

2.5 Impactos ambientais decorrentes da orizicultura na APABG⁵

*Tássia Fraga Belloli
Laurindo Antonio Guasselli*

Introdução

Impacto ambiental é entendido como a alteração da qualidade do meio ambiente produzida por uma atividade humana (SALVADOR et al., 2005). As ações resultantes de impactos ambientais afetam a saúde, segurança, bem-estar e atividades socioeconômicas de uma população, assim como o conjunto de animais e vegetais presentes numa determinada região, além das condições estéticas do meio ambiente e a qualidade dos chamados recursos ambientais (SILVEIRA, 2011).

Os impactos ambientais associados à agricultura estão diretamente relacionados a problemas como erosão dos solos, desmatamentos, drenagem de banhados, uso de agrotóxicos, entre outros exemplos dos prejuízos causados aos recursos naturais (DAL SOGLIO, 2009). Com o emprego de fertilizantes e agrotóxicos, têm-se como impactos imediatos a perda de nutrientes do solo, a contaminação dos mananciais de água e o comprome-

⁵ Capítulo referente ao Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Geografia de Tássia Fraga Belloli, Intitulado “Impactos ambientais decorrentes da produção orizícola, Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande – RS”. Departamento de geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016, 79f.

timento dos demais recursos naturais, o que pode representar acréscimo nos custos de produção aos agricultores. Assim, os impactos ambientais resultantes da atividade agrícola acabam por degradar a própria base produtiva, comprometendo sua eficiência, em razão da agricultura ser altamente dependente do meio natural (MORI; LANZER, 2011).

No caso da orizicultura irrigada, que no estado do Rio Grande do Sul ocupa uma extensa área produtiva, de aproximadamente 1.106,171 ha, safra 2016/2017, (IRGA, 2016), o sistema de manejo empregado nas lavouras tem sido considerado responsável pelo alto impacto ambiental, verificado na qualidade da água dos rios e barragens, em função do manejo inadequado no momento da irrigação da lavoura, principalmente no caso do preparo do solo e na aplicação dos agroquímicos (TOLEDO et al., 2002).

Com a irrigação, grandes áreas passam a incorporar-se ao sistema produtivo. Os projetos de irrigação necessitam muitas vezes de infraestruturas de apoio aos sistemas de irrigação, tais como: barragens, reservatórios, poços, estações de bombeamento, canais de transporte d'água, desvio e retificação de corpos d'água, entre outros (DIAS, 1999). Estes projetos, quando não conduzidos de forma adequada, podem gerar impactos como a salinização do solo, contaminação dos recursos hídricos (rios e águas subterrâneas), consumo exagerado da disponibilidade hídrica da região, consumo elevado de energia e problemas de saúde pública (BERNARDO, 2008).

Os impactos ambientais mais relevantes no Estado, relacionados ao cultivo de arroz irrigado, estão associados às transformações das várzeas inundadas para o uso de sistemas de irrigação por inundações; e a drenagem de banhados. (MELLO, 1998; DARONCH et al., 2004; CARVALHO e OZÓRIO, 2007; BERNARDO, 2008). A drenagem de grandes áreas contínuas e seu cultivo intensivo tem causado distúrbios às condições naturais destas áreas, eliminando a vegetação nativa e, como consequên-

cia imediata, alterando a microflora e fauna regional, a produção de peixes, a população de insetos e as condições de erosão e sedimentação na bacia hidrográfica. (BERNARDO, 2008).

As bacias hidrográficas dos rios Pardo, Vacacaí, Tramandaí e Gravataí podem ser citadas como exemplos de bacias impactadas e com conflitos relacionados a orizicultura (RIO GRANDE DO SUL, 2005; FEPAM, 2017).

Na Bacia do rio Gravataí, ações relacionadas a orizicultura causaram, ao longo dos anos, uma série de modificações na dinâmica hidrológica do rio e nas áreas úmidas, implicando em relevantes impactos ambientais, que perduram até os dias atuais (GUASSELLI et al., 2013; ETCHELAR, 2014; BRENNER, 2016; BELLOLI, 2016; SILVA, 2016).

Além destes impactos, a retirada de água para a irrigação do cultivo nos meses de verão, tem gerado conflitos entre as demandas para o setor agrícola e o abastecimento público (RIO GRANDE DO SUL, 2012), ao coincidir com períodos em que a bacia passa por estiagens.

A condição de Área de Proteção Ambiental, a qual se encontra 2/3 da bacia do rio Gravataí, determina uma série de restrições e condicionamentos das práticas agropecuárias, tendentes a evitar impactos sobre suas áreas úmidas. Contudo, mesmo com amparo da legislação ambiental, instruções e incentivos aos agricultores quanto às boas práticas agrícolas, episódios de contaminação e degradação dos recursos naturais e da biodiversidade, continuam ocorrendo.

Nesse sentido, verificar os impactos ambientais da agricultura irrigada é essencial para promover o entendimento dos processos de degradação dos recursos naturais, para orientar a adequada seleção de alternativas tecnológicas para o processo produtivo e para delinear medidas corretivas e de manejo que permitam auferir os máximos benefícios sociais com o mínimo de prejuízos ambientais (RODRIGUES; IRIAS, 2004).

