

A PONDERAÇÃO DOS FATORES AMBIENTAIS SÓCIO-ECONÔMICOS NA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA PARA A IRRIGAÇÃO

Marcelo Pereira¹, Alessandra Pavessi² e Conceição Maria Albuquerque

1 - INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 9.433 de 8 de Janeiro de 1997, traça as diretrizes para o gerenciamento dos recursos hídricos, adotando uma estratégia fundamentada nos princípios de desenvolvimento sustentável. Apesar de sua existência recente e das prováveis dificuldades para a sua implementação, considerado o caráter tradicionalmente setorizado do sistema institucional brasileiro, a sobreposição de competência entre as agências envolvidas na gestão dos recursos hídricos e os conflitos entre os valores e os interesses dos usuários e da sociedade em geral, a referida lei representa um notável avanço em direção à gestão integrada e participativa dos recursos naturais, premissa para se alcançar uma condição de sustentabilidade do desenvolvimento.

Entre outras disposições, a Lei 9.433/97 determina que a água é um bem de domínio público e valor econômico e, portanto, o seu aproveitamento passa a ser sujeito ao controle do Estado, através da outorga dos direitos de uso, implicando na cobrança de um valor a ser pago pelos usuários, o que representa um dos aspectos mais inovadores da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Cabe ressaltar que entre as preocupações que levaram à adoção da cobrança, como instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, ainda prevalecem aquelas relativas à redução da participação dos gastos diretos do governo e à recuperação dos custos das obras e dos serviços executados nas bacias hidrográficas, enquanto a modificação do comportamento dos usuários constitui um objetivo de concepção mais recente.

Contudo, SOUZA (1995) preconiza que, como instrumento de gestão ambiental, a cobrança deva relacionar-se ao planejamento regional e ao ordenamento do uso do território, que pressupõe a observância das características ambientais e da capacidade de suporte de cada local. Somente desta forma este mecanismo poderá proporcionar um estímulo à localização de atividades, à busca de processos produtivos e de inovações tecnológicas voltadas à economia dos recursos naturais.

Em vista destas recomendações, espera-se discutir, através do presente trabalho, de que forma os critérios ambientais podem ser incorporados ao processo decisório no que diz respeito à determinação do potencial agrícola irrigável das terras e à implementação de instrumentos econômicos, tais como os mercados dos direitos de água e a cobrança por seu uso, para garantir a eficácia destes últimos na gestão integrada dos recursos água e solo.

A decisão de se aplicar ao setor da irrigação a análise das características ambientais que intervem no procedimento de ordenamento territorial e na implementação de instrumentos econômicos, deve-se prioritariamente a duas razões: uma delas é que a agricultura irrigada representa um dos setores produtivos que mais consome água no mundo. Outra razão a ser destacada é que, apesar de não existir uma antiga tradição de irrigação no Brasil (a implantação dos primeiros projetos públicos de irrigação remonta aos anos 60), fato que MAY (1988) atribui ao vínculo existente entre o controle sobre a utilização da água e o controle sobre a propriedade da terra. Cabe observar, também, que atualmente a agricultura irrigada é um setor econômico em expansão.

No caso específico da agricultura irrigada, este tipo de análise não se constitui somente em um pressuposto para a regulamentação do uso do território e para a implementação da cobrança como instrumento de gestão, podendo ainda servir como subsídio para análises de investimento, no que diz respeito à construção, operação e manutenção de reservatórios e para orientar o planejamento em micro-escala dos projetos de irrigação, que compreende as decisões relativas à escolha dos equipamentos de irrigação e das culturas.

2 - CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE E A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O conceito de sustentabilidade tem sido associado às práticas de manejo da base local de recursos renováveis, tais como pescado, madeira, etc., que possibilitam obter um rendimento máximo no presente e em um futuro previsível. A partir de 1987, com a publicação do Relatório Bruntland, resultado do trabalho da Comissão Mundial (da ONU) sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (UNCED), o conceito adquiriu um significado mais abrangente e controverso: centrado na premissa da equidade inter-generacional, "marca a necessidade de se inserir a análise econômica das escolhas num quadro mais amplo de exigências, refletindo a preocupação pela reprodução a longo prazo do meio ambiente em termos de patrimônio essencial, a transmitir-se às gerações futuras" (TOLMASQUIM, 1995).

TIETEMBERG (1994) e MOTTA et al. (1996) sustentam que o uso dos mecanismos de merca-

do, como a imposição de taxas sobre a emissão de poluentes e sobre o uso dos recursos naturais, representa uma maneira prática e flexível de reduzir o conflito entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental, a custos mais baixos em comparação com as abordagens mais tradicionais de regulamentação.

