

Classificação multitemporal de uso do solo usando imagens CBERS para fins de simulação e gerenciamento de recursos hídricos na bacia do rio Quaraí

Bruno Collischonn^{1,2}
Walter Collischonn¹

¹Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Bento Gonçalves, 9500 – 91.501-970 Porto Alegre-RS
collischonn@uol.com.br

²Agência Nacional de Águas (ANA)
Setor Policial, Área 5, Quadra 3, Bloco L – 70.610-200 Brasília-DF
bruno.collischonn@ana.gov.br

Abstract – Rice irrigation represents an intensive water consumption in south Brazil, resulting in pressure over existing water resources. An accurate estimation of water balance in the Quaraí/Cuareim river basin is complex due to its binational character, since data on water availability and water demand are not available for the public or not compatible to each other. In this work, we estimated rice crop area and location over the whole river basin, using multitemporal CBERS imagery, in order to take seasonal variability of rice crop's reflectances into account. The results are important input data for water resources simulation and management, and highlight the importance low-costs, easy available remote sensing data.

Palavras-chave: irrigation, rice, hydrology, irrigação, arroz, hidrologia

1. Introdução

A irrigação é, globalmente, o maior uso consuntivo de água, tanto em número de captações (cerca de 70% das outorgas emitidas pela Agência Nacional de Águas (citar fontes). Dentre as diversas culturas irrigadas, o arroz representa o maior consumo, devido ao fato de necessitar de uma lâmina permanente de 10cm acima do solo, para impedir o crescimento de espécies invasoras.

Desta forma, algumas bacias hidrográficas no sul do Brasil, embora apresentem disponibilidades hídricas relativamente altas em comparação a outras regiões do país, começam a apresentar balanço hídrico crítico, devido ao fato de boa parte da produção nacional de arroz se situar nesta região.

Deste ponto de vista, a bacia do rio Quaraí, bacia transfronteiriça compartilhada entre o Brasil e o Uruguai, apresenta as seguintes características:

- alta demanda de água para irrigação de arroz;
- monitoramento hidrológico muito incipiente;
- dispersão da informação hidrológica e agrícola e ausência de visão integrada dos recursos hídricos, devido ao caráter transfronteiriço da bacia.

Os problemas listados acima foram objeto de estudo do projeto Twinlatin, financiado pela União Européia (Collischonn et al., 2006), que visava a difusão de uma visão integrada sobre os recursos hídricos, com ênfase em bacias transfronteiriças.

Este trabalho especificamente teve por objetivo identificar polígonos de lavouras de arroz sobre toda a bacia do Quaraí, tanto na porção brasileira como na uruguaia. Para isso, foram classificadas imagens do satélite sino-brasileiro CBERS, com resolução de 20m, disponíveis sobre toda a bacia em datas recentes. Devido à grande variabilidade da reflectância das lavouras de arroz entre os períodos de cultivo (outubro a março) e entressafra (abril a setembro), adotou-se uma abordagem não-convencional, usando-se imagens de datas distintas como bandas de uma mesma cena.

Com isto, dois dos aspectos mais visados no projeto foram levados em conta. Por um lado, a informação de áreas e localização dos polígonos foi um importante subsídio ao desenvolvimento de uma ferramenta de simulação integrada de recursos hídricos, que abrangeu a transformação chuva-vazão, a retirada de água de reservatórios e rios para irrigação e o balanço hídrico das lavouras (Collischonn et. al, submetido). Além disso, os mapas de uso do solo gerados para toda a bacia foram disponibilizados junto ao comitê de bacia e nos órgãos gestores responsáveis pelo gerenciamento de recursos hídricos, difundindo-se uma visão mais integrada de bacia hidrográfica entre os entes afetados.

2. Metodologia e resultados

Como dito, a classificação realizada foi feita com base em imagens do satélite sino-brasileiro CBERS 2, com resolução de 20m. Como o satélite possui um número pequeno de bandas espectrais (apenas 3, correspondendo aos comprimentos de onda do verde, vermelho e infravermelho próximo), a classificação poderia conduzir a uma incerteza muito grande, uma vez que lavouras de arroz são facilmente confundidas com outras superfícies vegetadas. Dessa forma, uma classificação multitemporal foi realizada, usando-se imagens tanto do período de cultivo (out-mar), safra 2004/2005, como do período de entressafra (abr-set), correspondente ao inverno, ano de 2005. Desta forma, obteve-se um número efetivo de 6 bandas espectrais.

Antes de proceder à classificação de imagens, estas tiveram que ser georreferenciadas, uma vez que as imagens CBERS apresentam um desvio devido a atividade solar intensa. As imagens foram georreferenciadas com base na rede hidrográfica digitalizada disponível, conforme Figura 1.



