

Aplicação de um Sistema de Informação Geográfico como instrumento de gerenciamento de dados dos Recursos Hídricos Superficiais de Irrigação pelo sistema de pivô central do município de Cristalina-GO.

Gracielly Cristina Carneiro^{1,2}

Noris Diniz²

Paulo Henrique Menezes²

¹ Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos - AGR-GO
Av. Goiás nº305 Ed. Visconde de Mauá – Centro – CEP: 74005-010 Goiânia-Go, Brasil.

graciellycarneiro@gmail.com

²Universidade de Brasília - UNB/IG
Campus Universitário Darcy Ribeiro - 70910-900 - Brasília - DF, Brasil

{norisdiniz, phjunker}@gmail.com

Abstract: This article aims to provide information that assists in systematization and ordination of relevant information related to water resources of the municipality of Cristalina in Goiás State. Based on irrigated agriculture, which use pivot of irrigation system, central supporting the granting of water instrument. For the analysis and management of information, using the SR (Remote Sensing) and GIS (geographic information system), which will provide the needed support to get control and a rational use of water by a proposal of data modeling process.

Palavras-chave: Remote sensing, GIS, Granting of water, Pivot irrigation, Sensoriamento Remoto, SIG, Outorga d'água, Pivô de Irrigação

1. Introdução

A divisão territorial de Goiás encontra-se em uma das áreas com um dos maiores divisores de água, com grande capacidade hídrica. A utilização desta água destina-se para os mais diversos usos. Contudo, a agricultura irrigada apresenta-se com 47% de vazão de retirada caracterizando o maior uso no Estado. Constatou-se que, nos dias atuais, a agricultura irrigada em Goiás está em pleno desenvolvimento, sua área irrigada é de mais de 140 mil hectares, o que pode se tornar um problema se não for feito um controle. O uso de qualquer técnica de irrigação deve ser muito bem supervisionado e feito de acordo com os parâmetros adequados.

Para manter, certo controle da utilização da água, utiliza-se a outorga que não é o único instrumento de gestão de águas, mas é, sem dúvida, um instrumento estratégico e fundamental, por gerar subprodutos importantes, entre eles um cadastro de usuários e o enquadramento dos corpos d'água. Além de conferir legalidade aos usuários, permite que o Estado tenha o domínio da exploração de suas águas e possa minimizar a ocorrência de conflitos que inevitavelmente geram prejuízos e riscos para as diferentes atividades econômicas.

Através da disponibilização de informações, cedidas pelos órgãos competentes do governo do estado de Goiás é que as informações serão aplicadas junto às técnicas do geoprocessamento utilizando de imagens de LANDSAT 5, com a utilização de 3 cenas para composição da área de estudo. Todo processamento está aliada ao SIG, um conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real, BURROUGH (1989). Aliada a outras tecnologias, como modelagem de dados, pode contribuir de forma eficiente para o gerenciamento e tomada de decisão. Os dados espaciais ou geográficos são fundamentais para o funcionamento do sistema e quando organizado de forma adequada pode ser manipulado para operação de inserção, busca, edição ou análise espacial.

1.1-Área de Estudo

A área de estudo abrange todo o município de Cristalina no estado de Goiás, localizado na mesorregião do Leste Goiano considerado entorno de Brasília como pode ser visto na Figura-1.

