudo metodológico aplicado à Bacia Hidrográfica do Córrego do Sossego – Itarana/ES**. Fundação Espiritosantense de Ciência e Tecnologia - FAPES. Relatório final de pesquisa. 2008.
- 52 GLEICK, P. H. Water use, **Annu. Rev. Environ. Resour**, v. 28, p. 275–314, 2003.
- 53 GLOBAL WATER PARTNERSHIP (GWP). **Integrated Water Resources Management**. GWP Technical Committee Background Paper 4. Stockholm: GWP. 2000.
- 54 ESPÍRITO SANTO. GOVERNO DO ESTADO DO ESPIRITO SANTO. **Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba – Novo PEDEAG 2007-2025**. 2008.
- 55 GRUPO DE ESTUDOS E AÇÕES EM RECURSOS HÍDRICOS – GEARH/LABORATÓRIO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E DESENVOLVIMENTO REGIONAL - LABGEST. **Diagnóstico e avaliação do uso da água na fruticultura de mamão e**

cafeicultura no norte do Espírito Santo. Edital FUP/ETENE/FUNDECI/MCT 01/2003. Relatório Final. 2006.

- 56 GRUPO DE ESTUDOS E AÇÕES EM RECURSOS HÍDRICOS – GEARH. Departamento de Engenharia Ambiental/Centro Tecnológico/Universidade Federal do Espírito Santo (DEA/CT/UFES). **Desenvolvimento de Instrumento para a Gestão de Recursos Hídricos do Norte do Espírito Santo - GEARH-NES.** Edital CT-HIDRO/FINEP 01/2001. Relatório Final. v. 1. 2003.
- 57 GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. Competing paradigms in qualitative research. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Ed). *A handbook of qualitative research*, California: Sage. 1994. p.105-117.
- 58 HABERMAS, J. **Teoría de la acción comunicativa.** I. Racionalidad de la acción y racionalización social. Buenos Aires: Taurus. 1989.
- 59 HABRON, G. Role of Adaptive Management for Watershed Councils, **Environmental Management**, v. 31, n. 1, p. 29-41, 2003.
- 60 HAJKOWICZ, S.; HIGGINS, A. A comparison of multiple criteria analysis techniques for water resource management, **European Journal of Operational Research**, v. 184, p 255–265, 2008.
- 61 HINCHCLIFFE, F.; GUIJT, I.; PRETTY, J.; SHAH, P. **New Horizons:** the economic, social and environmental impacts of participatory watershed development. Gatekeeper series n. 50. International Institute for Environment and Development. Sustainable Agriculture and Rural Livelihoods Programme. 1995.
- 62 HUBER, O.; BAR, A. S.; HUBER, O. W. Justification pressure in risky decision making: Search for risk defusing operators, **Acta Psychologica**, v. 130 p. 17–24, 2009.
- 63 HUBER, O.; HUBER, O. W. Gambles vs. quasi-realistic scenarios: expectations to find probability and risk-defusing information, **Acta Psychologica**, v. 127, p. 222–236, 2008.
- 64 HUMPHREYS et al. Integration of approaches to increasing water use efficiency in rice-based systems in southeast Australia, **Field Crops Research**, v. 97, p. 19–33, 2006.
- 65 HUSSAIN, et. al. Irrigation, productivity and poverty linkages in irrigation systems in Java, Indonesia. **Water Resources Management**, v. 20, p. 313–336, 2006.
- 66 INCAPER. **Técnicos do Incaper recebem representante do MDA para discutir incentivos à agricultura familiar.** Disponível em: <<http://www.es.gov.br/site/noticias/show.aspx?noticiald=99697698>>. 2009.
- 67 INTERNATIONAL COMMISSION ON IRRIGATION AND DRAINAGE (ICID). **Strategy for implementation of ICID's concerns emanating from the sector vision on "water for food and rural development"**. 2001.
- 68 INTERNATIONAL COMMISSION ON IRRIGATION AND DRAINAGE (ICID). **Water for food.** 2009.
- 69 IORIS, A. A. R. Águas que não correm mais pro mar, **Interações**, Campo Grande, v. 9, n. 1, p. 9-17, jan/jun 2008.
- 70 IORIS, A. A. R. Water reforms in Brazil: opportunities and constraints, **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 52, n. 6, p. 813–832, setembro 2009.
