



Cenários para o Manejo e a Conservação da Bacia Hidrográfica do Alto Tocantins

ELOISA APARECIDA BELLEZA FERREIRA⁽¹⁾, DIMAS VITAL SIQUEIRA RESCK⁽²⁾, ELAINE MARRA SANTANA⁽³⁾, ELISA LIMA MEIRELLES⁽⁴⁾, DONIZETE JOSÉ TOKARSKI⁽⁵⁾

RESUMO - Esse estudo tem como objetivo integrar informações no sentido de auxiliar a gestão participativa da Bacia Hidrográfica do Alto Tocantins que possui uma área de aproximadamente 12.380.000 hectares inserida no Domínio do Cerrado, composta por 87 unidades administrativas (84 municípios em Goiás e Tocantins e 03 regiões administrativas do Distrito Federal). A precipitação média anual é de 1.557 mm. No período entre 1988 a 2002, o uso antrópico da bacia saltou de 18 para 27 %, com 45% representado pelo desmatamento de Cerrado-Floresta Estacional, e 41% pelo Cerrado stricto sensu. A população estimada da bacia é de 1,2 milhão de habitantes, 21% vivendo no meio rural. O Índice de Desenvolvimento Humano médio era de 0,70 (d.p.= ±0,1) em 2000, sendo que o percentual de renda apropriado pelos 10% mais ricos era de 47,3% (d.p.= ±8,5). Entre 1990 e 2005 houve um aumento da área plantada com a cultura da soja e cana-de-açúcar - em média 180%; a produção de amêndoas de pequi por extrativismo decresceu de 42% para 7% da produção nacional, enquanto que a produção de carvão pelo extrativismo aumentou de 6% para 7,3% da produção nacional. A vazão média acumulada de longo período de montante para jusante é da ordem de $1.580 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, sendo a maior demanda para irrigação (61%), cuja relação entre demanda total e disponibilidade de água não alcança 5% – condição em que a água é considerada um bem livre. O aumento da produtividade agropecuária e as mudanças no uso do solo não refletiram em aumento na distribuição de renda da população residente na bacia.

Introdução

A população do Brasil, que conta hoje com mais de 188 milhões de habitantes, está crescendo à taxa média de 1,48%, o que significa aumento anual de mais de 2,7 milhões de pessoas (IBGE-SIDRA [6]), enquanto os recursos naturais, com destaque para o solo e a água, estão cada vez mais limitados. Há, por um lado, necessidade

premente de aumentar a produtividade de grãos, carne, madeira e fibra e, pelo outro a necessidade de se assegurar aumento na qualidade de vida e evitar a degradação sistemática dos recursos naturais do Cerrado. Este trabalho é parte de um projeto exploratório sobre o uso e manejo do solo e da água com o objetivo de integrar informações no sentido de auxiliar tanto à pesquisa, o setor público, a sociedade civil organizada e o setor privado na gestão participativa da Bacia Hidrográfica do Alto Tocantins (BHAT), com uma área de aproximadamente 12.380.000 hectares, inserida no Domínio do Cerrado, composta por 87 unidades administrativas (84 municípios em Goiás e Tocantins e 03 regiões administrativas do Distrito Federal).

Palavras-Chave: gestão de bacia, vazão, produtividade.

Material e métodos

Para o desenvolvimento humano, produção agropecuária e extrativismo foi utilizada a base de dados do IBGE (IBGE-SIDRA [6]) e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS [11]). As imagens utilizadas para composição colorida da bacia correspondem a um mosaico com recorte de nove cenas de imagens orbitais do satélite norte-americano Landsat ETM+ (Goward et al. [5]; Ponzoni [8]; Sano *et al.* [9]). O relevo foi traçado com dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission; van Zyl, 2001) no formato arcgrid e datum = WGS84 (Global Land Cover Facility [4]). A série histórica climatológica é proveniente de 146 estações climatológicas (ANA [1]; Inmet [7]). Para as vazões naturais, foi considerada a série histórica 1931-2001 (Aneel [2]): vazão média de longo período acumulada de montante para jusante (Q_m) e vazão de estiagem, com permanência em 95% do tempo (Q_{95}). Foram considerados para o cálculo da vazão de retirada (demanda), os usos consuntivos outorgados das classes: urbana, rural, animal, industrial e irrigação (ANA [1]). Os dados foram analisados

⁽¹⁾ O primeiro Autor é pesquisador da Embrapa Cerrados, Km 18 BR 020, Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF, Brasil. E-mail: eloisa@cpac.embrapa.br.