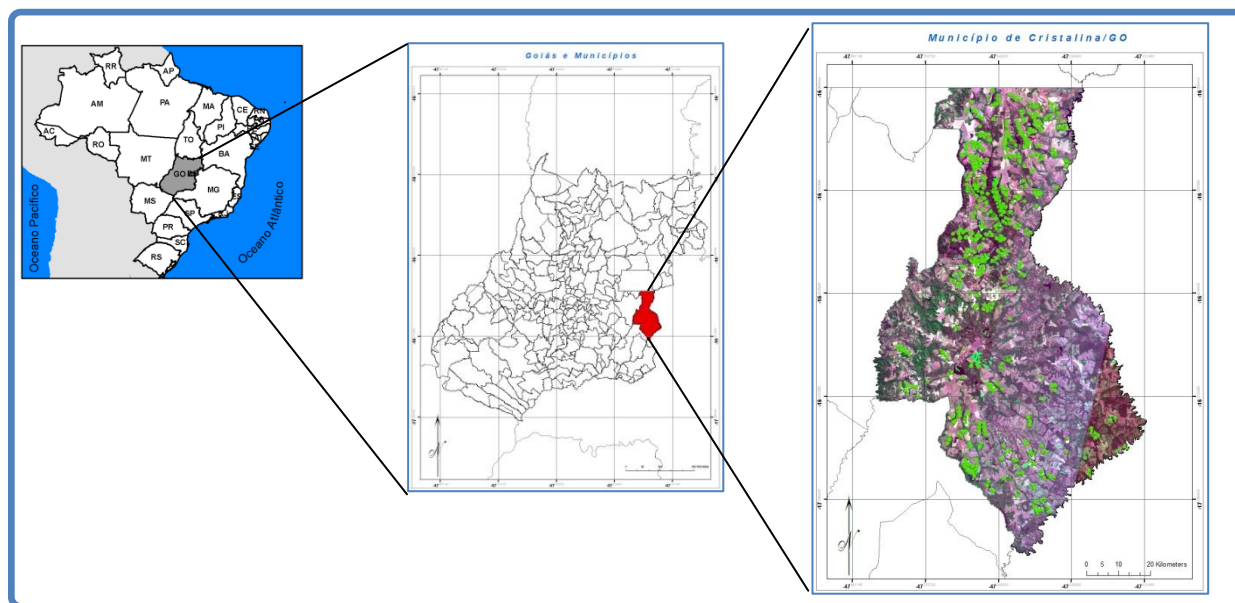


Figura 1-Mapa de localização do Município de Cristalina

1.2 - Caracterização da Área

O município está localizado na região central do Brasil, o tipo de vegetação predominante, enquadra-se nos domínios do cerrado. Segundo AB'SABER (2003), o relevo das áreas de cerrado, são marcados por chapadões recobertos por florestas-galeria de diversas composições. Ocupados predominantemente por maciços planaltos de estrutura complexa, dotados de superfícies aplainadas de cimeira, os domínios dos cerrados apresentam cerrados e cerradões nos interflúvios e vertentes suaves nos diferentes tipos de planaltos regionais.

A definição e a caracterização do clima regional, localizada em uma região de clima subquente, de variedade Aw (onde A representa um clima quente e úmido – w chuvas de verão) e precipitações anuais médias de 1500 mm. Caracteriza-se por duas estações bem definidas, uma seca que corresponde ao período outono-inverno, e a outra úmida de verão, com chuvas que costumam ser muito fortes.

O perfil socioeconômico desta região é baseado no uso de tecnologias avançadas para a produção agrícola e pastagens cultivadas, sendo que se destacam os produtos relacionados aos aspectos físicos da região e à capacidade de atrair um grande contingente populacional. Esse fato exige dos produtores investimentos na produção para suprir as necessidades tanto do comércio local quanto de outros níveis (externo e agroindústria regional). Nesse sentido, que se vê a concentração do uso de pivôs centrais e em Cristalina/GO onde predomina o plantio de milho, soja e tomate.

A extensa área ocupada pela soja requer uma elevada mecanização da lavoura, acarretando a deterioração da estrutura do solo e conseqüentemente a sua compactação. Além disto, o desmatamento de grandes áreas com reflexos na diminuição dos cursos d'água exige um esforço maior para suprir as demandas hídricas e conseqüentemente distúrbios no comportamento das condições climáticas.

2. Metodologia do Trabalho

A realização deste trabalho seguiu uma seqüência de etapas e procedimentos que foram adotadas em paralelo a uma revisão bibliográfica dos assuntos pertinentes, conforme descrito a seguir:

Na revisão bibliográfica foi feita uma seleção dos temas mais pertinentes relativos ao quadro atual dos Recursos Hídricos no Brasil e em Goiás, além de toda legislação que permeia os temas escolhidos, como por exemplo, o instrumento de outorga d'água. Em conjunto, realizou-se levantamentos dos dados principalmente em órgãos públicos do âmbito Nacional e Estadual.

Procedeu-se o levantamento de dados digital e de meio físico para a caracterização da área de pesquisa. Verificando os tipos de mapas, já existentes na Base de dados do Estado por meio digital (SIEG- Sistema Estadual de Estatística e Informação Geográfica de Goiás) com base na cartografia do município de Cristalina-GO.

Seguindo procedimentos usuais, organizou-se mapas temáticos, tais como: Geologia, Solos, Uso do Solo, Hidrografias. Com o apoio deste material, realizou a compilação dos dados para fundamentar e estruturar a análise de informações que sustentam a outorga, possibilitando sistematizar os dados que alimentam um SIG e assim descrever e compreender a dinâmica da área.

Os dados espaciais são fundamentais para o funcionamento de um sistema, este conjunto de informações relacionadas de forma individual ou coletiva, e a localização geográfica contribuiu para a formação e elaboração de uma modelagem de dados.

