

CONCEPÇÃO METODOLÓGICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS NO SEMI-ÁRIDO MINEIRO

Victória Tuyama Sollero¹, Luiz Fernando Soares de Assis², Maria de Fátima Chagas Dias Coelho³,
Márcia Couto de Melo¹, Agnes Maria Teixeira de Salles Dias¹, Patrícia Helena Gambogi Boson⁴

Resumo - Os princípios gerais para a gestão dos recursos hídricos estabelecidos pela Conferência Internacional de Dublin e referendados pela ECO-92, através da Agenda 21 - cujo capítulo 18 é dedicado a esse tema - demonstram a relevância da água, dentro do conjunto dos recursos naturais estratégicos. A escassez desse recurso e a degradação da sua qualidade, decorrentes da progressiva demanda para atividades econômicas, nem sempre compatíveis, bem como o crescimento demográfico têm levado à concepção de ser a água um bem vulnerável e finito, transformando-a, portanto, em recurso de valor econômico, visto que pode ser fator limitante ao desenvolvimento das nações. Nesse contexto, uma pesquisa de desenvolvimento metodológico para modelo de gerenciamento ambiental de bacias hidrográficas foi desenvolvida na bacia do rio Verde Grande (MG), objetivando contribuir para soluções que visem a gestão ambiental integrada dessa região, dentro da ótica de sustentabilidade dos seus recursos hídricos. O objetivo desse artigo é o de apresentar a concepção metodológica que norteou esse projeto de pesquisa, incluindo uma síntese das metodologias utilizadas nas suas quatro grandes etapas de desenvolvimento.

1 - INTRODUÇÃO

A busca de um modelo de gestão dos recursos hídricos que atenda aos princípios e normas de gestão das águas universalmente aceitos e seja adequado às condições brasileiras tem sido uma das metas de significativa parcela da comunidade científica especializada e de outros setores da sociedade. Os resultados desses esforços culminaram na institucionalização do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos dentro da Constituição Federal de 1988 e na recente aprovação da Lei nº9433, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos

Nesse contexto, uma pesquisa de desenvolvimento metodológico para modelo de gerenciamento ambiental de bacias hidrográficas foi desenvolvido na bacia do Rio Verde Grande, norte do Estado de Minas Gerais e sul da Bahia, pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC, contando com o suporte financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG.

A bacia do rio Verde Grande é uma região que apresenta condições climáticas adversas, caracterizadas por estiagens prolongadas, tradicionalmente deprimida sob os aspectos econômico e social e com uma significativa parcela de população de baixa renda. Em contraposição, apresenta condições topográficas e edáficas altamente favoráveis ao desenvolvimento da agricultura irrigada, o que serviu de atração para que grandes empreendimentos agrícolas se estabelecessem às margens de seus principais cursos de água.

Como resultado tem-se hoje nessa Bacia, um quadro de forte competição pelo uso da água, provocando graves problemas ambientais como o esgotamento temporário de alguns de seus principais tributários e a ocorrência dos mais variados tipos de conflitos entre os usuários da água.

2 - CONCEPÇÃO METODOLÓGICA

A concepção metodológica do projeto se apoiou em quatro etapas interativas de forma a se alcançar um diagnóstico integrado, capaz de subsidiar a proposição de diretrizes para o processo de gestão ambiental da bacia do rio Verde Grande:

2.1 - Elaboração do marco referencial

Os pressupostos teóricos e os conceitos norteadores desta pesquisa foram resultados de uma exaustiva consulta à bibliografia disponível, resultando na elaboração de um marco referencial, onde se discutiu o processo de gerenciamento de bacias hidrográficas à luz das experiências nacionais e

¹ Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais -CETEC
Av. José Cândido da Silveira, 2000, 30170-000, Belo Horizonte, MG, Brasil
tuyama@cetec.gov.br

² Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM

³ ÁGUA Consultores

⁴ Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM

internacionais. Na revisão dessas experiências deu-se ênfase aos modelos adotados na Inglaterra e na França, uma vez que as iniciativas em curso no Brasil têm usado como base os modelos implementados nesses dois países.