⁽²⁾ O segundo Autor é pesquisador da Embrapa Cerrados, Km 18 BR 020, Cx. Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF, Brasil. E-mail: dvsresck@cpac.embrapa.br

⁽³⁾ O terceiro Autor é Mestrando do Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, DF. CEP 70 910-900.

⁽⁴⁾ O quarto Autor é Mestrando da Faculdade de Tecnologia, Engenharia Florestal. Universidade de Brasília. Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, DF. CEP 70 910-900.

⁽⁵⁾ O quinto Autor é Diretor Presidente da Agência Brasileira de Meio Ambiente e Tecnologia da Informação - Ecodata. Setor comercial Norte, Bloco C, sala 305. Ed. Brasília Trade Center, Brasília, DF. CEP 70711-902.

pelo sistema SAS (Statistical Analysis System Institute [10]).

Resultados e Discussão

A precipitação média anual é de 1.557 mm (d.p.= ± 243mm; média histórica, 1979-2001). A média de incidência de veranicos foi de quatro veranicos/10 anos. As temperaturas médias anuais tendem a diminuir à medida que aumentam a latitude e as altitudes, variando de 25°C no sul do Tocantins a 22°C nas proximidades de Brasília.

As altitudes variam entre 300 a 1.600 metros e a maior parte da bacia possui relevo plano a suave ondulado, com declividade inferior a 8%. A porção goiana da Bacia do Alto Tocantins é caracterizada pela ocorrência, a leste, de Latossolos Vermelho e Vermelho Amarelo associados à solos concrecionários e Argisolos. Na porção central da bacia, sobressaem-se solos pouco apropriados para agropecuária, Plintossolos Pétricos. Na depressão do Paranã são encontrados afloramentos calcários e mais ao norte, divisa com o Estado do Tocantins, ocorrem Neossolos Litólicos em cerca de 15% da área. Registra-se a ocorrência, em menor proporção, de outros solos (BRASIL [3]).

Em 1988, a formação Cerrado stricto sensu, com cerca de 4,7 milhões de hectares (38 % da bacia), era a classe vegetal predominante e ocorria principalmente nas regiões centro-norte e centro-sul da bacia. A segunda formação mais representativa era o Cerrado-Floresta Estacional, com 2,6 milhões de hectares e com destaque para uma grande mancha alongada na direção norte-sul na porção leste da bacia. Em 1988, a bacia já apresentava algum tipo de atividade agrícola (em torno de 18%). No período de 1988 a 2002 o uso antrópico da bacia saltou de 18 para 27 %.

Nesse período, em torno de um milhão de hectares foram desmatados, 45% representados pelo Cerrado-Floresta Estacional, e 41% pelo Cerrado stricto sensu, enquanto que apenas 14% eram representados pelas outras fitofisionomias. Em 2002, destaca-se a existência de duas áreas principais de produção agropecuária: porção sudoeste e porção leste da bacia (Fig. 1). Nesses 14 anos, considerando um índice médio de desmatamento anual em torno de 0,64% (79.600 ha ano⁻¹), a cobertura vegetal estimada perdida anualmente foi equivalente a 1,2 vezes a área do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros – Unidade de Conservação com 65 mil hectares inserida na bacia.

A população estimada da bacia em 2005 era de 1,2 milhão de habitantes, 21% vivendo no meio rural com densidade demográfica de 18 hab km⁻².

O IDH-M, índice de desenvolvimento humano, que combina longevidade, educação e renda, varia de 0 (pior) a 1 (melhor). Na BHAT, o IDH-M aumentou entre 1991 e 2000 de 0,61 (d.p.= ±0,1) para 0,70 (d.p.= ±0,1), mas ainda assim, era menor que o IDH-M do Brasil (0,77). No entanto, esse ganho se manifestou de maneira desigual pela população, em prejuízo dos mais pobres, sendo que o percentual de renda apropriado pelos 10% mais ricos era

de 47,3% (d.p. = ±8,5) em 2000. O índice de GINI (IG), que mede o grau de desigualdade na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita, entre 1991 e 2000, aumentou de 0,54 (d.p.= ±0,04) para 0,59 (d.p.= ±0,5), indicando aumento na desigualdade.

