

# ANÁLISE ESPAÇO TEMPORAL DA DINÂMICA HIDROLÓGICA DO BANHADO GRANDE/RS EM IMAGENS ORBITAIS LANDSAT 8

*A.M. P. Lima<sup>1</sup>, J. Ferrari<sup>2</sup>, D. L. Saldanha<sup>3</sup>*

<sup>1 2 3</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

## CT04 – Sensoriamento Remoto, Fotogrametria e Interpretação de Imagens

### RESUMO

A Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande (APABG), é um importante ecossistema da região leste do Rio Grande do Sul, inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí. Considerando a dependência que a área exerce em sua bacia hidrográfica, este trabalho tem como objetivo analisar e compreender a dinâmica hidrológica no Banhado Grande, e ainda explorar seus usos e caracterizar a funcionalidade dessa AU. A proposta foi executada a partir da composição e manipulação das imagens orbitais Landsat 8, nos softwares Envi 4.7 e ArcGis 10.3, com um intervalo de seis meses entre as imagens selecionadas. A partir das imagens orbitais, observou-se que as condições climáticas são os principais fatores de influência na dinâmica da área de estudo, onde a transição entre o clima seco e o clima úmido, diferem a resposta espectral da área e da vegetação. Além das áreas de rizicultura estarem exercendo grande pressão no banhado. Esta pesquisa serve como base científica para ressaltar a importância da APABG para a região.

**Palavras-chave:** Banhado, Áreas Úmidas, Sensoriamento Remoto.

### ABSTRACT

The Ambiental Protection Area of Banhado Grande (APAGB) is an important ecosystem of the east region of Rio Grande do Sul, incorporated to rio Gravataí's watershed. Considering the dependency that area practice in your watershed, we propose to analyze and understand the hydrologic dynamic of Banhado Grande, yet explore your uses and feature the wetland's functionality. The proposal was execute with composition and manipulation of orbital sensor imaging Landsat 8, with Envi 4.7 and ArcGis 10.3 software's, with six months interval among selected images. Through the orbital sensor imaging, it was observe that climate conditions are main factors of influence in the dynamic of study area, thus transition among dry weather and wet weather, vary on the spectral answer of the banhado and your vegetation. Furthermore, areas of rice production are practicing huge pressure in the banhado. This scientific research emphasize the importance of APABG to the region.

**Keywords:** Banhado, Wetlands, Remote System.

## 1- INTRODUÇÃO

A Área de Proteção Ambiental Banhado Grande, (APABG) é composta por um conjunto de banhados, sendo eles: Banhado Chico Lomã, Banhado dos Pachecos e Banhado Grande. A área da APABG possui tanto importância ambiental para a fauna e flora dependentes desse ecossistema, como econômico exploratório para a Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). O abastecimento de água e o cultivo de arroz irrigado, são dependentes dos corpos d'água presentes na bacia hidrográfica do Rio Gravataí.

Nos últimos 30 anos, se percebeu através de estudos elaborados por instituições acadêmicas, órgãos estaduais e demais entidades responsáveis, o aumento expressivo da produção de arroz na bacia hidrográfica do rio Gravataí, principalmente próximo das margens do curso do rio e nos banhados.

Tendo em vista, a importância do ecossistema banhado, o acentuado processo de degradação

ambiental e a discussão acerca do valor econômico e ambiental entre produtores de arroz e órgãos ambientais, a APABG foi criada pelo governo estadual em Decreto Estadual nº 38.971, de 23 de outubro de 1998. Entretanto, mesmo após entrado em vigor o Decreto Estadual, a APABG ainda está sofrendo alterações, uma delas, relacionada a regulação e balanço hídrico, como a diminuição anual da área permanente de ambiente úmido.

Dessa forma, ao analisar áreas úmidas (AU's) como o banhado, é necessário compreender a dinâmica deste ecossistema. O estudo espaço-temporal é fundamental no entendimento das AU's. Assim o processo hidrológico e o comportamento da vegetação, característicos das AU's, necessitam ser analisados em estações do ano distintas. A dinâmica hidrológica atrelada ao comportamento da vegetação são fundamentais nessa compreensão. No caso do Banhado Grande, faz-se necessário analisar seu comportamento

durante duas épocas do ano, um período úmido e um período seco.