Figura 1. Detalhe do georreferenciamento de composição 3-4-2 de imagens CBERS com base na rede hidrográfica digital

Uma vez georreferenciadas, amostras de uso do solo foram tomadas, tomando-se como base as composições 3-4-2 de imagens CBERS. Quatro classes principais de uso foram consideradas: água, pastagem/campo, floresta e lavouras de arroz. Cada um destas classes foi subdividido em mais subclasses, cada uma com diferentes atributos, de forma a identificar respostas espectrais distintas de classes semelhantes. As assinaturas espectrais foram então

geradas e as imagens foram classificadas através de um procedimento de máxima verossimilhança.

Cidades ou áreas urbanas não foram classificadas, pois a classificação de áreas urbanas sempre apresenta limitações devido à grande variabilidade de reflectâncias encontrada em cidades. Além disso, as cidades representam uma área proporcionalmente pequena em relação à bacia, de forma que sua exclusão não afeta os resultados do modelo de forma significativa.

A seqüência completa de atividades (importação das imagens, georreferenciamento, composição, amostragem, assinatura e classificação) foi realizada para cada uma das 5 cenas do satélite CBERS que cobrem a bacia do Quaraí, em ambiente ArcGis 9.x. Por fim, os *rasters* de uso do solo foram concatenados e recortados sobre a bacia, gerando o mapa mostrado na Figura 2.

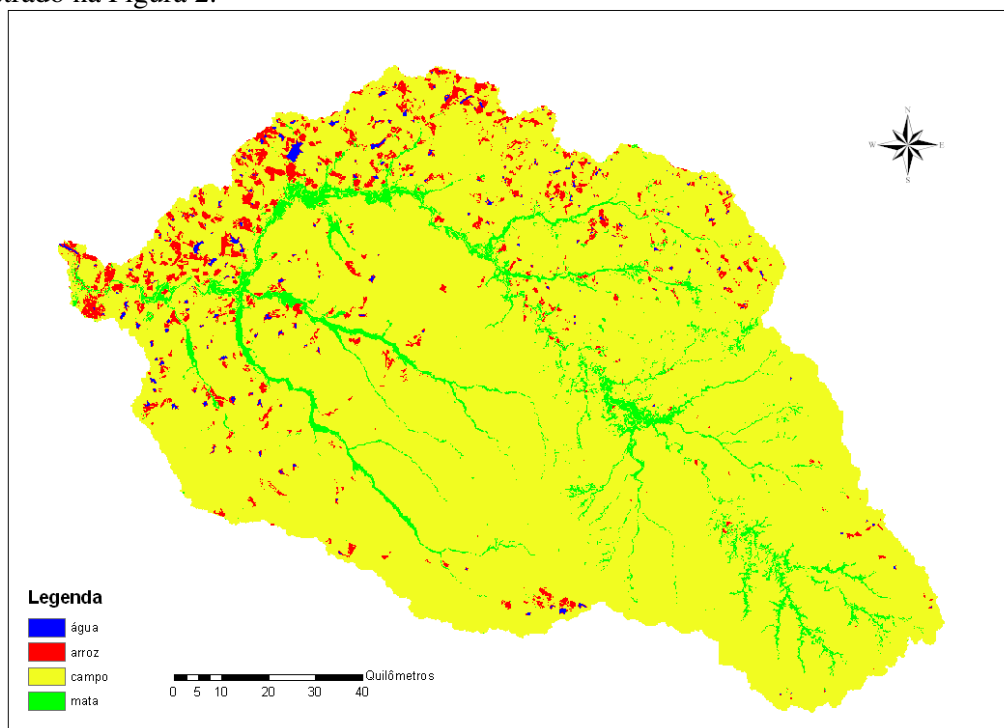


Figura 2. Mapa de uso do solo sobre a bacia do Quaraí

O contorno da bacia do Quaraí foi delimitado com base no Modelo Numérico de Terreno (MNT) gerado pelo Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), consistidos pelo *Hydrosheds* (<http://hydrosheds.cr.usgs.gov>). A Tabela 1 sintetiza as áreas absolutas e em relação à bacia de cada uma das classes de uso do solo.

Tabela 1. Áreas absoluta e relativa dos diferentes usos do solo sobre a bacia

Uso do solo	Área (km ²)	Área (%)
Água	117,1	1%
Arroz	723,4	5%
Pastagem	13120,1	90%
Floresta	642,7	4%

Pode-se observar que o uso predominante na bacia são pastagens ou campos. Áreas de floresta, por sua vez, estão confinadas ao entorno dos corpos hídricos (mata ciliar). As áreas líquidas são mais comumente encontradas nos açudes de irrigação e as áreas de cultivo de arroz se encontram próximas a estas últimas e aos corpos hídricos principais.

