

ESTIMATIVA DE POTENCIAL DE OCUPAÇÃO POR PIVÔS CENTRAIS DE IRRIGAÇÃO

Raíza C. Schuster^{1}; Walter Collischonn²; Fernando M. Fan³; Bruno Collischonn⁴*

Resumo – O uso da água para irrigação no Brasil apresenta um desenvolvimento intenso nos últimos anos. Em diversos estudos é necessário prever tendências de crescimento da irrigação, estimando possíveis demandas de água nas próximas décadas. O presente trabalho apresenta uma técnica de previsão de usos futuros baseada num processo de identificação de padrões nas áreas que vêm sendo ocupadas atualmente. Um estudo de caso é realizado na bacia do rio São Marcos até a Usina Hidrelétrica Batalha, nos estados de Goiás e Minas Gerais. Esta bacia apresenta uso intensivo de água para irrigação, geralmente utilizando pivôs centrais para aspersão. A área ocupada por pivôs foi comparada com mapas de solos, de declividade e da rede hidrográfica, procurando identificar padrões de ocupação. Concluiu-se que as áreas irrigadas nesta bacia localizam-se preferencialmente em latossolos, com declividade inferior a 10% e distância inferior a 2km ao curso d'água mais próximo. Além disso, a área efetivamente utilizada para irrigação corresponde a, aproximadamente, 28% da área da bacia que reúne as três condições (latossolos em áreas planas próximas à rede de drenagem). Acredita-se que estes padrões podem ser utilizados para prever o crescimento das áreas irrigadas em outras bacias, ao menos na região Centro-Oeste do Brasil.

Palavras-chave – estimativa; consumo; água.

POTENTIAL LAND USE OCCUPATION BY CENTER-PIVOT IRRIGATION

Abstract – The water use for irrigation in Brazil presents an intense development in recent years. In several studies it is necessary to predict growth trends of irrigation, estimating possible water demands in the coming decades. This paper presents a technique to predict future uses based on an identification process of patterns in areas that have been occupied today. A case study is conducted on the São Marcos River Basin delimited by the Batalha Hydropower Plant, in the states of Goiás and Minas Gerais. This basin presents intensive use of water for irrigation by center-pivot. The area occupied by irrigation was compared with maps of soils, slope and river network, identifying patterns of occupation. It was concluded that in this basin irrigated areas are located preferentially in oxisols with slopes less than 10% and less than 2km away from the nearest watercourse. In addition, the area actually used for irrigation corresponds to approximately 28% of the potential area given by the intersection of the three conditions (oxisols in plain areas next to the drainage network). It is believed that these patterns can be used to predict the growth of irrigated areas in other basins, at least in the Brazil's Midwest region.

Keywords – estimate; consumption; water.

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental – UFRGS.

² Engenheiro Mecânico – UFRGS. Mestre e Doutorando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – IPH-UFRGS.

³ Engenheiro Ambiental – UFRGS. Mestre e Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – IPH-UFRGS. Professor Adjunto – UFRGS.

⁴ Engenheiro Civil – UFRGS. Mestre e Doutorando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – IPH-UFRGS. Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional das Águas.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a população mundial corresponde a aproximadamente sete bilhões de pessoas, e estima-se que este número ultrapassará os nove bilhões na metade deste século (ONU, 2010). Uma das consequências deste crescimento é um aumento no consumo dos recursos naturais para suprir as necessidades da população. Destes recursos naturais, um de maior importância e necessidade é a água, pois ela é essencial para o abastecimento humano e produção de alimentos.

A grande necessidade pelos recursos hídricos evidencia a importância de estudos sobre o crescimento da demanda pela água no futuro. Inclusive, o setor elétrico brasileiro possui uma metodologia para estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo em bacias do Sistema Interligado Nacional. ONS (2004).

Esta metodologia é acordada por diversos órgãos, como a Agência Nacional das Águas (ANA), Operador Nacional de do Sistema Elétrico Interligado (ONS), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e o Ministério de Minas e Energia (MME). Com base nela, por exemplo, já foram criadas séries de usos consuntivos para o período de 1931 a 2010 e estimativas para o período de 2010 a 2025.