Devido a pluralidade de termos no Brasil estabelecidos para ambientes com características de AU's, aplicou-se a definição de banhado e áreas úmidas adotada pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM), que segundo (BURGER, 2010, apud FEPAM, 1998, p. 04) estabelece:

zonas de transição terrestre-aquáticas que são periodicamente inundadas por reflexo lateral de rios e lagos e/ou pela precipitação direta ou pela água subterrânea e que resultam num ambiente físico-químico particular que leva a biota a responder com adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas e/ou etológicas e a produzir estruturas de comunidades características para estes sistemas.

Portanto, o objetivo do estudo visa analisar e compreender a dinâmica hidrológica no Banhado Grande, e ainda explorar seus usos e caracterizar a funcionalidade dessa AU. A metodologia aplicada ao estudo ocorreu através de análise multitemporal do regime hídrico e da vegetação, por composição colorida de imagens orbitais do sensor orbital *Landsat 8*, por um período de seis meses, entre os anos de 2015 e 2016, pelo Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) e por classificação supervisionada.

### 1.1 Área de Estudo

A Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande (APABG), está localizada na bacia hidrográfica do rio Gravataí, entre os municípios de Gravataí, Glorinha, Santo Antônio da Patrulha e Viamão.

Conforme classificação climática de Köppen-Geiger, o clima na região é o subtropical úmido, apresentando precipitação em todos os meses do ano com concentração pluviométrica entre as estações do inverno e primavera. Consequentemente, nos períodos chuvosos, ocorre a cheia do rio Gravataí, dos seus arroios e aumento da lâmina d'água dos banhados da APABG.

A caracterização geomorfológica, aponta a área dos banhados, conforme CEPARM/UFRGS (2001) localizada sobre a unidade geomorfológica Planície Costeira. E, segundo Rubbo (2004, apud Rodrigues et al., 2000a), classifica a APA do Banhado Grande em quatro unidades litoestratigráficas: Qt – Depósitos paludais; Qp4 – Depósitos de planícies lagunares associadas à barreira quatro; Q12 – Depósitos de leques aluviais encosta associada à barreira dois; e Qp1 – Depósitos de planícies lagunares associados à barreira um.

Desta forma, a caracterização geológica da região estabelece um ambiente de origem lagunar com

relevo plano, formando um conjunto de AU's, ou seja, um sistema de banhados e ambiente paludal.

Destaca-se que a região da APABG, possuía extensão em km<sup>2</sup> maior que possui atualmente. Antes da implantação agrícola de rizicultura, a área dos banhados tinha extensão de 450 km<sup>2</sup>. Posteriormente às dragagens artificiais implantadas pelo extinto Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), a área diminuiu para 138 km<sup>2</sup> Rubbo (2004). Atualmente, estima-se pela Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul, que a área total da APABG possua 136 km<sup>2</sup>, entretanto segundo Leite (2011, apud UFRGS 2002), apresenta dados que refutam para 60 km<sup>2</sup>.

## 2– MATERIAL E MÉTODOS

Os métodos aplicados, as ferramentas utilizadas e os materiais coletados para a construção desse estudo têm como princípio, sustentar a estrutura necessária para compreensão da dinâmica hidrológica da APABG. Assim, inicialmente coletou-se as imagens orbitais do sensor *Landsat 8*, no site <http://www.dgi.inpe.br/catalogo/> do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram utilizadas duas imagens orbitais com datas distintas, entre os meses de novembro de 2015 e março de 2016, num intervalo aproximado de seis meses. A intenção é mostrar duas estações distintas, uma de período seco e outra de período chuvoso, para demonstrar como são as respostas espectrais dos diferentes alvos que caracterizam a região.

O processamento das duas imagens foi feito com os *softwares Idrisi Taiga, Envi 4.7 e ArcGis 10.3*, para testar o melhor *software* que apontasse a melhor manipulação e geração dos dados, além da composição dos mapas da área de estudo. A composição colorida das imagens foi feita em RGB432, o NDVI e a classificação supervisionada, foram desenvolvidos pelas técnicas de geoprocessamento.

Procurou-se aplicar três métodos para compreensão da dinâmica hidrológica da área de estudo com as imagens *Landsat 8*, o primeiro por uma interpretação visual da área de estudo pela composição colorida de bandas espectrais RGB432. O segundo método, pela aplicação do NDVI, razão entre a subtração das bandas infravermelho próximo e vermelho e soma das bandas infravermelho próximo e vermelho Calvo et. al., (2008). O terceiro método, classificação supervisionada para analisar e distinguir os tipos de usos do solo, como a presença dos banhados, da vegetação, dos corpos d'água, das terras de rizicultura.

