

## Análise preliminar da dinâmica de implantação de pivôs de irrigação central, de 1985-2005 na bacia hidrográfica do Alto rio das Mortes – MT, Brasil.

Suzy Mara Klemp<sup>1</sup>  
Peter Zeilhofer<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT  
Avenida Fernando Corrêa, s/nº Coxipó Cuiabá-MT, Brasil 78060-900  
Fone (65) 8128-7809  
<http://www.geografia.ufmt.br/>  
[suzy\\_klemp@yahoo.com.br](mailto:suzy_klemp@yahoo.com.br)  
[zeilhoferpeter@gmail.com](mailto:zeilhoferpeter@gmail.com)

**Abstract.** Present study aims the assessment of the spatio-temporal dynamics of the implantation of center pivot irrigations between 1985-2005 in the upper Rio das Mortes watershed, Mato Grosso state, in order to subsidy decision making in environmental licensing and water resource management. For the mapping, a total of 23 images from the Landsat 5 (E)TM (1985; 1990; 1995 e 2000, scenes 225/070, 225/071, 226/070 e 226/071) and CBERS CCD system (scenes 164/117, 165/117 e 165/118) was used. Imagery was rectified and visually interpreted using the ArcGis 9.0 (ESRI) software. In 1985, only a single irrigation was identified and numbers remained low until 1995 (4 irrigation). Since then, growth was intense increasing from 22 mapped irrigations in 2000 to 126 in 2005. Complete occupation of the watershed and high commodity prizes in the last decade are supposed to have motivated farmers to increase productivity by the implantation of irrigated cultures, causing first conflicts between water users in the watershed.

**Palavras-chave:** remote sensing, image processing, water resources sensoriamento remoto, processamento de imagens, recursos hídricos.

### 1. Introdução

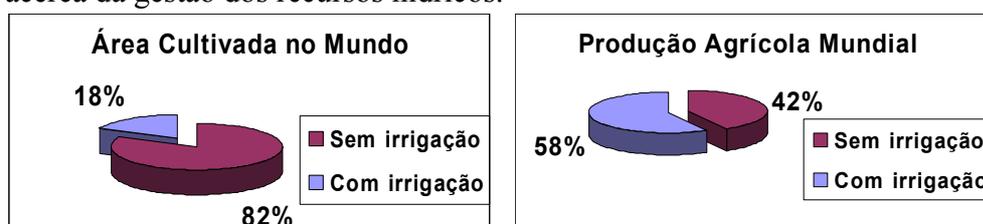
A sociedade atual é testemunha de grandes mudanças ocorridas na paisagem, em razão dos impactos gerados pelas atividades antrópicas sobre o meio ambiente. Deste modo torna-se cada vez mais relevante a compreensão da dinâmica de evolução desses processos. A identificação de fatores físicos e sócio-ambientais, correlatos com atividades causadoras de impactos pode possibilitar previsões espaço-temporais acerca da dinâmica desencadeada pelo Homem, e assim ser capaz de mitigar impactos.

Sendo a água um recurso essencial à vida em nosso planeta, e a irrigação a classe de uso que consome o maior volume de recursos hídricos, é necessário que a gestão desse recurso seja baseada em normas técnicas de gerenciamento, fundamentadas em informações espaço-temporais sobre irrigação, o que poderia auxiliar no processo de tomada de decisões, acerca da outorga de uso de recursos hídricos.

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecidos no inciso III, do art. 5º da Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Esse instrumento tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Quando o processo de outorga é finalizado com parecer positivo, é facultado ao outorgado (requerente) o direito de uso dos recursos hídricos por um período de 5 (cinco) anos.

Atualmente o processo de licenciamento (outorga) dos recursos hídricos para a irrigação no estado de Mato Grosso, não é fundamentado por critérios técnicos de gerenciamento do recurso, o que é agravado pelo fato de o período de maior demanda por água para a prática na região, coincidir com o período de menor disponibilidade hídrica, de maio a setembro, o que amplia os riscos de ocorrência de conflitos pelo uso da água.