- 71 JIGGINS, J.; ROLING, N. Adaptive management: potential and limitations for ecological governance, **International Journal of Agricultural Resources - Governance and Ecology**, v. 1, n. 1, p. 28-42, 2000.
- 72 KELLER, J., BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation.** New York: Avibook, 1990. 649 p.
- 73 KERR, J. M.; SANGHI, N. K.; SRIRAMAPPA, G. Subsidies in watershed development projects in India: distortions and opportunities. In: PRETTY, J. (ed.). **Sustainable agriculture and food: policies, processes and institutions.** London: Earthscan, v. 4, 2008. p. 321-336.
- 74 KHAN, S.; TARIQ, R.; YUANLAI, C.; BLACKWELL, J. Can irrigation be sustainable?, **Agricultural Water Management**, v. 80, p. 87–99, 2006.

- 75 KIOME, R. M.; STOCKING, M. Rationality of farmer perception of soil erosion: the effectiveness of soil conservation in semi-arid Kenya, **Global Environmental Change**, v. 5, n. 4, p. 281-295, 1995.
- 76 KROPFF, M. J.; BOUMA, J.; JONES, J. W. Systems approaches for the design of sustainable agro-ecosystems, **Agricultural Systems**, v. 70, p. 369–393, 2001.
- 77 LABORATÓRIO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E DESENVOLVIMENTO REGIONAL–LABGEST (Departamento de Engenharia Ambiental/Centro Tecnológico/Universidade Federal do Espírito Santo - DEA/CT/UFES). **Estudo da influência do manejo da irrigação na produtividade de café, banana e inhame na bacia experimental do Córrego Sossego – ES**. Edital MCT/CNPq 15/2007 - Universal. Relatório final de pesquisa. 2010a.
- 78 LABORATÓRIO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E DESENVOLVIMENTO REGIONAL– LABGEST. **Racionalização do uso da água na agricultura irrigada de café, inhame e banana na bacia hidrográfica piloto do córrego do Sossego – bacia do rio Doce / Itarana – ES**. Fundação Espiritosantense de Ciência e Tecnologia - FAPES. Relatório final de pesquisa. 2010b.
- 79 LABORATÓRIO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E DESENVOLVIMENTO REGIONAL– LABGEST. **Racionalização do uso da água na agricultura irrigada no Brasil e em Moçambique considerando aspectos tecnológicos, sociais, econômicos, ambientais e culturais**. Edital MCT/CNPq nº 006/2007. Relatório final de pesquisa. 2010c.
- 80 LABORATÓRIO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E DESENVOLVIMENTO REGIONAL– LABGEST. **Estudo da relação entre produtividade agrícola e volume de água aplicada na irrigação na bacia experimental do Córrego Sossego – ES**. Fundação Espiritosantense de Ciência e Tecnologia - FAPES. Relatório final de pesquisa. 2010d.
- 81 LABORATÓRIO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E DESENVOLVIMENTO REGIONAL–LABGEST (Departamento de Engenharia Ambiental/Centro Tecnológico/Universidade Federal do Espírito Santo - DEA/CT/UFES). **Estudo integrado de conservação de solo e água, saneamento ambiental, e conservação florestal em bacia-experimental**. Edital MCT/CNPq/CTAgronegócio/CT-Hidro - Nº 27/2008. Relatório final de pesquisa (ainda não disponível). 2011.
- 82 LANKFORD, B. A. Irrigation-based livelihood trends in river basins: theory and policy implications for irrigation development, **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 28, p. 817–825, 2003.
- 83 LANKFORD, B. A. Resource-centred thinking in river basins; should we revoke the crop water requirement approach to irrigation planning?, **Agricultural Water Management**, v. 68, p. 33-46, 2004.
- 84 LANKFORD, B. A., SOKILE, C.S., YAWSON, D.K., LEVITE, H. **The River Basin Game: a Water Dialogue Tool**. Working Paper 75. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka. 2004a.
- 85 LANKFORD, B. A.; VAN KOPPEN, B.; FRANKS, T.; MAHOO, H. Entrenched views or insufficient science? Contested causes and solutions of water allocation; insights from the Great Ruaha River Basin, Tanzânia, **Agricultural Water Management**, v. 69, p. 135–153, 2004b.
- 86 LANKFORD, B. A.; MERREY, D. J.; COUR, J. HEPWORTH, N. **From integrated to expedient: an adaptive framework for river basin management in developing countries**. International Water Management Institute. Research Report No 110. 2007. ISSN 1026-0862. ISBN 978-92-9090-661-2.