2.1 - Base de dados

Para a organização das informações das cartas temáticas, utilizou-se o recorte da área que abrange as folhas SE. 23-V-A-I, SE. 23-V-A-II, SE. 23-V-A-IV e SE. 23-V-A-V na escala de 1:250.000 permitindo a realização, tratamento e interpretação das cartas de Geologia, Solos, Uso do Solo e Hidrografia.

Usou-se de imagens orbitais do satélite LANDSAT (norte-americano, com o sensor ETM+ de resolução espacial de 30 m), com este sistema de sensores, que captam dados multiespectrais foi possível observar as características principais dos alvos. O pivô-central que possui uma área circular, cuja extensão varia, em geral, de 10 a 150 ha, permite a delimitação rápida e precisa desses equipamentos de irrigação.

A imagem orbital utilizada neste estudo foi feita com 3 cenas do satélite LANDSAT 221-071 de 06/08/2010, 221-072 de 06/08/2010 e 220-072 de 15/08/2010 do INPE. Escolheu-se a época do ano considerada de estiagem, segundo BARBALHO (2007) “É no período seco em que a técnica de irrigação é mais utilizada, reduzindo drasticamente a disponibilidade dos recursos hídricos para outros usos”. O fato dos pivôs centrais localizarem-se próximos às nascentes é crítico, pois o rebaixamento do nível hidrostático nessas áreas pode decretar o fim dos cursos d'água.

Para elaboração da imagem utilizou a composição de bandas RGB/345 no programa ENVI. *Banda 3* – Comprimento de onda correspondente ao vermelho do visível no filtro vermelho. Adequado para destacar solo exposto. *Banda 4* – Comprimento de onda correspondente ao Infravermelho Próximo no filtro verde – Reflete vegetação e área de cultivo. O olho humano tem facilidade para visualizar a cor verde. Por isso esse filtro foi escolhido haja vista que o pivô é o alvo principal da primeira interpretação. *Banda 5* - Comprimento de onda correspondente ao Infravermelho de ondas curtas no filtro azul. Adequado para destacar solo e vegetação seca. Apresenta maior contraste entre os alvos, conforme figura 2.

As coordenadas dos pontos de controle utilizados no georreferenciamento foram coletados na *Geocover 2000*, esta imagem é do sensor orbital óptico Landsat, disponibilizado pela NASA, em formato MrSID. Em média foram usados para cada cena entre 10 e 12 pontos e em seguida identificados os pontos correspondentes na LANDSAT. O georreferenciamento foi validado através da sobreposição da LANDSAT na *Geocover* correspondente, e observando-se a concordância das feições nas duas imagens.

Em seguida, fez o recorte da área de interesse possibilitando a localização e trabalho direcionado com maior precisão.

Teve como objetivo, ainda no processamento da imagem, melhorar a qualidade para ser interpretada a partir da análise visual. Além, visualização através da *composição das bandas (R3 G4*

B5), e realizou-se um *realce de histograma* para obter uma identificação e contraste melhor dos alvos e uma identificação das assinaturas espectrais para analisar se os alvos estavam respondendo de acordo com o esperado em cada comprimento de onda, podendo ser verificado na figura 3.

Posteriormente, empregou-se a técnica de *classificação supervisionada*, este processo extrai informações da imagem e reconhece padrões, objetos homogêneos, associando a uma classe pré-estabelecida ou um tema por meio da escolha de amostras.

Foi possível, a partir desse processo, elaborar mapa de localização e distribuição dos pivôs, além de identificar as classes de solos com maior ocorrência desse sistema de irrigação. E assim possibilitando o cruzamento das informações e busca do entendimento das informações necessárias para a concessão de uma outorga conforme figura 4.

