

## Os impactos causados pelos canais de drenagem em áreas úmidas do Rio Gravataí – Rio Grande do Sul - Brasil e na praia da Coronilha – Rocha – Uruguai



<https://doi.org/10.56238/sevened2023.001-012>

### Cecilia Balsamo Etchelar

Doutoranda pelo Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### Nelson Luiz Sambaqui Gruber

Pós-Doutor pela Universidad de Cádiz-Espanha em Manejo Costeiro Integrado, Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### Viviane Carvalho Brenner

Doutora pelo Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### RESUMO

Ao longo da história muitos cursos d'água sofreram transformações visando atender às demandas de uso do solo e da água para agricultura e abastecimento humano. Tanto no Uruguai quanto no Rio Grande do Sul – Brasil, a ação antrópica que mais contribuiu para a degradação dos banhados é o cultivo de arroz

irrigado, através da drenagem das áreas, do uso de agrotóxicos e fertilizantes, da retirada de água para as lavouras. Na literatura científica há poucos estudos abordando a temática de impactos antrópicos relacionados aos canais de drenagem nas Áreas Úmidas (AUs) costeiras inseridas ao sul do Brasil e norte do Uruguai. Este trabalho compreende mostrar alguns impactos causados pela abertura de canais de drenagem em AUs de diferentes locais, que resultam em impactos ambientais como processos erosivos, queimadas, mudanças da vegetação, degradação dos banhados, intervenções da dinâmica da vida marinha, em especial as tartarugas. Em resumo, é fundamental adotar abordagens integradas e sustentáveis para o manejo das AUs, considerando os diversos impactos das atividades humanas e das intervenções no meio ambiente, para garantir a resiliência e a saúde dessas áreas no longo prazo.

**Palavras-chave:** Canais de drenagem e irrigação, Canal Andreoni, Banhado Grande.

## 1 INTRODUÇÃO

As Áreas Úmidas (AUs) são definidas como terras com predominância de solo hídrico, inundado ou saturado por água de superfície ou subterrâneas a uma frequência e duração suficiente para suportar uma vegetação adaptada a condições de solo saturado (COVINGTON *et al.*, 2003).

Historicamente as AUs eram vistas como locais de pântanos viscosos que abrigavam doenças. Esta ideia levou a drenagem e a conversão destes locais para áreas de agricultura intensiva, aquicultura, indústria e habitação. No entanto, nos últimos anos, há consciência de que as AUs naturais desempenham importantes funções, como mitigar inundações, recarga de aquíferos e retenção de poluentes. É expressivo o número de países que adotaram a política de contenção à destruição ou degradação das AUs, reconhecendo que estas áreas devem ser utilizadas de forma sustentável, incentivando pesquisas que qualifiquem e quantifiquem seus valores destacando a importância de sua preservação (EDWARD, MIKE e DUNCAN, 1997).



Quanto as AUs brasileiras ainda há muitas divergências quanto aos critérios de definição que, por sua vez, comprometem os processos para proteção e gestão sustentável desses sistemas de grande relevância socioambiental (GOMES e MAGALHÃES, 2017).

Um dos componentes físicos mais importantes das AUs é o solo. Através da sua profundidade, composição mineral, teor de matéria orgânica, regime de umidade, regime de temperatura e química é possível justificar uma maior ou menor incidência dos tipos de plantas e as espécies de organismos que aderem ao solo. Por estes e outros motivos, é essencial que o solo seja considerado na classificação das AUs (COWARDIN *et al.*, 1979).

Dentro das características das Aus, o Banhado é uma denominação típica do Rio Grande do Sul de terminologia etimológica do espanhol “bañado”. Os banhados formam-se onde a água doce é represada e flui lentamente, sendo que a água que abastece os banhados provém de corpos hídricos próximos, como lagoas, lagunas, rios e/ou dos afloramentos do lençol freático e das precipitações pluviométricas (BURGER, 2000; CARVALHO e OZORIO, 2007).

À medida que a conscientização sobre os serviços ecossistêmicos das AUs cresce, também aumenta o interesse público para a sua proteção. Entre os propósitos fundamentais da classificação das AUs está a melhoria na gestão dos recursos naturais. Ao entender melhor os atributos funcionais de cada unidade, é mais provável que a sociedade gerencie as suas AUs para a melhoria do manejo destes ambientes (BRISON, 2004; MITSCH e GOSSELINK, 2015).

Ao longo da história muitos cursos d’água sofreram transformações visando atender às demandas de uso do solo e da água para agricultura e abastecimento humano. Das alterações estabelecidas pela introdução da agricultura irrigada, a retificação de canais de rios e a drenagem de banhados buscou ampliar a área cultivada e permitir a sua irrigação (BRENNER, 2021).

Tanto no Uruguai quanto no Rio Grande do Sul a ação antrópica que mais contribui para a degradação dos banhados é o cultivo de arroz irrigado, através da drenagem das áreas, do uso de agrotóxicos e fertilizantes, da retirada de água para as lavouras e o retorno dessas águas com os resíduos para os sistemas naturais (BRASIL, 2002). Além de destruir e fragmentar habitats, o cultivo requer um volume expressivo de água para irrigação e o emprego sistemático de adubos, inseticidas e herbicidas, impactando substancialmente os ecossistemas naturais (DIAS e BURGER, 2005).

As obras de drenagem e irrigação no Banhado Del Este em Rocha – Uruguai, datam da primeira metade do século, em 1920, com o plano de “recuperação” de terras para fins agrícolas. Sob essa perspectiva, começaram a ser elaborados planos e projetos com importantes obras de regulação e drenagem da água. Isso inclui projetos liderados, em primeira instância, pelo Estado uruguaio (1930-1935) e Comissão da Lagoa Mirim (1967-1972). Assim, em 1979, por decreto as obras de drenagem dos banhados do departamento de Rocha para uso agrícola foram declaradas de interesse nacional. No



período entre 1979 e 1981, importantes obras de drenagem e irrigação foram realizadas pelo Estado uruguaio (BARILANI, 2011).

O processo de drenagens das AUs no Brasil, como na Planície Costeira do Rio Grande do Sul ocorreu de forma semelhante ao país vizinho. As drenagens se intensificam nos anos de 1980, com incentivo do Governo Federal foi criado o Programa Nacional para Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis - PROVÁRZEAS NACIONAL, com a finalidade de promover o aproveitamento racional e gradativo de áreas de várzeas nacionais a nível de propriedade rural, através do decreto n.º 86.146, de 1981 (BRASIL, 1981).

Passada a promulgação da Constituição Federal, e a consagração do Estado Socioambiental de Direito, a legislação ambiental foi evoluindo e se fortalecendo ao longo dos anos, voltada para uma devida proteção ambiental (GASPERINI e REZENDE, 2020). Porém, o próprio Estado ao longo da história promoveu obras que impactaram ambientes frágeis como as AUs.

A apropriação dos ambientes por meio da ocupação antrópica resulta em mudança nas dinâmicas pré-existentes (SILVA, 2019). A alteração dos recursos naturais a longo prazo promove grandes impactos, como obras de drenagens de banhados e AUs.

Para Silva (2019), alterações em ambientes naturais realizadas por meio de canais artificiais podem promover mudanças nas dinâmicas locais e adjacências e reconhecer o comportamento destas feições é primordial para entendermos as modificações ao longo de toda uma bacia, especialmente em áreas a jusante das alterações e suas repercussões nas paisagens.

No sul do Brasil, o rio Gravataí tem parte de suas nascentes na AU conhecida como Banhado Grande. Esse rio passou por modificações que tiveram início com o desvio do canal em sua foz em 1955 (BOHRER, 2001). Na década de 1960 o trecho médio e a montante do rio Gravataí passaram por um processo de retificação, cujo objetivo inicial era drenar as áreas úmidas da bacia para expansão agrícola e abastecimento humano. A obra de retificação foi planejada e executada pelo extinto Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), não havendo responsabilização relativa aos passivos gerados (BRENNER, 2021).

Ainda sobre as mudanças advindas de abertura de canais em AUs, o caso da praia La Coronilha no Uruguai retrata os impactos dessas obras. Com o objetivo de otimizar o cultivo de arroz na região e a pecuária, a canalização causou impacto adverso e irreversível que se mantém ao longo dos anos pela drenagem artificial de água doce para o oceano, adicionado material em suspensão e agroquímicos (LEICHT, 2014).

Este estudo abordará obras financiadas pelo Estado em AUs costeiras abrangendo dois países diferentes, Uruguai e Brasil. No Brasil, a obra de canalização do rio Gravataí na Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande (APABG) e o desvio de sua foz alterando seu posicionamento de oeste



para sul; e no Uruguai a abertura do canal de drenagem Andreoni, na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim com desagues na Praia da Coronilha.

Na literatura científica há poucos estudos abordando a temática de impactos antrópicos relacionados aos canais de drenagem nas AUs costeiras inseridas ao sul do Brasil e norte do Uruguai. Tais áreas, segundo Sell (2017), estão inseridas no Pampa Atlântico. Uma eco província<sup>1</sup> constituída na porção mais baixa e plana do Pampa, coincidindo com a Planície Costeira do Rio Grande do Sul (TOMAZELLI e VILLWOCK, 2000). Desta forma, possuem a mesma formação geomorfológica e se assemelham por suas características naturais.

Sendo assim, busca-se identificar impactos e passivos ambientais gerados por estas obras. Visto que o Estado investe em obras de curto prazo que beneficiam a sociedade e, ao mesmo tempo, impactam o meio ambiente a longo prazo. Com o avanço da legislação ambiental e os estudos voltados a esta temática, o Estado pode intervir para que haja o uso racional destes ambientes, além da possibilidade de sua restauração, recuperação, manutenção e preservação.