Paralelamente, foi realizada uma análise crítica da organização e atuação das instituições responsáveis pela gestão dos recursos hídricos na Bacia, visando avaliar sua capacidade de adaptação a uma nova estrutura gerencial. Essa revisão mostrou que, independentemente do modelo de gestão adotado, o processo de gerenciamento de bacias deve incorporar dois eixos de análise que são a participação social e a regulação das opções tecnológicas. Assim, buscou-se um aprofundamento teórico-conceitual desses dois temas, embasado em autores que discutiram os seus diferentes aspectos.

Sobre o processo de participação social, foram analisadas as dificuldades para a efetivação dessa participação, adotando-se uma visão crítica sobre os seus limites e eficiência. Nesse sentido, discutiu-se a definição dos papéis do Estado e da Sociedade na regulação ambiental, os diferentes níveis de envolvimento do cidadão no processo decisório e os mecanismos capazes de efetivar essa participação.

Em relação à regulação tecnológica, entendida como o processo de controle deliberado da tecnologia (SALOMON, 1986), foram analisados a importância da tecnologia como o meio onde se desenvolvem as relações homem - natureza, a evolução dos sistemas técnicos a partir da condicionante sócio-cultural que está na base de sua geração e o seu papel como agente de transformação dessa mesma sociedade. Essa análise evidenciou a complexidade da relação entre o homem e a técnica, reafirmando, ao mesmo tempo, "*a necessidade do controle social da tecnologia, como forma de prevenir seus efeitos adversos no ambiente e na sociedade*", conforme preconiza SCHILINGER (1984).

Em sequência, foi realizada uma análise do impacto da introdução de tecnologias no meio rural e do processo de transferência tecnológica em países com diferentes estágios de desenvolvimento, questões essas que dizem respeito à Região, objeto deste estudo.

Considerando-se que um dos aspectos centrais da gestão dos recursos hídricos é a ação social de disciplinamento do uso desses recursos, torna-se fundamental que os estudos voltados para subsidiar o gerenciamento da bacia do rio Verde Grande busquem uma clara explicitação da base tecnológica implantada nessa Região. Dentro desse contexto, o eixo de integração escolhido para análise da dinâmica regional foi o entendimento dessa base tecnológica, tomando-a como fator explicativo das relações homem - natureza, o que permitiu definir oportunidades e riscos do sistema técnico existente na Bacia.

Partindo-se, portanto, do referencial teórico-conceitual foi elaborada uma estrutura metodológica para o desenvolvimento deste Projeto, apresentada na Figura 1.

O conhecimento acumulado sobre a Região, principalmente derivado da caracterização ambiental dessa Bacia (CETEC, 1992), e a análise do seu histórico de ocupação - que incluiu um estudo sobre as várias iniciativas governamentais de desenvolvimento regional - mostraram que as potencialidades naturais favoreceram a criação de uma estrutura econômica e uma organização jurídico-institucional, voltadas para a consolidação da agricultura irrigada