A maior parte do cultivo do arroz é praticada na porção baixa da bacia. Isto está relacionado à maior disponibilidade hídrica, a áreas mais planas e à ocorrência de solos mais adequados para esta atividade (planossolos e gleissolos). O eixo principal do rio Quaraí é a fronteira entre o Uruguai e o Brasil. Pode-se notar que, embora ocupe uma fração menor da bacia (45%), o lado brasileiro possui a maior parte da área cultivada (67%) e das áreas líquidas (67%) da bacia.

Para verificar a precisão da classificação de uso do solo realizada, as áreas de arroz foram comparadas com duas bases de dados de atividade agrícola. A primeira é a base de dados georreferenciada da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Roessler (FEPAM-RS), que contém todas as lavouras licenciadas com a respectiva área, a qual foi gentilmente cedida para o projeto Twinlatin. A segunda é o relatório de cultivo do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), que apresenta a área cultivada de arroz a cada safra, bem como dados de perdas e produtividade, (IRGA, 2005). Esta base de dados é organizada por município, cujos limites não coincidem com os limites da bacia (Figura 3).

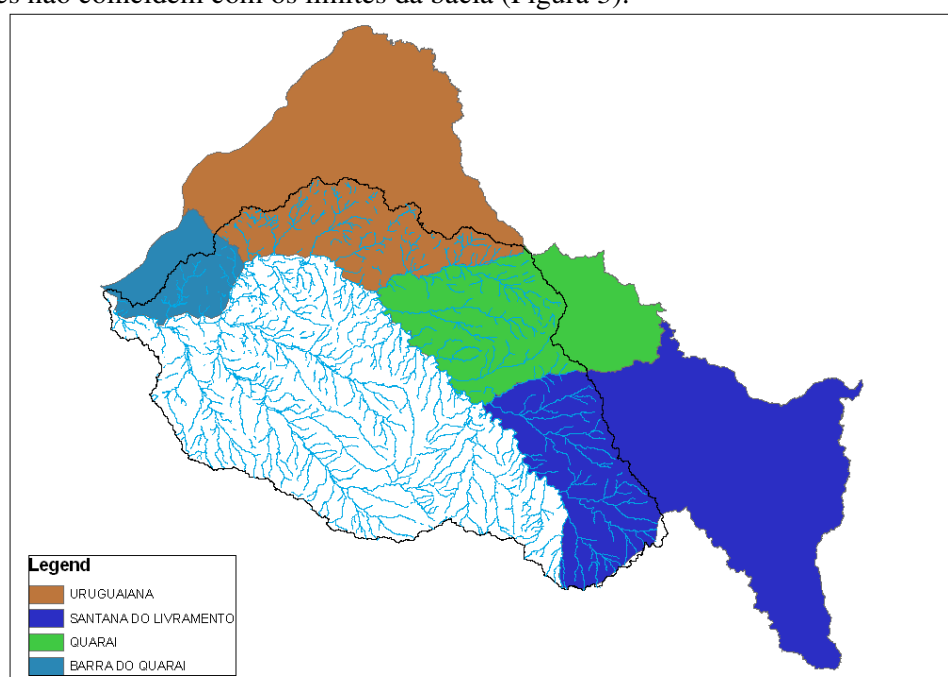


Figura 3. Municípios brasileiros na bacia do Rio Quaraí

No caso da base do IRGA, a área cultivada foi corrigida de acordo com a proporção de área de cada município dentro da bacia do Quaraí, considerado que as lavouras de arroz se distribuem de forma aproximadamente homogênea sobre o município.

Assim, as áreas de arroz das três bases de dados puderam ser comparadas, sendo mostradas na Tabela 2.

Tabela 2. Área de lavouras de arroz nos municípios do lado brasileiro da bacia do Quaraí, obtidas de 3 diferentes fontes: classificação de imagens CBERS realizada no âmbito deste projeto, base de dados do IRGA e base de dados da FEPAM (áreas em km²)

Município	CBERS	IRGA*	FEPAM
Uruguaiana	252,1	205,8	265,8
Barra do Quaraí	134,6	115,9	143,6
Quaraí	78,2	72,9	102,2
Santana do Livramento	20,6	34,1	10,7
Total	485,6	428,8	522,4

* estimativa baseada na proporção de área do município contida na bacia, safra 2004/2005

Pela Tabela 2, pode-se considerar que a classificação baseada em imagens CBERS é relativamente confiável, pois gera áreas bastante condizentes com bases cadastrais. Deve ser levado em conta ainda que as áreas do IRGA e da FEPAM podem estar sujeitas a alguma incerteza por terem sido levantadas através de planimetria convencional.