## 2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 2.1 CANAL ARTIFICIAL - FOZ DO RIO GRAVATAÍ

Segundo Hanke *et al.*, (2013), o deságue do rio Gravataí no Guaíba nos anos de 1940 dava-se através de um canal em direção ao norte. Na década de 1950 foi aberto um canal saindo diretamente para o sul, cortando a área denominada Humaitá em duas partes: uma o atual bairro Humaitá e outra a Ilha do Humaitá. Com essa obra o rio passou a desembocar no Saco do Cabral.

Na década de 1940, com a extensão do tecido urbano de Porto Alegre, iniciam-se as obras do Cais Navegantes, dando continuidade, no sentido norte, ao Cais Mauá. Iniciando no Largo da Conceição até a avenida Sertório perfazia uma extensão de 2600 metros. Essa obra só foi finalizada em 1955 por ocasião da construção do canal do Gravataí, que transformou a ponta da várzea na ilha Humaitá (BOHRER, 2011).

### 2.2 CANAL DNOS - BANHADO GRANDE

Conforme descrito por Etchelar e Guaselli (2018), as intervenções decorrentes das atividades agrícolas na Bacia Hidrográfica do rio Gravataí (BHRG) iniciaram na década de 1960, com a execução de um canal de macrodrenagem pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS). A obra tinha como objetivo melhorar as condições de escoamento e a drenagem dos banhados com a intenção de expandir as áreas de produção de arroz (DNOS, 1985).

---

<sup>1</sup> Eco províncias, cujas delimitações são importantes porque auxiliam na compreensão dos limites de resiliência de cada paisagem e, no caso específico do turismo, o potencial atrativo de cada uma delas (SELL, 2017).



Outro canal existente nesse rio localiza-se na área do Banhado Grande e foi construído no final da década de 1960 pelos agricultores do entorno. Esse canal se conecta ao canal construído pelo DNOS e tinha a intenção de retificar e drenar os banhados para expansão agrícola voltada para o plantio de arroz irrigado (ETCHELAR, 2014; BRENNER, 2016; BELLOLI, 2017 e SIMIONI, GUASSELLI e ETCHELAR, 2017).

O Banhado Grande está inserido em uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, a Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande (APABG) que foi criada em 1998 através do decreto Estadual nº. 38.971. Tendo como objetivo central proteger uma área de preservação permanente representada pelos banhados presentes na região e sua importante função reguladora de água (Rio Grande do Sul, 2021).

### 2.3 CANAL ANDREONI – PRAIA DA CORONILHA

Segundo Méndez (1991), o canal Andreoni é um dos canais construídos na Bacia da Lagoa Mirim – Uruguai, com a finalidade de conduzir as águas excedentes das terras baixas situadas ao sul da Serra de São Miguel e a bacia da lagoa Negra até o oceano, na praia da Coronilha, Figura 1.3. O mencionado canal existe desde os anos de 1920, onde seu comprimento era de 3 km, logo em 1959 houve uma prolongação de 13 km e em 1965 o canal Andreoni se conectou com o canal da Laguna Negra.

Na década de 1970 o canal Andreoni recolheu a contribuição de uma rede de canais construída para a dessecação das AUs, que afetou negativamente a qualidade ambiental desta área (SCARABINO, 2004).

Contudo, foram as obras executadas a partir da década de 1980, no período da ditadura militar no Uruguai, dirigidas pelo General Abdón Raimúndez, que produziram profundos danos ao ecossistema ao estender até totalizar 78 km (RUBIO, 2013).



Figura 1 - Mapa de Localização, 1.1. Canal da Foz do Rio Gravataí – Porto Alegre – Rio Grande do Sul - Brasil, 1.2. Banhado Grande – Glorinha – Rio Grande do Sul - Brasil e 1.3. Canal Andreoni, La Coronilha – Rocha – Uruguai.



Fonte: Elaborado pela autora.

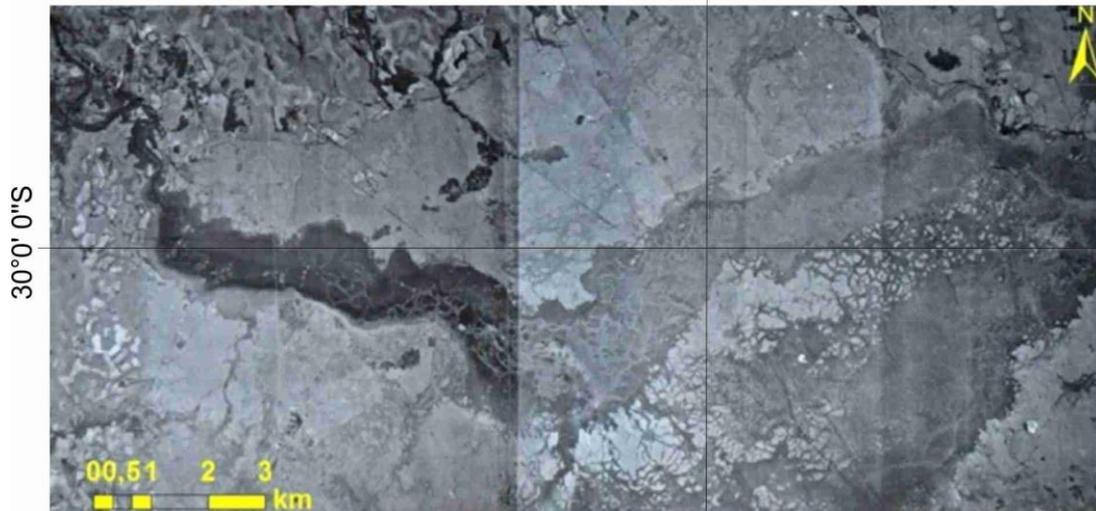
### 3 IMPACTOS PELOS CANAIS DE DRENAGEM

#### 3.1 EROSIÃO NO BANHADO GRANDE

Originalmente o Gravataí era um rio com feições meândricas, o que favorecia um fluxo de baixa velocidade. A Fotografia da Figura 2, de 1960, ilustra um evento de inundação na área da planície de inundação do rio Gravataí, em tons mais escuros. Destaca-se que a planície de inundação está totalmente inundada e que os antigos meandros estão conectados pelo evento de inundação.



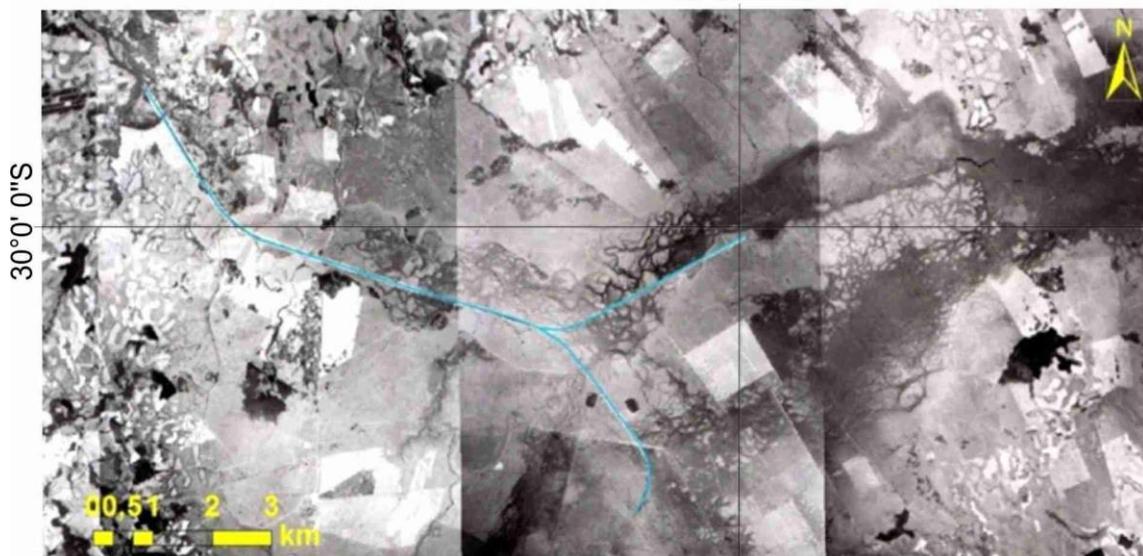
Figura 2 - Área inundada e conectividade dos antigos meandros da planície de inundação do rio Gravataí.  
50°50' 0"W



Fotografia aérea com suposta datação da década de 1960. Fonte: Imagem fornecida pela - Associação dos ex-bolsistas da Alemanha (AEBA). Belloli, 2016.

A Fotografia aérea de 1975 (Figura 2) mostra o trecho do rio retificado. Destaque para a malha de meandros, ao norte do trecho retificado, que se encontra em grande parte, desconectados do rio Gravataí. Nesse trecho, a velocidade da água passa a ser diferenciada em relação à condição natural do rio Gravataí (BRENNER, 2016).

Figura 3 - Trecho retificado do rio Gravataí.  
50°50' 0"W



Fonte: Mosaico de Fotografias aéreas georreferenciadas do ano de 1975. Belloli, 2016.

A imagem de satélite Landsat 8, de 24 de janeiro de 2015, Figura 4, mostra a ampliação do trecho retificado ao leste, destacado em azul celeste. Segundo o Engenheiro Paulo Muller da Fundação de Meio Ambiente de Gravataí (FMMA), esta ampliação do trecho retificado, junto ao Banhado



Grande, se deu por iniciativa dos produtores de arroz locais, uma vez que as obras pelo setor público tinham sido suspensas e não haviam contemplado as suas áreas de produção.

