



Tecnologia e Sociedade

ISSN: 1809-0044

revistappgte@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do

Paraná

Brasil

Batista dos Santos, Rosinete; Neto, Francisco Antonio; Catão Curi, Rosires; Fadlo Curi, Wilson

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: AGRICULTURA FAMILIAR E O USO DE  
TECNOLOGIA MULTICRITÉRIO EM BACIA HIDROGRÁFICA

Tecnologia e Sociedade, vol. 3, núm. 5, julio-diciembre, 2007, pp. 61-78

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Curitiba, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496650324005>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: AGRICULTURA FAMILIAR E O USO DE TECNOLOGIA MULTICRITÉRIO EM BACIA HIDROGRÁFICA

*Sustainable development: family agriculture and the use of multicriteria tecnology in river basin*

**Rosinete Batista dos Santos\***

**Francisco Antonio Neto\*\***

**Rosires Catão Curi\*\*\***

**Wilson Fadlo Curi\*\*\*\***

## Resumo

Os problemas modernos são complexos e requerem soluções que reflitam impactos nos aspectos sócioeconômicos, ambientais e político-institucionais em termos dos diferentes graus de importância atribuídos a eles. Dentro deste contexto, um paralelo acerca de conceitos relativos ao desenvolvimento sustentável, agricultura sustentável, uso de indicadores e análise multicriterial

\* Doutoranda do Programa de Pós – graduação em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Email: rosinetes@yahoo.com.br

\*\* Professor do quadro permanente da Universidade Federal Rural de Pernambuco; mestre em Políticas Públicas pela Fundação Joaquim Nabuco; doutorando do Programa de Pós – graduação em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Email: fneto@ufrpe.br

\*\*\* Professora da UFCG; Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba; doutorado em Systems Design Engineering pela Univerty of Waterloo, Canadá. Email: rosirescuri@pesquisador.cnpq.br

\*\*\*\* Professor da UFCG; mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Paraíba; doutorado em Systems Design Engineering pela Univerty of Waterloo, Canadá. Email: wfcuri@pesquisador.cnpq.br

é apresentado. Como estudo de caso, o método multicriterial Promethee é aplicado na ordenação preferencial de cinco alternativas de interferências estruturais hidráulicas na bacia do rio Gramame-Mumbaba. A finalidade é ampliar a disponibilidade de água, com o menor impacto e máximo benefício, para atender, de forma sustentável, a crescente demanda de diferentes usuários de água na bacia. Diferentes soluções são obtidas em termos de variações nas preferências de decisores para os indicadores de critérios econômicos, sociais e ambientais. Esta pesquisa é do tipo aplicada e quantitativa, o método de investigação é comparativo e os procedimentos foram bibliográficos e de estudo de caso.

Palavras-chave: Agricultura sustentável, indicadores e análise multicriterial.

### ***Abstract***

*Modern problems are complex and require solutions that reflect the social, economical, environmental, political and institutional impacts and their different degree of importance to decision makers. In this context, a parallel analysis concerning the concepts of sustainable development, sustainable agriculture, the use of indicators and multicriterial analysis is performed. As a study case, the Promethee multicriterial method is applied at the ranking of five hydraulic structural interferences alternatives in the Gramame-Mumbaba river basin. The objective is to increase water availability to fulfill, in a sustainable way, the different water users' demands with minimum impacts and maximum benefits. Different solutions were obtained according to different decision makers' preferences for the economical, social and environmental criteria indicators. The methodology used was quantitative and applied, the investigation method is comparative and the procedures had been bibliographical and of case study.*

*Keywords: Sustainable agriculture, indicators e multicriteria analysis*

## **INTRODUÇÃO**

Até meados da Segunda Guerra Mundial, o substantivo “desenvolvimento” não havia sequer surgido na esfera pública. A idéia mais empregada era

de “progresso material”. Após a Guerra, com a pretensão de construção dos novos países descolonizados (independentes), a então recém-criada ONU teve como principal objetivo o desenvolvimento destes; porém, por um longo tempo o desenvolvimento esteve muito identificado simplesmente ao crescimento econômico. Neste período, o único indicador para que ele pudesse ser medido era o PIB - *per capita*.

Alguns autores, ainda tratam o desenvolvimento como sinônimo de crescimento econômico, enquanto que para outros o desenvolvimento não passa de uma ilusão, ou manipulação ideológica. Para Veiga (2005), o termo desenvolvimento sustentável continua sendo ainda um enigma a ser desvendado.