O setor da agricultura é conhecidamente o maior utilizador de água, comparando com os demais usos consuntivos. Para quantificar este uso, a utilização de técnicas de geoprocessamento e imagens de satélite de média resolução para o levantamento de áreas irrigadas por pivôs centrais é uma metodologia amplamente empregada. Guimarães e Landau (2011). A expansão da agricultura irrigada por pivôs se torna assim um parâmetro de fácil obtenção e que pode ser utilizado em metodologias de estimativa do consumo de água no futuro.

Com base nisto, este trabalho apresenta uma proposta para a previsão de uso de água para agricultura irrigada por pivôs centrais utilizando como bacia piloto a bacia hidrográfica da Usina Hidrelétrica Batalha, no rio São Marcos, localizada nos estados de Minas Gerais e Goiás, considerando que seu potencial de irrigação está plenamente aproveitado. O objetivo é que a metodologia proposta seja uma alternativa para a definição de critérios de uso consuntivo da água no futuro, assumindo que outras bacias tendem a ser ocupadas de forma similar à bacia piloto.

Na proposta apresentada neste estudo, dados que diversos fatores influenciam a alocação dos pivôs de irrigação, foram considerados três critérios: o tipo de solo, a distância aos cursos d'água e a declividade do terreno. Diferentes tipos de solo apresentam condições que são favoráveis ou não ao crescimento das plantas. O critério das distâncias aos cursos d'água é importante, pois quanto menor esta distância, menor será o custo para o transporte de água dos rios até o pivô. E a declividade do terreno influencia na infiltração da água e no consequente desenvolvimento das culturas irrigadas.

OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é propor uma técnica de estimativa de ocupação por pivôs de irrigação em um cenário futuro com desenvolvimento agrícola a partir da identificação de padrões na distribuição espacial de pivôs centrais de irrigação. Parte-se da hipótese de que a tendência de ocupação de outras bacias hidrográficas é a mesma que para a bacia piloto, que tem uso intenso da água para irrigação.

METODOLOGIA

Para a identificação dos padrões na distribuição espacial dos pivôs centrais de irrigação, foram utilizados dados de geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas. A área de estudo é a bacia hidrográfica à montante da Usina Hidrelétrica Batalha, no rio São Marcos, considerando que o seu potencial de irrigação por pivôs já está completamente aproveitado, ou seja,

que todas as regiões que são possíveis de serem áreas de agricultura irrigada por pivôs, estão ocupadas pelos pivôs. A metodologia proposta para estimativas de usos consuntivos seria considerar a situação da bacia da Usina Batalha como um cenário futuro de ocupação plena por pivôs centrais de irrigação.

A distribuição espacial dos pivôs foi analisada segundo três critérios: tipos de solo, distância em relação à rede de drenagem e declividade do terreno. Foi utilizado um *shapefile* dos pivôs centrais de irrigação, digitalizado a partir de composições de imagens de satélite LANDSAT da bacia, dos anos de 2009 e 2010, ANA (2010). Os dados de relevo foram obtidos diretamente do Modelo Digital de Elevação (MDE) do Shuttle Radar Topography Mission – SRTM. Farr *et al.* (2007). Os mapas de tipos de solos foram de: Minas Gerais (disponibilizado no portal IDE-Geominas da Universidade Federal de Viçosa na escala 1:500.000) e Goiás (disponibilizado no portal SIEG, do governo do estado de Goiás, na escala 1:500.000).

Primeiramente, foi gerado a partir do MDE o contorno da bacia hidrográfica da Usina Batalha e a rede de drenagem da mesma utilizando o *plugin Watershed Delineation* do software livre *MapWindow GIS*. Com o auxílio do software ArcGis da ESRI, foi gerado um mapa de solos da bacia hidrográfica da Usina Batalha, unido os mapas dos estados de Goiás e Minas Gerais; camadas de *buffer* de diferentes distâncias à rede de drenagem criada; e um mapa de declividades a partir do MDE.