Entre os mecanismos de gestão ambiental considerados por MOTTA et al., a cobrança pelo uso e pela contaminação dos recursos naturais e a criação e o controle dos "direitos" de poluição, estabelecidos através de um sistema de licenças negociáveis emitidas por uma autoridade central, são mecanismos de gestão ambiental notadamente orientados para o mercado. A eficácia destes na alocação dos recursos e no controle da poluição pressupõe a existência de condições semelhantes as que caracterizam o sistema de mercado perfeitamente competitivo, tais como: a presença de grande número de agentes intervenientes (produtores e consumidores), a inexistência de barreiras que sob qualquer forma impeçam o acesso ou a retirada de intervenientes (como regulamentações), a existência de alternativas reais de oferta, a homogeneidade do nível tecnológico; a inexistência de monopólios (COSTA & NUCCI, 1993). YOUNG (1986) descreve duas propriedades desejáveis deste sistema de mercado, em que: 1) os produtores e os consumidores individuais, motivados por seus interesses particulares, determinam uma alocação de recursos ótima, em um estado estacionário; 2) os preços refletem rapidamente os novos conhecimentos e as novas tecnologias que os produtores estão dispostos a adotar, da mesma forma que as mudanças nas preferências e no nível de renda dos consumidores condicionam padrões de consumo, de maneira que o sistema de mercado pode garantir a satisfação máxima não só em um contexto estático, mas também dinâmico.

Do ponto de vista macro-econômico, trata-se de definir se os custos de recuperação das funções ambientais prejudicadas pelas atividades produtivas e de consumo, conceituados como gastos defensivos ou compensatórios, devam ser somados ou subtraídos do Produto Interno Bruto. A princípio deveriam ser subtraídos, tratando-se de custos, mas se poderia argumentar que a reparação de um dano que já foi feito implica um aumento do bem-estar e, portanto, uma contribuição positiva para o PIB (Produto Interno Bruto) (ALIER, 1991). O mesmo autor, apoiado nas investigações de Christian Leipert, alerta sobre o fato de que os gastos defensivos têm aumentado mais rapidamente que o PIB, o que poderia conduzir à situação absurda em que a economia deva crescer sempre mais para proteger a sociedade do crescimento da mesma economia.

Apesar da valoração constituir um ponto de passagem obrigatório para otimizar a gestão econômica dos recursos ambientais, assegurando a escolha entre necessidades múltiplas e concorrentes, esta abordagem tem levantado uma série de objeções, tais como a forçada valoração monetária de bens intangíveis, a criação de mercados hipotéticos e sua real perspectiva sustentável, a limitada capacidade de substituição do capital natural, entre outros.

Em vista das limitações e dos inevitáveis impactos causados pelos projetos hídricos, acredita-se que se deva priorizar a gestão da demanda, incentivando-se o uso mais eficiente da água (BISWAS, 1980). EL-ASHRY (1994) conclui que o planejamento e a gestão racionais da água poderiam contribuir para manter a prosperidade econômica de países e comunidades, sem que se desvalorize ou se destrua as suas reservas de recursos naturais, representando assim um aspecto específico de importância fundamental dentro do paradigma do desenvolvimento sustentável.

Existe uma estreita relação de reciprocidade entre os usos do solo e os da água, de maneira que o equilíbrio natural dos recursos dentro de uma bacia de drenagem pode ser facilmente comprometido por certas mudanças e práticas de uso do solo. De fato, a maioria dos usos do solo depende da disponibilidade de água e ao mesmo tempo afeta o ciclo hidrológico em seus vários estágios, determinando efeitos globais e locais. Certas práticas de cultivo podem, por exemplo, desencadear processos erosivos e o conseqüente assoreamento de reservatórios, prejudicando a produtividade e comprometendo vultuosos investimentos na irrigação e na geração de energia elétrica. Por sua vez, o uso irracional da água, juntamente com a remoção da vegetação nativa, produz impactos negativos sobre o solo, como o alagamento, a salinização e a conseqüente desertificação de áreas outrora férteis.

A relação de reciprocidade entre usos e ocupação do solo e usos da água e a mobilidade dos recursos hídricos tornam, portanto, a bacia de drenagem uma unidade apropriada para a gestão integrada dos recursos e para um padrão de desenvolvimento que harmonize aspectos ambientais e sócio-econômicos.

Aplicado ao gerenciamento das bacias hidrográficas, o zoneamento ambiental torna-se um dos principais instrumentos para disciplinar o uso do solo, podendo garantir a manutenção da qualidade da água e de sua disponibilidade e prevenir conflitos, decorrentes do uso irracional dos recursos. Portanto, pode servir para subsidiar a elaboração dos Planos de Bacias Hidrográficas, e para determinar critérios para a formulação e modalidades para a implementação de outros instrumentos, entre os quais os ins-

trumentos econômicos, tais como a cobrança pelo uso da água, desde que estes tenham como objetivo principal a gestão dos recursos hídricos.

Uma das maiores dificuldades de integração entre a gestão dos recursos hídricos e do uso do solo reside no fato de que, enquanto a água é considerada por lei um bem de domínio público e portanto o Estado determina as condições para a sua utilização, através da outorga dos direitos de uso, a terra é de propriedade de particulares e o seu uso é restrito, pelo menos teoricamente, unicamente por uma série de disposições legais, que além de se encontrarem dispersas entre várias leis, tais como o Código Florestal, constituem-se em um mecanismo exclusivamente normativo e repressivo (e portanto reativo), não contando para a sua aplicação com algum tipo de incentivo econômico, o que reduz a sua eficácia. Pelo contrário, a Política Econômica do Governo tende a agravar este quadro através de medidas e subsídios que incentivam a produção e o uso de fertilizantes, ou o cultivo de produtos agrícolas, tais como a cana de açúcar, que causam graves impactos sobre o solo, os recursos hídricos e a biota.