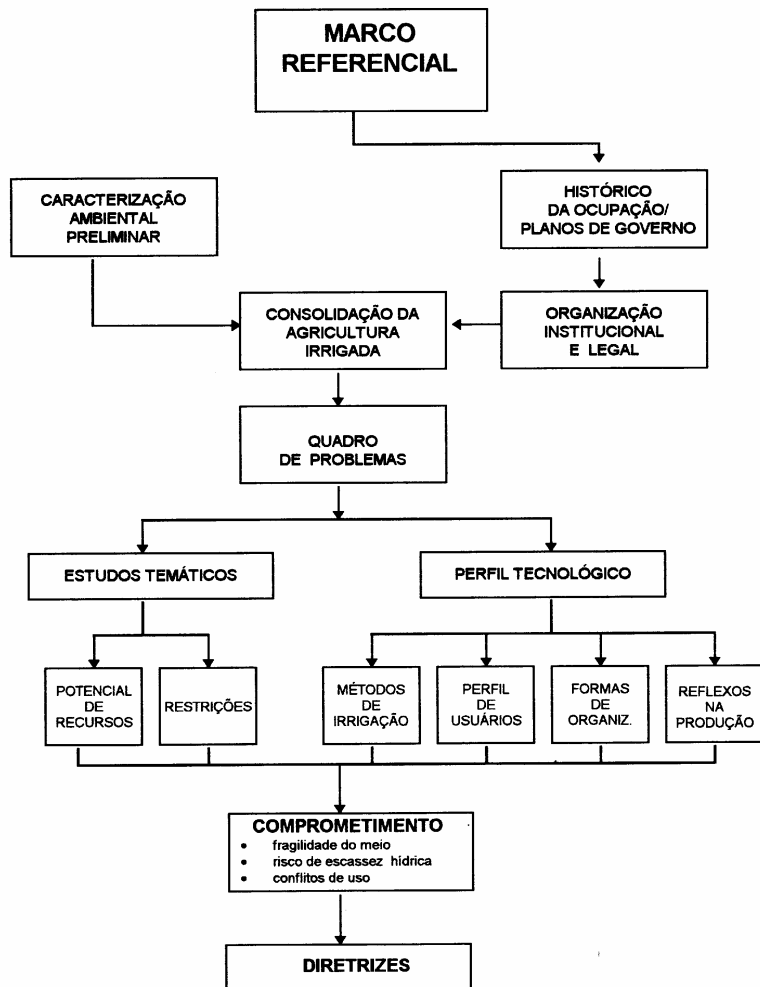


Figura 1 - Concepção Metodológica do Projeto de Pesquisa

Dentro desse contexto, foi estabelecido que a análise da base tecnológica seria direcionada para essa atividade, buscando-se avaliar o seu perfil e as consequências de sua atuação sobre os ambientes natural e construído. Verificou-se ainda, a necessidade de verticalizar e atualizar o conhecimento em alguns componentes ambientais, mais diretamente ligados à problemática da Bacia. Assim, foram desenvolvidos estudos temáticos voltados para a definição das potencialidades e restrições e uma análise do perfil tecnológico da agricultura irrigada. A conjugação desses elementos permitiu identificar os níveis de comprometimento do meio ambiente e a estruturação de um programa para a gestão dos recursos ambientais dessa Bacia.

2.2 - Desenvolvimento de estudos temáticos

Os estudos temáticos foram voltados para a identificação das potencialidades e os consequentes comprometimentos dos recursos ambientais em relação ao desenvolvimento da agricultura irrigada. As metodologias utilizadas em cada um dos temas selecionados, assim como os resultados gerados, foram consolidados em documentos específicos, compondo 11 volumes de relatórios técnicos, que constituem os produtos deste Projeto.

Objetivando a compreensão desses estudos temáticos e a sua inserção no conjunto do Projeto em questão, apresenta-se a seguir, uma síntese do direcionamento dado aos referidos estudos.

O primeiro conjunto de temas visou o aprofundamento do conhecimento dos recursos hídricos regionais. Em relação às águas superficiais, o enfoque foi direcionado para a identificação do regime e do potencial hídrico, com ênfase na determinação das vazões médias e mínimas e suas variações sazonais, de modo a permitir a execução do balanço entre ofertas e demandas. Esse confronto levou à indicação de situações de déficits de água, definindo-se um quadro de escassez hídrica regional.

Complementando a análise da disponibilidade hídrica superficial, foram realizadas avaliações da qualidade bacteriológica e físico-química, com ênfase na classificação dessas águas para a irrigação, além de estudos de bioindicadores da qualidade dessas águas. Dentro desse mesmo enfoque, os estudos das águas subterrâneas se direcionaram para a identificação das condições de exploração, definidas pelo potencial hidrogeológico, pela disponibilidade e pelas características hidroquímicas.

O segundo conjunto foi voltado para a identificação das potencialidades do solo para a agricultura irrigada e para a caracterização de parâmetros climáticos. As unidades de solo foram avaliadas segundo o sistema de classificação adotado pelo "United States Bureau of Reclamation", normalizado para as condições brasileiras. Esse sistema se baseia na análise de fatores determinantes de natureza física, tais como topografia, drenabilidade e tipos de solo com fatores de natureza econômica, permitindo inferências relativas à **produtividade** e aos **custos de desenvolvimento** que, no caso, constituíram estimativas preliminares, considerando-se a escala regional utilizada na pesquisa. Além disso, a determinação do potencial de solos irrigáveis levou em conta apenas as condições edáficas, sem maiores avaliações das fontes hídricas. A caracterização climática foi voltada para a análise do regime pluviométrico e do balanço hídrico regional.

O levantamento do uso da terra, juntamente com a identificação das áreas de preservação permanente, e um levantamento florístico com análise estrutural das florestas de galeria, constituíram o terceiro conjunto de estudos.