Os arquivos de solos, distâncias à rede de drenagem e declividades foram cruzados com o *shapefile* dos pivôs e os padrões de distribuição foram identificados. Essa identificação evidenciou o tipo de solo onde os pivôs de irrigação normalmente são localizados, qual distância pode ser considerada como limitante para a alocação de pivôs e qual a declividade máxima onde normalmente são encontrados os pivôs.

Estas áreas foram consideradas como aptas à alocação de pivôs centrais de irrigação, e foi definida qual a porcentagem da área apta da bacia da Usina Batalha está ocupada por pivôs. Esta porcentagem foi proposta um coeficiente, que poderia ser multiplicado pela área de regiões aptas de outras bacias hidrográficas, a fim de definir qual seria a área ocupada por pivôs centrais de irrigação em outras bacias em uma situação futura de plena ocupação.

RESULTADOS

Critério de tipos de solos

O mapa do cruzamento do mapa de solos da bacia hidrográfica da Usina Hidrelétrica Batalha gerado com o *shapefile* de pivôs de irrigação digitalizados é mostrado na Figura 1. Neste mapa, é possível observar os diferentes tipos de solo que cobrem a bacia e os pivôs de irrigação presentes em cada um destes tipos de solo.

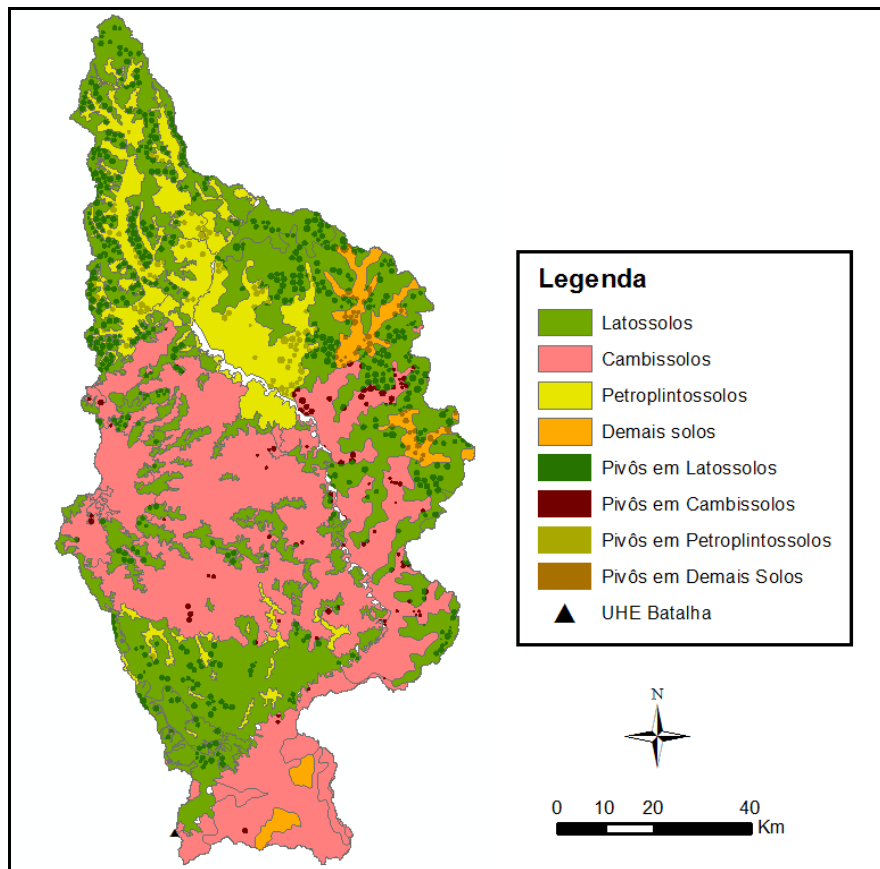


Figura 1 – Diferentes tipos de solo da bacia hidrográfica da Usina Batalha e distribuição espacial dos pivôs centrais de irrigação.

A Figura 2 mostra um gráfico da distribuição dos pivôs pelos diferentes tipos de solo. É notável a predominância dos pivôs em latossolos, 75 % das áreas irrigadas por pivôs está localizada sobre este tipo de solo.