3 - A AGRICULTURA IRRIGADA E O MEIO AMBIENTE

GLICO (apud KITAMURA, 1994) enumera algumas questões a serem consideradas no âmbito de uma estratégia de desenvolvimento agrícola sustentável: a coerência ecológica, que consiste no uso dos recursos naturais segundo a sua aptidão, a dotação de uma infra-estrutura básica, para viabilizar a intensificação dos fluxos de energia, matéria e informação (característica dos sistemas artificializados) e a estabilidade de renda para enfrentar forças externas e choques que possam comprometer o uso sustentável das funções ambientais.

Para que a atividade agrícola obedeça à aptidão econômica-ecológica de cada área de uma dada região, mais uma vez o ordenamento territorial representa um procedimento imprescindível. Através deste, distingue-se, em linhas gerais, as terras impróprias para a agricultura (recomendadas para a preservação e a recreação), as terras de uso restrito (que atendam simultaneamente às necessidades de produção agrícola e de preservação ambiental) e as terras indicadas para a agricultura sem maiores restrições. Naturalmente, os resultados práticos do ordenamento territorial dependem de outras políticas e instrumentos que condicionem a ocupação das terras para o uso agrícola e a adoção de tecnologias ambientalmente benéficas.

A irrigação contribuiu substancialmente para a expansão da área cultivável e para o aumento da produtividade agrícola, reduzindo em alguns países a ameaça da fome. Desde 1950 até hoje, as terras irrigadas têm se expandido a uma taxa de 3% ao ano e atualmente irriga-se 18% das terras cultivadas no mundo, que são responsáveis por mais de 33% do total da produção agrícola (EL-ASHRY, 1994).

No Nordeste, a região do Brasil mais castigada pelo fenômeno das secas, a implementação dos primeiros projetos públicos de irrigação remonta aos anos 60. MAY (1988) atribui a inexistência de uma tradição de irrigação no Nordeste ao vínculo existente entre o controle sobre a utilização da água e o controle sobre a propriedade da terra (a implantação de um sistema de irrigação eficiente requer o dimensionamento dos lotes segundo as características do solo e do relevo e portanto a reorganização do uso do solo, medida que esbarrava na instituição da propriedade privada). Além disto, o crédito necessário para capitalizar os irrigantes era restrito aos grandes proprietários, sendo a estrutura fundiária concentrada.

4 - O CONSUMO EXCESSIVO DE ÁGUA, OS CONFLITOS E OS IMPACTOS DECORRENTES

De acordo com BISWAS (1980), o consumo de água na agricultura irrigada é intensivo: são necessárias cerca de 1000 ton. de água para produzir 1 ton. de grãos ou 0,5 ton. de arroz e a eficiência no uso dos recursos hídricos dentro dos sistemas de irrigação é considerada entre as mais baixas em relação a outros setores da economia, seja porque o atual consumo de água geralmente não reflete as necessidades hídricas reais para a produção agrícola, sendo caracterizado pelo desperdício, seja porque, pelo menos em alguns países em desenvolvimento, de 80 a 85% da água que entra no canal principal de um projeto de irrigação não chega a alcançar as culturas, perdendo-se por infiltração e evaporação.

No Brasil, com a exceção dos projetos públicos de irrigação, onde o Estado controla os direitos de uso, as decisões relativas à exploração dos recursos hídricos são deixadas aos proprietários dos terrenos situados às margens dos corpos de água ou onde se localizam águas subterrâneas, inexistindo qualquer tradição de monitoramento e cobrança sobre o uso da água captada, mesmo dos rios perenizados com recursos públicos. Isto contribuiu para o uso descontrolado da água, levando, nos picos de maior uso que correspondem aos períodos de menor precipitação, a um desequilíbrio entre disponibili-

dade e demanda, e a conseqüentes conflitos entre usos múltiplos.

No que se refere a irrigação, os maiores conflitos são relativos ao setor da produção de energia elétrica, que não consome água, porém necessita de uma reserva mínima.

Existem ainda conflitos entre irrigantes pelo uso da água, nem sempre disponível em quantidade suficiente para atender à demanda gerada pela ampliação descontrolada das áreas irrigadas. Estas disputas são mais acirradas no semi-árido do Nordeste, onde a água é indispensável para a produção agrícola, não representando apenas um fator de produção.

5 - RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES

Através deste trabalho procurou-se demonstrar a importância da análise ambiental no procedimento de classificação da aptidão das terras em relação à atividade da agricultura irrigada, que se constituiu em pressuposto para o ordenamento do uso do território e para a gestão integrada e sustentável dos recursos naturais.

A classificação da área escolhida para o estudo de caso de acordo com o seu potencial de irrigação foi realizada a partir da análise qualitativa das características ambientais que determinam tanto a suscetibilidade do território aos impactos ambientais da agricultura irrigada, como a eficiência econômica no uso dos recursos naturais, entre os quais a água. Através da classificação da área de estudo de acordo com o seu potencial de irrigação, procurou-se localizar as melhores oportunidades de uso sustentável dos recursos naturais e de alocação dos recursos hídricos.