Compreende-se a aplicabilidade desses métodos como a composição colorida das bandas espectrais, RGB432, que expressa a diferença entre alvos, como a vegetação, os corpos d'água, as áreas de cultivo de arroz, os banhados e também, possivelmente as áreas urbanas. E a aplicação do método NDVI que estabelece um cálculo de bandas que distingue e dê

destaque para os tipos de vegetação presentes em AU's. Portanto, foi necessária a utilização desses métodos para a compreensão da área de estudo.

### 3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar o Banhado Grande, é necessário refletirmos sobre sua funcionalidade e importância para a região da bacia hidrográfica do rio Gravataí. No trabalho, foi considerado apenas o ecossistema do banhado e seus elementos naturais que são estritamente dependentes da dinâmica de banhado.

Ao longo dos meses do ano, o banhado apresenta áreas com lâmina d'água permanente, independente de períodos com pouca pluviosidade. Além disso, apresenta vegetação típica de ambientes de AU's, como as macrófitas aquáticas, que independente da estação do ano, as características de AU condicionam a presença constante desse tipo de vegetação. Considera-se que o aumento e a diminuição da presença de vegetação ocorre principalmente pela influência das chuvas e, portanto da dinâmica hidrológica, conforme Burger (2010).

As condições atmosféricas também podem alterar alguns aspectos, como a quantidade da lâmina d'água na área de banhado e o volume de vegetação presente. A figura 1 apresenta duas imagens orbitais Landsat 8, com composição de bandas colorida, RGB432, na área de estudo. À direita, o banhado em novembro de 2015, sob condições de inundações, proveniente dos meses anteriores. À esquerda, o banhado em março de 2016, em período de seca.

O perfil do banhado apresentado nos mapas comparativos contidos na figura 1, demonstra ambiente de AU, com caracterização de ambiente paludal. Os polígonos nas cores laranja e amarelo, delimitam os banhados da APABG, sendo contornados por rizicultura. Identificou-se também o curso do rio Gravataí, que no centro da imagem apresenta trecho canalizado, devido a projeto de drenagem das AU's, implantado na década de 1970 pelo DNOS para ampliação das áreas de rizicultura, conforme aponta Leite (2011). Também pela interpretação dos mapas, identifica-se a Barreira das Lombas que atua como área

de recarga de água, tendo em vista sua cota altimétrica superior ao banhado.

Observa-se na figura 1a o mapa da área de estudo em novembro de 2015, onde a região do banhado apresenta elevada resposta espectral de corpos d'água, tanto o banhado como as áreas de plantação de arroz, estão sob condição de período de inundações, devido ao grande volume pluviométrico de semanas anteriores. Essa circunstância se justifica pela influência do fenômeno atmosférico-oceânico "El Niño", registrado em 2015 sobre o Rio Grande do Sul. Assim, alterou as condições climáticas da região da área de estudo, sendo uma das consequências o aumento da quantidade de incidência de chuvas por mês. Esse fenômeno está associado ao aquecimento anormal das águas superficiais no Oceano Pacífico Tropical, mudando padrões de vento, temperatura e regime de chuvas em escala global.

Devido ao Banhado Grande estar associado a ambiente paludal, pela caracterização geomorfológica, sua área de extensão não modifica-se tanto, ao compararmos com a figura 1b, março de 2016, estação do verão e período de seca. Apenas identifica-se o predomínio dos corpos d'água na região. Essas condições, condizem com o perfil de AU, que atua como uma "esponja", ou seja, ambiente que controla a vazão e o fluxo do rio, além de minimizar a intensidade de possíveis inundações Rubbo (2004). A vegetação presente dentro da APABG é composta por macrófitas aquáticas, porém a resposta espectral nessa composição de bandas do visível não detalha a resposta espectral da vegetação.

A figura 1b, apresenta o mapa da área de estudo em março de 2016, estação do verão e período de seca, e expõe o perfil da área de estudo sobre outra condição. Os alvos, vegetação, corpos d'água e rizicultura, apresentam mudanças quando comparadas com as observações, na figura 1a. A vegetação está mais destacada e os corpos d'água não estão expandidos, pois o regime de chuvas no período do verão não é constante e nem o volume de água do rio e do banhado é tão significativo para se destacar nas imagens de satélite.