A obra realizada pelos produtores de arroz não segue o traçado original do projeto, que previa a execução de um canal principal, retificando meandros do curso superior do rio Gravataí e adentrando o Banhado Grande em 35 km, ao qual se ligavam a outros dois canais secundários, perfazendo um total de 66 km, cujo objetivo era “recuperar áreas para a agricultura”. Entretanto, o projeto não foi totalmente implantado, tendo sido construído 37,5.

Figura 4 - Ampliação do trecho retificado do rio Gravataí.



Fonte: Imagem do sensor OLI do Landsat 8 de 24/01/2015. Belloli, 2016.

A presença da erosão hídrica no Banhado Grande está diretamente associada ao uso e à ocupação do solo. A retificação do rio Gravataí e a ampliação do trecho retificado para irrigação de lavouras orizícolas aumentou o escoamento superficial e conseqüentemente rebaixou o lençol freático (BRENNER, 2017; BELLOLI, 2016). Uma vez que as variáveis físicas sofrem perturbações a partir das atividades humanas, passam a ser desencadeados processos avançados de erosão hídrica, embora o processo não seja comum em áreas de banhado.

As características físicas do fluxo de água subterrânea (RUBBO, 2004) e dos períodos de elevada precipitação que causam pulsos de inundação (SIMIONI, GUASSELLI e ETCHELAR, 2017) passam a ser um agente com potencial erosivo, uma vez iniciada a voçoroca. É preciso destacar que, independentemente do regime de precipitação, existe um fluxo de água permanente na calha da voçoroca, mesmo em períodos de estiagem. O lençol freático tem ressurgência em todos os períodos do ano, típico de áreas de banhado. Com isso ocorre um contínuo arrastamento dos sedimentos, onde



em períodos de grande precipitação intensifica o arraste das partículas de solo. O avanço da voçoroca pode estar associado a dinâmica das águas subterrâneas, pois o fluxo do lençol freático no interior da voçoroca mantém uma erosão contínua dos sedimentos (ETCHELAR, 2017). A Figuras 5, com imagem do processo erosivo de voçorocamento no Banhado Grande.

Figura 5 - Segmento de maior alargamento da voçoroca no Banhado Grande.



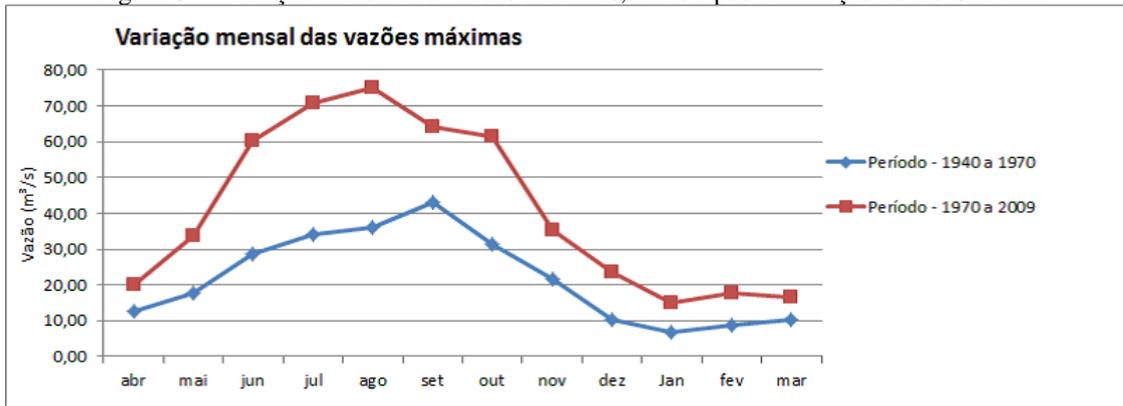
Fonte: Cecília Balsamo Etchelar, de 28/06/2017, arquivo pessoal

De acordo com Belloli (2016), a análise das vazões máximas mensais Figura 6, entre os anos 1940-2009, mostra um grande aumento nos valores de vazão, principalmente entre os meses de maior precipitação na bacia (junho a outubro). A vazão máxima registrada dos anos de 1940-1970 para o período pré-retificação foi de 42,89 m<sup>3</sup>/s, no mês de setembro e a vazão mínima foi de 6,27 m<sup>3</sup>/s no mês de janeiro. No período pós-retificação, de 1970-2009 a vazão máxima registrada foi de 74,93 m<sup>3</sup>/s no mês de setembro e a mínima foi registrada no mês de janeiro, com 15m<sup>3</sup>/s.

Ainda segundo a autora, amplitude entre o mês com menor vazão máxima (janeiro) e o mês de maior vazão máxima (setembro) foi de 36,62m<sup>3</sup>/s. Já no período pós-retificação, a amplitude entre o mês de menor vazão máxima (janeiro) e o mês de maior vazão máxima (agosto) foi maior, 59,93m<sup>3</sup>/s.



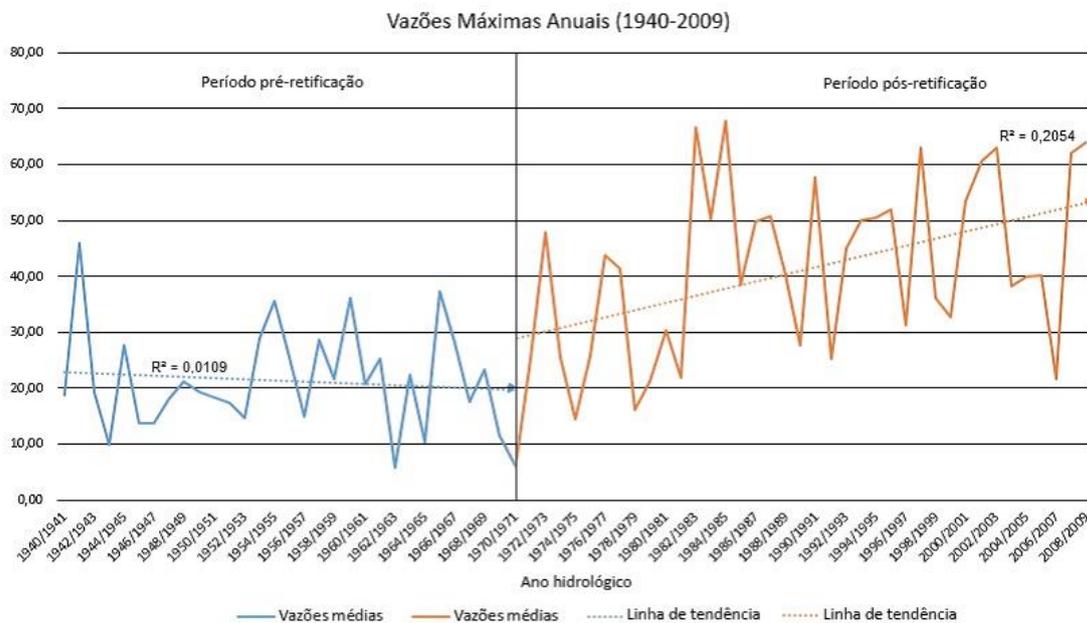
Figura 6 - Variação mensal das vazões máximas, antes e pós-retificação do rio Gravataí.



Fonte: Belloli, 2016.

A análise das vazões máximas anuais (Figura 7), de acordo com Brenner (2016), mostra uma tendência de aumento dos valores de vazão no período pós-retificação. As vazões máximas aumentaram pela facilidade de escoamento proporcionada pela retificação, pois o curso do rio antes circulava um padrão de curvas que amorteciam e diminuían a velocidade de escoamento e com a retificação o curso retilíneo favoreceu o aumento da velocidade de escoamento da água. O maior valor de vazão anual encontrada refere-se ao ano hidrológico de 1984/1985 com 68,51 m<sup>3</sup>/s, já o menor valor da série de vazões máximas foi encontrado no ano hidrológico de 2006/2007 com 21,28 m<sup>3</sup>/s.

Figura 7 - Vazões Máximas Anuais do período de 1940-2009.



Fonte: Brenner, 2017.

A análise dos padrões de vazão permite comprovar o aumento das vazões após a retificação do rio Gravataí. Na medida em que o objetivo inicial do DNOS ao retificar o rio Gravataí era justamente



o aumento da velocidade de escoamento da água e a drenagem do Banhado Grande, podemos afirmar que essa intervenção vem cumprindo fielmente seus objetivos de criação (BRENNER, 2016).

Ainda segundo Brenner (2017), ao analisar o comportamento padrão das vazões em uma escala temporal maior (69 anos), comprova-se o aumento destas, após a retificação do rio Gravataí. A variação tão extrema das vazões dá margem à necessidade de se repensar o traçado do curso retificado do Gravataí. O trecho retilíneo favorece, ainda mais, o escoamento acelerado de montante para jusante, impedindo o Banhado Grande de cumprir sua função na bacia de “esponja”, ao absorver os grandes picos de pluviosidade e liberar a água de forma lenta e gradual.

Algumas considerações do relatório elaborado por grupo de trabalho designado para avaliar os impactos ambientais decorrente de obras de drenagem do Banhado Grande (LUSCOSA, 1979) mencionavam o aumento das inundações à jusante do rio, após o início das obras de drenagem, e previam consequências em longo prazo, como alterações mais drásticas na paisagem, tais como: a intensificação da drenagem secundária para a rizicultura e o uso de defensivos agrícolas e fertilizantes, previsões estas que se tornaram realidade.