A água é considerada um recurso finito, e dotado de valor econômico. É um recurso tão importante que define o desenvolvimento que uma região, país ou sociedade pode alcançar. Sendo a irrigação a classe de uso, que consome o maior volume de Recursos Hídricos, e que otimiza a produção da área plantada (Figura 1). O presente trabalho se propõe a estudar esta temática, a fim de contribuir para a utilização racional desse recurso, pois, segundo CÂMARA, (2002) compreender a distribuição espacial de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço constitui hoje um grande desafio para a elucidação de questões centrais acerca da gestão dos recursos hídricos.



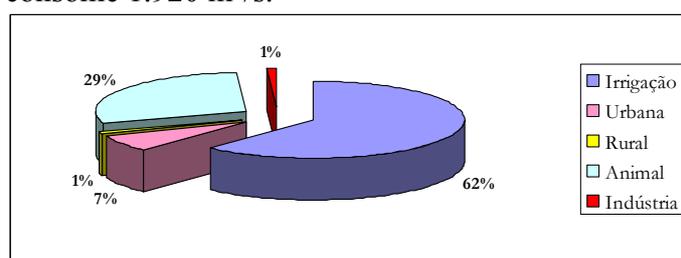
Fonte: (CHRISTOFIDIS, 2002)

Figura 1. Comparativo entre área plantada e produção agrícola no mundo.

Sendo assim, a idéia de realização deste estudo surgiu da necessidade de compreender a lógica que organiza os pivôs de irrigação no espaço ao longo do tempo, para dessa forma, oferecer contribuições aos processos de tomada de decisão no licenciamento dos recursos hídricos para irrigação. Nesse sentido objetivo central do presente estudo é compreender a dinâmica do vertiginoso crescimento da irrigação, por meio de sistemas centrais, de 1985-2005. Pois, perante a constituição todos os cidadãos têm os mesmos direitos, no entanto, os mananciais apresentam limites para a captação do recurso (vazão ecológica).

## 2. Caracterização da área em estudo

A bacia hidrográfica do Alto Mortes localiza-se na porção Sudeste Mato-grossense, e faz parte da bacia Tocantins-Araguaia. Seus principais contribuintes são o rio Cumbuco e o rio Suspiro, que nascem no município de Primavera do Leste. De acordo com a ANA (2007), a precipitação média anual da bacia é de 1.648 mm, e a vazão média é de 693 m<sup>3</sup>/s, a vazão mínima (Q95) de 281 m<sup>3</sup>/s. No que tange aos usos consuntivos (Figura 2), a irrigação consome 1.920 m<sup>3</sup>/s.



Fonte: (ANA, 2007).

Figura 2. Usos consuntivos na bacia hidrográfica do Alto Mortes.

Além de Primavera do Leste, o quarto maior produtor algodão e o sétimo maior de milho em 2003 SEPLAN (2004), a bacia sobrepõe porções dos municípios de Campo Verde, maior produtor de algodão, sexto maior produtor de milho em 2003 SEPLAN (2004), Jaciara, Poxoréu, Dom Aquino, Santo Antônio do Leste e Novo São Joaquim (figura 3).