Sentindo-se a necessidade de se entender o crescimento econômico como um meio para atingir o desenvolvimento, ocorreram vários debates e esforços intelectuais de forma coletiva. Através do PNUD – Projeto das Nações Unidas para o Desenvolvimento surgiu um novo indicador: o IDH – Índice de Desenvolvimento Humano, o qual é uma combinação da renda *per capita* com os melhores indicadores de saúde e de educação. Este índice foi lançado em 1990, praticamente coincidindo com a Eco-Rio 92, a qual consagrou a expressão “desenvolvimento sustentável”. Tinha por base a idéia de que o desenvolvimento deveria ser durável e ter como premissa o compromisso com o padrão de vida de gerações futuras.

Com o intuito de tornar o termo sustentabilidade mais compreensível em suas várias facetas, Sachs (2000) faz uma breve descrição em cada âmbito:

- **sustentabilidade social:** ancorada no princípio da equidade na distribuição de renda e dos bens, no princípio da igualdade de direitos à dignidade humana e no princípio da solidariedade dos laços sociais;
- **sustentabilidade ecológica:** ancorada no princípio da solidariedade com o planeta e suas riquezas e com a biosfera que o envolve;
- **sustentabilidade econômica:** avaliada a partir da sustentabilidade social propiciada pela organização da vida material;

- **sustentabilidade espacial:** norteada pelo alcance de uma equanimidade (serenidade de espírito) nas relações inter-regionais e na distribuição populacional entre o rural/urbano e o urbano;
- **sustentabilidade político-institucional:** representando um pré-requisito para continuidade de qualquer curso de ação a longo prazo;
- **sustentabilidade cultural:** modulada pelo respeito da afirmação do local, do regional e do nacional, no contexto da padronização imposta pela globalização.

Daí, um sistema é considerado mais ou menos sustentável na medida em que é capaz de manter ou melhorar a saúde de seu meio ambiente, minorar a degradação e o impacto antrópico, reduzir a desigualdade social e prover os habitantes de condições básicas de vida, ou seja, de um ambiente construído saudável e seguro, bem como construir pactos políticos que permitam enfrentar desafios presentes e futuros. Esse processo ocorrerá através da alfabetização ecológica, comentada por Capra (1996) em seu livro “A TEIA DA VIDA”.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ESTRUTURA DO TRABALHO

No desenvolvimento dos métodos e técnicas de pesquisa adotados, destaca-se inicialmente a importância da revisão bibliográfica na construção do quadro teórico da presente pesquisa com relação a conceitos de sustentabilidade, agricultura familiar e agricultura sustentável, bem como o papel dos indicadores como medida da sustentabilidade desses processos. O modelo matemático adotado aplicado ao objeto de estudo foi o da otimização multicriterial Promethee.

O método de investigação usado nessa pesquisa foi o comparativo, uma vez que viabilizou a comparação de variáveis sociais, econômicas e ambientais para prever a preferência do ponto de vista de sustentabilidade de alternativas de ampliação da oferta hídrica em uma bacia hidrográfica. Quanto à natureza é uma pesquisa aplicada e quantitativa quanto à abordagem

do problema. Quanto aos procedimentos de pesquisa, ela caracteriza-se como bibliográfica e estudo de caso, uma vez que a bacia do rio Gramame-Mumbaba foi escolhida como objeto de estudo por já existirem estudos prospectivos em relação a várias alternativas de intervenção na bacia.

## AGRICULTURA FAMILIAR

A agricultura familiar é de grande importância social. Responsável por parte significativa das dinâmicas rurais e de grande relevância na articulação rural-urbana, especialmente em pequenos municípios, os quais constituem-se na maioria dos municípios do Brasil. Isto significa dizer que a componente cultural do modo de vida rural da população, cujo sustentáculo econômico baseia-se na agricultura familiar, tem adquirido notada relevância, traduzindo-se na busca de um novo modelo de desenvolvimento social e econômico.

O INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) e a FAO (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação) definem agricultura familiar a partir de três características:

- I - a gestão da unidade produtiva e os investimentos nela realizados são feitos por indivíduos que mantém entre si laços de sangue ou casamento;
- II - a maior parte do trabalho é igualmente fornecida pelos membros da família;
- III - a propriedade dos meios de produção pertence à família e é em seu interior que se realiza sua transmissão.