Outro fator relevante nos processos de erodibilidade, diz respeito à pedologia. Etchelar (2014), coletou amostras de solo no mês de janeiro de 2014 nas coordenadas 29° 58' 29.65" S e 50°44'19.71", no interior da voçoroca. Essas amostras foram analisadas no Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, através do programa PANICOM/SAG. Esta análise granulométrica possibilitou verificar as porcentagens de Areia, Silte e Argila de cada horizonte do perfil.

Através da análise granulométrica do solo (Quadro 2), nos horizontes expostos na vertente da voçoroca, indica as três primeiras amostras do perfil, ordenando de topo para base, um predomínio de solo arenoso. A quarta amostra demonstra uma grande porcentagem de argila, neste horizonte se alcança o nível de base da voçoroca. Pode-se dizer que, por apresentar uma fração granulométrica mais arenosa, este tipo de solo estaria mais suscetível à ação dos processos erosivos, o que justifica o processo erosivo atingir o nível de base, quando atinge o horizonte denominado argilo-silte-arenoso (ETCHELAR, 2014).

Quadro 1 - Análise granulométrica do solo da voçoroca

	<b>Amostra 01</b> Arenosilteargiloso	<b>Amostra 02</b> Arenoargilosiltoso	<b>Amostra 03</b> Arenoargilosiltoso	<b>Amostra 04</b> Argilosilearenoso
Areia	63,96%	74,80%	52,24%	16,75%
Silte	29,87%	10,39%	18,11%	22,61%
Argila	6,16%	14,80%	29,63%	60,62%

Fonte: Etchelar (2014).



Uma vez iniciado o processo erosivo em forma de voçoroca, as amostras granulométricas do solo na área de banhado indicam maior suscetibilidade aos processos erosivos nos três primeiros horizontes que apresentam maior porcentagem de areia, diferentemente do quarto horizonte, correspondente à quarta amostra que contém maior índice de argila e indicativa do nível de base da voçoroca. Quando à verticalização da erosão no interior da voçoroca atinge o nível de base, a voçoroca tende a evoluir para a horizontalização deste processo erosivo (ETCHELAR, 2014).

Para Etchelar (2014), outro importante fator que leva à formação de voçorocas é através da erosão causada pelo escoamento subsuperficial, o qual da origem a dutos, pipings ou pipes. Voçorocas têm paredes laterais íngremes, e em geral, fundo chato, ocorrendo fluxo de água no seu interior durante os períodos chuvosos. Ao aprofundarem seus canais, as voçorocas atingem o lençol freático e constituem um processo de erosão acelerada e de instabilidade nas paisagens (SUERTEGARAY *et al.*, 2008). Este tipo de processo erosivo denominado por dutos ou pipings, são canais em forma de túneis esculpidos em subsuperfície, com grande oscilação de tamanhos e extensão, com diâmetros que variam de poucos centímetros a vários metros.

O fluxo d'água que percola por esses dutos, transporta grandes quantidades de material em subsuperfície. À medida que esse material vai sendo removido, o canal do rio no trecho retificado aumenta, podendo resultar no colapso do solo situado acima. Assim, levando a uma significativa evolução de uma voçoroca (SUERTEGARAY *et al.*, 2008).

A erosão em túneis ocorre sob o efeito de água de escoamento superficial e subsuperficial, que penetra em furos biogênicos ou fendas de diversas origens. Se a água atinge o túnel por via subsuperficial, predominam as forças e os fatores que atuam na erosão por vazamento; se a água se origina por fluxos superficiais predomina a atuação de fluxos turbulentos, assim, a erosão por dutos constitui um excelente exemplo de interação entre diferentes mecanismos fundamentais que podem gerar feições erosivas (GUERRA *et al.*, 1999).

Estes processos de erosão em subsuperfície foram identificados na área do banhado, tanto nas vertentes da voçoroca quanto nas vertentes do trecho retificado, como podemos observar um duto com escoamento de água na Figura 8.



Figura 8 - Presença de duto ativo com fluxo hídrico na vertente do rio, no trecho retificado.

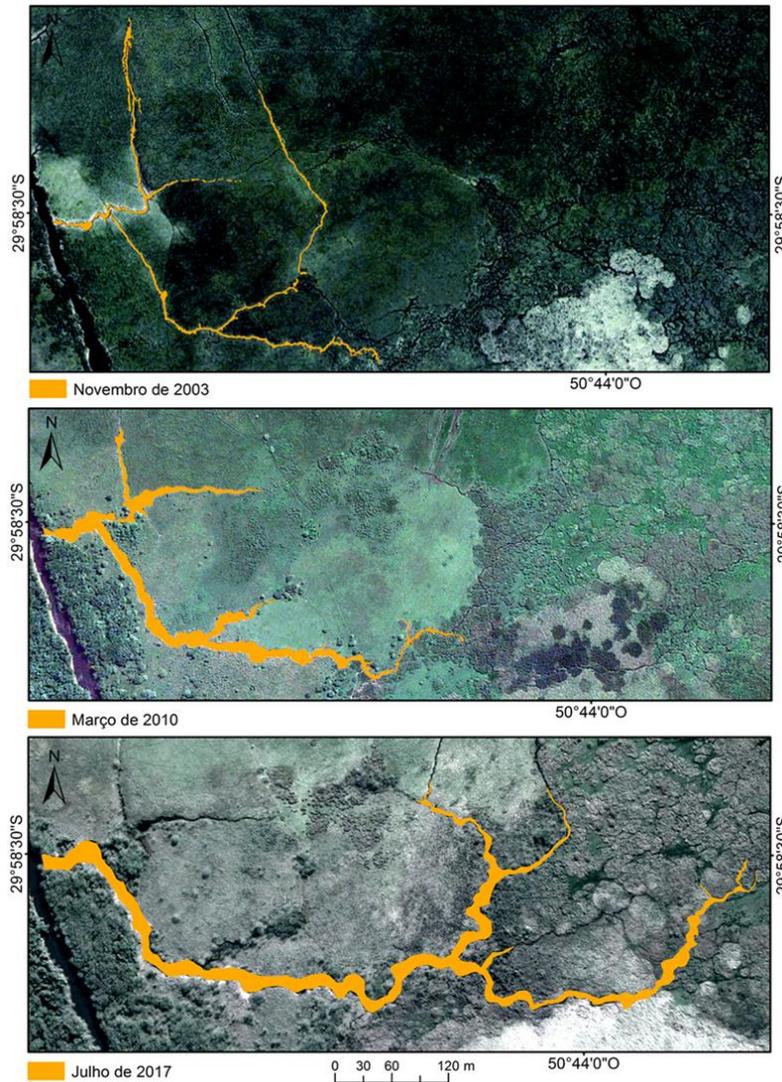


Fonte. Cecilia Balsamo Etchelar, 17/08/2018, arquivo pessoal.

O mapeamento da voçoroca, Figura 9, destaca o avanço do processo erosivo, bem como a estabilização da erosão em alguns pontos. Este fato pode estar associado ao avanço da vegetação arbustiva, identificada em campo como uma fitofisionomia com predomínio de Maricás (*Mimosa bimucronata*), que se desenvolveu na área no entorno do processo erosivo. A estabilização de parte da erosão pode ser observada ao norte, nas imagens dos anos de 2003 e 2010. A série temporal de imagens evidencia a existência de um intenso processo do alargamento lateral da voçoroca, além do processo de erosão remontante, em direção ao interior do Banhado Grande, como demonstra a imagem de 2017.



Figura 9 - Mapeamento do avanço temporal da voçoroca no Banhado Grande.



Elaboração: Etchelar e Guasselli (2018) a partir das imagens de 2003 e 2010, referentes ao mosaico de imagens do Google Earth. Imagem de 2017, mapa base do ARCGIS.

A série temporal de imagens do Google Earth, na análise das feições da voçoroca, permitiu mapear e quantificar a dinâmica de evolução do seu processo erosivo. A área erodida passou de 2.909 m<sup>2</sup> em 2003 para 13.663 m<sup>2</sup> em 2017, Figura 10.



Figura 10 - Evolução temporal da voçoroca.



Fonte: Etchelar e Guasselli (2018).

Segundo Augustin e Aranha (2006), para que um canal evolua para uma voçoroca, a condição necessária é, além da atuação da erosão, a presença de um conjunto de processos, entre os quais o solapamento de solo e os dutos. Estes desestabilizam as paredes e a cabeceira do canal, provocam seu alargamento e sua evolução à montante, caracterizando uma voçoroca.

A erosão em forma de voçoroca no Banhado Grande e a erosão no trecho retificado ocasionam impactos ambientais negativos de significativa importância neste importante e frágil ecossistema. Dentre as variáveis que causam desequilíbrio ambiental incluem-se: o rebaixamento do lençol freático associado ao aumento da vazão e drenagem hídrica do banhado em direção à planície de inundação, a perda de solo e o assoreamento do rio. Também há a possibilidade do acesso de caçadores, a partir da voçoroca, a qual se torna uma via de acesso ao interior do banhado, já que o local serve de refúgio para uma grande diversidade de fauna nativa e migratória (ETCHELAR, 2017).

Através da interpretação visual de imagens para uma escala temporal dos anos de 2003, 2012 e 2019, Figura 11, se identifica o impacto que a voçoroca causa sobre a vegetação típica do banhado. No recorte a montante da voçoroca na imagem: a) correspondente ao ano de 2003, quando não existe a presença do processo erosivo; b) datada no ano de 2012, já se percebe a evolução da voçoroca e o recuo da vegetação. No ano de 2019: c) a voçoroca chega a um estágio que isola parte da vegetação levando a sua substituição por outro tipo de vegetação.



Figura 11 - Análise temporal de uma área da voçoroca no Banhado Grande onde se observa a conversão do tipo de vegetação em consequência da expansão da voçoroca.