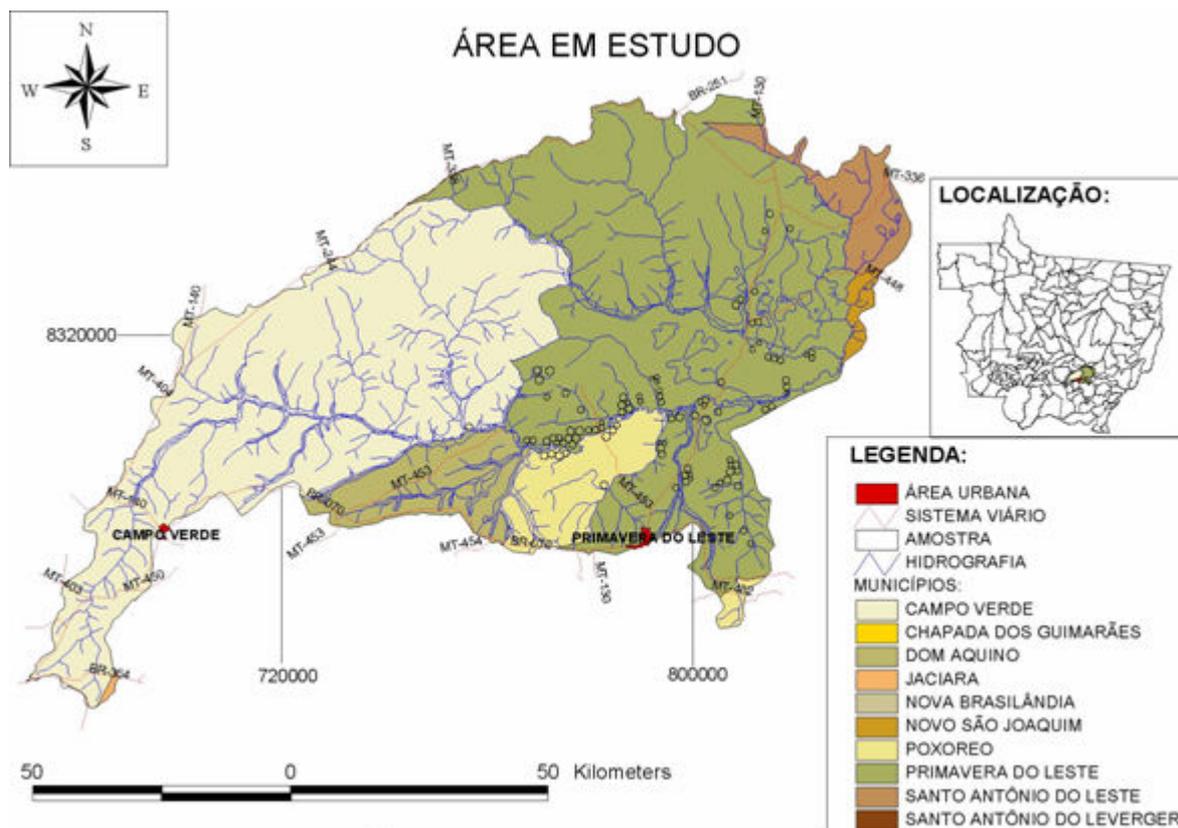


Figura 3. Bacia hidrográfica do rio das Mortes – MT, sobreposta pelas áreas irrigáveis por pivôs de irrigação central em 2005, municípios, hidrografia, sistema viário e áreas urbanas.

A irrigação por meio de pivôs centrais é o método mais utilizado na bacia do Alto Rio das Mortes (98% da área total irrigada), e constitui uma das áreas mais densamente ocupadas por este método no estado de Mato Grosso.

### 3. Metodologia de Trabalho

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foram utilizados os softwares ArcGis 9.0 (ESRI), Spring 4.1 desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e IDRISI Kilimanjaro (ClarkLab), para mapear os pivôs de irrigação central e georeferenciar as imagens multi-espectrais dos sistemas (Tabela 1):

Tabela 1. Imagens de sensoriamento remoto utilizadas no mapeamento das áreas irrigadas por pivô central.

Sistema sensor	Nr. imagens	Ano(s)	Cenas
Landsat TM	20	1985, 1990 1995, 2000	225/070, 225/071, 226/070, 226/071
CBERS CCD	03	2005	164/117, 165/117 e 165/118

Os Planos de Informação (PIs) Hidrografia e sistema viário disponibilizados pela Secretaria de Estado e Coordenação Geral (SEPLAN - MT), serviram de base para o georeferenciamento. A partir do PI Modelo Numérico de Terreno (MNT) da SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) foi delimitada a Bacia Hidrográfica do Alto Rio das Mortes.