A agricultura, especificamente a de base familiar, é, sem dúvida, uma das atividades mais importante para a sociedade e a natureza.

Considerando que a agricultura familiar é um setor estratégico para a manutenção e recuperação do emprego, para a redistribuição da renda, para a garantia da soberania alimentar do País e para a construção do desenvolvimento sustentável, pode-se afirmar que este é um segmento da maior importância econômica e social, com grande potencial de fortalecimento e crescimento, conforme apresentado na tabela a seguir:

Região	Estabelecimento agrícola (EA) (%)	Área (A) (%)	VBP (%)	FT (%)	%A %EA	%VBP %EA	%FT %EA	Área média (ha)
Nordeste	49,7	31,6	16,7	14,3	0,64	0,34	0,29	16,55
Centro-Oeste	3,9	12,7	6,2	10,0	3,26	1,59	2,56	84,78
Norte	9,2	20,3	7,5	5,4	2,21	0,82	0,59	57,44
Sudeste	15,3	17,4	22,3	15,3	1,14	1,46	1,00	29,60
Sul	21,9	18,0	47,3	55,0	0,82	2,16	2,51	21,40
BRASIL								26,03

Tabela 1 – Participação percentual dos estabelecimentos de agricultura familiar por região do Brasil, com respectivos percentuais de área, valor Bruto da produção, financiamento total destinado aos agricultores familiares e razões entre estas variáveis.

Conforme mostrado na Tabela 1, o Nordeste é a região que detém a maior parcela dos estabelecimentos agrícolas familiares do País (49,7%), apesar disso, só detém 31,6 % da área total de estabelecimentos agrícolas familiares, o que indica que a maioria das pequenas propriedades deve se concentrar no Nordeste. No Nordeste a área média de cada estabelecimento agrícola é de 16,55 ha. No Brasil a área média de cada estabelecimento agrícola é de 26,03 ha, enquanto que nas demais regiões do Brasil a área média é de 35,4 ha, com a região Centro-Oeste com a maior área média de estabelecimentos de agricultura familiar (84,78 ha), seguida da região Norte (57,44 ha).

Ressalta-se que, conforme cronograma geral das atividades do censo 2007 do IBGE os resultados definitivos só serão divulgados a partir de julho de 2008, pois esses dados definitivos de 2007 do Censo Agropecuário trazem algumas inovações. Ao invés de divulgar os dados em nível de unidade territorial, a exemplo da última edição (1995/1996), a

idéia agora é incluir também dados a partir de áreas especiais de apuração: bacias hidrográficas, áreas indígenas, assentamentos, áreas de proteção ambiental e biomas. No entanto os dados preliminares divulgados a partir de dezembro de 2007, conforme MDA (2007), indica avanços no setor da agricultura familiar brasileira em relação ao último Censo Agropecuário, datado de 1995/1996. Entre os pontos positivos pode ser verificado o aumento do número de estabelecimentos rurais no País. De acordo com o IBGE, no último Censo eles somavam 4.859.865, e atualmente, passaram para 5.204.130 estabelecimentos, o que representou um crescimento de 7,1%. Ademais, a área total dos estabelecimentos também aumentou nos últimos dez anos, passando de 353.611.246 para 354.865.534 hectares. Nesse documento considera-se que o crescimento da quantidade dos estabelecimentos e da área total ocupada por eles indica que houve melhor acesso à terra nos últimos anos. “Uma das interpretações viáveis para esse fenômeno é de que as políticas públicas, entre elas as voltadas para agricultura familiar e reforma agrária, estão se consolidando no meio rural e contribuindo para a permanência e qualidade de vida da população no campo”, conforme destaca o próprio ministro Guilherme Cassel (2007).

Em seu próprio levantamento, o IBGE (2007) aponta que “o aumento da participação da mão-de-obra familiar no Nordeste, em especial na região que se estende de Alagoas a Pernambuco, parece refletir o assentamento de famílias de trabalhadores agrícolas em regiões tradicionais de lavoura de cana-de-açúcar”. Já, na região Sul do País, os dados permitem a interpretação de que nos últimos dez anos houve a reversão do êxodo rural verificado entre as décadas 80 e 90. No Rio Grande do Sul, por exemplo, percebe-se o aumento dos estabelecimentos rurais de 429.958, em 1995/1996, para 442.564, em 2006.

## AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Tratando-se de agricultura sustentável, assim como no caso da expressão desenvolvimento sustentável, não existe uma definição clara, única, que possa ser aplicada a esse conceito, sem ressalvas. A agricultura sustentável não constitui algum conjunto de práticas especiais, como o “pacote tecnológico” da revolução verde, que apesar de aumentar a produtividade

produziu grandes seqüelas<sup>1</sup>, porém um objetivo a ser alcançado. Algumas diretrizes gerais que conseguem reunir grande parte dos interesses em torno de um modo alternativo de produção podem ser elencadas como: *incentivo a substituição dos sistemas produtivos simplificados ou monoculturais, por sistemas rotacionais diversificados; a reorientação da pesquisa agropecuária para um enfoque sistêmico, incluindo ai o fortalecimento da agricultura familiar.*

Pode-se, no entanto, denominar de *agricultura sustentável* os sistemas produtivos que conservem os recursos naturais e forneçam produtos mais saudáveis, sem comprometer os níveis tecnológicos já alcançados de segurança alimentar, que não prejudiquem o meio ambiente e a saúde. Neste sentido, são necessárias ações que visem recuperar as áreas degradadas existentes, isto é, ter para com estas áreas uma política de extensão rural cujo foco seja redirecionar as práticas agrícolas inadequadas, de forma a promover o bem-estar da população e, especificamente, a melhoria socioeconômica da categoria de agricultores(as) de base familiar. Tal política deve não só conduzir a promoção da sustentabilidade nas áreas que vierem a ser exploradas, mas também a promoção da articulação entre o Governo e sociedade civil, descentralizando as responsabilidades e fortalecendo a agricultura familiar.

Contemporaneamente, a sustentabilidade da agricultura ainda se apresenta de forma utópica, mesmo sendo defendida e almejada por diferentes segmentos sociais. As alternativas de manejo agrícola sustentável permitem a minimização de danos ambientais, que esbarram muitas vezes em interesses econômicos distintos e nem sempre estão associadas a uma sustentabilidade social. Ou seja, impõe-se “sustentabilidade” mais pelo aporte da questão ambiental do que pelo lado da justiça social.

## A UTILIZAÇÃO DE INDICADORES COMO MEDIDAS DE SUSTENTABILIDADE

Ao se tentar quantificar as adversidades de um sistema e avaliá-lo, faz-se necessária a utilização de ferramentas que indiquem a sua sustentabilidade e sejam capazes de auxiliar para uma possível reversão no processo adverso. Para tanto, o indicador é uma medida bastante utilizada, pois

permite evidenciar as mudanças ocorridas no sistema devido a ação humana (Marzall e Almeida, 1999); sua principal característica é dispor o significado essencial dos aspectos analisados de forma sintética. Assim sendo, cada vez mais cresce o número de índices e indicadores que buscam julgar o desempenho no atendimento atual e futuro dos sistemas.

Os indicadores são ferramentas úteis para operacionalização dos objetivos na perspectiva do desenvolvimento sustentável e importantes referências no processo decisório. Devem poder ser avaliados em suas variáveis repetidamente ao longo do tempo (Poggiani e Stape, 2001).

De acordo com a Figura 1, os indicadores podem ser usados no ciclo das políticas públicas como: diagnóstico, avaliação e formulação (Jannuzzi, 2005).

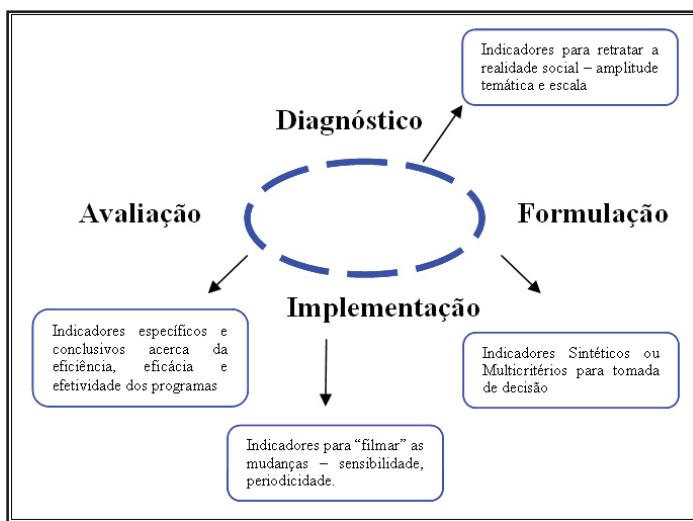


Figura 1 – Uso dos indicadores (Jannuzzi, 2005).