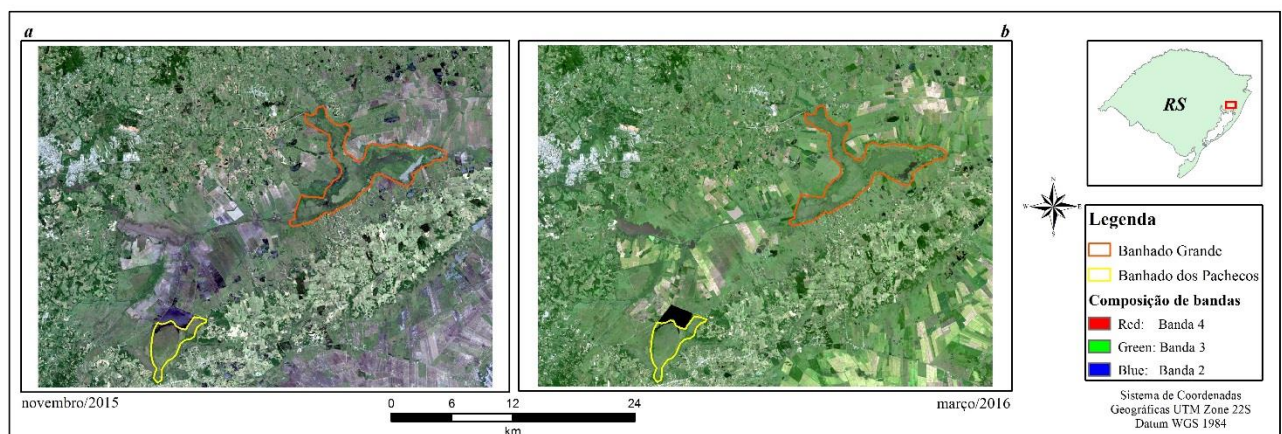


Fig. 1 - Mapa comparativo da APABG entre período chuvoso e período seco.

Observa-se também que o Banhado Grande não está inteiramente alterado em comparação com o período chuvoso de 2015, pois seu perfil geológico de depósito paludal. Ou seja, ambiente que possui arenito, argila, silte e turfa heterogênea condiz com um ambiente úmido, que se encontra sempre encharcado e com significativa lâmina d'água, quase sempre com a vegetação dominando todo o seu espaço Rubbo (2004).

Diante disso, a área do Banhado Grande está ao longo do ano com a resposta espectral relativamente similar, devido as suas características geológicas e geomorfológicas, independente da estação do ano. O mapa da figura 1b, serve de comparativo para demonstrar como a área dos banhados e das áreas de rizicultura comportam-se durante períodos distintos, entre estação chuvosa e estação seca.

Por ser uma AU, o Banhado Grande, frequentemente possui parte da sua extensão dominada pela vegetação aquática, além dos corpos d'água com material inorgânico em suspensão ou coberta por solos flutuantes. No período da imagem de novembro de 2015, a área do banhado ainda estava sob influência das chuvas constantes dos meses anteriores, assim o Banhado Grande estava retendo água. Dessa forma, considerou-se necessária a utilização de um índice que conseguisse detalhar e discriminar a resposta espectral da vegetação.

O índice NDVI Calvo et. al., (2008), analisa a partir de geração do cálculo entre as bandas espectrais vermelho e infravermelho próximo, os padrões da vegetação na área do banhado. A análise NDVI foi aplicada somente na imagem de 2015, para observar a área do banhado sob influência de um período chuvoso, ou seja, com presença expressiva de água nos elementos que compõe a imagem. A figura 2, apresenta o mapa de NDVI na área de estudo, gerado pelo software *Envi 4.7* e editado o layout no *ArcGis 10.3*.