De fato, a alocação eficiente dos recursos hídricos se relaciona diretamente às condições de sustentabilidade ambiental e econômica dos sistemas agrícolas irrigados, que resultam das possibilidades de manutenção da base dos recursos naturais. Portanto, para aumentar a produtividade dos recursos hídricos na agricultura irrigada, estes deveriam ser alocados prioritariamente para aquelas áreas que apresentam maiores potencialidades para a irrigação, levando-se em consideração as características ambientais que: 1) interferem na ocorrência dos impactos ambientais da irrigação e 2) determinam a produtividade dos sistemas agrícolas irrigados.

Em outros termos, a alocação economicamente eficiente dos recursos hídricos deriva de um procedimento de ordenamento territorial realizado a partir da análise das propriedades dos atributos naturais (solo, água, vegetação, etc.) que caracterizam uma determinada bacia hidrográfica.

Devido à ineficácia dos instrumentos mais tradicionais de regulamentação do uso das terras, tais como o zoneamento agro-ecológico, diversos países, entre os quais o Brasil, têm adotado instrumentos econômicos de gestão ambiental, devido às vantagens que estes apresentam em relação aos primeiros. De fato, através da atribuição de taxas ou de tarifas sobre o uso dos recursos naturais, é possível distribuir entre os usuários os custos decorrentes de sua apropriação e degradação, induzindo-os a adotar medidas e tecnologias voltadas para a conservação ambiental. No caso específico da agricultura irrigada, a cobrança deve contribuir para a otimização do uso dos recursos hídricos e para a sua conservação. Por sua vez, a otimização do uso da água nas áreas irrigadas pode garantir a manutenção da produtividade e a prevenção de processos de degradação da qualidade dos recursos água e solo.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei n.9.433/97, reforça a necessidade de gestão integrada dos recursos água e solo no âmbito de uma mesma bacia hidrográfica e confia aos Comitês de Bacias Hidrográficas a tarefa de estabelecer os critérios para a implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos e de sugerir os valores a serem cobrados. Porém, cabe ressaltar que entre as preocupações que levaram à adoção da cobrança, como instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, ainda prevalecem aquelas relativas à redução da participação dos gastos diretos do governo e à recuperação dos custos das obras e dos serviços executados nas bacias hidrográficas. Estas preocupações tem se refletido nos métodos de cálculo do preço da água.

Mesmo os métodos de elaboração mais recentes, como aqueles propostos por LANNA ET ALII (ARAÚJO, 1995), visam fornecer uma indicação da escassez dos recursos hídricos, mas não relacionam explicitamente a disponibilidade hídrica com os fatores ambientais que interferem com a alocação economicamente eficiente da água para a irrigação.

A determinação do potencial irrigável da área de estudo foi realizada a partir da análise de algumas características ambientais, unicamente em seus aspectos qualitativos. Uma vez acertada a conveniência de se implantar projetos de irrigação públicos ou privados nas áreas que apresentam um alto potencial para a irrigação, deveriam ser efetuados diagnósticos ambientais mais acurados, através dos quais seria possível determinar a dinâmica das prováveis alterações das propriedades físicas, químicas e biológicas em sua dimensão quantitativa, decorrentes da implantação de projetos de irrigação. A própria Resolução CONAMA n.1, de 23 de Janeiro 1986, prevê que o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos para fins de irriga-

ção e projetos agropecuários que contemplem áreas acima de 1.000 ha. (ou menores, quando se tratar de áreas de importância do ponto de vista ambiental), dependa da elaboração de Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. O Estudo de Impacto Ambiental se constituiria em uma oportunidade para análises mais detalhadas sobre o meio físico, o meio biológico e os ecossistemas naturais das áreas de influência dos projetos. Por outro lado, a análise efetuada com o objetivo de classificar o potencial irrigável da área de estudo poderia não só fornecer informações relativas às alternativas de localização dos mesmos, podendo também orientar o planejamento em microescala dos projetos de irrigação, que compreende as decisões relativas à escolha dos equipamentos de irrigação e das culturas a serem irrigadas, podendo estes últimos aspectos afetar a eficiência de irrigação. Além disto, as atividades agrícolas a serem desenvolvidas deveriam ser determinadas não somente com base nos objetivos de desenvolvimento e na rentabilidade econômica dos diversos tipos de culturas, mas também nos impactos ambientais relacionados ao processo produtivo das mesmas, bem como nos meios de que efetivamente se dispõe para mitigá-los.