Os indicadores podem, ainda, ser classificados quanto a(o):

- *natureza* – econômicos, sociais, ambientais e tecnológicos;
- *tempo* – estáticos e dinâmicos;

- *critério ou objetivo* – escala, disponibilidade, eficiência, crescimento, risco, eqüidade e reversibilidade;
- *usuário* – específico e geral;
- *tipo de avaliação* – quantitativa e qualitativa.

Os indicadores também podem ser utilizados como medidas de desempenho organizacional da entidade. Segundo PEG-EB (Programa de Excelência Gerencial do Exército Brasileiro), classificam-se em indicadores:

- estratégicos;
- de produtividade;
- de qualidade;
- de efetividade;
- de capacidade.

Outra forma de estruturar a natureza dos indicadores é quanto aos aspectos a serem mensurados. Os indicadores para o modelo de Pressão-Situação-Resposta (PSR), desenvolvido pela OCDE (Organização para a Cooperação Econômica e o Desenvolvimento), estão associadas às pressões (atividades humanas) exercidas em determinada situação (ambiente/recursos naturais) e a busca de respostas (políticas e ações). Conforme Figura 2 a seguir:

No entanto, para se determinar a sustentabilidade de um sistema devem ser utilizados indicadores que contemplem diversos aspectos (econômicos, sociais, ambientais dentre outros). Os modelos multicriteriais se revelam adequados para trabalharem principalmente em sistemas cujos indicadores, nos seus variados aspectos, já estejam determinados. Estes métodos buscam a otimização de um conjunto de funções-objetivo, através de critérios e julgamento das alternativas de solução de um problema.

## APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ANÁLISE MULTICRITERIAL EM BACIA HIDROGRÁFICA

Para auxiliar a tomada de decisão em sistemas de recursos hídricos aplicou-se o método multicriterial Promethee, que utiliza diferentes tipos de funções que expressam a essência da preferência de uma alternativa sobre a outra com relação a cada atributo.

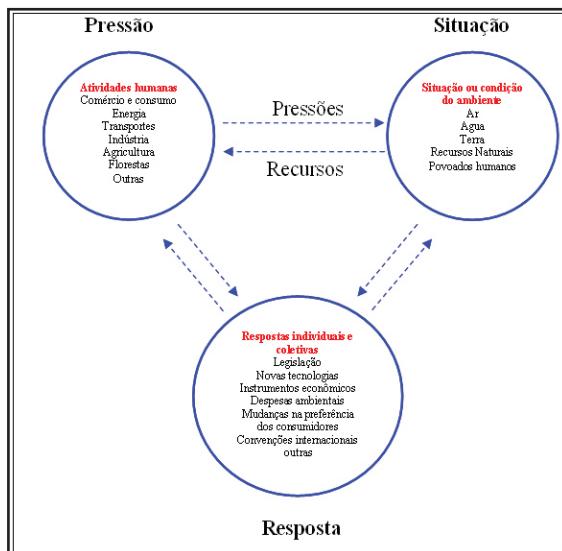


Figura 2 – Modelo Pressão-Situação-Resposta da OCDE (1993)

### Método multicriterial promethee

O Método Promethee (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations) (Brans e Vincke, 1985) é baseado na relação hierárquica que consiste em melhorar a ordem de dominância, através de comparações par-a-par. Este processo segue quatro etapas distintas:

1. estruturação hierárquica;
2. estabelecimento das funções de preferência;
3. formação da matriz de avaliação e fluxos de importância;
4. classificação das alternativas.

Este método pode ser aplicado a problemas multicritérios formado por um número finito de alternativas e por vários critérios de decisão, que devem ser maximizados ou minimizados de acordo com a necessidade.

Para um problema multicritério com um número finito de alternativas, o ideal seria escolher dentre as alternativas a que fosse melhor em todos os critérios, o que resultaria numa resposta direta, porém isso raramente ocorre. Diante disso, na análise multicritério busca-se uma alternativa que, comparada com outras alternativas, seja uma boa opção de escolha.

