

SGI COMO INSTRUMENTO COMPLEMENTAR NA AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL DA AGRICULTURA

MIRANDA, E. E.; DORADO, A. J.; MIRANDA, J. R. (*) & FRANZONI, M.

ECOFORÇA - Pesquisa e Desenvolvimento

Rua José Inocêncio de Campos, 148 - Cambuí - Campinas - SP - Brasil. CEP: 13024-230.

Fone: 0192-552284. Fax: 0192-540343.

E-mail: ECOF@BRFAPESP.BITNET

(*) Núcleo de Monitoramento Ambiental - NMA/EMBRAPA

Rua José Soares de Arruda, 803 - Pq. São Quirino - Campinas - SP Brasil. CEP: 13088-300

Fone: 0192-53-1363. Fax: 0192-54-1100.

ABSTRACT

Evaluate the sustainability of various production' systems, interacting at a regional scale is a complex task. Various methodological questions are related to scales of time and space. There is a lack of methodology that would permit the environmental impact assessment of the production' systems, considering them integrated in ecological and social-economic systems more extensive of the spacial and temporal point of view. With the support of IDRC from Canada, RIMISP from Chile and NMA/EMBRAPA from Brazil, ECOFORCE developed a methodology to characterize and to evaluate the environmental impact assessment of the agricultore, supported by GIS. This work was executed over small farms with diferents production's systems. At a county scale, the land use and technical records were spacialy articulated, using GIS. There were generated 32 maps of environmental impact assessment of the agriculture activity, by resourses and inputs.

RESUMO

Avaliar a sustentabilidade de vários sistemas de produção interagindo em escala regional é tarefa complexa. Vários desafios metodológicos estão relacionados com escalas de tempo e espaço. Existe uma carência de metodologias para avaliar o impacto ambiental dos sistemas de produção, integrados em sistemas ecológicos e sócio-econômicos mais amplos do ponto de vista espacial e temporal. Com o apoio do CIID do Canadá, do RIMISP do Chile e do NMA da EMBRAPA, a ECOFORÇA desenvolveu uma metodologia de caracterização e avaliação do impacto ambiental da agricultura baseada no uso de SGI. O projeto foi executado sobre conjuntos de pequenas propriedades com diferentes sistemas de produção. Na escala municipal articulou espacialmente, via SGI, o uso das terras e os coeficientes técnicos dos sistemas de produção aferentes. Foram geradas 32 cartas de impacto ambiental da atividade agrícola, por recursos e insumos.

INTRODUÇÃO

Avaliar o impacto ambiental de um sistema de produção é uma tarefa complexa. Ainda não existem parâmetros e métodos suficientemente definidos. Em primeiro lugar existe um conflito entre a escala da pequena propriedade rural e a escala da paisagem rural (Forman & Godron 1981). A pesquisa agrícola e a extensão rural têm definido e proposto sistemas de produção sustentáveis a nível de uma propriedade rural: pouco impacto ambiental, baixo consumo de recursos naturais, grande excedente de produção, boa produtividade, etc. Porém, quando esses sistemas são generalizados, a nível de uma bacia hidrográfica ou de uma região, podem se converter numa tragédia, provocando esgotamento de aquíferos, generalização de processos erosivos, quedas de preço por excesso de oferta, aumento de pragas e doenças, etc. (Redclif 1989). Trata-se de sistemas eficientes na pequena escala mais irreproduzíveis numa escala ampla.

O impacto ambiental de um sistema de produção não é o mesmo quando considerado sobre um conjunto de propriedades. Ao nível de campo ou parcela já existem parâmetros e experiências disponíveis para avaliar-se aspectos de impacto ambiental. Para conjunto de campos e propriedades, na escala da paisagem, não existem métodos ou metodologias que possam integrar em forma adequada uma grande variedade de dados agroecológicos e sócio-econômicos.