- 87 LANKFORD, B.; BEALE, T. Equilibrium and non-equilibrium theories of sustainable water resources management: Dynamic river basin and irrigation behaviour in Tanzania, **Global Environmental Change**, v. 17, p. 168–180, 2007.
- 88 LANKFORD, B. 2009. Viewpoint - The right irrigation ? Policy directions for agricultural water management in Sub-Saharan África, **Water Alternatives**, v.2, n. 3, 2009.

- 89 LANKFORD, B. A.; HEPWORTH, N. The cathedral and the bazaar: Monocentric and polycentric river basin management, **Water Alternatives**, v.3, n.1, p.82-101. 2010.
- 90 LANNERSTAD, M.; MOLDEN, D. **Adaptive water resource management in the South Indian Lower Bhavani Project Command Area**. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. 38p. (IWMI Research Report 129). ISSN 1026-0862. ISBN 978-92-9090-703-9. 2009.
- 91 LEFF, E. **Saber ambiental** – sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis, RJ: Vozes. 494 p. 2001.
- 92 LEFF, E. **Racionalidade ambiental**: a reapropriação social da natureza. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira. 555 p. 2006.
- 93 LIMEIRA, M. C. M.; CÂNDIDO, G. A.; SILVA, T. C. da. Gestão Adaptativa e Sustentável: a dimensão desenho do programa para capacitação social como uma estratégia para restauração de rios. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2007. v. 1. p. 1-20.
- 94 LIMEIRA, M. C. M.; SILVA, T. C. da; CÂNDIDO, G. A. O processo de comunicação visando a gestão de restauração de rios: o caso do Rio Gramame no Estado da Paraíba. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 9., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: ABRH, 2008.
- 95 LOPES, M.E.P.A. **Avaliação do uso da água em sistemas de irrigação localizada nas culturas do café e do mamão**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, 2006.
- 96 LORITE, I. J.; MATEOS, L.; FERERES, E. Evaluating irrigation performance in a Mediterranean environment: I. Model and general assessment of an irrigation scheme, **Irrig Sci**, v. 23, p. 77–84, 2004.
- 97 LORITE, I. J.; MATEOS, L.; FERERES, E. Evaluating irrigation performance in a Mediterranean environment: II. Variability among crops and farmers, **Irrig Sci**, v. 23, p. 85–92, 2004.
- 98 LUQUET, D.; VIDAL, A.; SMITH, M.; DAUZAT, J. More crop per drop: how to make it acceptable for farmers? **Agricultural Water Management**, n. 76, p. 108–119, 2005.
- 99 MAGOMBEYI, M.S., ROLLIN, D., LANKFORD, B.A. The river basin game as a tool for collective water management at community level in South Africa, **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 33, p. 873–80, 2008.
- 100 MAISIRI, N.; SENZANJE, A.; ROCKSTRÖM, J.; TWOMLOW, S. J. On farm evaluation of the effect of low cost drip irrigation on water and crop productivity compared to conventional surface irrigation system, **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 30, p. 783-791, 2005.
- 101 MANTOVANI, E. C.; COSTA, L. C. SISDA-CAFÉ: Sistema de Suporte à Decisão Agrícola para Cafeicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 1., 1998, Uberlândia, MG. **Palestras e Resumos...** Uberlândia, MG: UFU/DEAGO; Associação dos Cafeicultores de Araguari, 1998. p. 27-31.
- 102 MARQUES, J. F.; SKORUPA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente. 281 p. 2003.
- 103 MATZENAUER, H. B. **Uma metodologia multicritério construtivista de avaliação de alternativas para o planejamento de recursos hídricos de bacias hidrográficas**. 2003. 669 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- 104 MCCARTNEY, M. P.; LANKFORD, B. A.; MAHOO, H. **Agricultural water management in a water stressed catchment: Lessons from the RIPARWIN project**. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. 52p. (IWMI Research Report 116). 2007.

- 105 MDEMU, M. V.; MAGAYANE, M. D.; LANKFORD, B.; HATIBU, N.; KADIGI, R. M. J. Conjoining rainfall and irrigation seasonality to enhance productivity of water in rice irrigated farms in the Upper Ruaha River Basin, Tanzania, **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 29, p. 1119–1124, 2004.