6 - CENÁRIOS DE POTENCIALIDADES PARA A LOCALIZAÇÃO DE ATIVIDADES AGRÍCOLAS

Baseados em Legislação e Regulamentações para ocupação territorial, foram estabelecidos critérios restritivos de ocupação agrícola para as seguintes áreas através do uso do SIG para uma área contígua à Represa do Lobo, local onde se encontra o Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada da EESC-USP:

- Regiões com florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de outro qualquer curso de água, desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja de 30m ou 100 metros - observando o Código Florestal - Lei Federal nº 4771/65 (e alterações a partir das Leis 7803/89 e 7875/89) e CONAMA no. 004/85.
- Áreas de várzea - segundo Resolução CONAMA nº 004/85 (CETESB, 1994);
- Áreas com declividade maior ou igual a 45° - Código Florestal;

Os fatores de indução à atividade agrícola foram representados pelos dados de Pedologia, Declividade do Terreno e Uso do Solo, que apresentaram a distribuição espacial das categorias constituintes dos fatores de indução na região de estudo. A identificação de áreas ou zonas propícias ao desenvolvimento de atividades agrícolas foi direcionada pela avaliação das categorias dos fatores de indução, quanto a suas habilidades ou aptidões para impulsionar investimentos agrícolas.

Foi definida então, uma ponderação para cada categoria inserida nos fatores de indução, de maneira que quanto maior a aptidão de uma categoria, para atividade agrícola, maior o valor de sua ponderação. As ponderações variaram de 0 a 5, da menor à maior. A implementação das ponderações aos planos de informação foi realizada através da reclassificação das imagens de Pedologia, Declividade do Terreno e Uso do Solo.

Baseada em RANIERI (1996) e BERTONI & LOMBARDI (1993), foram ponderadas as categorias inseridas nas imagens de Pedologia e de Declividade do Terreno. Nesse momento, a aplicação de experiência e conhecimentos profissionais contribuiu para a escolha de valores adequados, possibilitando a construção de cenários coerentes e confiáveis. Estão apresentados, na tabela 1, os valores atribuídos às categorias componentes dos fatores de indução adotados para elaboração dos cenários de potenciais agrícolas.

Os cenários das potencialidades agrícolas da área de estudo resultaram da superposição das imagens de Pedologia, Declividade do Terreno e Uso do Solo, reclassificadas segundo os atributos da tabela 1. Foram definidos dez cenários diferenciados pela operação matemática utilizada na superposição, e por pesos associados aos fatores de indução adotados. Nos oito primeiros cenários, foram realizadas operações de soma atribuindo-se diferentes pesos a cada fator de indução. O nono cenário originou-se da média geométrica dos fatores de indução, sem atribuição de pesos. Finalmente, o décimo cenário resultou da multiplicação dos fatores de indução, também sem atribuição de pesos.

Na elaboração dos cenários 1 a 8, foram utilizados diferentes pesos para cada fator de indução, de maneira a representar a importância relativa entre eles. Assim, pesos maiores foram atribuídos aos fatores de indução que se desejavam valorizar, possibilitando a elaboração de diferentes cenários. A magnitude dos pesos adotados deve refletir a relevância daquele fator de indução frente ao problema a ser analisado. Na tabela 2, apresentam-se os pesos e as operações matemáticas utilizadas em cada cenário.

TABELA 1: Ponderação das categorias componentes dos Fatores de Indução Agrícola.

Fatores de Indução	Categorias	Atributos
Pedologia	Lat. Verm. Amarelo	5
	Lat. Verm. Escuro	5
	Lat. Roxo	5
	Areias Quartzosas	3
	Litólicos	1
	Hidromórficos	0
Declividade	0 - 5 %	5
	5 - 10 %	3
	10 - 20 %	2
	> 20 %	1
Uso do Solo	Campo Antrópico	5
	Pinheiros/Eucaliptos	4
	Cerrado	1
	Várzea	0
	Centros Urbanos	0

Fonte: Baseado em Alves (1997).

Definidas as áreas potenciais para uso agrícola, foram extraídas das mesmas as áreas sob restrição. Para tanto, cada um dos cenários foi superposto atribuindo valores nulos às áreas potenciais que estavam localizadas em regiões sob restrição.

Excluídas as áreas sob restrição, os cenários resultantes apresentaram, em toda a área de estudo, graus de potencialidade bastante diversificados, constituindo-se de imagens fragmentadas e com graus de potencialidade variando - num intervalo de números contínuos - entre 0 (zero) e 5 (cinco) nos cenários 1 a 9, e entre 0 (zero) e 125 (cento e vinte e cinco) no cenário 10. Para possibilitar a determinação de zonas ou regiões potenciais, em que predominassem as categorias de fatores de indução mais favoráveis, foram definidos blocos de potenciais. A classificação das áreas em blocos potenciais baseou-se em intervalos cujos limites inferiores constituíram-se de 100%, 90%, 80%, 70% do grau máximo de potencialidade em cada cenário. Os intervalos utilizados, bem como as respectivas classificações dos blocos potenciais, estão apresentados na tabela 3.

TABELA 2: Pesos e operações matemáticas utilizados nos cenários agrícolas

Cenários Agrícolas	Pesos dos Fatores de Indução			Operação Matemática
	Pedologia	Declividade	Uso do Solo	
1	0.3333	0.3333	0.3333	Soma Ponderada
2	0.4	0.3	0.3	
3	0.3	0.4	0.3	
4	0.3	0.3	0.4	
5	0.5	0.3	0.2	
6	0.2	0.5	0.3	
7	0.3	0.2	0.5	
8	0.5	0.25	0.25	
9	-	-	-	Média Geométrica
10	-	-	-	Multiplicação

Fonte: Alves (1997).