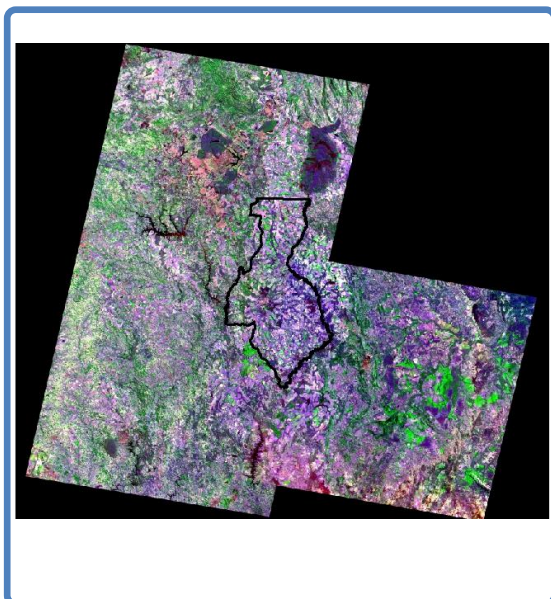


Figura 2 – Mosaico e composição R3G4B5

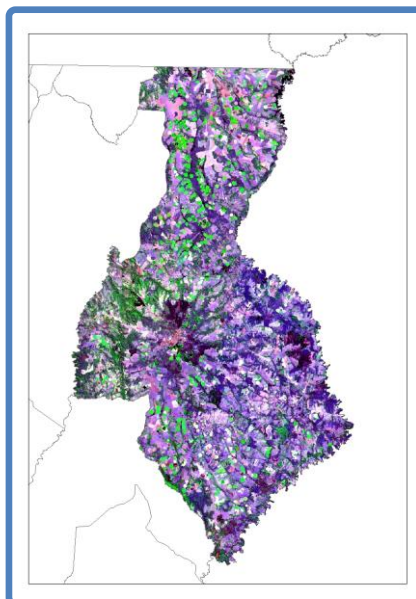


Figura 3- Realce de histograma

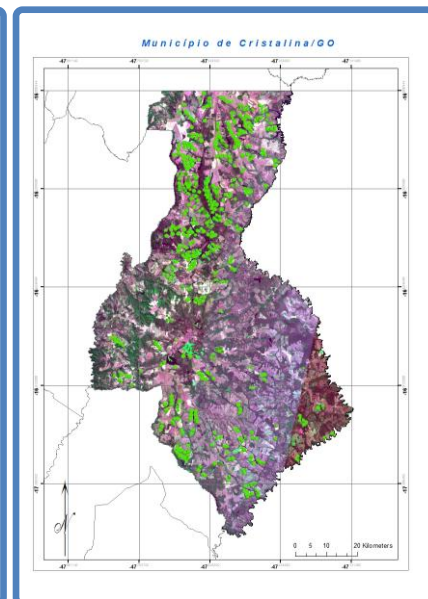


Figura 4- Distribuição de pivôs

Com a análise destes dados, desenvolveu-se conceitos e assim foi possível desenvolver uma proposta de modelagem de dados através de um modelo conceitual para uma aplicação de banco de dados.

Para a elaboração deste modelo conceitual utilizou-se do programa BRMODEL que possibilita a utilização de ferramentas para a construção de uma representação gráfica para entendimento do objeto e verificação se tais conceitos são aplicáveis.

O BrModelo é um programa *livre*, que possibilita a modelagem de dados. O software funciona como um editor, e possui duas funcionalidades básicas: construção do modelo de entidade e relacionamento, e mapeamento para o modelo relacional de banco de dados.

3. Resultados e Discussões

Foi possível constatar que a geologia da área é constituída pelas unidades geotectônicas da Faixa Brasília, pertencentes à Formação Paracatu – Grupo Canastra cuja litologia é representada, sobretudo, por filito carbonoso, quartzito, metassiltito. Nos níveis mais elevados ocorre ainda Formação Jequitie – Grupo Bambuí com litologia de diamictito e as formações superficiais representadas pelos Latossolos e cascalhos de idade Terciária/Quaternária-TQdl, conforme figura-5