Elaboração: Etchelar (2020).

Esta vegetação é uma espécie de porte avantajado, até mais ou menos 2 m de altura formada, predominantemente, por *Scirpus Giganteus*, conhecida como Tiririca ou Palhão, Figura 12. A importância dessas macrófitas aquáticas está relacionada à sua atividade metabólica, que desenvolve micro-organismos associados na colaboração de depuração da água por oxidação da matéria orgânica que nela contém (FZB, 1983).

Figura 12 - Em destaque na imagem, a vegetação *Scirpus Giganteus* na área do Banhado Grande.



Fonte: Cecília Balsamo Etchelar, 25 de junho de 2015.



Além do prejuízo no balanço hídrico, os processos erosivos desencadeados na dinâmica de drenagem dos banhados podem alterar drasticamente a vegetação adaptada às condições dos solos hidromórficos. Para FZB (1983), a riqueza existente nas partes submersas da vegetação dos banhados, propicia a manutenção de inóculos que alimentarão o rio. Se não for mantida a base da cadeia alimentar, constituída por estes vegetais sintetizantes, capazes de produzir matéria orgânica, ficam ameaçados os demais componentes do sistema, tais como: peixes, anfíbios, crustáceos, moluscos, insetos e outros consumidores.

Banhados tem alta disponibilidade de nutrientes e alta produção vegetativa/alimentar, porém são altamente vulneráveis a drenagens, aterros e retificações. Seguramente, por estes provocarem alterações na umidade do solo que reflete na vegetação; uma vez que a fauna é dependente dela para refúgio, abrigo e alimentação, tanto fora como dentro da água (FZB, 1983).

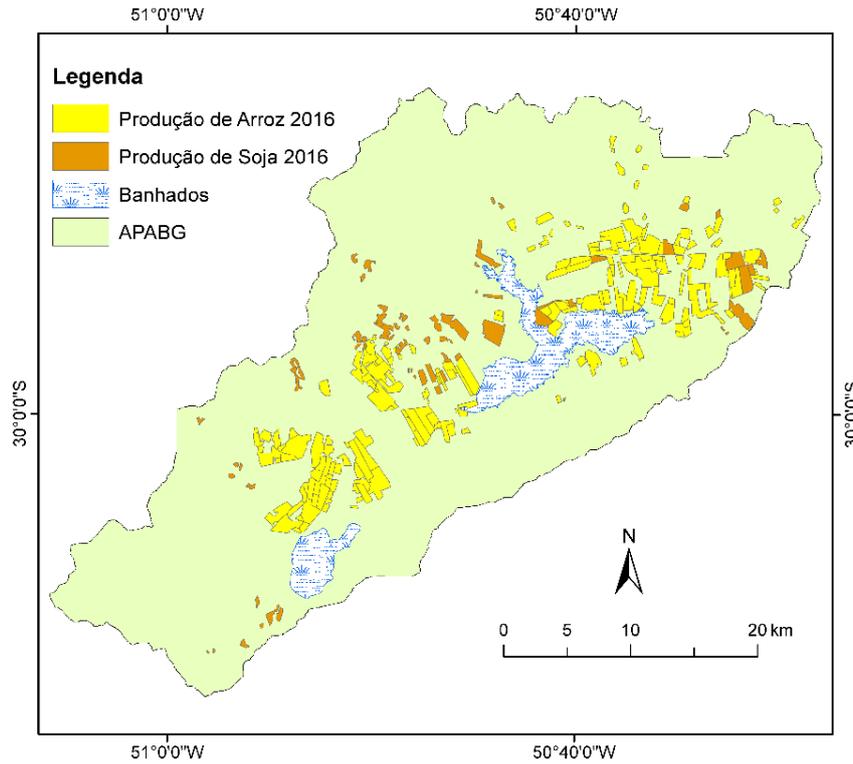
### 3.2 PRODUÇÃO DE ARROZ E SOJA NAS ÁREAS ÚMIDAS DA APABG

Predomina na APABG o cultivo de arroz irrigado nas áreas planas junto ao rio Gravataí. Segundo Mertz (2002), o primeiro grande arrozal irrigado na Região Metropolitana de Porto Alegre se estabeleceu no município de Gravataí, em 1905. A produção de arroz é, tradicionalmente, a principal produção agrícola de ciclo temporário, devido às características topográficas, hidrológicas e pedológicas da área. Mais recentemente, o cultivo de soja foi inserido ao ciclo de rotação agrícola, ocupando áreas representativas.

Segundo os mapeamentos da produção de arroz e soja na APABG, Figuras 13, 14 e 15, a produção de arroz diminuiu 852,69 ha entre as safras de 2016, 2018 e 2020, já a produção de soja aumentou 2.722,36 ha no mesmo período, demonstrando que o aumento da soja não é equivalente a diminuição da área de arroz. Não evidenciando, dessa forma, uma inversão de cultura na área, e sim um aumento da produção agrícola na mesma área que provavelmente se utiliza para áreas de rodízio e pousio.

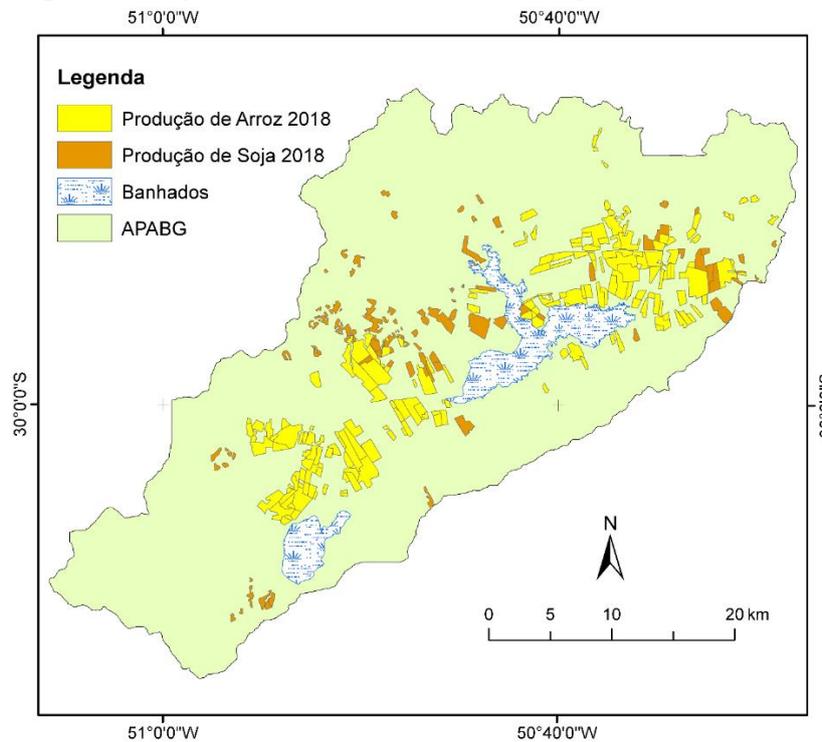


Figura 13 - Mapeamento da safra 2016 de arroz e soja na área da APABG.



Elaborado: Etchelar (2022) Fonte: Belloli e Etchelar (2020)

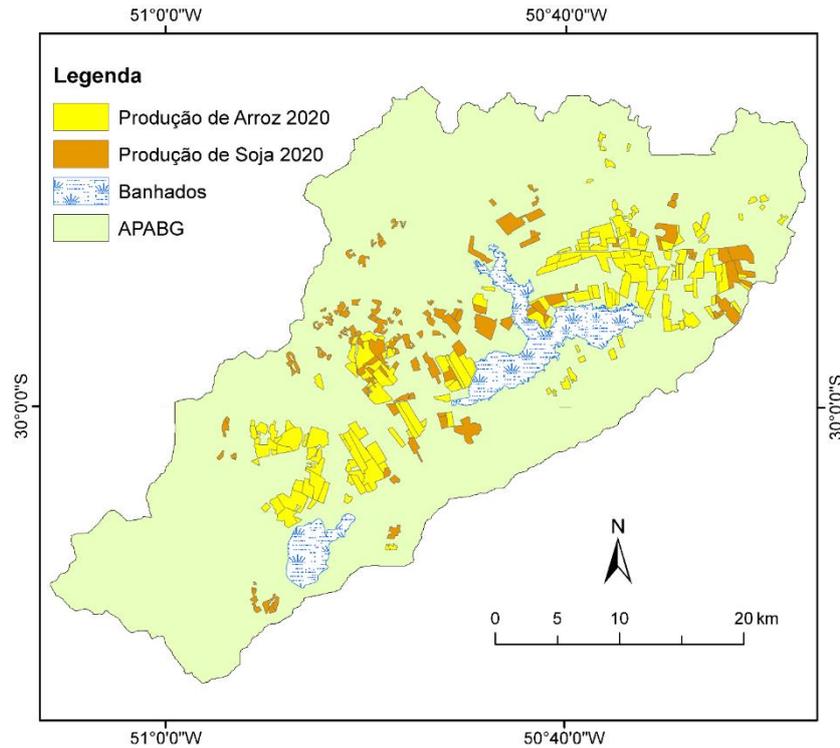
Figura 14 - Mapeamento da safra 2018 de arroz e soja na área da APABG.



Elaborado: Etchelar (2022) Fonte: Belloli e Etchelar (2020).