TABELA 3: Classificação dos blocos potenciais e intervalos dos graus de potenciais dos cenários agrícolas

.Classificação		Intervalos dos Graus de Potenciais	
Blocos Potenciais	Atributos	Cenários 1 a 9	Cenário 10
Máximo	5	$Gr \geq 5$	$Gr \geq 125$
Alto	4	$4,5 \leq Gr < 5$	$112,5 \leq Gr < 125$

Médio	3	$4,0 \leq Gr < 4,5$	$100 \leq Gr < 112,5$
Baixo	2	$3,5 \leq Gr < 4,0$	$87,5 \leq Gr < 100$
Muito Baixo	1	$Gr < 3,5$	$Gr < 87,5$

Fonte: Alves (1997).

Os cenários agrícolas apresentaram-se bastante sensíveis à atribuição de pesos aos fatores de indução adotados, bem como às operações matemáticas (explicitadas na tabela 2) ou formas de associação dos fatores de indução aplicadas na implementação dos mesmos. Tais possibilidades resultaram numa visível variação dos cenários. Certamente, outros cenários poderiam ser elaborados incluindo, nos procedimentos, outros fatores de indução, com diferentes pesos, e outras ponderações de suas categorias.

Os cenários foram analisados em grupos caracterizados pelo arranjo de pesos atribuídos aos fatores de indução ou pela operação matemática adotada. Assim, os cenários foram reunidos em quatro grupos:

- Grupo A - esse grupo foi formado pelos cenários construídos a partir da variação dos pesos dos fatores de indução, alterando-se a ordem de relevância dada a cada fator de indução. Constituiu-se dos cenários 5, 6 e 7, aos quais foram incorporadas, respectivamente, as seguintes ordens de importância dos fatores de indução: Pedologia > Declividade > Uso do Solo; Declividade > Uso do Solo > Pedologia; e Uso do Solo > Pedologia > Declividade;
- Grupo B - formado pelos cenários 2, 3 e 4, construídos a partir da atribuição de um peso maior a um dos fatores de indução, e pesos iguais aos demais.
- Grupo C - esse grupo, foi avaliada a influência da magnitude dos pesos atribuídos aos fatores de indução, sendo mantida a ordem de relevância dos mesmos. Foram analisados os seguintes subgrupos: cenários 4 e 7; cenários 3 e 6; e cenários 2, 5 e 8.
- Grupo D - os cenários 1, 9 e 10 formaram este último grupo, que caracterizou-se pela diferenciação entre as operações matemáticas aplicadas, mantendo-se iguais, os pesos atribuídos aos fatores de indução.

Para auxiliar a análise dos cenários, estão apresentadas, na tabela 4, as dimensões das áreas, em hectares, ocupadas por cada bloco potencial em cada um dos cenários agrícolas. A partir desses valores foram calculadas as áreas relativas para cada bloco, correspondendo às porcentagens representativas das dimensões de cada bloco em relação à área total da região de estudo. As áreas relativas foram empregadas na análise comparativa dos cenários.

Com os resultados obtidos, representativos dos cenários do grupo A - verificou-se que apenas no cenário 7 protegeram-se as áreas de cerrado por completo, classificando-as com potencial Muito Baixo. Devido ao maior peso atribuído ao Uso do Solo, neste cenário, e à homogeneidade da imagem representativa deste fator de indução, os blocos de potenciais apresentaram-se pouco fragmentados, principalmente o potencial Médio, que ocupou extensas áreas.

Já no cenário 6, em que foi atribuído menor peso à Pedologia e maior peso à Declividade, foram definidas extensas áreas classificadas em Alto potencial, influenciado pela ocorrência de baixas declividades na região, às quais foi atribuída alta ponderação. Nesse aspecto, o cenário 6 diferenciou-se bastante dos demais cenários. O cenário 5 apresentou-se como o menos favorável à agricultura do grupo A. Suas porcentagens de áreas classificadas em Máximo e Alto potencial somaram 11,11%, valor bem inferior às somas apresentadas nos cenários 6 e 7, respectivamente, 33,17% e 18,54%.

SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.
GRAMADO, RS, DE 5 A 8 DE OUTUBRO DE 1998

TABELA 4: Informações para análise dos cenários agrícolas.

Cenários	Dimensões das áreas por bloco potencial (ha)									
	Máximo	%	Alto	%	Médio	%	Baixo	%	Muito Baixo	%
1	1.381,44	8,86	350,30	2,25	6.224,13	39,90	1.803,31	11,56	2.489,25	15,96
2	1.381,44	8,86	350,30	2,25	5.407,19	34,66	2.618,13	16,78	2.491,37	15,97
3	1.381,44	8,86	350,30	2,25	5.417,13	34,73	2.585,06	16,57	2.514,50	16,12
4	1.381,44	8,86	350,30	2,25	6.224,13	39,90	1.721,81	11,04	2.570,75	16,48
5	1.381,44	8,86	350,30	2,25	5.777,88	37,04	1.247,62	8,00	3.491,19	22,38
6	1.381,44	8,86	3.791,38	24,30	1.980,75	12,70	2.470,80	15,84	2.624,06	16,82
7	1.381,44	8,86	1.509,43	9,68	5.566,43	35,68	1.590,13	10,19	2.201,00	14,11
8	1.381,44	8,86	1.509,43	9,68	4.753,56	30,47	2.405,94	15,42	2.198,06	14,09
9	1.381,44	8,86	350,30	2,25	4.600,19	29,49	2.917,06	18,70	2.999,44	19,23
10	1.381,44	8,86	-		350,30	2,25	-		10.516,69	67,41

Fonte: ALVES (1997).