Durante as análises foram consideradas variáveis explanatórias sócio-econômicas, como:

- Políticas de incentivo a agricultura, tais como linhas de financiamento para aquisição de maquinários, como o “Programa especial de Financiamento

Agrícola”, que visa o financiamento através de instituição financeira credenciada, para a aquisição de sistemas de irrigação etc;

- O “Programa de Incentivo à Irrigação e à Armazenagem – MODERINFRA”, que tem por objetivo apoiar o desenvolvimento da agricultura irrigada, ambos vinculados ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES);
- O valor de mercado da produção provenientes das principais monoculturas irrigadas da área em estudo, o desembolso anual e mensal de apoio à exportação do sistema BNDES;
- A cotação da moeda norte americana (dólar) no Brasil;
- O vazio sanitário;
- tendências de produção de Biocombustíveis.

Com a finalidade de compreender os processos que regem as mudanças ocorridas ao longo dos vinte anos de amostragem.

### 3. Resultados e Discussão

O pivô central foi construído pela primeira vez em 1948. Em 1949, seu inventor, Frank L. Zybach, submeteu o invento para ser analisado e finalmente foi patenteado em 1952, no Colorado, Estados Unidos. O pivô girava acionado por mecanismos de pistões movidos hidráulicamente pela água. O inventor produziu unidades até 1954, quando vendeu os direitos de fabricação para empresa americana *Valley*, localizada no estado de Nebraska. A partir de 1968, outra empresa (*Lindsay*) também iniciou a fabricação de pivôs e atualmente dividem a liderança do mercado mundial de pivôs. No Brasil existe fábricas subsidiárias de ambas empresas, sendo a Valmont (marca *Valley*) em Uberaba-MG e a *Lindsay* (marca *Zimmatic*) em Mogi Guaçu-SP. Estima-se que o mercado brasileiro seja da ordem de 800 unidades por ano. A grande aceitação do pivô central deve-se a vários fatores, entre eles:

- necessidade mínima de mão de obra;
- simplicidade de operação; adapta-se a terrenos planos e ondulados (até 20%);
- pode aplicar fertilizantes via água;
- também consegue irrigar de forma localizada desde que plantado em círculos (LIMA, 2008).

O sistema de pivô central (Figura 4) é o método mais utilizado, para irrigar em larga escala, na região Centro-oeste do Brasil, e conseqüentemente o que consome maior volume de recursos hídricos.

Consiste de uma única lateral, que gira em torno do centro de um círculo (pivô). Segmentos da linha lateral metálica são suportados por torres em formato de "A" e conectados entre si por juntas flexíveis. Um pequeno motor elétrico, colocado em cada torre, permite o acionamento independente destas. São sistemas que permitem alto grau de automação, e compostos por:

- unidade de bombeamento (elétrico ou diesel)
- adutora (PVC ou metálica)
- torre central do pivô
- linha lateral montada sobre torres móveis e estrutura metálica
- painel de comando na torre central
- aspersores ou sprayers



Figura 4. Sistema de irrigação central nas respectivas culturas: algodão, café e soja.

O suprimento de água é feito através do ponto pivô, requerendo que a água seja conduzida até o centro por adutora enterrada, ou que a fonte de água esteja no centro da área. Pivôs podem ser empregados para irrigar áreas de até 117 ha. O ideal, todavia, é que a área não ultrapasse 50 a 70 ha.

Na análise foi identificado o primeiro pivô de irrigação no ano de 1985 (Figura 5; 6), cinco anos mais tarde houve um aumento para quatro instalações.