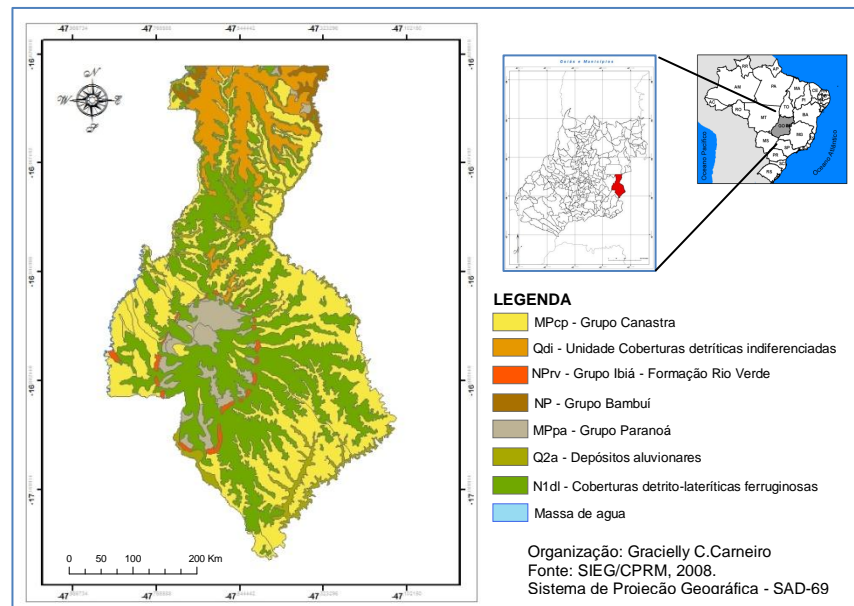


Figura 5 - Mapa geológico

Basicamente as classes de solos predominantes em toda a área, tanto nas áreas sedimentares, quanto nos terrenos cristalinos são os Cambissolos, Latossolos Vermelho, Latossolos Vermelho-Amarelos e os Plintossolo Pétricos, identificadas na figura 8. Nos lugares onde as lateritas inexistem, estão localizadas as melhores condições para as atividades agrícolas, sob a condição de calagem de calcários ou adubos fosfatados. Isto devido à elevada acidez, causada pela forte presença do alumínio nestas áreas.

Cambissolos: solos rasos, não eluviais com baixa gradiente textural. Quando expostos em cortes e taludes são extremamente erodíveis e friáveis, favorecendo a ocorrência de erosão, e em encostas favorecem a ocorrência de processos de escorregamentos planares. Com ocorrência nas vertentes de Bacias.

Latossolos: solos espessos, homogêneos em relação à cor, textura, estrutura, rico em ferro, porosos, de alta permeabilidade e baixa erodibilidade. Apresenta problemas geotécnicos quando o uso inadequado provoca a concentração do escoamento superficial e o solo ficando saturado, perde a estrutura, sofrendo colapsos e abatimentos. Importante fonte de material para aterros, estradas e barragens de terra. Na região de Cristalina, encontra-se ocorrências de *Latossolo Vermelho*, que ocorre nos topos de chapadas e *Latossolo Vermelho Amarelo*, que ocorre principalmente nas bordas de chapadas e em seus divisores, além de superfícies planas, como pode ser visto na figura 6.

Plintossolo Pétricos: Há grande concentração de plintita nos primeiros centímetros da camada arável são responsáveis pelo rápido ressecamento. Esses solos ocorrem em superfícies plana, suavemente onduladas, especialmente na posição de terço inferior da encosta, ou nas áreas deprimidas das várzeas. A erosão constitui outra limitação quando ocorrem locais declivosos, e quimicamente são distróficos ou álicos. Ocorrem nãos terrenos de várzeas, áreas com relevo plano ou suavemente ondulado. Nas figuras 6 e 7 é possível verificar a ocorrência dos tipos de solos e seus perfis.

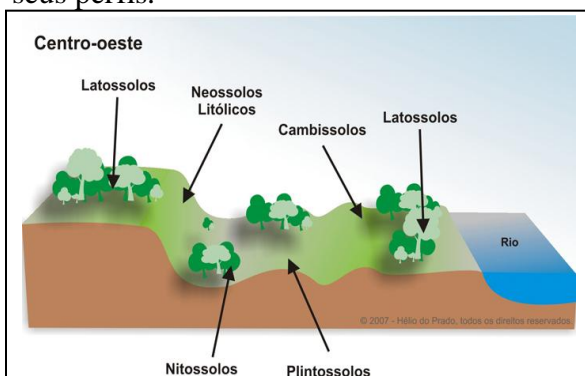


Figura 6 – Ocorrência dos tipos de solos

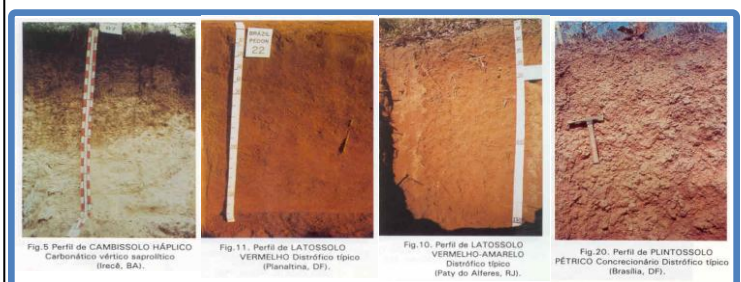


Figura 7 – Perfis dos solos

As maiores ocorrências dos pivôs acontecem nos solos tipo *Plintossolos Pétricos* e nos *Latossolos*, conforme pode ser observado figura 9.