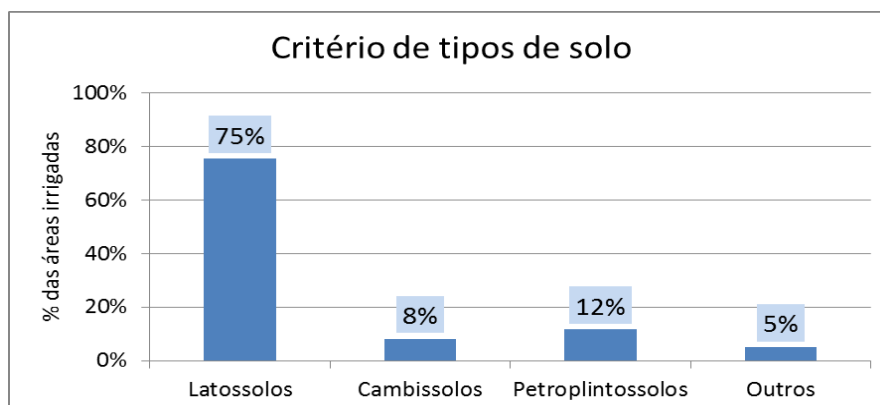


Figura 2 – Distribuição dos pivôs centrais de irrigação nos diferentes tipos de solos da bacia hidrográfica da Usina Batalha

Critério de distância à rede de drenagem

A distribuição espacial dos pivôs de irrigação sobre as camadas de buffer com distâncias de 500, 1000, 1500 e 2000 metros em relação à rede de drenagem é mostrada na Figura 3 é possível perceber que quase a totalidade da área irrigada por pivôs, 84% das áreas, está localizada em distâncias de até 2 km até a rede de drenagem.

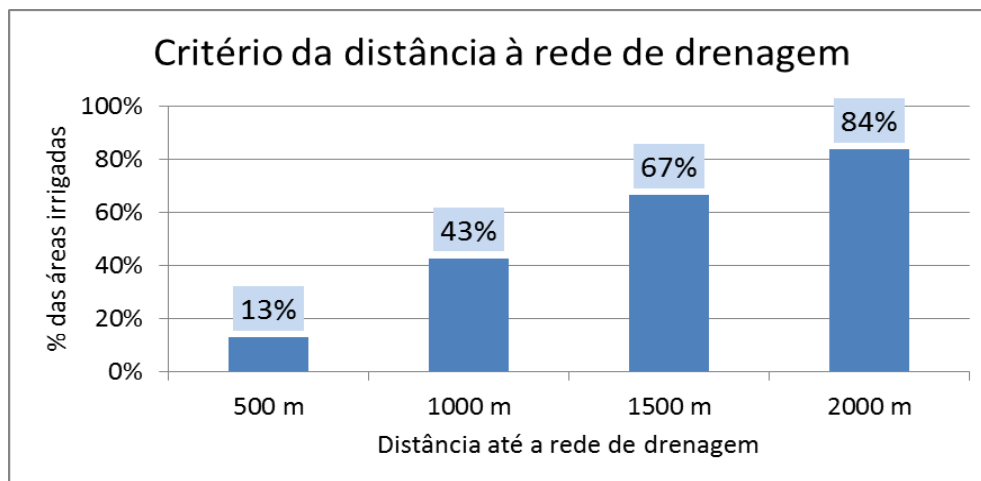


Figura 3 – Distribuição espacial dos pivôs centrais de irrigação em diferentes faixas de distância em relação à rede de drenagem da bacia hidrográfica da Usina Batalha

Critério de declividade

A partir do cruzamento de um mapa com as diversas declividades do terreno da bacia hidrográfica da Usina Batalha, foi possível perceber que praticamente 100% das áreas irrigadas por pivôs estão localizadas em regiões com declividade de até 10%. Apenas aproximadamente 0,5% das áreas irrigadas localizam-se em regiões com declividades superiores a 10%.

O gráfico da Figura 4 mostra esta análise e o mapa da Figura 5 mostra como são imperceptíveis visualmente os pivôs localizados em declividades superiores a 10%.