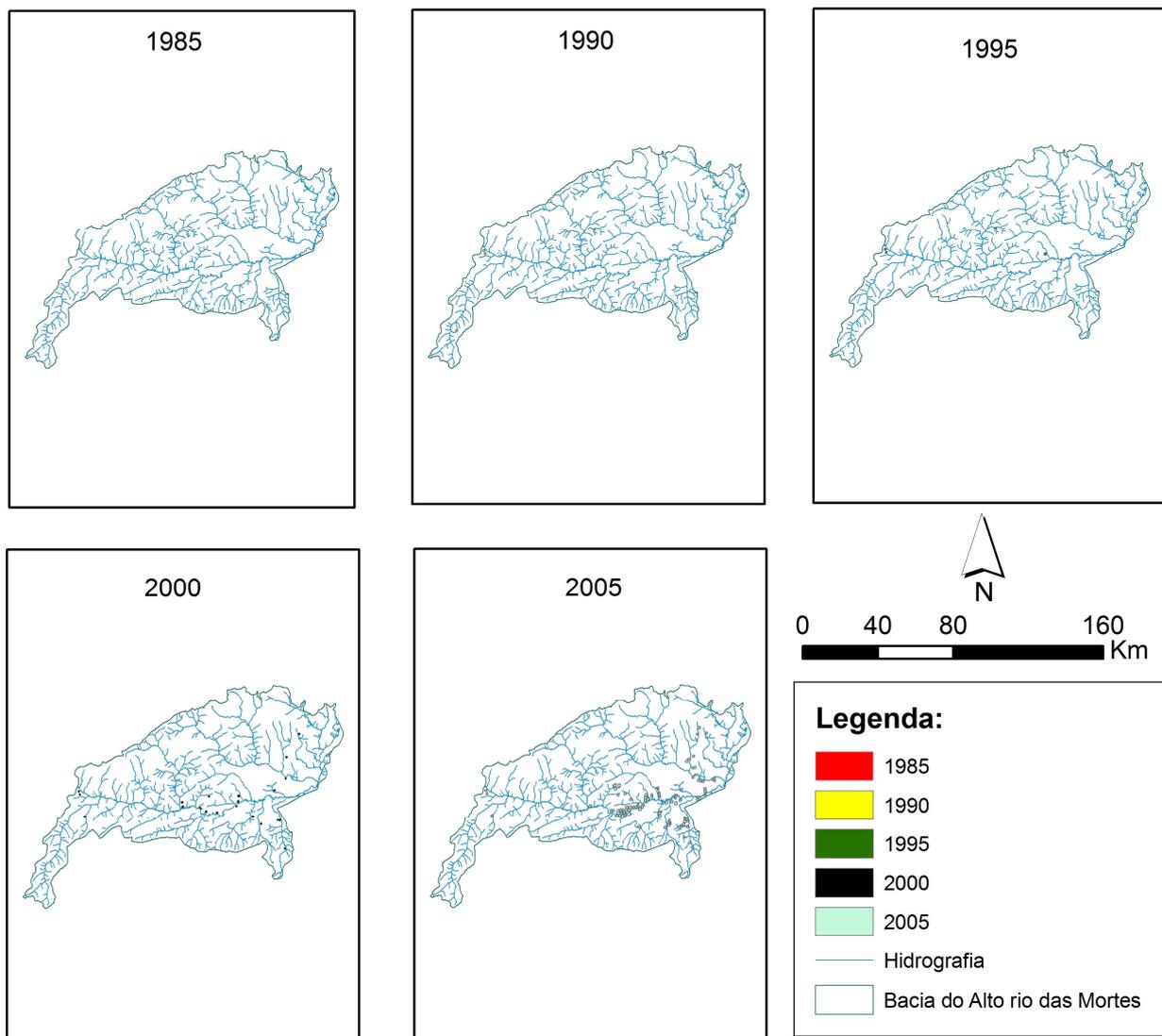


Figura 5. Crescimento da irrigação por pivôs central de 1985 a 2005 na bacia do Alto Rio das Mortes, MT.