Em 2005, o milho ainda representava o maior percentual de uso do solo pela agricultura (50%), seguido da soja (27%), arroz (21%), cana-de-açúcar (8%), e feijão (7%). Entre 1990 e 2005 houve um decréscimo linear da área plantada com a cultura do milho (1,75% ano⁻¹) que passou de 198 mil ha para 144 mil ha. Essa diminuição da área plantada foi compensada pelo aumento da produtividade (rendimento médio ha⁻¹) que em 1990 era de 1.244 kg ha⁻¹ (d.p.= ±510), e até 2005, saltou para 3.180 kg ha⁻¹ (d.p.= ±1.140).

A produtividade da soja aumentou 230% em 16 anos. O rendimento médio de 1.200 kg ha⁻¹ (d.p.= ± 480) em 1990 aumentou para 2.750 kg ha⁻¹ (d.p.= ± 377), em 2005, ficando acima da média do Cerrado (2.561 kg ha⁻¹), e do Brasil (2.230 kg ha⁻¹). Esse desempenho positivo de rendimento está acompanhado por um aumento da área plantada com a cultura na bacia (180% em 16 anos; Fig. 2); também houve um acréscimo de 34 mil hectares da área plantada com cana-de-açúcar (Fig. 3).

A mandioca e o feijão são culturas tradicionais, típicas de pequenos produtores, com uso mais intensivo de mão-de-obra, desempenhando um importante papel na subsistência de alguns grupos sociais. A mandioca continua ocupando em torno de 3% da área agrícola da bacia, enquanto a área plantada com feijão diminuiu de 17% em 1990 para 7% em 2005; a produtividade aumentou devido adoção de sistemas de irrigação e o rendimento médio na safra de 2005 foi de 2.780 kg ha⁻¹. Em Flores de Goiás, existem 7.600 ha de lavoura de arroz irrigado, que em 2005 apresentaram uma produtividade média de 5.400 kg ha⁻¹.

Também estão ganhando espaço como alternativa produtiva lavouras de trigo (rendimento de 3.600 kg ha⁻¹), alho (110 ha em Água Fria), tomate (1.620 ha em Itaberaí e 400 ha em Goianésia), seringueira (3.300 ha), laranja (1.300 ha), e melancia (que representa 40% do uso do solo agrícola em Uruana).

Entre 1990 e 2005 o efetivo do rebanho bovino aumentou em taxas semelhantes na BHAT e no Brasil (1,4 vez) ficando em torno de cinco milhões de cabeças. Niquelândia tinha o maior rebanho, com um total de 260 mil cabeças.

O Pequi (*Cariocar brasiliensis* Camb.) conhecido por suas propriedades alimentícias e terapêuticas – antioxidante e antimutagênico – é uma espécie nativa, considerada como símbolo do Cerrado e principal produto do extrativismo na bacia. A produção de amêndoas de pequi por extrativismo decresceu entre 1990 e 2005. Enquanto a produção no Brasil que foi de 1.960 toneladas em 1990, aumentou em 1,6 vez, a produção na bacia, que representava 42% da produção nacional em 1990, decresceu para 7% em 2005.

Em contrapartida, em 1990, 6% de todo o carvão produzido no Brasil, pelo extrativismo vegetal, era procedente da BHAT e em 2005, essa taxa aumentou para 7,3%. Nesse mesmo ano, o carvão procedente de desmatamento da BHAT representava 57% de todo carvão produzido no Estado de Goiás e 20% do carvão produzido na região Centro-Oeste. Observa-se a diminuição do extrativismo do pequi seguida do

aumento da produção de carvão ($r = -0,55$; $p < 0,05$) indicando que existe uma correlação linear negativa moderada entre a diminuição da produção de amêndoas de pequi, explicada em parte pela extração de carvão.

No ano de 2000, a correlação positiva entre o IDH-M com o aumento do uso antrópico ($r = 0,6$; $p < 0,05$), não se refletiu no aumento da renda per-capita ($r = 0,08$; $p < 0,05$) e muito menos nos índices de distribuição de renda. Cita-se o município de Cavalcante como exemplo, onde foi encontrado um dos menores valores para IDH-M da bacia (0,61), embora tenha sido constatado que acima de 90% da cobertura vegetal original está preservada, bem como a diversidade cultural representada pelas comunidades de Kalungas e a excepcional beleza cênica. Onde o IDH é maior: Itaguari, Itaguarú, Petrolina de Goiás (IDH-M = 0,73), são encontrados os maiores mosaicos de vegetação alterada (90% sob uso antrópico) e, ainda assim, a renda apropriada pelos 10% mais ricos nesses municípios fica em torno de 50%.