O método PROMETHEE utiliza diferentes tipos de critérios generalizados que são representados por diferentes tipos de funções, nas quais cada tipo de função é selecionado segundo o nível de preferência adotado e é baseado em comparações par-a-par. O primeiro passo para a sua aplicação é a definição dos índices de preferência agregados e fluxos de hierarquização.

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^k P_j(a, b) \alpha_j$$

Índice de preferência agregado: sejam  $a, b \in A$ , e: (1)

$\pi(a, b)$  expressa como e com que grau “a” é preferível a “b” sobre todos os critérios e  $\pi(b, a)$  expressa como “b” é preferível a “a”. Usualmente tem-se  $\pi(a, b)$  e  $\pi(b, a)$  positivos, e com as seguintes propriedades:

$$\begin{cases} \pi(a, a) = 0 \\ 0 \leq \pi(a, b) \leq 1 \end{cases} \quad \forall a, b \in A$$

Fluxos de importância: o índice de preferência global possibilita a avaliação de cada alternativa “a”, face a  $(n-1)$  alternativas em “a”. Para tanto, define-se dois fluxos de importância, como seguem:

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x)$$

- Fluxo de importância positivo: (2)
- O fluxo de importância positivo expressa como uma alternativa “a”

supera as demais, ou melhor, é o caráter de importância de “a”. O maior valor de  $\Phi^+$  (a) corresponde à melhor alternativa.

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a)$$

- Fluxo de importância negativo: (3)

Expressa como uma alternativa “a” é superada pelas outras.  $\Phi^-$  (a) representa a fraqueza de “a”.

A ordenação das alternativas é feita com base nos valores de  $\Phi^+$  (a) e  $\Phi^-$  (a). Uma ordenação parcial das alternativas é alcançada em PROMETHEE I e uma ordenação total em PROMETHEE II.

O balanço entre os fluxos de importância positivo e negativo proporciona a escolha baseada no maior fluxo líquido de preferência. O maior valor corresponderá a melhor alternativa:

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$$

A ordenação completa para o método PROMETHEE II é determinada por:

$$\begin{array}{lll} \text{“a” é preferido à “b” (a II b)} & \text{se} & \Phi(a) > \Phi(b) \\ \text{“a” é indiferente à “b” (a III b)} & \text{se} & \Phi(a) = \Phi(b) \end{array}$$

O método PROMETHEE é de fácil aplicação, envolvendo ao mesmo tempo uma análise mais completa e explícita e apresenta, ainda, a grande vantagem de associar as incertezas inerentes ao sistema com o método.

A área objeto deste estudo é a bacia hidrográfica do rio Gramame, localizada no litoral sul do estado da Paraíba com área de 589,1 km<sup>2</sup>, formada pelas sub-bacias: Mumbaba, Mumbaba, Água Boa e a sub-bacia do rio Gramame contribuinte do açude Gramame-Mumbaba, principal reservatório da bacia, com capacidade de 56,9 hm<sup>3</sup>, o qual é um dos principais responsáveis pelo abastecimento da Grande João Pessoa.

## Composição das alternativas

As alternativas avaliadas neste estudo estão descritas a seguir:

- Alternativa 01 – corresponde a infra-estrutura hídrica atual;

- Alternativa 02 – construção de um reservatório de 41 hm<sup>3</sup> no rio Mumbaba que servirá de reforço para o sistema Gramame-Mumbaba no atendimento às demandas da Grande João Pessoa e contribuirá para o suprimento de água para irrigação;
- Alternativa 03 – construção de um reservatório no rio Mumbaba citado na alternativa anterior e outro no rio Gramame com capacidade de 8 hm<sup>3</sup>, este reservatório garantirá o abastecimento de água da cidade de Pedras de Fogo, servirá de reforço para o abastecimento de João Pessoa e beneficiará, principalmente, a empresa Agroindustrial GIASA.
- Alternativa 04 – construção do reservatório no rio Mumbaba e a transposição de água da bacia Abiaí-Papocas para a bacia do rio Gramame, via adutora. Esta medida reduzirá significativamente as falhas à montante do reservatório Gramame-Mumbaba e garantirá níveis superiores a 95 % em todas as demandas à jusante do reservatório e irá assegurar o abastecimento de João Pessoa integralmente durante todas as séries simuladas (até o ano de 2020).
- Alternativa 05 – construção dos reservatórios nos rios Mumbaba e Gramame, e a transposição de água da bacia Abiaí-Papocas para a bacia do rio Gramame.