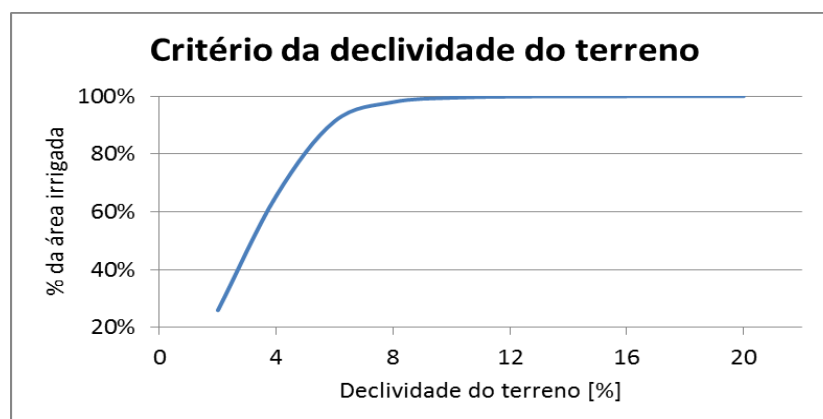


Figura 4 – Distribuição espacial dos pivôs centrais de irrigação em diferentes declividades do terreno da bacia hidrográfica da Usina Batalha

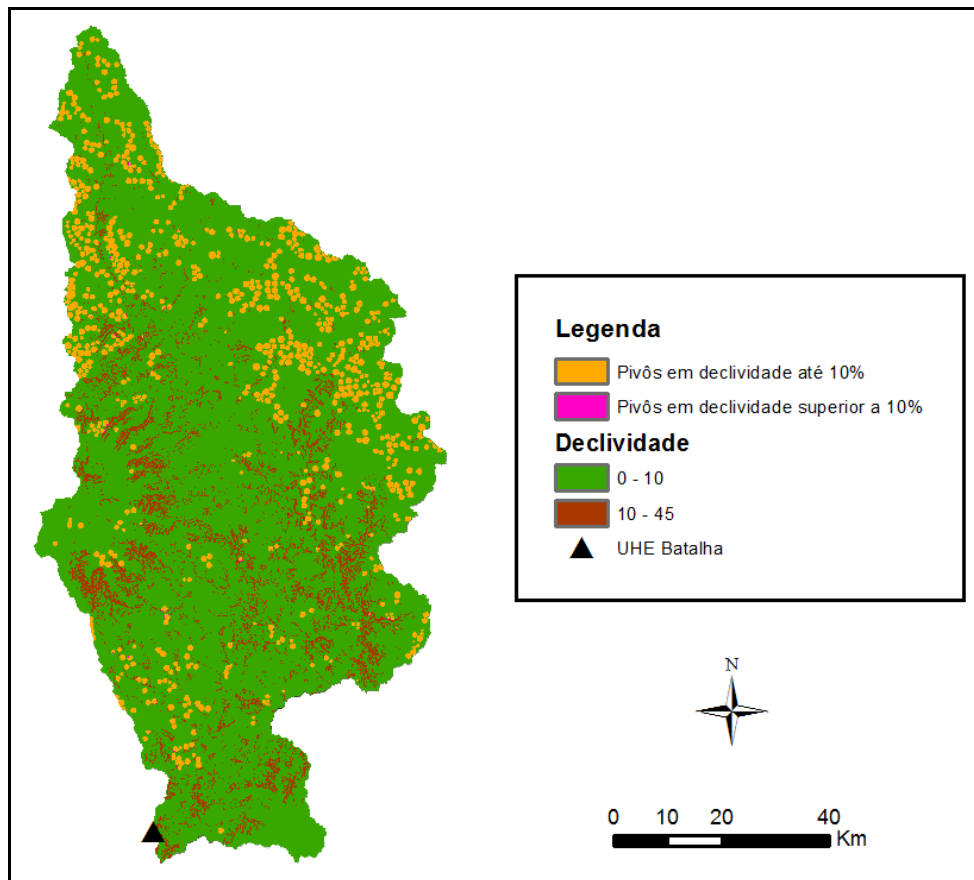


Figura 5 – Mapa da distribuição espacial dos pivôs centrais de irrigação em declividades superiores e inferiores a 10% na bacia hidrográfica da Usina Batalha

União dos critérios

O mapa da Figura 6 divide a bacia hidrográfica da Usina Hidrelétrica Batalha em duas regiões: área de latossolo, com distância de até 2 km à rede de drenagem e declividade até 10%; e demais áreas em que estes critérios não são obedecidos. No mapa são destacadas as áreas irrigadas por pivôs centrais em cada uma destas regiões.