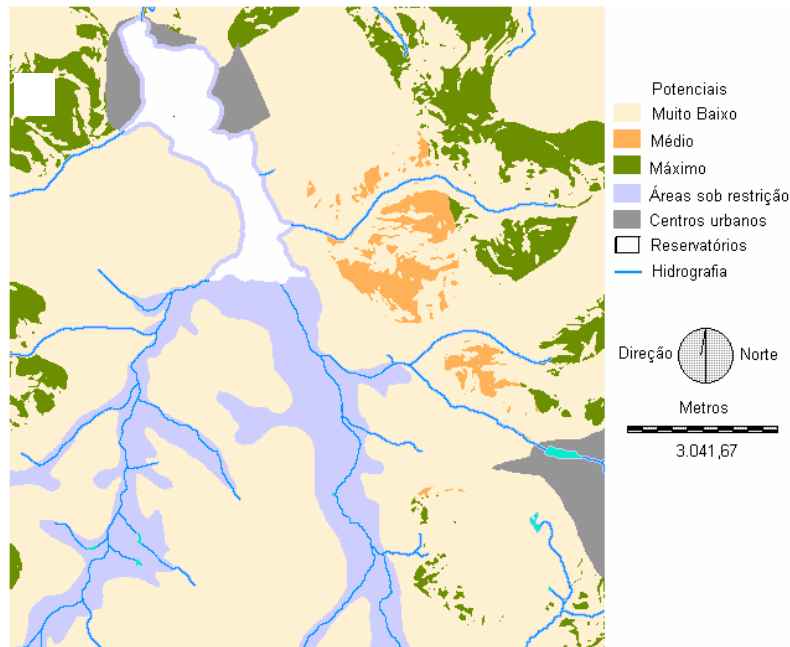


FIGURA 1: Cenário agrícola 10 - Multiplicação simples (sem pesos).
Fonte: Alves (1997)

A análise dos cenários do grupo D - demonstrado na Figura 1 - permitiu identificar as divergências decorrentes de alterações na forma de associação dos fatores de indução adotados. O cenário 10, obtido pela multiplicação dos fatores de indução sem atribuição de pesos, apresentou-se o mais restritivo, fato que pode ser constatado pelo alto índice de ocorrência de áreas classificadas com potencial Muito Baixo. Soma-se a isso, a indicação de áreas com potencial Médio, quando todos os demais cenários as classificaram com potencial Alto.

O caráter fortemente restritivo do cenário 10, foi atribuído ao uso da multiplicação como forma de associação dos fatores de indução, associado aos percentuais utilizados na instituição dos blocos potenciais. Observou-se que a multiplicação das ponderações dadas às categorias gerou um extenso intervalo de variação das pontuações resultantes, fazendo com que as pontuações variassem de 0 a 125, enquanto nos demais cenários as pontuações variaram entre 0 e 5. Quando foram aplicados os índices para instituição dos blocos potenciais (de 70% a 100% da pontuação máxima), boa parte das pontuações do cenário 10 foi enquadrada com potencial Muito Baixo, caracterizando-o como bastante restriti-

VO.

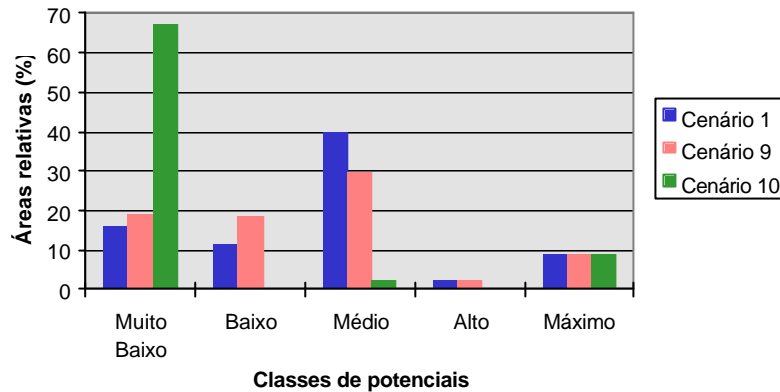


FIGURA 6: Comparação das áreas relativas dos blocos potenciais apresentados nos cenários 1, 9, e 10.

Pela análise das áreas relativas dos cenários 1, 9 e 10 - apresentadas na figura 6 - observou-se que não ocorreram grandes divergências entre os cenários 1 e 9, a não ser pela diferenciação na distribuição espacial dos blocos potenciais. No entanto, ficou evidente que o cenário 10 distinguiu-se bastante dos demais, ratificando seu caráter fortemente restritivo.