O diagrama do sistema atual e das possíveis intervenções é mostrado na Figura 3.

Este estudo fundamenta-se na análise hierárquica de 03 (três) critérios: econômicos, sociais e ambientais, que estão subdivididos em atributos ou indicadores.

Os pesos foram atribuídos de forma hierárquica, em três diferentes níveis de importância: atributos, subatributos e critérios (social, ambiental e econômico).

A seguir são apresentadas as preferências das alternativas de acordo com o grau de importância atribuído a cada critério de julgamento:

- o critério econômico, tem como preferência a “alternativa 2” (construçâde

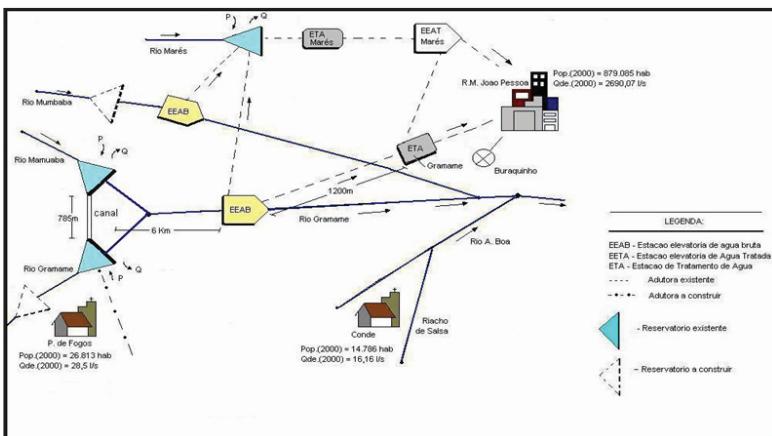


Figura 3 – Layout do sistema

um reservatório no rio Mumbaba);

ECONÔMICO	SOCIAL	AMBIENTAL
<p>a) custos</p> <p>a1) implantação</p> <p>a2) operação</p> <p>b) <u>implantação de projetos de irrigação</u></p> <p>b1) prejuízos na agricultura</p> <p>b2) lucratividade por área irrigada</p>	<p>a) <u>atendimento à demanda e geração de empregos</u></p> <p>a1) falha no abastecimento</p> <p>a2) falha na irrigação</p> <p>a3) geração de empregos na agricultura</p> <p>a4) municípios com participação</p> <p>b) <u>perspectiva de melhoria de vida</u></p> <p>b1) desenvolvimento da pesca</p> <p>b2) saúde</p> <p>b3) proliferação de doenças hídricas pela maior carga de efluentes domésticos</p> <p>c) <u>desapropriação</u></p>	<p>a) <u>impacto no meio biótico</u></p> <p>a1) danos à fauna</p> <p>a2) danos à flora</p> <p>b) <u>impacto no meio abiótico</u></p> <p>b1) possibilidade de erosão</p> <p>b2) poluição dos corpos hídricos pela maior carga de efluentes domésticos</p> <p>b3) inundação</p> <p>c) <u>impacto no meio antrópico</u></p> <p>c1) desapropriação</p>

Tabela 2 – Critérios: econômicos, sociais e ambientais e seus respectivos atributos ou indicadores.

- enquanto para o critério social a alternativa preferencial será a “alternativa 5” (construção de um reservatório no rio Mumbaba +

construção de um reservatório no rio Gramame + construção de um adutora Abiaí-Papocas); e,

- ao conceder maior importância ao critério ambiental, a “alternativa 1” (situação atual) será a de maior relevância.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este modelo atual de desenvolvimento agrícola tem como possíveis consequências a contaminação e degradação de solos e águas, desertificação, salinização, redução da biodiversidade, e desequilíbrios ecológicos, levando por fim à insustentabilidade dos sistemas de produção agrícola. Assim, a agricultura tradicional vem perdendo espaço em relação às novas formas produtivas agrícolas, pois traz inúmeras desvantagens à saúde do solo, do ambiente e principalmente ao trabalhador rural e ao consumidor, como visto. Aliás, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), milhões de trabalhadores agrícolas morrem ou encontram-se seriamente contaminados por pesticidas.

Portanto, o produtor ou agricultor deve ficar atento às novas formas de produção agrícola, pois a emergente agroecologia concilia produção, qualidade, conservação e recuperação dos recursos naturais, o que só lhe trará vantagens, mormente pela conscientização cada vez maior do consumidor, o qual a cada dia que passa torna-se mais informado, conhecedor das formas de produção e qualidade dos produtos que adquire e assim mais exigente.