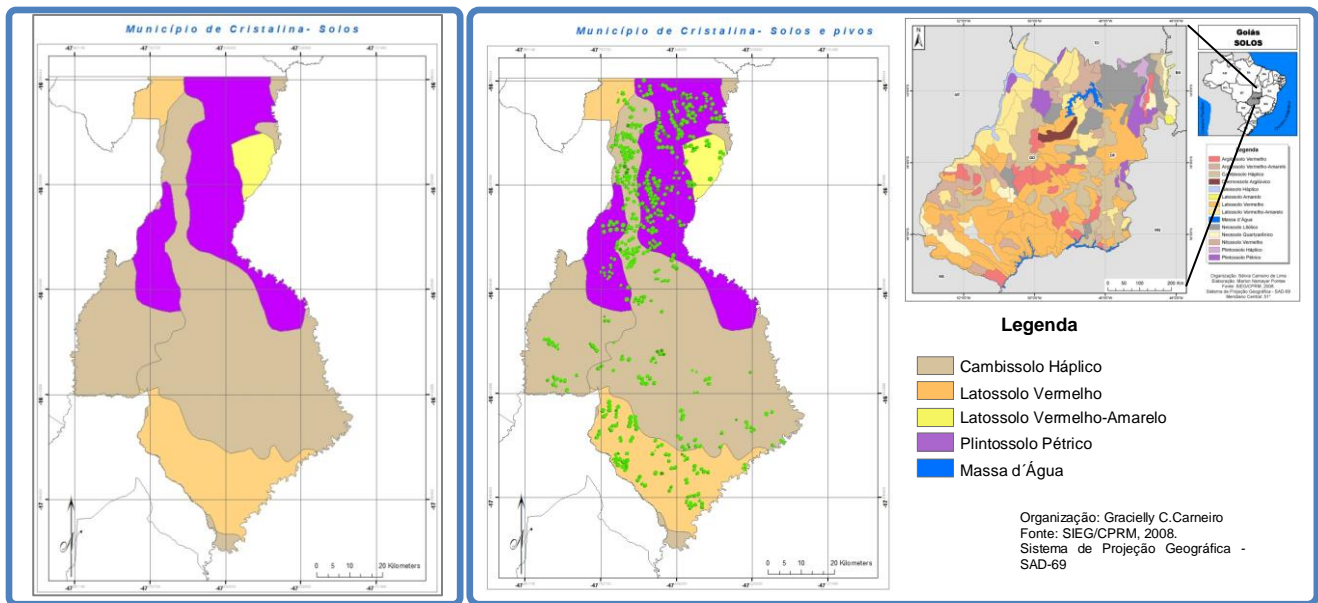


Figura 8 - Mapa de solos

Figura 9-Ocorrência de pivôs nos solos

Foi possível verificar no mapa de uso do solo que a maior parte do território de Cristalina, encontra-se destinada a agricultura, seja ela específica a uso do pivo central ou culturas anuais, mais também com pastagem o que demonstra redução da área de vegetação natural de cerrado, podendo ser visualizado na figura 10.

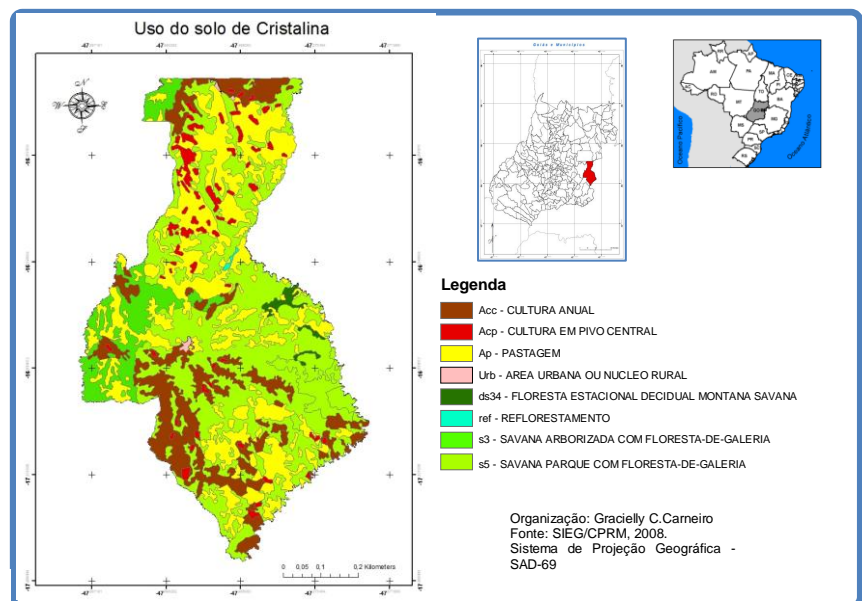


Figura 10- Mapa de Uso de Solos

A irrigação é atividade responsável pelas maiores vazões de retirada. As vazões de retirada, retorno e consumo estão distribuídas em 12 regiões hidrográficas. A região hidrográfica do Paraná, onde localiza parte do Estado de Goiás abrange todo o município de Cristalina, podendo ser visualizada na figura 11, é responsável por 30% das retiradas no País, as maiores vazões (15.000 m³/s) acontecem entre os meses de janeiro a março, e as menores (6.200 m³/s), entre os meses de agosto e setembro, sendo quase duas vezes maior que a segunda colocada, que é a região Atlântico Sul (15%).