7 - CONCLUSÕES

A respeito do método e da área de estudo, analisando-se todos os cenários em geral, verifica-se que as áreas de cerrado foram preservadas, em zonas sob solos de Areias Quartzosas, através da classificação das mesmas em potencial Muito Baixo para ocupação agrícola. No entanto, as áreas de cerrado coincidentes com solos das categorias de Latossolos foram consideradas, nos cenários 5 e 8, como de potencial Médio, o que poderia ocasionar pressão de ocupação dessas áreas. Tais cenários caracterizaram-se pelo alto peso dado à Pedologia, seguida da Declividade do Terreno, sendo o fator de indução representado pelo Uso do Solo o menos relevante, o que permitiu que áreas de cerrado fossem consideradas com Médio potencial.

As áreas classificadas com potencial Máximo persistiram em todos os

cenários, sinalizando que independentemente dos pesos ou das operações matemáticas aplicadas, aquelas zonas seriam classificadas com alto grau de potencial. Tais áreas caracterizaram-se pela coincidência ou interseção das categorias de fatores de indução, as mais favoráveis, resultando numa forte aptidão para o desenvolvimento da atividade agrícola.

Uma importante conclusão é a possibilidade de considerar a escassez relativa dos fatores ambientais, e não apenas dos recursos hídricos, para melhor eficiência alocativa dos recursos hídricos, inclusive da água, no processo de irrigação. Assim, quanto mais restritivos os fatores ambientais, indicando uma menor aptidão para a irrigação, maior o valor a ser cobrado, provocando estímulos a implantação da irrigação em áreas com máximo potencial e, portanto, com resultado ambiental e econômico mais favorável.

8 - BIBLIOGRAFIA

- ALIER, J.M. (1996). Curso de Economía Ecológica. México, D.F. Red. de Formación Ambiental del PNUMA/ Material docente/.
- ALVES, C.M.A (1997). A ponderação dos fatores ambientais – com uso de SIG – na localização de atividades econômicas e na cobrança pelo uso da água para irrigação. Dissertação Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, USP.
- ARAÚJO, J.C. (1996). Estudos de tarifa d'água e hidrológicos. Fortaleza, CNPq/COGERH./Relatório de Estudos/
- BISWAS, A.K. (1980). Water: A Perspective on Global Issues and Politics. In: ABU-ZEID, M.A.; AMER, M.H.; BISWAS, A.K.; SAMAHA, M.A.H., eds. Water Management for Arid Lands in Developing Countries. Oxford/New York, Pergamon Press. p. 9-27.
- EL-ASHRY, M.T. (1994). Water Resources Management for the Next Century. Interciencia, v.19, n.3, p. 117-119, mai.-jun.
- EL-SERAFY, S.; LUTZ, E. (1988). Environmental and Resources Accounting: An Overview. Environmental Department Working Paper n.6. The World Bank, Washington, D.C.
- LOUCKS, P., ed. (1994). Water Resources Management: focusing on Sustainability. Paris, UNESCO. /Technical Document in Hydrology, International Hydrological Programme/
- MAY, P.H. (1988). Irrigação e/ou Reforma Agrária no Nordeste? Cadernos de Estudos Sociais, Recife, v.4, n.2, p. 219-234.
- MOTTA, R.S.; RUITENBEEK, J.; HUBER, R. (1996). Uso de Instrumentos Econômicos na Gestão Ambiental da América Latina e Caribe: Lições e Recomendações. Rio de Janeiro, IPEA./Texto para Discussão n.440/
- RANIERI, S.M.L. (1996). Avaliação de métodos e escalas de trabalho para de-

- terminação de risco de erosão em bacia hidrográfica utilizando sistema de informações geográficas (SIG). 128p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- RODRIGUES, G.S.; PARAÍBA, L.C.; BUSCHINELLI, C.C. (1997). Estimativa da Carga Contaminante de Pesticidas e Nitrato para as Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo. *Pesticidas: revista técnico-científica*. v.7, jan./dez.
- SOUZA, M.P. de (1995). A Cobrança e a Água como Bem Comum. *RBE - Caderno de Recursos Hídricos*, v.13, n.1, p. 25-55, jun.
- TIETEMBERG, T.H. (1994). Administrando a Transição para um Desenvolvimento Sustentável: O Papel dos Incentivos Econômicos. In: MAY, P.H.; MOTTA, R.S., orgs. *Valorando a Natureza: Análise Econômica para o Desenvolvimento Sustentável*. Rio de Janeiro, Editora Campus Ltda. Cap. 6, p. 93-109.
- TIVY, J. (1990). *Agricultural Ecology*. Singapura, Longman Singapore Publishers Ltd.
- TOLMASQUIM, M.T. (1995). Economia do Meio Ambiente: Forças e Fraquezas. In: CAVALCANTI, C., org. *Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma Sociedade Sustentável*. São Paulo, Cortez / Recife, Fundação Joaquim Nabuco. Cap. 17, p. 323-341.
- YOUNG, R.A. (1986). On the Allocation, Pricing and Valuation of Irrigation Water. In: NOBE, K.C.; SAMPATH, R.K., eds. *Irrigation Management in Developing Countries: Current Issues and Approaches*. Boulder/London, Westview Press. Cap. 6, p. 151-178.