Devemos lembrar ainda que uma produção agrícola condizente com os novos padrões que se deseja para o desenvolvimento é primordial, para que consigamos ter um meio ambiente saudável e equilibrado, como preconizado pelo art. 225, da nossa Constituição Federal.

Novas tecnologias para a tomada de decisão, tais como a análise multicriterial, a qual traz em seu bojo, a consideração simultânea dos critérios econômicos, sociais e ambientais no contexto decisório foram aqui exemplificadas na escolha de alternativas de intervenções para ampliação da oferta hídrica em bacia hidrográfica.

A utilização de matrizes quadradas de comparação paritária para

representação de exemplos pode ser um meio perfeitamente esclarecedor e produtivo.

A “alternativa 1”, que estabelece a política de não se fazer nenhuma intervenção e que favorece a satisfação de critérios econômicos e ambientais, foi a de maior preferência de toda a série obtida. Isto significa que a maioria dos resultados indica para a adoção de políticas públicas de gerenciamento de recursos hídricos que garantam o abastecimento de água por um bom período na região sem implantar novas infra-estruturas.

Acreditamos que os métodos para tomada de decisão multicriteriais podem também ser usados no contexto da escolha entre alternativas de forma de produção agrícola no meio rural, principalmente quando os indicadores nos seus variados aspectos já tenham sido adequadamente quantificados.

## NOTAS

- 1 Transformação na agricultura, a partir dos anos 50, acarretada pela injeção de tecnologia básica e de um conjunto de práticas e insumos agrícolas que asseguraram condições para que as novas cultivares alcançassem altos níveis de produtividade, dando surgimento às sementes de Variedades de Alto Rendimento – VAR. Essas sementes vieram substituir as chamadas sementes crioulas, até então bastante utilizadas na agricultura tradicional. Desta forma a diversidade de espécies agrícolas diminuiu drasticamente no mundo. A diversidade de pequenos sistemas de subsistência foi substituída por monoculturas. Atualmente, por meio da “Segunda Revolução Agrícola”, essa tendência está aumentando com a expansão dos plantios transgênicos, como por exemplo o da soja.

## REFERÊNCIAS

- BRANS, J. P; e VINCKE, P.. **A Preference Ranking Organisation Method.** Management Science, V. 31, n.6, 1985, p. 647 – 656.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário/INCRA. **Novo retrato da agricultura familiar.** O Brasil redescoberto. Brasília, 2000. 74p.
- BRASIL. Ministério de Desenvolvimento Agrário. **O aumento de estabelecimentos rurais e o fortalecimento da agricultura familiar no País foram destacados –** Arquivo MDA 21-12-2007.
- CAPRA, Fritjof. **A Teia da Vida:** Uma nova compreensão Científica dos Sistemas Vivos.

## **desenvolvimento sustentável...**

São Paulo: Pensamento-Cultrix Ltda, 1996.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007.

JANNUZZI, Paulo de Martino. **Construção de Indicadores e Mapas de Pobreza e Riqueza nos Municípios Brasileiros**. Brasília. 2005. Disponível em: <http://www.unb.br/ie/est/noticias/cursos.htm>. Acesso em: 08 abr. 2006

MARZALL, Kátia e ALMEIDA, Jalcione. O Estado da Arte Sobre Indicadores de Sustentabilidade para Agroecossistemas. Santa Maria. 1999. Disponível em: [http://www.ufrgs.br/PGDR/textosabertos/Indicadores%20de%20sustentabilidade-v.2\\_15.pdf](http://www.ufrgs.br/PGDR/textosabertos/Indicadores%20de%20sustentabilidade-v.2_15.pdf) Acesso em: 20 abr. 2006

OCDE. OCDE core set of indicators for environmental performance reviews. OCDE Environment Monographs No. 83. Paris. OCDE. 1993.

POGGIANI, Fábio e STAPE, José Luiz. Indicators of the Sustainability of Forest Plantations [online]. 2001.

Disponível em : <http://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr31/cap3.pdf>

Acesso em: 14 abr. 2006

SACHS, Ignacy. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.

VEIGA, José Eli. Desenvolvimento Sustentável: O desafio do Século XXI. 220p. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.