Em 1995 o número de pivôs manteve-se estável (4). Em 2000 houve um incremento significativo de 18 pivôs na bacia, totalizando 22 instalações. Já em 2005 o crescimento foi muito intenso, de mais de 5 vezes, totalizando 131 pivôs. Assim a bacia hidrográfica do Alto rio das Mortes tornou-se a área mais irrigada do Estado de Mato Grosso.

O crescimento vertiginoso da atividade resultou em primeiros conflitos entre os irrigantes nos Ribeirões do Sapé e Várzea Grande, ambas sub-bacias do Alto Rio das Mortes, localizadas nos limites do município de Primavera do Leste – MT. Para mitigação foi aprovado em 2003 o regimento interno do comitê das Sub-Bacias Hidrográficas dos Ribeirões do Sapé e Várzea Grande, o primeiro comitê de bacias do Estado, pela RESOLUÇÃO Nº 001, de 14 de novembro de 2003.

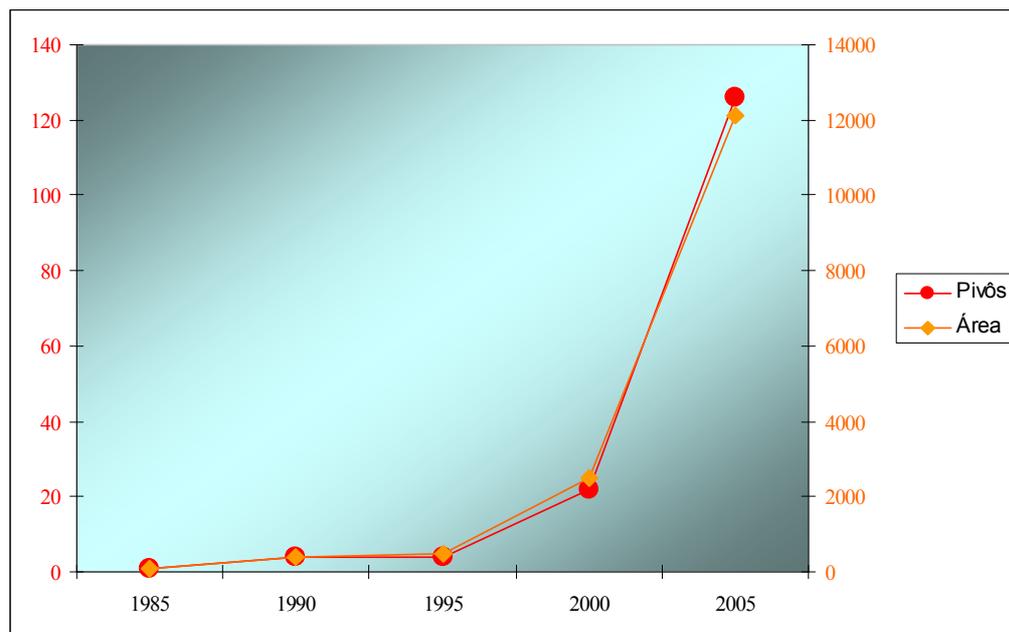


Figura 7. Crescimento da irrigação por pivôs central de 1985 a 2005.

A intensidade da atividade e os conflitos resultantes na bacia devem ser vistos no contexto da vocação iminente agrícola dos municípios Primavera do Leste e Campo Verde desde a sua criação, da aptidão agrícola para processos agro-industriais e a localização estratégica dos municípios no Estado.

A principal fonte econômica desses municípios é a agricultura, com destaque para as culturas de soja, algodão, milho, milheto, sorgo, arroz, feijão e uva. Desde os primórdios da criação dos municípios de Primavera do Leste e Campo Verde, os principais municípios da bacia (área), ou seja, já no início da década de 80 estas áreas já estavam desmatadas para dar lugar a monoculturas.

Situada próximo ao maior corredor de escoamento de grãos para os portos (163/364), o que aumenta o lucro da monocultura na região, e acredita-se que impulse a irrigação como forma de incrementar a produção na área plantada, já que praticamente todas as áreas aptas da bacia já estão abertas.