- 106 MEDEIROS, S. de S. **Indicadores para gerenciamento do uso da água no perímetro irrigado de Pirapora, MG**. 2002. 109 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2002.
- 107 MELLADO VÁZQUEZ, A. et al. Respuesta del papayo al riego y a la fertilización N-P-K en un vertisol. **Revista de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo**, v. 23, n. 1, enero/marzo 2005. Disponível em: <<http://www.chapingo.mx/terra/index.php?x=resumenes&id=231137>>. Acesso em: 7 mar. 2006.
- 108 MELO, M. A. C. de; AGOSTINHO, M. C. E. Gestão Adaptativa: uma Proposta para o Gerenciamento de Redes de Inovação, **RAC**, v. 11, n. 2, p. 93-111, 2007.
- 109 MENEZES, F. Sustentabilidade alimentar: uma nova bandeira?. In.: FERREIRA, A. D. D.; BRANDENBURG, A. (Org.). **Para pensar outra agricultura**. Curitiba-PR: Editora UFPR. pp. 249-270. 1998.
- 110 MERRIAM, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1978. 271p.
- 111 METRI, J. E. C. Necessidades hídricas da cultura do inhame no Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE AS CULTURAS DO INHAME E DO TARO, 2., 2002. João Pessoa, PB. Anais... João Pessoa, PB: EMEPA-PB, 2002. v. 2, 234 p.
- 112 MOLDEN, D. Pathways to improving productivity of water. In: JINENDRADASA, S. S. (Ed.). **Issues of water management in agriculture: compilation of essays**. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, p. 1-4. 2003.
- 113 MOLLINGA, P.P. Water, politics and development: framing a political sociology of water resources management, **Water alternatives**, v. 1, n.1, p. 7–23, 2008.
- 114 MONTIBELLER, G. N. **Mapas Cognitivos Difusos Para o Apoio À Decisão – Uma Metodologia Integrada para Construção de Problemas de Exploração do Impacto de Alternativas nos Valores do Tomador de Decisão**. Tese de Doutorado. Florianópolis: EPS/UFSC, 2000.
- 115 MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 3.ed. Porto Alegre: Sulina. 2007. 120p.
- 116 MUTIRO, J.; MAKURIRA, H.; SENZANJE, A.; MUL, M. L. Water productivity analysis for smallholder rainfed systems: a case study of Makanya catchment, Tanzania, **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 31, p 901-909, 2006.
- 117 OLIVEIRA, A. S.; TREZZA, R.; HOLZAPFEL, E. A.; LORITE, I.; PAZ, V. P. S. Irrigation water management in Latin America, **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 69, n. 1, p. 7-16, 2009.
- 118 OLSSON, P.; GUNDERSON, L. H., CARPENTER, S. R.; RYAN, P.; LEBEL, L.; FOLKE, C.; HOLLING, C. S. Shooting the rapids: navigating transitions to adaptive governance of socio-ecological systems, **Ecology and Society**, v. 11, n. 1, p. 1-18, 2006.
- 119 OWEIS, T.; HACHUM, A. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa, **Agricultural Water Management**, v. 80, p. 57-73, 2006.
- 120 PASSIOURA, J. Increasing crop productivity when water is scarce—from breeding to field management, **Agricultural Water Management**, v. 80, p. 176–196, 2006.
- 121 PAZ, V. P. da S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 4, n. 3, set./dez. 2000.
- 122 PLATT, L.; WILSON, G. Technology development and the poor/marginalised: context, intervention and participation. **Technovation**, v. 19, p.393–401, 1999.

- 123 PEDRALLI, G.; CARMO, C. A. S. DO; CEREDA, M.; PUIATTI, M. Uso de nomes populares para as espécies de Araceae e Dioscoreaceae no Brasil, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 530-532, 2002.
- 124 PEREIRA, L. S.; OWEIS, T.; ZAIRI, A. Irrigation management under water scarcity, **Agricultural Water Management**, n. 57, p. 175-206, 2002.
- 125 POLONI, D. M. **Desenvolvimento e aplicação de procedimento metodológico em suporte ao planejamento participativo para redução de perda de solos em pequenas bacias hidrográficas com emprego da EUPS**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, 2010.
- 126 POSTEL, S. L. Securing water for people, crops, and ecosystems: new mindset and new priority, **Natural Resources Forum**, v. 27, p. 89-98, 2003.