Muitos sistemas agrícolas, denominados sustentáveis, estão baseados numa externalização dos custos ambientais da produção. Aparecem com boa sustentabilidade ambiental na medida que não se avalie, com rigor e de forma circunstanciada, seu impacto ambiental no conjunto dos sistemas ecológicos, agrícolas e sócio-econômicos (Viglizzo & Roberto 1989) com os quais interage. Frequentemente atividades como a produção frutícola, a floricultura, a criação de camarões, de suínos, complexos agroindustriais de álcool e açúcar, etc., apresentam um forte impacto ambiental nos cursos de água, nos aquíferos de regime hipodérmico, na qualidade do ar e na saúde humana. A internalização de esses custos tornaria inviáveis muitos de esses sistemas, mesmo que fosse exigida somente uma reposição parcial dos recursos naturais consumidos ou afetados. Simples mudanças nas legislações ambientais têm tornado inviáveis sistemas considerados como sustentáveis.

A essas dificuldades de integrar vários níveis de percepção espacial, na avaliação dos sistemas de produção, acrescentam-se as questões de escala temporal (Tricart & Kilian 1979). Os ciclos da produção agrícola raramente correspondem aos de avaliação ou monitoramento dos fenômenos ambientais (pedogênese, morfogênese, perda de fertilidade, compactação, acidificação, redução da biodiversidade, assoreamento de rios, etc.). Tanto no sentido de reconstituir histórias passadas, como para realizar projeções e simulações sobre o futuro dos sistemas de produção, raramente se consegue integrar variáveis ambientais. Geralmente elas se exprimem de forma qualitativa e quantitativa e exigem uma expressão georreferenciada, que os modelos estritamente numéricos não são capazes de traduzir. A análise da dinâmica espaço-temporal do uso das terras numa região é o exemplo típico de uma questão cujo tratamento, estritamente numérico, se apresenta insuficiente.

Este trabalho propõe valorizar a utilização da ferramenta metodológica, que representam hoje os sistemas de informações geográficas (SGI), na avaliação do impacto ambiental da agricultura, no município de Campinas, a partir de uma articulação espaço-temporal entre o uso das terras e os sistemas de produção existentes.

OBJETIVOS

O principal objetivo de este trabalho foi desenvolver uma metodologia de caracterização e avaliação do impacto ambiental da agricultura, sobre conjuntos de pequenas propriedades com diferentes sistemas de produção, na escala micro-regional (município). Suas metas foram:

- 1 - Desenvolver uma metodologia, apoiada em SGI, para caracterizar, de forma integrada, a capacidade de uso agrícola dos recursos solo, água e vegetação, em escala micro-regional.
- 2 - Consolidar uma metodologia de caracterização do uso atual das terras e dos principais sistemas de produção, que valorize os recursos instrumentais oferecidos pelo SGI.
- 3 - Desenvolver uma metodologia, apoiada em SGI, de caracterização do impacto ambiental da atividade agrícola, em escala micro-regional.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

O município de Campinas (47°05' e 46°54' de longitude Oeste e 22°45' e 22°53' de latitude Sul), com cerca de 800 km², apresenta em sua maior parte uma topografia extremamente variável. As grandes diferenças hipsométricas, com altitudes indo de 580 metros a aproximadamente 1.000 metros ocorrem sobretudo na sua porção leste. Geologicamente Campinas situa-se entre a depressão periférica (terrenos sedimentares da Era Paleozóica, dos períodos Permiano e Carbonífero, e da Era Mesozóica) e o embasamento cristalino da "Serra do Mar" (Pré-Cambriano). A área urbanizada ocupa 25% do município de Campinas, com evidências de conurbação com Sumaré, Americana, Paulínia, etc. A Região Metropolitana de Campinas é hoje o terceiro centro industrial do país. A hidrografia da região de Campinas se encontra sob um grau de encaixamento variando entre 50 e 150 metros, entre espigões e talvegues. O clima tropical, é modificado pela altitude que induz um certo caráter sub-tropical. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo mesotérmico com verões quentes e estação seca de inverno (Cwa).