A vazão média anual (Q_m) dos rios em território brasileiro é da ordem de $160.000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (ANA [1]). A Q_m da BHAT é da ordem de $1.580 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, contribuindo para 11% das águas da Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia. Prevalece na bacia o uso dos recursos hídricos não consuntivo, como é o caso dos reservatórios das hidrelétricas que utilizam o potencial hidráulico da água, especialmente a Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa. A bacia tem capacidade instalada de produção de cerca de 3.378 MW, o que correspondia a aproximadamente 6% da demanda energética nacional em 2002 (Tucuruí $\approx 4.200 \text{ MW}$ e Itaipu $\approx 14.000 \text{ MW}$) (ANA [1]).

Para o uso consuntivo outorgado, a irrigação é a categoria que mais demanda água ($8,4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) e é representada principalmente pelos projetos de irrigação de arroz por inundação, especialmente em Flores de Goiás, em torno de 7.000 ha, e por aspersão, a exemplo de Água Fria, município onde está a maior concentração de irrigantes, especificamente na Região da Lagoa da Jacuba que fornece água para a irrigação por meio de 45 pivots centrais com média de 100 ha cada (Fig. 4).

Em termos médios anuais, a relação entre demanda total e disponibilidade de água, para a Q_{95} , não alcança 5%, condição em que a água é considerada um bem livre, indicando que, em geral, os potenciais conflitos de uso existentes não se referem às questões quantitativas, a não ser em conflitos pontuais. Quando esta relação é maior que 10% o quadro é considerado preocupante (ANA[1]).

O consumo médio per capita de água em 2005 era de 104 (d.p. = ± 15) litros por habitante por dia, sendo que em 15 anos (1991-2005), houve um avanço significativo no índice de abastecimento público de água encanada em toda a bacia que aumentou de 41% para 90%. No ano de 2005, nos mananciais de captação de água para o abastecimento público dos municípios o monitoramento em relação a cloração, coliformes fecais e turbidez (SNIS, 2006) apontou menos de 6% das amostras com resultados fora do padrão apropriado para o abastecimento humano.

Conclusões

1. O aumento da produtividade agropecuária e as mudanças no uso do solo não refletiram em aumento na distribuição de renda da população residente na bacia.

2. O uso consuntivo mais expressivo da água é para irrigação que em função da abertura de novas fronteiras agrícolas, tende a aumentar considerando o cenário atual, e isso deve ser gerenciado com cautela, visto que todas as interferências numa bacia podem ter efeitos à jusante, tanto nas áreas rurais como urbanas.

3. Existem lacunas em relação à valoração dos bens ambientais para efeito de índices de desenvolvimento humano, e há necessidade de se encontrar uma maneira alternativa de integração entre variáveis ambientais e socioeconômicas como compensação do esforço comunitário e político para a conservação do solo e da água e a preservação dos remanescentes de Cerrado.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio do Consórcio Intermunicipal de Usuários de Recursos Hídricos para a Gestão Ambiental da Bacia Hidrográfica do Alto Tocantins (Pró-Comitê de Bacia) – Conágua Alto Tocantins, WWF-Brasil, Ecodata (Agência Brasileira de Meio Ambiente e Tecnologia da Informação) e Agência Nacional de Águas (ANA).