- 127 PRETTY, J. Participatory learning for sustainable agriculture, **World Development**, v. 23, n. 8, p.1247-1263, 1995.
- 128 QUARENTEI, L. M. **Elementos para a discussão do conflito de uso e gestão de água na bacia hidrográfica do córrego do sossego, Itarana/ES**. Monografia (Graduação em Geografia), Vitória-ES, Universidade Federal do Espírito Santo. 2008.
- 129 QUARENTEI, L. M. **Território e territorialidades na bacia hidrográfica do Córrego Sossego: o uso de escalas de análise para a apreensão de conflitos de gestão de recursos hídricos** Dissertação (Mestrado em Geografia), Vitória-ES, Universidade Federal do Espírito Santo. 2010.
- 130 RAJAK, D.; MANJUNATHA, M. V.; RAJKUMAR, G. R.; HEBBARA, M.; MINHAS, P. S. Comparative effects of drip and furrow irrigation on the yield and water productivity of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in a saline and waterlogged vertisol, **Agricultural Water Management**, v. 83, p. 30–36, 2006.
- 131 RAJU, K. S.; DUCKSTEIN, L.; ARONDEL, C. Multicriterion Analysis for Sustainable Water Resources Planning: A Case Study in Spain, **Water Resources Management**, v. 14, p. 435–456, 2000.
- 132 RAJU, K. S.; KUMAR, D. N. Ranking irrigation planning alternatives using data envelopment analysis, **Water Resources Management**, v. 20, p. 553–566, 2006.
- 133 RAJU, K. S.; VASAN, A. Multi attribute utility theory for irrigation system evaluation, **Water Resources Management**, v. 21, p. 717–728, 2007.
- 134 RAJU, K. S.; KUMAR, D. N. Multicriterion decision making in irrigation planning, **Agricultural Systems**, v. 62, p. 117-129, 1999.
- 135 REIS, E. F. dos; BARROS, F. M.; CAMPANHARO, M.; PEZZOPANE, J. E. M. Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação por gotejamento, **Engenharia na Agricultura**, Viçosa-MG, v. 13, n. 2, p. 74-81, abr/jun 2005.
- 136 RENAULT, D.; WALLENDER, W. W. Nutritional water productivity and diets, **Agricultural Water Management**, v. 45, p. 275-296. 2000.
- 137 RIBEIRO, T. A. P. et al. Efeito da qualidade da água na perda de carga em filtros utilizados na irrigação localizada, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 9, n.1, p.1-6, jan/mar 2005.
- 138 ROCKSTRÖM, J.; BARRON, J.; FOX, P. Rainwater management for increased productivity among small-holder farmers in drought prone environments, **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 27, p. 949-959. 2002.
- 139 ROCKSTRÖM, J. Water for food and nature in drought-prone tropics, **Phil. Trans. R. Soc. Lond. B**, v. 358, p. 1997-2009, 2003.
- 140 ROCKSTROM et al. A watershed approach to upgrade rainfed agriculture in water scarce regions through Water System Innovations: an integrated research initiative on water for food and rural livelihoods in balance with ecosystem functions, **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 29, p.1109–1118, 2004.
- 141 ROCKSTRÖM, J. et al. Managing water in rainfed agriculture - the need for a paradigm shift, **Agricultural Water Management**, v. 97, p. 543–550, 2010.

- 142 RODRIGO LÓPEZ, J.; HERNÁNDEZ ABREU, J. M.; PÉREZ REGALADO, A.; GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, J. F. **Riego localizado**. Madrid: Mundi-Prensa, 1992. 405p.
- 143 ROE, T.; DINAR, A.; TSUR, Y.; DIAO, X. Feedback links between economy-wide and farm-level policies: With application to irrigation water management in Morocco, **Journal of Policy Modeling**, v. 27, p. 905–928, 2005.
- 144 ROTH, D.; BOELEN, R.; ZWARTEVEEN, M. (Ed.). **Liquid relations: contested water rights and legal complexity**. Rutgers University Press. 2005.
- 145 ROUANET, S. P. **Mal-estar na modernidade – ensaios**. São Paulo: Companhia das Letras. 2002. 424 p.
- 146 ROY, B. Meaning and validity of interactive procedures as tools for decision making, **European Journal of Operational Research**, v. 31, p. 297-303, 1987.
- 147 ROY, B. Decision Science or Decision-aid Science?, **European Journal of Operational Research**, v. 66, p. 184-203, 1993.