Esses estudos visaram principalmente uma caracterização da distribuição espacial do uso e ocupação da terra e da cobertura vegetal, efetuando-se análises comparativas dos anos de 1980, 1985 e 1992, com objetivo de possibilitar o acompanhamento da evolução da ocupação das terras.

Os ecossistemas especiais, que já foram objeto de lei de proteção ou que deveriam ser analisados em maior detalhe visando à sua preservação, foram identificados e mapeados como áreas de preservação permanente, ou ainda como áreas protegidas em leis específicas, dentre as quais estão incluídas veredas, sítios de beleza cênica e monumentos geológicos. Além disso, as principais áreas de recarga dos aquíferos, dada a sua importância na manutenção dos níveis de base dos cursos de água, foram também localizadas em mapa.

Os levantamentos botânicos foram realizados em áreas selecionadas de remanescentes das florestas de galeria, consistindo de levantamento florístico e análise estrutural das mesmas. Isso permitiu um maior conhecimento dessas formações, que poderá vir a subsidiar o desenvolvimento de um programa de recomposição dessas florestas, dada a sua importância na conservação dos recursos hídricos dessa Bacia.

O quarto conjunto de estudos abrangeu análises voltadas para o meio antrópico e para a compreensão do quadro legal e institucional ligado à gestão dos recursos hídricos. Dentro dos estudos sócio-econômicos as análises foram direcionadas para a caracterização do processo produtivo,

centrando-se na forma de produção e na pauta produtiva, para definir as tendências de desenvolvimento econômico da Região.

A análise dos aspectos sociais foi baseada na identificação do perfil do usuário da irrigação e na caracterização da estrutura de organização social existente. Complementando essas análises foi elaborada uma avaliação do uso da água para abastecimento público, industrial, diluição e transporte de efluentes líquidos e da infra-estrutura de saneamento básico. A análise do quadro legal e institucional foi direcionada para uma revisão da legislação de recursos hídricos e da estrutura e funcionamento dos organismos de gestão desses recursos, existentes na Região.

2.3 - Análise do perfil tecnológico da irrigação

A caracterização e análise do perfil tecnológico da agricultura irrigada dentro do contexto da Bacia foram baseadas nas informações levantadas no Cadastro Nacional de Irrigantes (SIR, 1987), complementado pelo cadastramento que cobriu a área de influência do reservatório de Bico da Pedra e o eixo do rio Gortuba a jusante do mesmo, realizado pela CODEVASF, em 1990. Informações adicionais mais atualizadas foram coletadas na própria CODEVASF, no Distrito de Irrigação do Gortuba e na Associação de Irrigantes do rio Gortuba - ASSIEG. Esses cadastramentos abrangeram todos os usuários de irrigação da Bacia, tendo sido consolidados em uma base de dados geo-referenciada.

As informações relativas à produção agrícola foram obtidas nos Censos Agropecuários Municipais, realizados pela FIBGE. Visando a análise do impacto da irrigação sobre a evolução da produção agrícola, foram levantados dados censitários de 24 anos dessa produção, iniciando-se pelo ano de 1970, período anterior à implantação dos projetos de irrigação, até o último ano disponível, 1994, obedecendo a um intervalo aproximado de 5 anos. Para os produtos considerados novos, que surgiram ou tiveram grande incremento de produção devido à irrigação, foram considerados diferentes intervalos de tempo, em função da disponibilidade de dados.

Deve-se ressaltar, entretanto, que essa análise abrangeu apenas os municípios do Estado de Minas Gerais, devido à dificuldade na obtenção das informações referentes aos 8 municípios da Bahia. Uma vez que o universo abrangido corresponde à grande maioria dos municípios incluídos na Bacia, a amostragem analisada foi considerada representativa do universo da pesquisa.

Essas informações foram agrupadas e processadas para fins de análise, considerando-se diferentes tipos de divisão da Bacia, em função da natureza da informação e das necessidades do trabalho. Algumas dessas informações foram representadas sob forma de cartogramas e agrupadas por unidades de análise, correspondentes às áreas de drenagem contribuintes, definidas nos estudos hidrológicos.