O projeto de fundação e implantação da cidade foi colocado em execução em 1979 no dia 26 de setembro. Devido ao grande índice de crescimento populacional e aceleração de seu desenvolvimento, Bela Vista foi elevada à categoria de Distrito. Em 24 de agosto de 1984, criou-se uma comissão pro-emancipação. Em assembléia realizada no dia 27 de junho de 1985 foi definido o nome da cidade: Emancipada politicamente em 13 de maio de 1986, é a quinta economia do Estado. Localizada na Rodovia BR 070 no entroncamento com a Rodovia MT 130, a aproximadamente 240 km a leste de Cuiabá.

#### 4. Conclusões

A agricultura, enquanto maior usuária de água doce em escala mundial é o principal fator de deterioração dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, devido à efetivação de licenciamentos ambientais sem critérios, que respeitem as capacidades de suporte dos mananciais (vazão ecológica), em razão de déficits informacionais, sobre a prática da irrigação, encontrados em algumas regiões do planeta. O que pode causar desde a degradação de ambientes, à inviabilidade de uso do recurso, e até a estagnação econômica da região.

Conciliar a expansão das fronteiras agrícolas com a preservação dos recursos hídricos representa um desafio técnico, econômico e ambiental na implementação da Política Estadual dos Recursos Hídricos, lei nº 6.945 de 1997, que instituiu instrumentos para promover a gestão e o controle dos recursos hídricos do Estado (LIBOS, 2005).

Os diferentes eventos de interesse geográfico, que ocorrem em nível de bacias hidrográficas, trazem consigo uma forte componente espacial acompanhada de uma dinâmica temporal. HENDRIKS & VRIENS (1995) apud RAFAELI NETO (2003) salientam a complexidade dos problemas com características espaciais como é o caso do Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Atualmente, devido à evolução da informática, o aumento da capacidade de processamento dos equipamentos computacionais, a sofisticação de programas e a necessidade de uma maior agilidade de pesquisas para tomadas de decisão, o uso de Geoprocessamento vem ampliando a cada dia sua área de atuação.

Estudos sobre aplicação das técnicas de geoprocessamento na gestão de recursos hídricos tem tido grande avanço nos últimos anos no Brasil, com o apoio principalmente de instituições governamentais, como a ANA (Agência Nacional de Águas), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e as universidades através de diversos grupos de pesquisa: “Geohidro” na UFMT, o “Sistemas de Suporte à Decisão em Recursos Hídricos” da UNICAMP, “Gestão dos Recursos Hídricos e Desenvolvimento” da UNESC, “Gestão Integrada dos Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos” da UFPB, “Gestão de Bacias Hidrográficas” da FURB, entre outras. O principal benefício no uso dos dados georreferenciados é a possibilidade de se realizar diversas formas de agregação espacial de dados, compondo indicadores em diferentes unidades espaciais, conforme o interesse do estudo.

A área estudada é uma das mais antiga e intensamente exploradas para as monoculturas no Estado de Mato Grosso. Possui aptidão física para a instalação de sistemas de pivôs centrais de acordo com Klemp e Zeilhofer (2007). Acredita-se se o incremento na instalação de sistemas de irrigação a partir do ano de 2000 deve-se a tentativa de aumentar a produtividade, por meio de recursos tecnológicos, pois esgotaram-se as possibilidades de ampliação de área plantada.

#### Referências Bibliográficas

ANA (Agência Nacional das Águas). **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Disponível em <<http://www.ana.gov.br/Institucional/Legislacao/leis/lei9433.pdf>> Acesso em 16 de fevereiro de 2003.

ANA (Agência Nacional das Águas). **Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia: Diagnóstico**. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Disponível em <<http://www.ana.gov.br>> Acesso em 03 de novembro de 2007.