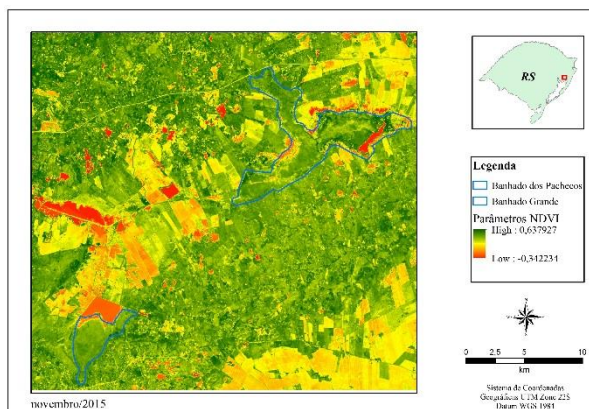


Fig. 2 – Mapa da área central da APA Banhado Grande com aplicação do NDVI.

O propósito do índice NDVI, reforça a indicação já mencionada anteriormente, do banhado estar parcialmente coberto por vegetação aquática, como junco, gramíneas, maricá, capim boiadeiro, aguapé. A resposta espectral do NDVI para a vegetação do banhado está dentro dos indicadores representados

na figura 2 pela cor verde e pelos números positivos mais elevados, próximos 0.6.

No polígono azul superior do mapa, observa-se a área do Banhado Grande dominado pela vegetação em tons de verde e envolto por áreas com resposta espectral da lâmina d'água, valores negativos, próximos a -0.3, representada pela cor laranja. O Banhado dos Pachecos, com localização inferior no mapa, apresenta o mesmo perfil que o banhado anterior. Áreas de rizicultura e pequenos corpos d'água artificiais destacam-se no mapa, devido a cheia do rio e o acúmulo de lâmina d'água no solo. Observa-se também as plantações de arroz, números intermediários entre zero, representadas pelos tons mais claros de verde e amarelo.

Salienta-se que o método NDVI foi gerado em dois softwares, *Envi 4.7* e *Idrisi Taiga*. Ao comparar os resultados, identificou-se o NDVI gerado pelo *Envi 4.7* como o melhor.

Há dificuldade em identificar os tipos de solo ou os ambientes presentes no recorte da imagem orbital para a área de estudo, sendo necessária uma classificação que defina de modo padronizado os tipos de ambientes que caracterizam a região do estudo. Dessa forma, para finalizar a análise da APABG, a classificação supervisionada de máxima distância, foi aplicada na imagem de 2015, que apresenta um período climático mais úmido e a sua resposta espectral possui resultados mais vantajosos no estudo.

Portanto, o método de classificação supervisionada, baseia-se na construção de classes ou regiões de interesse. A probabilidade de cada pixel pertencer a uma classe pela sua localização no espaço. A criação de vários polígonos de amostra para cada região de interesse, faz parte do processo de construção da análise. A geração do mapa de classificação supervisionada, abaixo na figura 3, foi executado no software *Envi 4.7*.

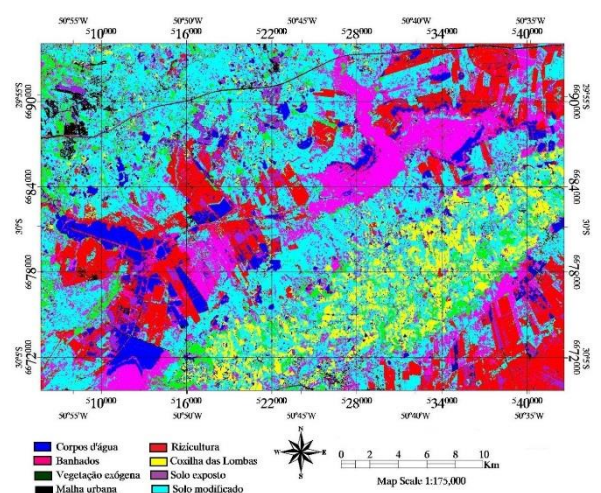


Fig. 3 – Mapa de classificação supervisionada máxima distância no Banhado Grande.

Os resultados referentes a classificação supervisionada indicaram algumas confusões entre

classificar o banhado em magenta, os corpos d'água em azul e a rizicultura em vermelho. Utilizou-se como exemplo a classificação do rio Gravataí no centro da figura 3, que por possuir resposta espectral muito próxima das áreas de rizicultura e banhado, acabou sendo confundido no processamento e ficou classificado como rizicultura e banhado.

A distinção dos tipos de vegetação presentes dentro do banhado não obteve resultados satisfatórios durante a construção do método. As diversas áreas de rizicultura destacadas em vermelho reafirmam a expansão e a pressão que as áreas de plantações de arroz provocam sobre o ambiente de banhado, situação já contextualizada no estudo.