Logiciais

Todo o trabalho foi realizado em uma estação de trabalho através do logicial do INPE/ENGESPAÇO: Sistema de Informações Geográficas (SGI) e Sistema de Tratamento de Imagens de Satélite (SITIM).

Principais etapas metodológicas

Capacidade de uso das terras

Para a avaliação e mapeamento da capacidade de uso agrícola das terras com base em SGI, foi considerado que existem algumas metodologias consagradas para avaliar e mapear a capacidade de uso agrícola dos solos. Neste caso optou-se pela denominação terras, pois sua base será mais ampla que a pedológica, incluindo aspectos hídricos e de relevo,

com procedimentos de mapeamento principalmente digitais. As principais etapas metodológicas e operacionais que foram aplicadas, provadas e avaliadas são as seguintes:

Digitalização das curvas de nível (cartas 1:50.000); geração digital pelo SGI do mapa hipsométrico, mapa de declividades e pedológico em campo; digitalização do mapa pedológico; geração digital pelo SGI do mapa de erodibilidade; geração digital pelo SGI do mapa de aptidão agrícola; geração do mapa hidrográfico, bacias e sub-bacias; digitalização do mapa hidrográfico, bacias e sub-bacias; Geração, em campo, do mapa de hábitos; digitalização do mapa de hábitos; integração dos mapas de aptidão e hábitos, usando as rotinas de manipulação e consulta do SGI; análise, checagem e síntese sobre os métodos de avaliação da capacidade de uso das terras.

Uso das terras

O uso das terras é muito diversificado em Campinas. Os sistemas de produção vinculados a cada uso variam conforme o tipo de produtor rural. O número de estabelecimentos agrícolas no município de Campinas é de 637, ocupando uma área de 36.291 ha. Os pequenos agricultores do município (propriedades menores de 50 ha.), representam 77,9% do total dos estabelecimentos agrícolas, concentrando 4.547 ha. (12,0% das terras disponíveis).

A caracterização do uso atual das terras e dos principais sistemas de produção, com base em SGI, foi realizada a partir de imagens multi-espectrais de satélite (LANDSAT TM 5 e SPOT), de cartas topográficas do IBGE e de confirmações em campo. As principais etapas metodológicas e operacionais que foram aplicadas, provadas e avaliadas são as seguintes:

- 1 - Elaboração das referências do mapa, caracterizando os principais usos atuais das terras, em função do tipo de cobertura vegetal, desde os mais estáveis (florestas, reflorestamentos, lagos, etc.), até os mais instáveis (culturas anuais).
- 2 - Delimitação preliminar dos principais agroecossistemas da região de Campinas, a partir de imagens de satélite LANDSAT TM e SPOT, em combinação de falsa cor, em escala 1:100.000.
- 3 - Tratamento digital das imagens de satélite no SITIM, para a realização de análise.
- 4 - Combinação do tratamento visual e do digital em cerca de 10 temas, tipos de uso ou ecossistemas e agroecossistemas.
- 5 - Verificações aéreas e terrestres. Identificação e mapeamento dos usos agrícolas de forma definitiva.
- 6 - Digitalização do mapa de uso das terras.
- 7 - Identificação e descrição dos principais sistemas de produção (ECOFORÇA vem realizando um levantamento sistemático do município, ao nível dos pequenos produtores, complementado com dados referentes aos médios e grandes agricultores, seguindo as metodologias aplicadas com sucesso pela equipe em outras regiões do Brasil (Miranda 1985, Miranda 1990).
- 8 - Mapeamento da repartição espacial dos principais sistemas de produção em interação com o uso das terras.
- 9 - Quantificação da importância relativa dos sistemas de produção, em função da área ocupada e as propriedades envolvidas.
- 10 - Avaliação da variabilidade dos sistemas de produção, no interior dos principais usos de terras e mapeamento das isolinhas de produção e produtividade.