Os dados mostram que o Brasil é rico em termos de disponibilidade hídrica, mas apresenta uma grande variação espacial e temporal das vazões. As bacias localizadas em áreas que apresentam uma combinação de baixa disponibilidade e grande utilização dos recursos hídricos passam por situações de escassez e estresse hídrico. As bacias, com maiores vazões, precisam de intensas atividades de planejamento e de gestão dos recursos hídricos.

O município de Cristalina tem como seus principais rios: Pamplona, Preto, São Marcos, Samambaia, São Bartolomeu, e Corumbá. Estes dois últimos citados as características de demanda e disponibilidade hídrica, apresentam-se com índices que variam de *muito critica a preocupante*. O que provoca conflitos pelo uso da água envolvendo essencialmente, problemas de poluição e de consumo excessivo de água para irrigação, demonstrada na figura 11.

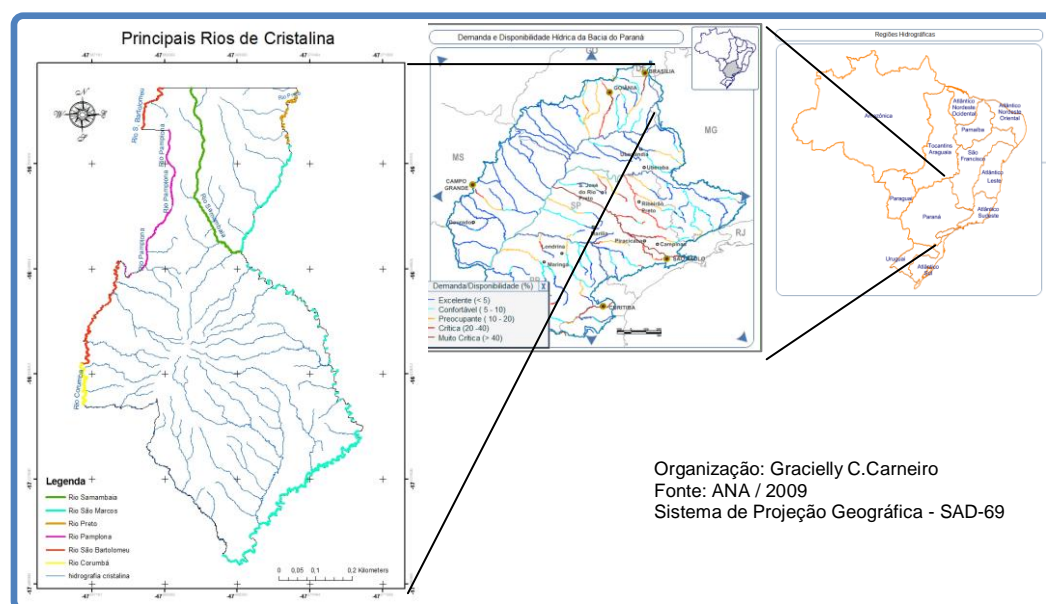


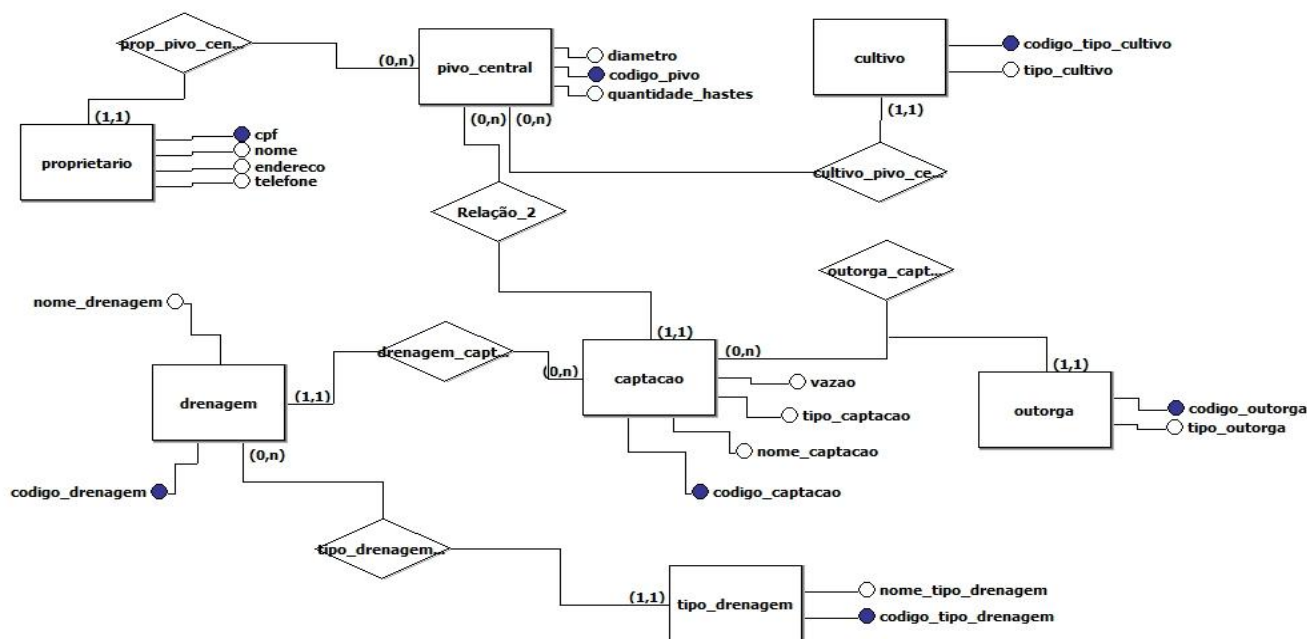
Figura 11- Bacias hidrográficas e principais rios de Cristalina