Nota-se que algumas regiões de interesse foram classificadas equivocadamente, pois há pequena margem de erro quando se utiliza o método de classificação supervisionada. Entretanto, o resultado da geração do mapa de classificação é positivo, pois se pôde identificar todas as regiões de interesse propostas para caracterizar a região da área de estudo.

Aponta-se, uma informação encontrada a partir dos resultados obtidos pelo método de classificação supervisionada, pela interpretação do mapa. A constatação do predomínio das plantações de arroz na região da APAGB. Esse tipo de intervenção antrópica, pode causar pressão sobre o ecossistema, pois a necessidade de água em abundância para o cultivo do arroz dispõe da utilização das águas do rio Gravataí em excesso, principalmente em período de seca, quando a diminuição do volume de água no rio, o banhado que serve como um reservatório hídrico para o rio e região, conseqüentemente diminuiu sua disponibilidade hídrica. O cultivo de arroz na região acaba sendo um fator de supressão dos recursos do ecossistema.

#### 4- CONCLUSÕES

A importância de usar imagens orbitais com datas distintas do ano, uma estação chuvosa e uma estação seca, foi fundamental na construção do estudo. A resposta espectral dos alvos alterou-se conforme a estação.

A dinâmica hidrológica do rio Gravataí, tem o banhado como um regulador da vazão e do fluxo de água, pois o banhado atua como “esponja”, principalmente nos períodos de sobrecarga de chuvas e no período de seca, atuando como um reservatório de água para o rio não ficar tão abaixo do seu nível normal. A partir dessas condições naturais, como extensos terrenos com solo úmido e recursos hídricos disponíveis, a rizicultura foi introduzida na região. Sendo que atualmente, ocorre pressão pelos produtores para o aumento das áreas de rizicultura na região da APAGB e do rio Gravataí.

A composição colorida em datas distintas, serviu para identificação dos elementos que compõe a área de estudo e as áreas ao entorno da APAGB. A aplicação do NDVI reafirmou a importância da

presença da vegetação dentro do ambiente de banhado e a utilização do método de classificação supervisionada de máxima distância, constatou tanto a importância do Banhado Grande para a região em que se encontra localizado, como também para reafirmar a vulnerabilidade do ambiente pela pressão e expansão da rizicultura.

Ao finalizar esse estudo, destaca-se a importância do ecossistema pesquisado, assim como a necessidade de preservação das AU's. Atualmente, no Brasil, possuem poucos estudos de instituições competentes sobre as diferentes AU's, além do descuido dos Estados na fiscalização e manutenção da proteção ambiental de áreas que já são protegidas por Decreto ou Lei.

#### 5- REFERÊNCIAS

Burger, M. I. 2010. Situação e ações prioritárias para a conservação de banhados e área úmidas da zona costeira. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, RS, 60 páginas.

Calvo, D.H., P. Kandus, N. Madanes, M.L. Zoffoli. 2008. Seasonal and interannual analysis of wetlands in South America using NOAA-AVHRR NDVI time series: the case of Parana Delta Region. *Landscape Ecology*. Volume 23, Issue 7, pp. 833-848.

CEPSRM/UFRGS – Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001. Mapa de Unidades Geomorfológicas do Rio Grande do Sul. [online] Disponível na internet via WWW URL: <http://www.atlassocioeconomico.rs.gov.br/hipsometria-e-unidades-geomorfologicas> Arquivo consultado em: 22 de junho de 2016.

Cunha, C.N., W.J. Junk e M.T.F. Piedade. 2015. Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats. Editora UFMT. Cuiabá, MT, 165 páginas.

Leite, M. G. 2011. Análise espaço temporal da dinâmica da vegetação no Banhado Grande, bacia hidrográfica do rio Gravataí, RS. UFRGS. Porto Alegre, RS, 96 páginas.

Novo, E. M. L. M. 2010. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. Blucher - 4ª edição. São Paulo, 388 páginas.

Rio Grande do Sul. Decreto Estadual (1998). Decreto Estadual Nº38.971, de 23 de outubro de 1998. Porto Alegre, RS. Palácio Piratini, 1998.

Rubbo, M. 2004. Análise do potencial hidrogeológico do aquífero cenozoico da bacia hidrográfica do rio Gravataí, RS. UFRGS. Porto Alegre, RS, 117 páginas.