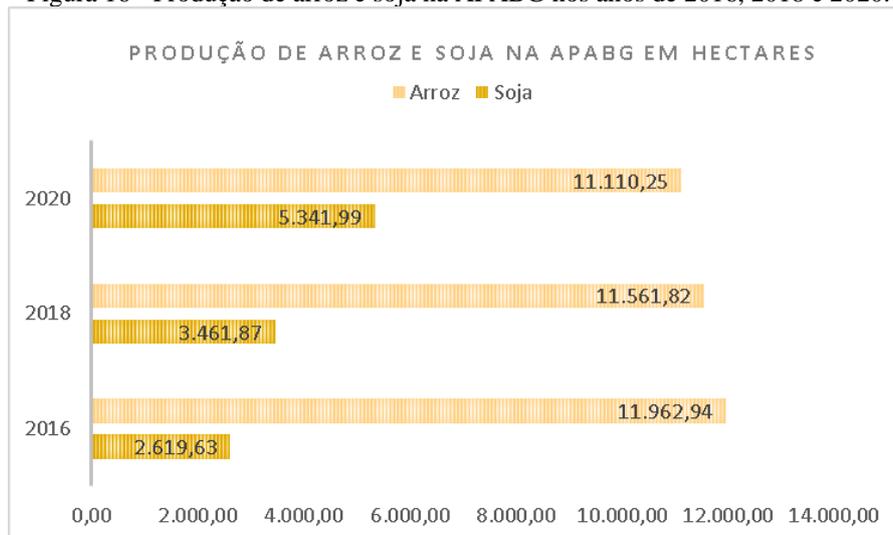
Figura 15 - Mapeamento da safra 2020 de arroz e soja na área da APABG.



Elaborado: Etchelar (2022) Fonte: Belloli e Etchelar (2020).

Percebemos o aumento da cultura de soja na APABG no mapeamento apresentado nas figuras anteriores que se destacam na cor laranja. Porém, quando passamos estes dados para o gráfico, Figura 16, conseguimos perceber a progressão da produção de soja e um pequeno decréscimo da cultura do arroz.

Figura 16 - Produção de arroz e soja na APABG nos anos de 2016, 2018 e 2020.



Elaborado: Etchelar, 2022.



### 3.3 QUEIMADAS NO BANHADO GRANDE

Os ecossistemas e a sociedade devem estar mais bem preparados para o novo cenário de incêndios extremos. As alterações climáticas são o presente e o futuro e urge tomar medidas de adaptação e mitigação para reduzir os impactos previstos (Hernández, 2020).

Em abril de 2020 um incêndio de grande proporção impactou o Banhado Grande, como observamos na Figura 17. Uma das dificuldades encontradas para o controle deste incêndio, além do difícil acesso, foram os diversos focos de queimada que ocorriam em subsuperfície nos depósitos de turfeiras. Turfeiras estas ainda não estudadas segundo Accordi *et al.* (2003).

Figura 17 - Queimada da vegetação na APABG em abril de 2020.



Fonte: Acervo APA do Banhado Grande. Foto: Cecília S. Nin (2020).

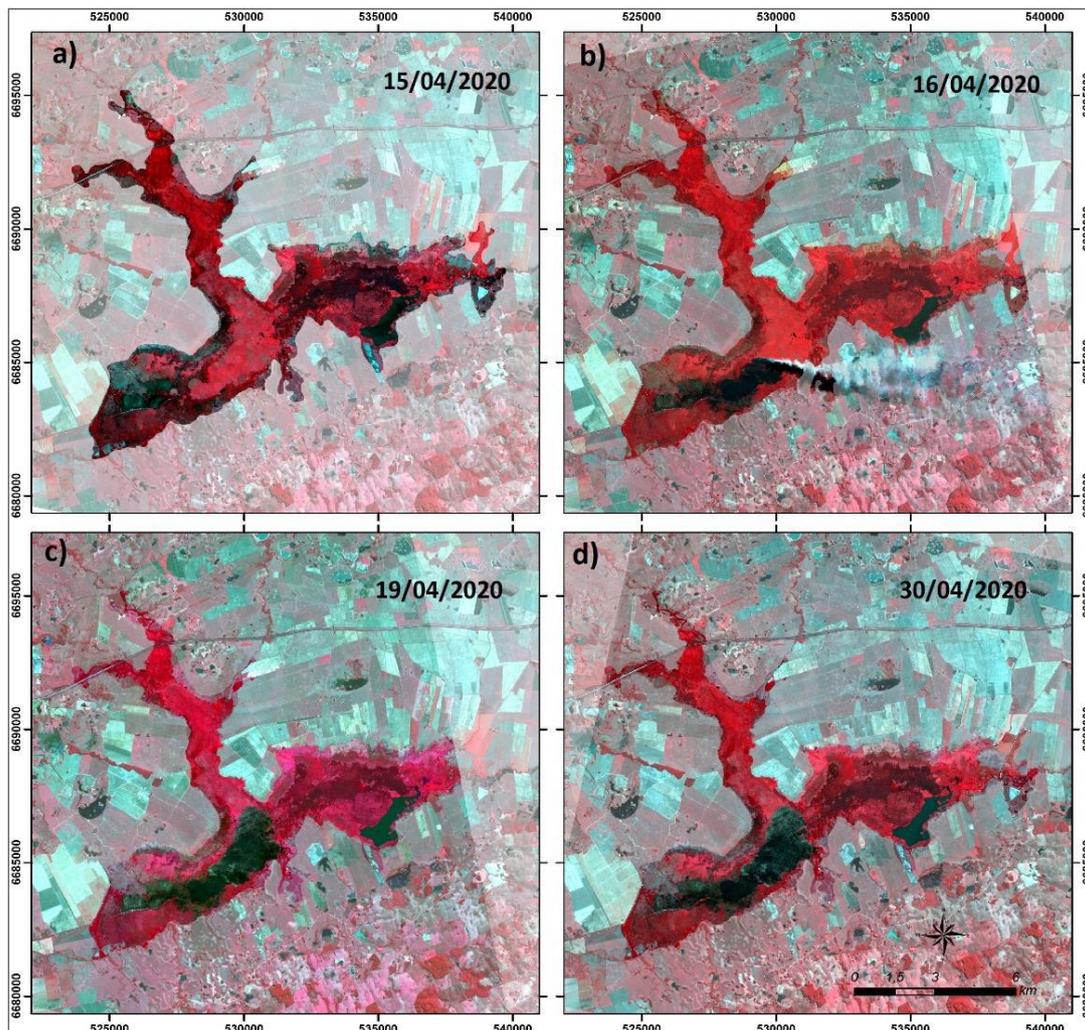
As AUs da APABG abrigam as duas maiores áreas de turfeiras da Planície Costeira e um arquivo paleo-ambiental com uma história geológica de mais de dois bilhões de anos que se confundem com a história da formação do próprio continente e, particularmente, dos eventos formadores da costa Atlântica da América do Sul (ACCORDI *et al.*, 2003).

Segundo Simioni (2021), o fogo devastou aproximadamente 12% da área total do banhado, onde as áreas com a presença de vegetação emergente foram as mais devastadas. Através das imagens Planet Scope, observamos que na Figura 18a, no dia 15/04/2020 o fogo ainda não havia atingido as plantas emergentes. No dia 16/04/2020, a imagem captou o avanço do fogo sobre as plantas emergentes, Figura 18b, mostra que o fogo havia consumido mais de 60% da área com ocorrência de plantas emergentes. A imagem do dia 19/04/2020, Figura 18c, mostra que o fogo em superfície havia sido controlado na área de vegetação emergente, com a atuação dos bombeiros e voluntários e também a presença de um corpo hídrico que impediu o avanço do fogo para os braços leste e sudoeste do BG. No entanto, apesar do fogo superficial ter sido controlado, continuou o chamado incêndio subterrâneo,



com a queima da turfa, que perdurou até o final do mês de abril, quando o fogo foi totalmente controlado, Figura 18d.

Figura 18 - Variação temporal da área queimada pelo do fogo no Banhado Grande.



Fonte: Imagem Planet Scope, bandas RGB 432. Elaborado: SIMIONI, 2021.

A falta de precipitação neste período foi outro grande agravante na situação da queimada. De janeiro até abril de 2020, os níveis de chuvas foram muito abaixo das médias mensais, sendo que os meses de março (12,2 mm de chuvas) e abril (13,2 mm de chuvas) coincidem com o crescimento da pandemia da COVID-19, agravando ainda mais a necessidade de água para os municípios abastecidos por esse manancial hídrico – num momento de emergência em termos de saneamento e saúde pública (VERDUM e VIEIRA, 2020).