Por fim, o *raster* de uso do solo foram pós-processados, de forma a identificar polígonos individuais de lavouras de arroz. Este pós-processamento envolveu as seguintes etapas:

1. Filtragem de *pixels*: o *raster* de uso do solo foi mascarado por um filtro de moda de 3x3 pixels, para redução de heterogeneidades;
2. Vetorização: o raster filtrado foi vetorizado de forma a gerar diversos polígonos de lavouras;
3. Limite de área: polígonos com área inferior a 10ha foram excluídos, uma vez que este cultivo só se viabiliza para grandes áreas;
4. Atribuição de identificador: um número inteiro de 1 a 477 foi atribuído a cada polígono.

A Figura 4 mostra um detalhe do pós-processamento e o os polígonos de lavoura de arroz resultantes.

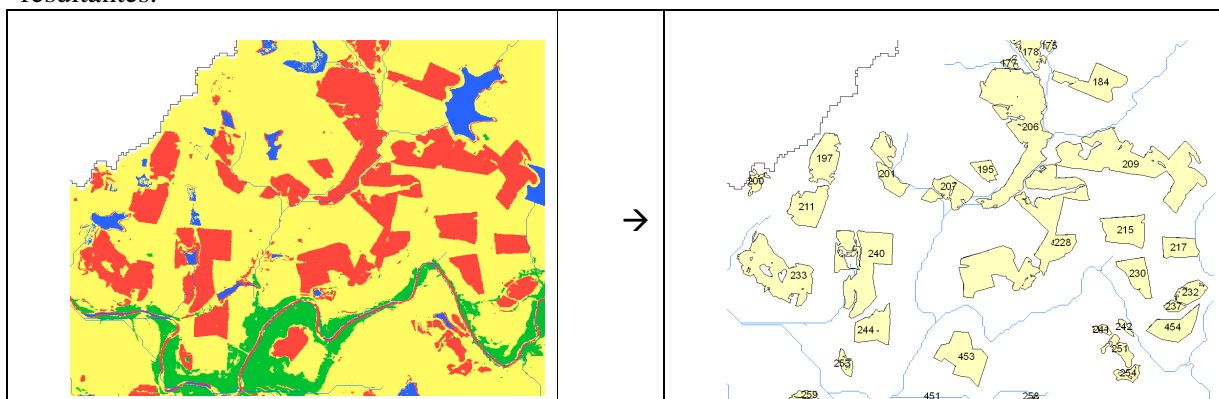


Figura 4. Pós-processamento do mapa de uso do solo para identificação de lavouras individualizadas

3. Conclusões

Este trabalho realizou uma classificação de uso do solo sobre a bacia transfronteiriça do rio Quaraí, com o intuito de identificar a localização e a área de cultivos de arroz. Para compensar o baixo número de bandas, foi adotada uma abordagem multitemporal, usando-se imagens de datas distintas (safra e entressafra), de forma a duplicar o número de bandas para a classificação.

Os resultados obtidos foram comparados a dados cadastrais obtidos junto ao órgão ambiental do estado do rio Grande do Sul e a uma instituição de fomento à produção de arroz, validando-se assim os resultados obtidos. Salienta-se também a importância da disponibilização gratuita de imagens de satélite de boa qualidade, recentes e com resolução alta para a escala de trabalho adotada.

A informação gerada foi um importante subsídio para um trabalho posterior, de simulação hidrológica da bacia, que permitiu identificar regiões com mais pressão sobre os recursos hídricos existentes (Collischonn et al., 2008 - submetido).

Adicionalmente, os mapas de uso do solo e a abordagem do projeto como um todo têm tido uma importância na difusão de uma visão integrada da bacia hidrográfica, que se encontrava segmentada de acordo com as divisões políticas existentes.

DISCLAIMER

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente o ponto de vista da Agência Nacional de Águas (ANA).

Referências bibliográficas

COLLISCHONN, B. ; LARENTIS, D. ; Collischonn, w. ; ALCOZ, S. ; CAMANO, E. ; MEIRELLES, F. . O projeto TwinLatin e a abordagem para a bacia do Quaraí: balanço do primeiro ano de atividades. In: Workshop sobre Gestão Estratégica de Recursos Hídricos, 2006, Brasília. Anais do Workshop sobre Gestão Estratégica de Recursos Hídricos, 2006.

COLLISCHONN, B; PAIVA, R.; COLLISCHONN, W; LARENTIS, D; BRAVO, K. TASSI, R. MEIRELLES, F. ALCOZ, S. CAMAÑO, E. (2008) Simulação Hidrológica chuvavazão integrada com balanço hídrico de açudes e lavouras de arroz. Submetido à revista Brasileira de Recursos Hídricos.

<http://hydrosheds.cr.usgs.gov/> - Consistência dos modelos de terreno do SRTM

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ (2005): Arroz Irrigado – Safra 2004/2005. Governo do Estado do Rio Grande do Sul (obtido em <http://www.irga.rs.gov.br/>)