- 148 SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4 ed. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo. 392 p. 2006.
- 149 SANTOS, C. M. dos et al. Diagnóstico da cafeicultura irrigada no Cerrado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 1., 1998, Uberlândia. **Palestras e Resumos...** Uberlândia: UFU/DEAGO, 1998. p. 120-144.
- 150 SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO À MICRO E PEQUENA E EMPRESA – SEBRAE. **“Projeto GEOR: desenvolvimento regional sustentável e gestão das águas na bacia do córrego do Sossego, bacia do rio Doce, Itarana-ES”**. Relatório T0. Vitória-ES. 2006
- 151 SETTI, A. A. et al. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica; Agência Nacional de Águas, 2001. 328 p.
- 152 SHAH, A. C. Unique strenghts and mutilating flaws in watershed development, **Journal of Rural Development**, v. 12, n. 4, p. 613-620, 1999.
- 153 SINGH, R.; KROES, J. G.; VAN DAM, J. C.; FEDDES, R. A. Distributed ecohydrological modelling to evaluate the performance of irrigation system in Sirsa district, India: I. Current water management and its productivity, **Journal of Hydrology**, v. 329, p. 692–713, 2006a.
- 154 SINGH, R.; KROES, J. G.; VAN DAM, J. C.; FEDDES, R. A. Distributed ecohydrological modelling to evaluate the performance of irrigation system in Sirsa district, India: II: Impact of viable water management scenarios, **Journal of Hydrology**, v. 329, p. 713-723, 2006b.
- 155 SINGH, R.; VAN DAM, J. C.; FEDDES, R. A. Water productivity analysis of irrigated crops in Sirsa district, India, **Agricultural Water Management**, v. 82, p. 253-278, 2006.
- 156 SKAGGS, R. K. Predicting drip irrigation use and adoption in a desert region, **Agricultural Water Management**, n. 51, p. 125–142, 2001.
- 157 SOUSA, M. B. A. de et al. Estudo das necessidades hídricas do cafeeiro adulto, irrigado por pivô central na região norte do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5., 2002, Araguaí, MG. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002. p. 116-120.
- 158 SOUSA, M. B. A. de; MANTOVANI, E. C.; SOUZA, L. O. C. de; BUFFON, V. B.; BONOMO, R. Avaliação de irrigação em propriedades de café Conilon no Norte do Espírito Santo. In: MANTOVANI, E. C., SOARES, A. R. (Ed.) **Irrigação do cafeeiro: informações técnicas e coletâneas de trabalhos** (Boletim técnico; 8), Viçosa: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais: UFV; DEA, 2003. p. 87-91.
- 159 SOUZA, L. O. C. de. **Análise técnica de sistemas de irrigação por gotejamento utilizados na cafeicultura irrigada**. 2000. 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2000.
- 160 STEPS (SOCIAL, TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL PATHWAYS TO SUSTAINABILITY) CENTRE. **Innovation, Sustainability, Development: a New Manifesto**. Brighton: STEPS Centre. 2010.
- 161 STRINGER, E.T. **Action Research**. Thousand Oaks: Sage, 2 ed., 1999.
- 162 TABBAL, D. F.; BOUMAN, B. A. M.; BHUYAN, S. I.; SIBAYAN, E. B; SATTAR, M. A. On-farm strategies for reducing water input in irrigated rice: case studies in the Philippines, **Agricultural Water Management**, v. 56, p. 93-112, 2002.

- 163 TEIXEIRA, M. B. et al. Utilização do programa computacional IRRIGA para estimativa do consumo de água da cafeicultura irrigada do Triângulo Mineiro e oeste da Bahia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL E WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ & SAÚDE, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2003. p. 150-151.
- 164 TEIXEIRA, E. C.; LOPES, M. E. P. de A.; SILVA, J. G. F. da; COSTA, M. B. da. Diretrizes para a gestão de recursos hídricos: estudo de caso da agricultura irrigada da região norte do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABES. 2007.
- 165 TEIXEIRA, E. C., LOPES, M. E. P. de A, GIRARDI, G., OLIVEIRA, S. de, QUARENTEI, L. M. Experiência prática em subsídio a novas alternativas de uso/gestão da água na agricultura irrigada: o caso do Projeto Sossego, Itarana-ES. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERÍA AGRÍCOLA, 9, & CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 39. 2010, Vitória-ES. **Anais...** 2010. Vitória-ES: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola – SBEA, 2010.