A obtenção dessas unidades, tomou como base a discretização da Bacia em setenta e quatro áreas, cujos critérios de divisão corresponderam à afluência de um tributário importante, existência de demanda significativa, presença de reservatórios ou, outras características que justificaram a divisão. Outras informações foram representadas em gráfico, em um nível de maior agregação, tendo sido considerados os principais afluentes, bem como alguns trechos importantes, como o conjunto de drenagem formador da Bacia e o próprio eixo do rio principal. As informações relativas à produção agrícola, também representadas em gráfico, foram totalizadas para toda a Bacia, embora durante a análise tenham sido recuperadas informações relevantes em nível municipal.

A análise do perfil tecnológico foi iniciada pela identificação dos principais métodos de irrigação utilizados, sua tipologia, características técnicas e uma avaliação da eficiência desses métodos no uso da água. A disseminação regional dos diversos métodos foi avaliada em função da sua distribuição espacial e da análise das relações entre cada um deles e seus usuários.

O conhecimento do perfil dos usuários da irrigação, essencial na compreensão do processo de transferência tecnológica, foi definido pela caracterização dos tipos de atores envolvidos. Para isso, efetuou-se uma caracterização das formas de organização dos irrigantes, dos seus níveis de instrução - incluindo o treinamento em irrigação - e do porte dos sistemas instalados. Além disso, foram levantados os diferentes tipos de organização da sociedade, sendo identificados aqueles com maior atuação no setor agrícola.

Os reflexos da tecnologia de irrigação na produção agrícola da região foram analisados com base em indicadores, como área plantada, quantidade produzida e rendimento das principais culturas. Essa análise mostrou a evolução da agricultura, antes e depois da implantação dos projetos de irrigação, evidenciando o impacto da tecnologia de irrigação no incremento da produtividade e na diversificação da pauta produtiva.

2.4 - Definição de condicionantes para o aproveitamento dos recursos ambientais e necessidade de gestão

A implantação da base tecnológica para irrigação na bacia do rio Verde Grande, embora tenha levado à modernização da agricultura, foi também responsável pelo aparecimento de uma série de problemas, consolidando um quadro de comprometimento ambiental, tanto dos recursos naturais quanto das relações sociais. Essas relações sociais têm sido degradadas nos últimos anos pela disputa, cada vez mais acirrada, entre diferentes usuários da água, acarretando uma situação de conflitos, que foi avaliada a partir do levantamento do histórico de sua evolução e da análise dos vários tipos de organizações que surgiram na Região, em função dessa problemática.

Os resultados gerados pelos estudos temáticos e pela análise do perfil tecnológico levaram à definição de condicionantes para o aproveitamento dos recursos ambientais e uma avaliação da necessidade de gestão da Bacia. Em um primeiro momento, foi feita uma análise desses condicionantes, tomando como referência as três áreas de risco de escassez hídrica, identificadas nos estudos hidrológicos e classificadas em função do balanço entre a disponibilidade hídrica e a demanda requerida, considerando o fluxo residual mínimo recomendado por lei. Essa análise teve como objetivo estabelecer uma correlação entre os demais fatores estudados e essas áreas de risco.

Essa análise forneceu elementos para a elaboração de um mapa-síntese, denominado **Condicionantes Ambientais para a Agricultura Irrigada**, na escala 1: 500 000. Além das referidas áreas de risco, foram representadas as condições de aproveitamento das águas superficiais e subterrâneas, as classes de terra para irrigação e o número de captações de água, que expressa a distribuição espacial das irrigações. As áreas de preservação permanente por imposição legal, bem como as recomendadas para preservação foram também representadas nesse mapa.

Finalmente, sintetizando o conhecimento acumulado sobre essa Região, foram elaboradas diretrizes para subsidiar o gerenciamento integrado da Bacia, direcionadas para a proposição de um programa gerencial, com ênfase na mobilização da Sociedade no processo de gestão da Bacia.

3 - REFERÊNCIAS

- Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC. (1992). Estratégias de recuperação da bacia do rio Verde Grande. Belo Horizonte, 4v. (Relatório Técnico)
- _____. (1995). Desenvolvimento metodológico para modelo de gerenciamento de bacias hidrográficas - Estudo de caso: bacia do rio Verde Grande. Belo Horizonte. (Relatório de Diagnóstico e Diretrizes)
- SALOMON, J.J. (1982). Prométhée empêtre: la resistance au changement technique. Paris: Pergamon Press, 174p. (Collection Futuribles)
- SCHILLINGER, A .G. (1984). Man's enduring technological dilemma - prometheus, faust and other macro-engineers. Technology in Society, v.6, p.59-71.