- 11- Qualificação e classificação dos impactos ambientais dos sistemas de produção em diretos e indiretos, temporários e permanentes, locais e regionais.
- 12- Quantificação dos impactos ambientais dos sistemas de produção para um hectare de cada tipo de uso, apoiado nos trabalhos de campo e em dados de literatura.
- 13- Criação de um banco de dados numéricos, não georreferenciado, com os principais impactos ambientais dos sistemas de produção.
- 14- Análise, verificação e síntese dos métodos de caracterização do uso atual das terras e dos principais sistemas de produção.

Avaliação de impacto ambiental

A avaliação e mapeamento do impacto ambiental das atividades agrícolas com base em SGI, a través das rotinas disponíveis, foram realizados por cruzamentos entre o grupo de dados numéricos, sobre os sistemas de produção e a base de dados cartográficos no SGI. O objetivo foi avaliar, dentro de diferentes situações, o impacto ambiental das atividades agrícolas sobre o solo, o ar, as águas de superfície, a fauna e a vegetação natural.

Esse banco de dados foi articulado, a través do SGI, com as unidades de uso das terras mapeadas, dentro de três situações (uma de máxima, uma de mínima e uma média). Por exemplo: uma hectare de cana-de-açúcar utiliza no mínimo 4 litros de herbicidas. Isto permite projetar cartograficamente, no mapa de uso e da rede hidrográfica, uma determinada quantidade provável de herbicida nas águas de superfície. Um cenário médio ou um de máxima também podem ser simulados.

As principais etapas metodológicas e operacionais aplicadas, provadas e avaliadas foram as seguintes:

- 1 - Geração dos mapas de impacto ambiental para cada tipo de uso das terras ou sistema de produção dominante, em termos de solos.
- 2 - Geração dos mapas de impacto ambiental para cada tipo de uso das terras ou sistema de produção dominante, em termos de ar.
- 3 - Geração dos mapas de impacto ambiental para cada tipo de uso das terras ou sistema de produção dominante, em termos de recursos hídricos superficiais.
- 4 - Geração dos mapas de impacto ambiental para cada tipo de uso das terras ou sistema de produção dominante, em termos de fauna.
- 5 - Geração dos mapas de impacto ambiental para cada tipo de uso das terras ou sistema de produção dominante, em termos de vegetação.
- 6 - Verificações aéreas e terrestres. Implementação de três cenários de impacto ambiental (mínimo, médio e máximo), para cada recurso natural.
- 7 - Geração de um mapa de síntese final sobre os impactos ambientais de cada sistema de produção, a partir dos mapas dos impactos para cada tipo de recurso natural (solo, ar, águas superficiais, fauna e vegetação).
- 8 - Consolidação de esses mapas num único mapa, sobre as áreas críticas de impacto ambiental, das atividades agrícolas por recurso.
- 9 - Análise, verificação e síntese dos métodos de avaliação do impacto ambiental das atividades agrícolas, dos principais sistemas de produção.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

1 - Os resultados obtidos são essencialmente de natureza cartográfica e difíceis de serem apresentados num trabalho desta natureza. Foram gerados 32 mapas temáticos e sintéticos sobre o impacto ambiental das atividades agrícolas por recursos, insumos e sistemas ecológicos envolvidos na escala 1:50.000.

2 - O maior interesse do uso do SGI neste trabalho foi a articulação estabelecida entre as unidades de uso das terras (geocodificadas) e os sistemas de produção praticados (base de dados constituída com os indicadores técnicos obtidos nas propriedades rurais).

3 - Todas as cartas relativas aos impactos ambientais da atividade agrícola em Campinas foram construídas no SGI, em base a essa dupla articulação. A dificuldade maior está nos casos em que a um uso de terras correspondem dois ou três sistemas de produção diferentes (p. e. pastagens x sistemas de produção pecuária). Para conseguir a espacialização dos coeficientes técnicos nesses casos, foi necessária uma articulação mínima entre o uso das terras e o cadastro rural.

4 - Em relação à integração cartográfica (combinação de vários mapas temáticos), no caso da versão do SGI utilizado, é necessária a construção de um extenso arquivo de regras prevendo todas as combinações possíveis e prováveis dos temas bem como dos resultados decorrentes. Essa etapa necessitou uma grande participação de especialistas em ecologia, pedologia, agronomia, climatologia, etc.