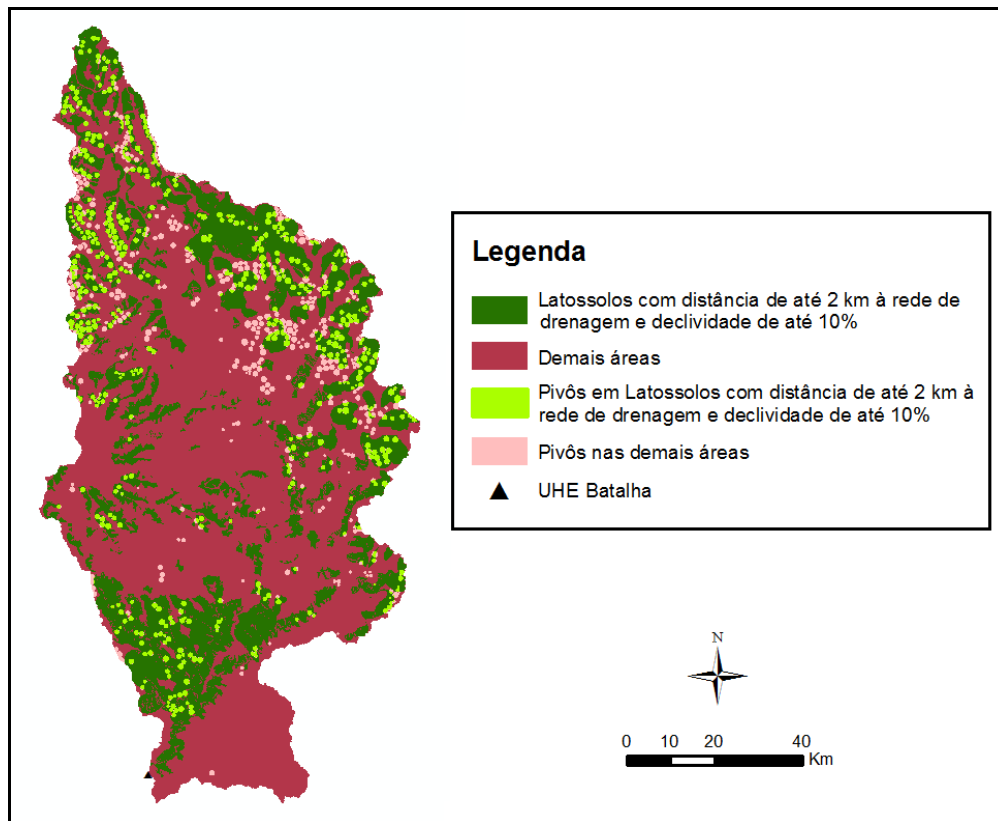


Figura 6 – Mapa que mostra a distribuição espacial dos pivôs centrais de irrigação nas regiões que obedecem ou não os critérios estabelecidos.

A área total da bacia é cerca de 6660 km², 34% desta área é representadas por áreas planas de latossolos distantes 2km da rede de drenagem. Do total de aproximadamente 630 km² de área irrigada por pivôs centrais, em torno de 60% encontram-se nas áreas que correspondem aos três critérios.

A partir destes resultados, considerando uma margem de erro e todas as imprecisões e incertezas nos mapas utilizados, acredita-se que 28% das áreas aptas à irrigação por pivôs centrais podem ser consideradas efetivamente ocupadas. Ou seja, em uma bacia com uso intensivo da água, como a bacia do rio São Marcos a montante da UHE Batalha, dentre toda a área considerada apta para a irrigação cerca de 28% da área é efetivamente utilizada para irrigação.