ANA (Agência Nacional das Águas). **Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia: Relatório do Diagnóstico. Anexo 11 irrigação**. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Disponível em <<http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/PlanejHidrologico/pbhta/rtd/Irrigacao.pdf>> Acesso em 03 de fevereiro de 2008.

ANA (Agência Nacional das Águas). **Unidade de Planejamento Alto Mortes**. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Disponível em <<http://www.ana.gov.br>> Acesso em 03 de novembro de 2007.

BERTONI, J. LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 5ª ed. São Paulo: Ícone, 2005.

BRANDAO, ANTONIO SALAZAR PESSOA; REZENDE, GERVÁSIO CASTRO DE; MARQUES, ROBERTA WANDERLEY DA COSTA. **Crescimento agrícola no período 1999/2004: a explosão da soja e da pecuária bovina e seu impacto sobre o meio ambiente**. Econ. Apl., Ribeirão Preto, v. 10, n. 2, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-80502006000200006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-80502006000200006&lng=es&nrm=iso)>. Acesso em: 02 Outubro 2006. doi: 10.1590/S1413-80502006000200006.

CÂMARA, G., MEDEIROS, J. S. **Princípios Básicos em Geoprocessamento**. In Assad, E. D, Sano, E. E. (eds.), Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura, 2 ed., rev. e ampl, capítulo 1, Brasília, DF, Brasil, EMBRAPA, 1998.

CASTRO, F. V. F., SOARES-FILHO, BS, MENDOZA ELSA. **Modelagem de cenários de mudanças na região de Brasília aplicada ao Zoneamento Ecológico Econômico do estado do Acre** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2007.

CHRISTOFIDIS, D. Irrigação, **Fronteira Hídrica na Produção de Alimentos**. Irrigação & Tecnologia Moderna - ITEM, Belo Horizonte - MG, p. 46 - 55, 01 abr. 2002.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas**. 5º ed. São Paulo: Global, 1998. 398 p.

GODOY, M. M. G. & SOARES-FILHO, B. S. **Modelling intra-urban dynamics in the Savassi neighbourhood, Belo Horizonte city, Brazil**. In: Paegelow M. & Camacho Olmedo M.T., Ed. Modelling Environmental Dynamics, Springer-Verlag, in press.

JORNADA, Batista Jornada da, MEDEIROS, Renato Borges de, PEDROSO, Carlos Eduardo da Silva et al. **Efeito da irrigação, épocas de corte da forragem e doses de nitrogênio sobre o rendimento de sementes de milho**. Rev. bras. sementes, dez. 2005, vol.27, no.2, p.50-58. ISSN 0101-3122.

KLEMP, SUZY MARA. **Análise espacial da distribuição de pivôs de irrigação central, na bacia hidrográfica do Alto rio das Mortes – MT, por meio de técnicas de geoprocessamento**. Orientador Peter Zeilhofer, Trabalho de conclusão de curso, Depto. de Geografia – UFMT, Disponível em <<http://www.geografia.ufmt.br/>> Cuiabá: MT, 2007.

LIBOS, MICHELY. CORRÊA, OTTO ROTUNNO FILHO. ZEILHOFER, PETER. **Sensoriamento remoto (SR) e sistema de informações geográficas (SIG) para modelagem de qualidade da água**. Estudo de caso: bacia do rio Cuiabá. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2219-2227.

LIMA, Luiz Antonio. **Pivô Central**. Dep. Engenharia / UFLA.. Disponível em <<http://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&q=inven%C3%A7%C3%A3o+Sistema+de+piv%C3%B4+central&meta=>>> Acesso em 16 de Janeiro de 2008.

RAFAELI NETO, SILVIO LUIS. **Uma estrutura conceitual para análise e solução de problemas espaciais em Geoprocessamento**. Revista de ciências agroveterinárias, v.2, n.1, p. 1-29, 2003.

SEPLAN (Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral). **Anuário Estatístico de Mato Grosso - 2004**. Cuiabá: Central de Texto, 2004.