### 3.4 FOZ DO RIO GRAVATAÍ

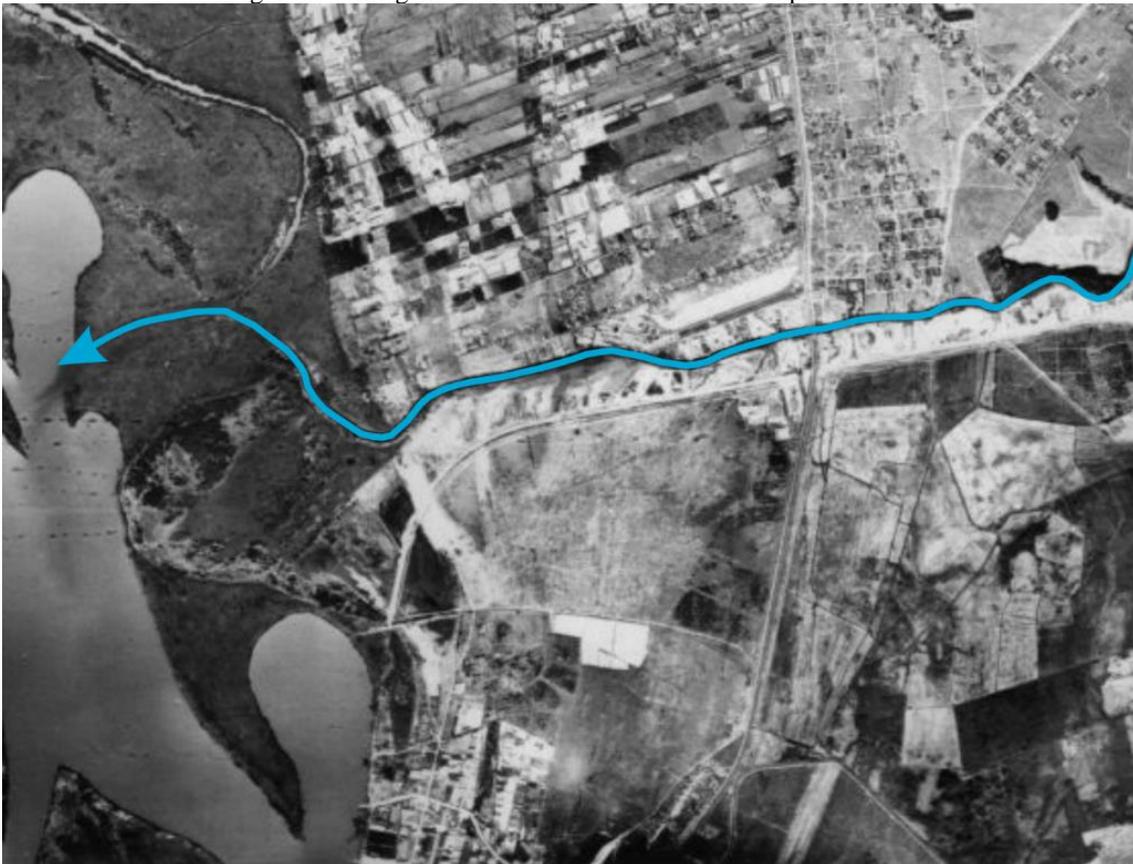
O período de 1950 em Porto Alegre, é marcado pelo crescimento urbano, que assume um ritmo bastante acentuado, com a construção de prédios comerciais, a instalação da ferrovia que liga Porto Alegre à São Leopoldo e a construção do novo Cais do Porto, com o aterro de uma extensa faixa entre



a Avenida Voluntários da Pátria e o Lago Guaíba. Os aterros se estabelecem como uma alteração pela ação humana, na forma de áreas de empréstimo (DIAS, 2011).

Segundo um trabalho apresentado por Hanke et al., (2013), devemos analisar as consequências de uma obra de retificação feita nos anos de 1950, na foz do rio Gravataí, onde ocasionou problemas e mudanças no funcionamento toda a bacia hidrográfica do rio, pois o deságue do rio Gravataí no Guaíba antes desta obra dava-se através de um canal em direção ao norte/oeste, junto ao arroio no delta do Jacuí como observamos na Figura 19.

Figura 19 - Imagem histórica da foz do rio Gravataí preservada.



Fonte: Imagem sem data definida, HANKE et al., (2013). Elaborado pela autora.

Na Figura 20, de 1956 conseguimos perceber a abertura do canal saindo diretamente para a direção sul, cortando a área denominada Humaitá, onde rio passou a desembocar no Saco do Cabral. Na Figura 21, detalhamos que o canal em 1956 ainda não estava totalmente aberto. Na Figura 22 percebemos o canal totalmente consolidado com suas águas mais escuras do rio Gravataí ao encontro das águas mais claras do rio Jacuí.



Figura 20 - Imagem de 1956 que mostra a abertura incompleta do canal que muda a foz do rio Gravataí.



Fonte: Aerolevantamento de 1956 1: 2000. Coordenação de Geoprocessamento e Informações Urbanísticas – CGIU, Secretaria Municipal do Meio Ambiente e da Sustentabilidade – SMAMS. Elaborado pela autora.

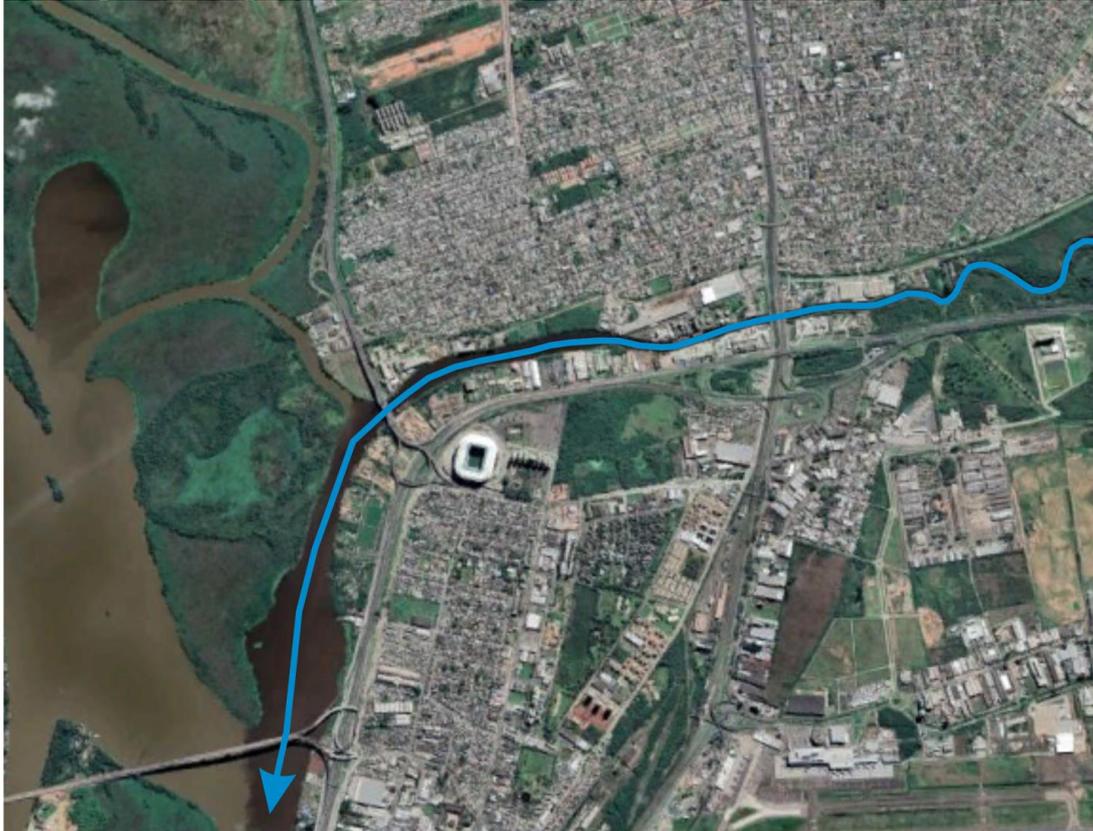
Figura 21 – Detalhe da abertura incompleta do canal na imagem de 1956.



Fonte: Aerolevantamento de 1956 1: 2000. Coordenação de Geoprocessamento e Informações Urbanísticas – CGIU, Secretaria Municipal do Meio Ambiente e da Sustentabilidade – SMAMS. Elaborado pela autora.



Figura 22 - Imagem satelital mostrando a condição atual do canal na foz do rio Gravataí.



Fonte: Imagem do dia 05 de agosto de 2022 do Google Earth Pro. Elaborado pela autora.

### 3.5 CANAL ANDREONI

#### 3.5.1 Impacto na praia

Em outubro de 2019 com uma grande quantidade de detritos vegetais que estavam saindo com a água doce do canal Andreoni adicionada às algas oceânicas, formou uma espécie de manto bastante denso não permitia que as tartarugas nadassem, e levando as mesmas ficarem presas a esta vegetação (Figura 23). Um fenômeno semelhante já havia sido registrado em 2012, e em 2016. O resgate foi feito na área da praia da Coronilla (Figura 24), onde existe um centro de reabilitação que limpou, hidratou, verificou as condições físicas. Felizmente esta ação conseguiu resgatar todas as tartarugas com vida (URUGUAY VISIÓN MARÍTIMNA, 2019).



Figura 23 - Vegetação típica de banhado na orla da praia da Coronilha – Uruguai.



Fonte: elpais.com.uy (2019).

Figura 24 - Tartarugas resgaradas na orla da praia da Coronilha – Uruguai após ficarem presas na vegetação vinda das AUS misturadas com as algas.



Fonte: Uruguay visión marítimna, (2019).

### 3.5.2 Erosão do canal Andreoni

Na evolução temporal do trecho do canal Andreoni, junto a praia da Coronilha, mostra um progressivo alargamento nesta seção demarcada pela linha vermelha nas Figuras 25 e 26. Entre os anos de 2002 e 2018, aumentou de 43,8 m para 61,5 m, resultando em um alargamento de 17,7 m em um intervalo de 16 anos.



Figura 25 - Imagem satelital de 07 de julho de 2002 – Representação na linha vermelha da largura de 43,8 m nesta seção do canal Andreoni junto a praia da Coronilha – Uruguai.



Fonte: Imagem Google Earth Pro. Elaborado pela autora.

Figura 26 - Imagem satelital de 22 de março de 2018 – Representação na linha vermelha da largura de 61,5 m nesta seção do canal Andreoni junto a praia da Coronilha – Uruguai.



Fonte: Imagem Google Earth Pro. Elaborado pela autora.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo das obras do canal de drenagem do Rio Gravataí na APABG e do canal de drenagem Andreoni na Bacia da Lagoa Mirim – Uruguai, junto com a mudança de direção da foz do rio Gravataí na década de 1950, revela impactos significativos nas áreas urbanas (AUs) e agrícolas dessas regiões.