Referências

- [1] ANA – Agência Nacional de Águas. 2006 [Online]. Disponibilidade e Demanda de Recursos Hídricos no Brasil. Homepage: http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/Tela_Apresentacao.htm
- [2] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica; MMA – Ministério do Meio Ambiente; IBAMA – Instituto Nacional do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Atlas Hidrológico do Brasil. Série Estudos e Informações Hidrológicas e Energéticas n.º 01 v. 1.0. 1999. CD-ROOM.
- [3] BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radam. Folha SB.22 Araguaia e parte da folha SC.22 Tocantins: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. (Levantamento de Recursos Naturais, 4).
- [4] Global Land Cover Facility. 2006 [Online]. Shuttle Radar Topography Mission. Homepage: <http://glcf.umiacs.umd.edu/data/>
- [5] GOWARD, S. N.; MASEK, J. G.; WILLIAMS, D. L.; IRONS, J. R. & THOMPSON, R. J. The Landsat 7 mission: terrestrial research and applications for the 21st century. *Remote Sensing of Environment*, 78:3-12, 2001.
- [6] IBGE – SIDRA. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2007 [Online]. Sidra - Banco de dados agregados. Homepage: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>
- [7] INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. 2006 [Online]. Rede de estações. Homepage: http://www.inmet.gov.br/html/rede_obs.php
- [8] PONZONI, F. J. Comportamento espectral da vegetação. In: Meneses, P. R.; Madeira Netto, J. S., (org.). Sensoriamento Remoto: reflectância dos alvos naturais. Brasília: UnB; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. p.157-195.
- [9] SANO, E.E.; DAMBRÓS, L.A.; OLIVEIRA, G.C. & BRITES, R.S. Padrões de cobertura de solos do estado de Goiás. In: Ferreira, L.G. (org.), Conservação da Biodiversidade e Uso Sustentável em Goiás. Estratégias, Prioridades e Perspectivas. Goiânia, SEMARH/AGMA/Banco Mundial, 2007. p.7-94.
- [10] Statistical Analysis System Institute. SAS/STAT: User's guide, version 6, 4.ed. Cary, 1989. v.1.943p.
- [11] SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. 2006 [Online]. Banco de dados. Homepage: <http://www.snis.gov.br>

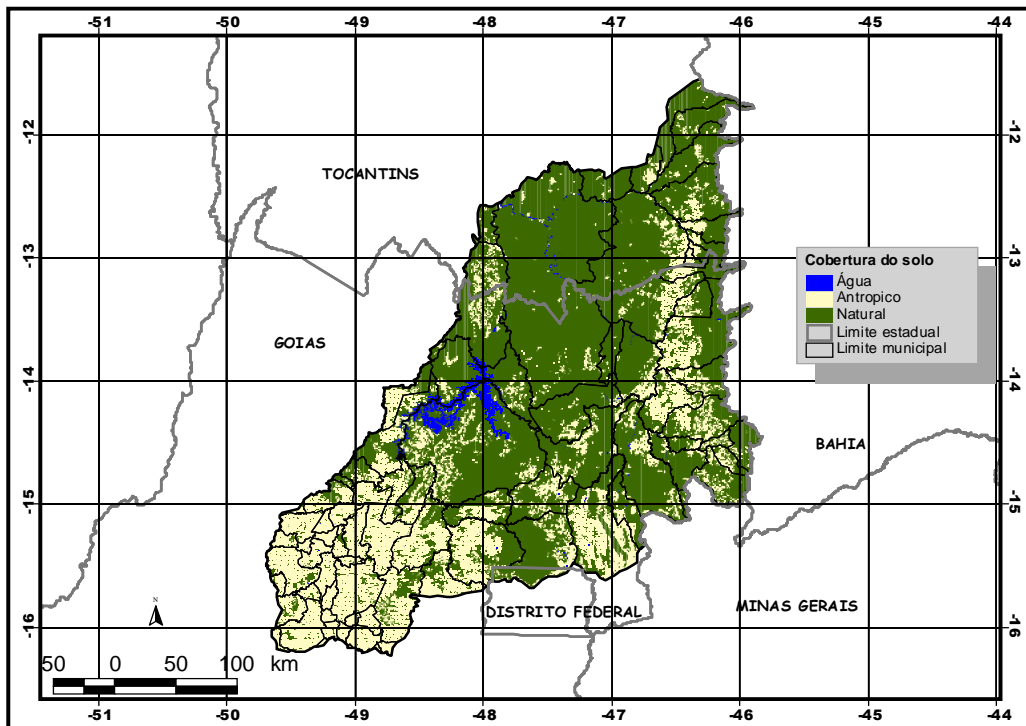


Figura 1. Mapa de uso antrópico e remanescentes de cobertura vegetal natural da Bacia do Alto Tocantins (ano-base: 2002).