Rio Pamplona encontra-se em uma região crítica, a maior parte dos pivôs encontra-se com captação de água em seu leito, embora exista consenso e vigilância por parte dos usuários e dos governantes da região. Ainda sim faz-se necessário a implementação de mecanismos de monitoramento para controle de seus recursos hídricos. O rio ainda não atingiu sua vazão de forma alarmante, mas com o aumento de seu uso, ainda crescente, em pouco tempo inviabilizará a utilização de suas águas.

5. Conclusões

Após essas informações analisadas e a interpretação da imagem, verificou-se a distribuição dos pivôs no município de Cristalina identificando a ocorrência destes, em sua geologia, que deu origem aos principais tipos de solos, sendo eles propícios a uma agricultura mecanizada. Após a demonstração destas informações e através do cruzamento das informações e que foi possível o uso do solo e demanda para agricultura utilizando grande parte dos recursos hídricos. Um bem não renovável, que deve ser cuidado por todos, principalmente pelos seus usuários, mas ainda sim, com fiscalizações por parte dos órgãos competentes, para que seu uso aconteça de maneira correta, evitando a escassez.

Com estas análises elaborou-se uma proposta de modelagem de dados que auxiliou na compilação dessas informações e cadastramento para a utilização do instrumento da outorga, verificando principalmente essa demanda hídrica para cada pivô central para a região de estudo.



Referências bibliográficas

AB' SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.

ANA - Agência Nacional de Águas (2008) "hidroweb: **Sistema de Informações hidrológicas**". Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 14 fev. 2010.

BARBALHO, M. G. S. **ANÁLISE TEMPORAL DO USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE CRISTALINA-Go a partir da utilização de Imagens Landsat-5tm**. IN: *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 3725-3732.

BURROUGH P.A; Mc Donnell R.A.1998. **Principles of geographic information systems**. Oxford, Oxford University Press.285p

FAEG- Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás. **I Anuário de Irrigação**. Goiânia, 2008.

GONÇALVES, Tatiana Diniz. **Geoprocessamento como ferramenta de apoio à gestão dos recursos hídricos subterrâneos do Distrito Federal**. UNB-IG. Brasília-DF . (dissertação) 2007.

INPE. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>>. Acesso em 28 de maio 2010.

MOREIRA, M. L. O. **SIG - INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE GOIÁS**. In: III Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste. Goiânia, 2004.

REYES PABÓN, D. A. **METODOLOGIA MULTI OBJETIVO E MULTICRITÉRIO DE AUXÍLIO À OUTORGA RECURSOS HÍDRICOS: Aplicação ao caso da Bacia do Rio Preto**. (Dissertação Mestrado)- Brasília-DF, 2009.

SILVA, C.A.V, Santiago, M. M, Silva, J.B, Galvincto, J.D. **APLICABILIDADE DO TERRAVIEW COMO INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO URBANO NA MICRORREGIÃO DE ITAMARACÁ-PE**. Artigo - Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Recife – PE, 2009.

VELOSO, Leonardo. **IRRIGAÇÃO É UM NOBRE USO DE ÁGUA**. – entrevista do secretário da agricultura do estado de Goiás em 02 set. 2009. Disponível em: <http://portal.seagro.go.gov.br/index.php?act=cnt&opt=1,13280>>. Acesso em: 13 fev. 2010.