As intervenções de canalização e drenagem alteram o curso natural dos rios, afetam a topografia e a drenagem local, e influenciam nas condições ambientais das áreas urbanas circundantes. A mudança na direção da foz do rio Gravataí pode ter perturbado os padrões naturais de fluxo hídrico,



impactando ecossistemas locais e comunidades dependentes deles.

O mapeamento das áreas de uso agrícola para cultivos como arroz e soja na APAGB e na bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim evidencia a pressão exercida sobre essas áreas para fins agrícolas, e a aumento da produção de soja em torno dos banhados, o que pode ter implicações ambientais significativas, como a perda de habitat natural e a degradação do solo. Assim como o aumento das queimadas e a descaracterização da vegetação natural deste ambiente.

A canalização do Rio Gravataí desencadeou a longo prazo, grandes processos erosivos na área do Banhado Grande. Os impactos causados pelo canal Andreoni na praia da Coronilla no Uruguai, se assemelham em termos de erosão ocorridas no rio Gravataí, além de causarem grande impacto na linha de praia com os depósitos de resíduos do banhado sobre a vida marinha, como as tartarugas.

Em resumo, é fundamental adotar abordagens integradas e sustentáveis para o manejo das AUs, considerando os diversos impactos das atividades humanas e das intervenções no meio ambiente, para garantir a resiliência e a saúde dessas áreas no longo prazo.



## REFERÊNCIAS

- ACCORDI, I. A. O Sistema Banhado Grande como uma área úmida de importância internacional. *In: SIMPÓSIO DE ÁREAS PROTEGIDAS*. 2. 2003, Pelotas. Anais [...]. Pelotas: UFPEL, 2003. p. 56-63. CD-ROM.
- BARILANI ALDECOA, Inés; VÁZQUEZ JORCIN, Nicolás. Contribución al programa de uso público del Parque Nacional Santa Teresa. 2011.
- BELLOLI, T.F. Impactos ambientais decorrentes da produção orizícola, área de proteção ambiental do Banhado Grande – RS. Monografia (trabalho de conclusão de curso) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Graduação em Geografia. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016. 79 f.: il.
- BOHRER, M. D. O aterro Praia de Belas e o aterro do Flamengo. 2001. 237 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001.
- BRASIL. Decreto Nº 86.146, de 23 de junho de 1981. Dispõe sobre a criação do Programa Nacional para Aproveitamento de várzeas Irrigáveis - Provárzeas nacional. Diário Oficial da União: Seção 1, p. 11781. Brasília, DF.
- BRENNER, V. C. Erosão política: os descaminhos da renaturalização do rio Gravataí na gestão da Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande, RS–Brasil. 2021. 220 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS, 2021.
- BRENNER, V. C. Proposta metodológica para renaturalização de trecho retificado do Rio Gravataí-RS. 2016. 94 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS, 2016.
- BRINSON, M. M. Conceptos y desafíos de la clasificación de humedales. *In: MALVÁREZ, A. I. e BÓ, R. F. Documentos del curso-taller: “Bases ecológicas para la clasificación e inventario de humedales en Argentina”*, p. 25-36. 2004.
- BURGER, M. I. Situação e ações prioritárias para a conservação de Banhados e áreas úmidas da zona costeira. Base de Dados Tropical. Porto Seguro, 2000.
- CARVALHO, A. B. P.; OZORIO, C. P. Avaliação sobre os Banhados do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista de Ciências Ambientais, Canoas*, v. 1, n. 2, p.83-97, 2007.
- COVINGTON, P. *et al.* Wetland Restoration, Enhancement, and Management. Wetland Science Institut, Pensilvânia, p 375. 2003.
- COWARDIN, L. M.; CARTER, F. C. GOLET E.; LAROE, T. Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. *Water encyclopedia*, v. 3, p. 496-498, 2005.
- DIAS, R. A. e BURGER, M. I. A Assembleia de aves de áreas úmidas em dois sistemas de cultivo de arroz irrigado no extremo sul do Brasil. *Ararajuba*, v.13, n.1, p.63-80. 2005.
- DIAS, T. S. A expansão da ocupação urbana sobre o relevo do município de Porto Alegre - RS. 89 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Instituto de Geociência, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.



EDWARD, B. B.; MIKE, A.; DUNCAN, K. 1997. Valoración económica de los humedales, Guía para decisores y planificadores. Oficina de La convencion de Ramsar. p. 155.

ETCHELAR, B. C. Processos erosivos em áreas úmidas, APA do Banhado Grande – RS. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2017.

ETCHELAR, C. B. Análise do processo erosivo no banhado grande, município de Glorinha-RS. 2014. 72f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia). Instituto de Geociências. Curso de Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2014.

ETCHELAR, C. B.; GUASSELLI, L. A. Erosão no banhado grande. Áreas úmidas: questões ambientais. Porto Alegre: UFRGS/Programa de Pós Graduação em Geografia, 2018. p. 235-264, 2018.

FZB. FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RIO GRANDE DO SUL. Museu de Ciências Naturais. Amostragem da flora e fauna das nascentes do rio Gravataí, Rio Grande do Sul, visando a emissão de um parecer sobre as condições bióticas da área nos meses de março, abril e maio de 1983. Relatório Final. Porto Alegre, 1983.

GASPERINI, M. M.; REZENDE, E. N. A responsabilidade civil do estado por omissão na implementação de políticas públicas ambientais. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 10, p. 76302-76317, 2020.

GOMES, C. S.; JUNIOR, A. P. M. Aparato conceitual sobre áreas úmidas (wetlands) no brasil: desafios e opiniões de especialistas. Boletim Goiano de Geografia, v. 37, n. 3, p. 484-508, 2017.

GUERRA, A. J. T. Geomorfologia urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 277p. 2011.

HANKE, K. A.; SCHWARZBOLD, A.; PRADE, A. C.; HERRLEIN, J. E.; HAUSEN, C. E.; CÂNEPA, M. E.; WITTLER H.; LOSS, E. J.; DOSSA, P. Bacia hidrográfica do rio Gravataí, estudos e proposições. Associação de Ex-bolsistas da Alemanha – AEBA. P.20. No Prole. (2013).

HERNÁNDEZ, L. e cols. Um planeta em chamas. Proposta ibérica da WWF para a prevenção de incêndios. ANP|WWF e WWF-Espanha. (2020).

LEICHT, E. Discontinuados: el proyecto territorial del balneario uruguayo: episodio crítico: La Coronilla. In: VI Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Bogotá, junio 2014. Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori. Universitat Politècnica de Catalunya, 2014.

LUSTOSA, C. Preservação da bacia hidrográfica. Revista da Procuradoria Geral do Estado. Porto Alegre, v.9, 1979.

MÉNDEZ, S.; ANSIAUX, F. Efectos en las características del agua costera provcados por la descarga del canal andreoni en la playa de la coronilla (rocha,uruguay). 8. 101-107. 1991.

MERTZ, M. M. et al. Agricultura na região metropolitana de Porto Alegre - Aspectos históricos e contemporâneos. Org. Miguel, A. L.; Grando, Z. M. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2002. 157p.

MITSCH, W. J.; GOSSELINK, J. G. Wetlands. 5ª ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2015. 747p.

RUBIO J. H. Ing. Luis Andreoni la vida de un pionero. Revista Histórica Rochense. N°2. Disponível em: <<https://www.revistahistoricarochense.com.uy/rhr-no-2/ing-luis-andreoni-la-vida-de-un-pionero/>>. Acesso em agosto de 2022.



SCARABINO, F. Conservación de la malacofauna uruguaya. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay. 267-273. 2004.

SILVA, L. L. Canais artificiais: uma contribuição geográfica ao estudo de suas multifuncionalidades. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Geografia). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

SIMIONI, J. P. D. Métodos de classificação de imagens de satélite para delimitação de banhados. 2021. 145 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Programa de Pós Graduação em Sensoriamento Remoto, Porto Alegre, RS. 2021.

SIMIONI, J.P.D.; GUASSELLI, L.A.; ETCHELAR, C.B. Connectivity among Wetlands of EPA of Banhado Grande, RS. Revista Brasileira de Recursos Hídricos RBRH, Versão *Online*, Porto Alegre, v. 22, e15, 2017.

SUERTEGARAY, Dirce Maria; GUASSELLI, Laurindo Antônio; ANDRADES FILHO, Clódis de Oliveira. Influencia morfoestructural en la génesis de los procesos de arenización en Rio Grande do Sul, Brasil. Revista de Geografía Norte Grande, n. 39, p. 59-72, 2008.

TOMAZELLI, L.J. & VILLWOCK, J.A. O Cenozóico do Rio Grande do Rio grande do Sul: geologia da planície costeira. In: Holz, M.; De Ros, L.F. (Eds.) Geologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Edições CIGO-UFRGS,2000. pp.375-406.

URUGUAY VISIÓN MARÍTIMA. Aparecieron más de un centenar de tortugas varadas en la desembocadura del Canal Andreoni. 2019. Disponível em: <<https://www.visionmaritima.com.uy/noticias/ecologia-noticias/aparecieron-mas-centenar-tortugas-varadas-la-desembocadura-del-canal-andreoni/>>. Acesso em 11 de setembro de 2022.

VERDUM R.; VIEIRA C.L. Rio Gravataí, Banhado Grande e dos Pachecos: entre secas, queimadas e a pandemia da COVID-19. Jornal da Universidade – UFRGS. 2020. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/jornal/rio-gravatai-banhado-grande-e-dos-pachecos-entre-secas-queimadas-e-a-pandemia-da-covid-19/>>. Acesso em Agosto de 2022.