Proposta para ocupações futuras

A partir dos resultados encontrados para a bacia piloto, podem-se realizar estimativas para o uso da água futuro em outras bacias m um cenário de desenvolvimento agrícola. Partindo da hipótese de que o limiar de aproximadamente 28% da área apta é ocupado quando o uso é intensivo, este valor pode ser encarado como um limite de ocupação de áreas aptas para irrigação em uma bacia hidrográfica.

Como estimativa da ocupação por pivôs de irrigação em um futuro com desenvolvimento pleno das regiões aptas a este tipo de irrigação, propõe-se a equação (1):

$$A_{\text{futuro}} = \text{Coeficiente} \times A_{\text{apta}} \quad (1)$$

Sendo:

A_{futuro} : Área da bacia hidrográfica em questão que seria ocupada por agricultura irrigada por pivôs centrais em um futuro com pleno desenvolvimento

Coefficiente: 0.28

A_{apta} : Áreas aptas na bacia hidrográfica em questão (intersecção das áreas de latossolos com regiões distantes até 2 km da rede de drenagem e declividade de até 10%).

CONCLUSÕES

Com a análise realizada neste trabalho para uma bacia com uso intensivo da água chegou-se a um limiar máximo de ocupação da área apta para irrigação na região. , baseado em três variáveis explicativas para a locação de pivôs centrais: tipo de solo, proximidade com cursos d'água e declividade. A relação entre a locação dos pivôs e estas variáveis é bastante autointuitiva.

Para a bacia do rio São Marcos, este valor foi estimado como aproximadamente 28%, assumindo que existem algumas imprecisões nos mapas utilizados.

A partir disto, propõe-se que a mesma relação seja extrapolada para a avaliação do uso da água por irrigação com pivôs centrais em um cenário de desenvolvimento agrícola de outras bacias hidrográficas a partir de uma equação dada. Naturalmente, predições de ocupação do solo futura por irrigação baseadas neste procedimento têm a limitação de não levar em conta o impacto de evoluções tecnológicas. Um exemplo é a própria correção de solo, que tornou possível a agricultura no centro-oeste em décadas passadas, anteriormente tidas como improdutivas.

Quanto ao critério distância ao curso d'água mais próximo, considera-se que os pivôs de irrigação concentrem-se nesta área, mas isto não pode ser afirmado de forma definitiva neste trabalho, visto que poucas áreas da bacia da Usina Batalha localizam-se a uma distância superior a 2 km da rede de drenagem. Outras incertezas da análise são devidas a erros no mapeamento dos solos da bacia da Usina Batalha e generalizações atribuídas aos padrões de distribuição espacial dos pivôs de irrigação.

O procedimento proposto para a estimativa da ocupação por pivôs de irrigação no futuro é bastante simples, pois tem o objetivo de ser uma avaliação rápida que pode ser realizada utilizando apenas técnicas bastante conhecidas de geoprocessamento. A presente análise poderia então ser aplicada em grandes áreas para fornecer dados para uma previsão dos usos consuntivos da água no futuro.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Águas (2010). *Levantamento de área irrigada na bacia do rio São Marcos*. Nota Técnica nº 23/2010/GEREG/SOF-ANA, de 5 de março de 2010
- FARR, T.G., CARO, E., CRIPPEN, R., DUREN, R., HENSLEY, S., KOBRICK, M., PALLER, M., RODRIGUEZ, E., ROSEN, P., ROTH, L., SEAL, D., SHAFFER, S., SHIMADA, J., UMLAND, J., WERNER, M., BURKBANK, D., OSKIN, M., ALSDORF, D. (2007). *The Shuttle Radartopography Mission*. *Reviews of Geophysics*, 45.
- GUIMARÃES, D. P., LANDAU, E. C. (2011). *Mapeamento das Áreas Irrigadas por Pivôs Centrais no Estado de Minas Gerais*. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas – MG.
- ONS. (2004). *Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo em Bacias do Sistema Interligado Nacional* – SIN.
- ONU. (2010). *Perspectivas da População Mundial*. Divisão de População – Departamento de Desenvolvimento Econômico e Assuntos Sociais.