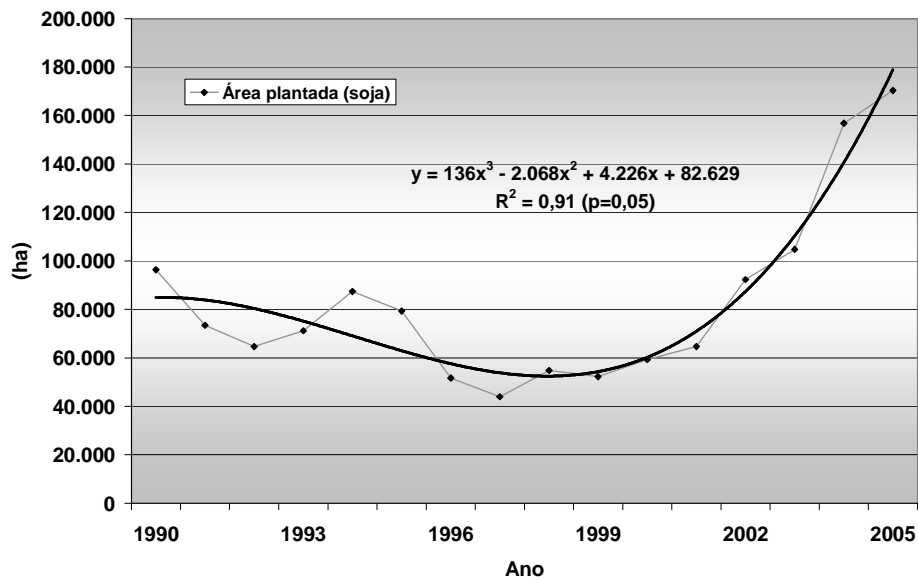


Figura 2. Evolução da área plantada com lavoura de soja na BHAT entre 1990 e 2005 (adaptado de IBGE-SIDRA [6]).

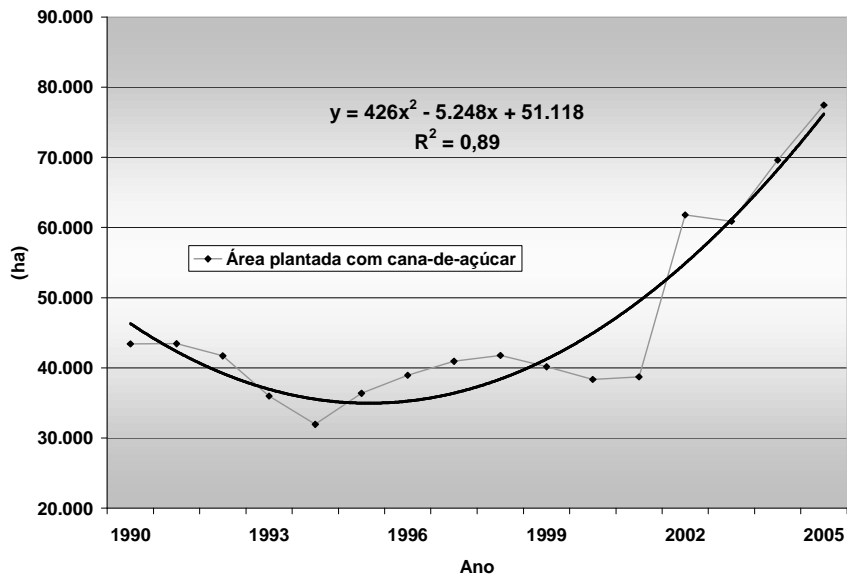


Figura 3. Evolução da área plantada com cana-de-açúcar na BHAT entre 1990 e 2005 (adaptado de IBGE-SIDRA [6]).

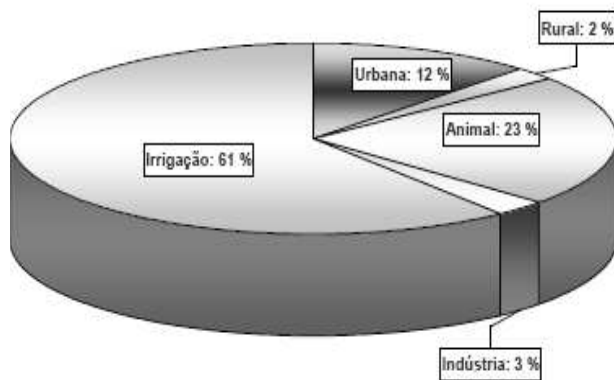


Figura 4. Demanda de água na BHAT por categoria de uso (adaptado de ANA [1]).