- 166 TESTEZLAF, R.; MATSURA, E. E.; CARDOSO, J. L. **Importância da irrigação no desenvolvimento do agronegócio.** Campinas-SP: ABIMAQ/CSEI/Agrológica/Universidade Estadual de Campinas, 2002.
- 167 TORO, A. J. B.; WERNECK, N. M. D. **Mobilização social:** um modo de construir a democracia e a participação. Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal, Secretaria de Recursos Hídricos, Associação Brasileira de Ensino Agrícola Superior – ABEAS, UNICEF. 104 p. 1997.
- 168 TRAWICK, P. Successfully Governing the Commons: Principles of Social Organization in an Andean Irrigation System, **Human Ecology**, v. 29, n. 1, 2001a.
- 169 TRAWICK, P. The moral economy of water: equity and antiquity in the Andean commons, **American Anthropologist**, v. 103, n. 2, p. 361 – 379, 2001b.
- 170 TRAWICK, P. Against the privatization of water: an indigenous model for improving existing laws and successfully governing the commons, **World Development**, v. 31, n. 6, p. 977–996, 2003.
- 171 TRAWICK, P. Going with the flow: the state of contemporary studies of water management in Latin America, **Latin American Research Review**, v. 40, n. 3, 2005.
- 172 TRZESNIAK, P. Indicadores quantitativos: reflexões que antecedem seu estabelecimento, **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 159-164, maio/ago. 1998.
- 173 TYAGI, N. K.; AGRAWAL, A.; SAKTHIVADIVEL, R.; AMBAST, S. K. Water management decisions on small farms under scarce canal water supply: A case study from NW India, **Agricultural Water Management**, v. 77, p. 180–195, 2005.
- 174 UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION – UNESCO. **Water and cultural diversity:** towards sustainability of water resources and cultures. International Hydrological Programme. Division of Water Sciences. 2008. Disponível em: <www.unesco.org/water/ihp>;<<http://typo38.unesco.org/en/themes/ihp-water-society/water-and-culturaldiversity.html>>.
- 175 UNITED NATIONS UNIVERSITY / INSTITUTE OF ADVANCED STUDIES – UNU/IAS. **Adaptive Governance.** Disponível em: <http://www.ias.unu.edu/sub_page.aspx?catID=155&ddlID=299>. Acesso em: Fevereiro de 2009. 2009.
- 176 VIEIRA, V. P. P. B. Avaliação quantitativa de riscos econômicos e ambientais. In: GALVÃO, C. de O.; VALENÇA, M. J. S. (Org.). **Sistemas inteligentes:** aplicações a recursos hídricos e sistemas ambientais. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH. 1999.
- 177 WEBER, M. **A ética protestante e o espírito do capitalismo.** 6. ed. São Paulo: Livraria Pioneira Editora. 1989. 233 p.
- 178 WICHELNS, A. D. Enhancing water policy discussions by including analysis of non-water inputs and farm-level constraints, **Agricultural Water Management**, v. 62, p. 93–103, 2003.

- 179 WOODHILL, J.; WILSON, A.; MCKENZIE, J. **Land conservation and social change: extension to community development – a necessary shift in thinking.** In: INTERNATIONAL SOIL CONSERVATION CONFERENCE, 7., Sydney, Australia, 27-30 sept. 1992.
- 180 ZAMPROGNO, D. P. **Sistema de suporte à decisão espacial para a escolha de locais e dimensionamento de reservatórios.** Tese (Doutorado em Engenharia), Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2004.
- 181 ZINATO, C. E.; FRANÇA NETO, A. C. de; BATISTA, M.; MANTOVANI, E. C.; LYRA, G. B. Difusão de tecnologia em cafeicultura irrigada: estudo do manejo da irrigação na região Leste de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 6., 2003, Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2003a. p. 192-196.
- 182 ZINATO, C. E.; FRANÇA NETO, A. C. de; BATISTA, M.; MANTOVANI, E. C.; LYRA, G. B. Aplicação da tecnologia IRRIGA de manejo da irrigação na cafeicultura irrigada da região leste de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL E WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ & SAÚDE, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2003b. p. 111-112.
- 183 ZOEHL, D. Is water productivity a useful concept in agricultural water management?, **Agricultural Water Management**, v. 84, p. 265-273, 2006.