5 - A equipe pretende no futuro examinar a possibilidade de criar, por tipos de agroecossistemas, alguns sistemas especialistas para simplificar essas caracterizações. Esta atividade, se realizará em forma integrada com a capacidade do uso agrícola dos recursos solo, água e vegetação em áreas de pequena agricultura e em escala micro-regional. Baseados em SGI, esses sistemas evitariam as pesadas construções atuais de arquivos de regras.

6 - Os resultados do projeto e as checagens de campo permitem considerar suficientemente consolidada a metodologia de caracterização do uso atual das terras e dos principais sistemas de produção e os impactos ambientais decorrentes. A base do estudo foram os recursos instrumentais oferecidos pelo SGI. Seria difícil imaginar outra forma de realizar este trabalho em áreas de pequena agricultura, em escala micro-regional, sem o uso de um SGI.

7 - A metodologia, apoiada em SGI, de caracterização do impacto ambiental da atividade agrícola em escala micro-regional, obteve resultados simples e pertinentes, no tocante ao impacto individual dos insumos agrícolas (herbicidas, nitrogênio, poeira, etc.), sobre o solo, a água e o ar. Os pontos relativos à vegetação natural foram desenvolvidos unicamente sobre desmatamentos e queimadas. A questão da fauna limitou-se a uma avaliação da interação entre usos das terras, sistemas de produção e principais habitats faunísticos mapeados. Todos esses aspectos deverão ser mais desenvolvidos no futuro. O trabalho é muito mais que uma simples comparação de capacidade de uso das terras com uso atual, mas também não chega a ser um balanço ambiental completo de todos os recursos envolvidos.

8 - O trabalho ajudou na definição dos fenômenos que precisam ser sustentados a nível da região. Ao mesmo tempo, identificou as melhores variáveis ou indicadores para monitorar esses fenômenos e definiu os valores numéricos, a partir dos quais poder-se-ia considerar sustentável ou não um sistema de produção no contexto micro-regional. Esses resultados contribuem significativamente para uma metodologia de avaliação da sustentabilidade agrícola em escala micro-regional.

9 - Este trabalho, no seu curto período de execução, não conseguiu verificar a estabilidade dos sistemas de produção utilizados, em termos de componentes e de desempenho. Neste sentido se analisou, com maior rigor graças ao SGI, os aspectos espaciais (nível micro-regional) do impacto ambiental da agricultura. Os aspectos de variabilidade temporal dos impactos ambientais deverão ser objeto de estudos posteriores.

BIBLIOGRAFIA

- Forman, T. T. R. & Godron, M., 1981. **Patches and structural components For a Landscape Ecology**. BioScience, Baltimore, 31(10):733-740.
- Miranda, E. E. de, 1985. **Diferenciação camponesa e tipologia de produtores (Município de Euclides da Cunha)**. Salvador : EMATER-BA/EMBRAPA-CPATSA/SEPLANTEC-CAR. 42p. (Pesquisa e Desenvolvimento, 8).
- Miranda, E. E. de, 1990. Tipificación de los pequeños agricultores: ejemplo de la metodología aplicada a los productores de frijol de Itararé, San Pablo, Brasil. In: ESCOBAR, G; BERDEGUÉ, J (ed.). **Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola**. Santiago de Chile : RIMISP. p.119-140.
- Redclif, M., 1989. **The Environmental Consequences of Latin America's Agricultural Development: some thoughts on the Bruntland Commission Report**. World Development, 17:365-77.
- Tricart, J. & Kilian, J., 1979. **L' éco-géographie et l' aménagement du milieu naturel**. Paris: Maspero. 325p.
- Viglizzo, E. F. & Roberto, Z. E., 1989. **Diversification, Productivity and Stability of Agroecosystems in The Semi-arid Pampas of Argentina**. Agricultural Systems, 31:279-290.