Neste contexto, buscou-se discorrer sobre os impactos am-

bientais derivados da atividade orizícola na APABG, bem como as ações que os originam, a fim de compreender as suas consequências para a bacia, visando à mitigação dos mesmos.

As principais ferramentas utilizadas para alcançar estes objetivos foram: o geoprocessamento e sensoriamento remoto, com a utilização de imagens de satélite; trabalhos de campo para a obtenção de registros fotográficos e informações secundárias de órgãos ambientais e entidades promotoras do desenvolvimento do setor orizícola. Para melhor compreensão, as metodologias utilizadas em cada etapa da pesquisa são apresentadas previamente aos resultados.

Análises e discussões

Os temas aqui abordados resultam das atividades que impactam diretamente sobre o meio ambiente. Para esta análise, entretanto, não foram verificados os fatores sociais que envolvem o meio de produção e economia do cultivo de arroz irrigado. Assim, inicialmente será abordada a orizicultura e sua evolução espaço-temporal na APABG. Na sequência são apresentados os aspectos relacionados às modificações da área para expansão do cultivo, bem como as estruturas usadas para a sua sistematização, como os reservatórios e canais de irrigação. O terceiro tópico expõe a demanda hídrica do plantio e, por fim, são apresentados os impactos ambientais resultantes destas modificações concernentes à produção orizícola na APABG.

A orizicultura e os banhados na APABG

Devido às características físicas associadas a relevos planos e naturalmente inundáveis, na área central da BHRG, e da fertilidade inerente que compõem os ambientes de várzeas, os produtores encontraram na bacia um ambiente adequado para ocupação, produção e expansão do cultivo de arroz.

De acordo com Mertz (2002), o primeiro grande arrozal irrigado na Região Metropolitana de Porto Alegre se estabeleceu no município de Gravataí, em 1905. Com o advento da Revolução Verde a partir da década de 1970, do acesso às linhas de financiamento e o crescente processo de mecanização e modernização da agricultura (GASPI; LOPEZ, 2008), a orizicultura foi expandida para outros municípios na bacia, consolidando-se a partir da retificação de um trecho do rio Gravataí, que propiciou a drenagem das áreas de várzea para aproveitamento agrícola, através do Programa de Aproveitamento Racional das Várzeas Irrigáveis (PROVÁRZEAS).

De acordo com Kirchhof (2016), há na APABG atualmente 96 produtores de arroz, abrangendo uma área de cerca 13.809 ha. Essa área está distribuída aproximadamente entre Viamão (39,3%); Santo Antônio da Patrulha (36,5%); Glorinha (13,6%); Porto Alegre (6,4%); Gravataí (2,9%); Alvorada (0,79%); e Cachoeirinha (0,25%), gerando pelo menos 500 postos de trabalho. Os sistemas de cultivo predominantes são o cultivo mínimo e pré-germinado, respectivamente 70% e 30% da área cultivada.

As estimativas agrícolas oficiais no Brasil são elaboradas pelo IBGE através do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) e da Produção Agrícola Municipal (PAM). Segundo Klering (2007), embora a coleta de dados referentes a estatísticas agrícolas oficiais esteja baseada em conceitos e protocolos adotados internacionalmente, as informações geradas possuem caráter subjetivo ao depender de entrevistas com os produtores quanto suas áreas produtivas. Em vista disso, o uso de imagens de satélite e geoprocessamento para estimar áreas agrícolas ou safras têm sido cada vez mais empregados objetivando um menor grau de erro a partir de ferramentas como a análise espectral das culturas.

Assim, para analisar as possíveis alterações nas áreas de banhado realizou-se o mapeamento da evolução espaço-temporal da orizicultura na APABG. Foram utilizadas imagens do

satélite Landsat 5, sensor TM (Thematic Mapper) e do Landsat 8, sensor OLI (Operacional Terra Imager), entre os anos 1985 e 2016. As imagens utilizadas foram dos meses de janeiro e fevereiro, pois esse período contempla a fase de maturação da cultura onde, devido às diferenças espectrais, se torna possível uma maior precisão na separação dos outros usos do solo e também na sua quantificação.

A Figura 1 mostra diferenças na resposta das áreas de arroz (polígono laranja) e os outros usos e coberturas na área da APABG, como açudes (polígono azul escuro), banhados (polígono azul claro), e outras culturas temporárias (polígono vermelho). Logo, o mapeamento pode ser elaborado por interpretação visual das imagens, avaliando o comportamento espectral e padrões como forma e textura típicas dos alvos analisados.

A dinâmica espaço-temporal da rotação do cultivo do arroz na APABG, Figura 2, ocorre principalmente com alternância de pastagens e criação bovina, além de outras culturas. O mapeamento mostra maior concentração da orizicultura, predominantemente, na área do denominado Sistema Banhado Grande. Essa área se caracteriza por áreas planas da planície de inundação do rio e nas áreas lindeiras aos banhados Grande e dos Pachecos (MENEGHETTI, 1998; ACCORDI & HARTZ, 2006). Ocorre também o avanço das lavouras sobre áreas do Banhado Grande, principalmente nos municípios de Santo Antônio da Patrulha e Glorinha.

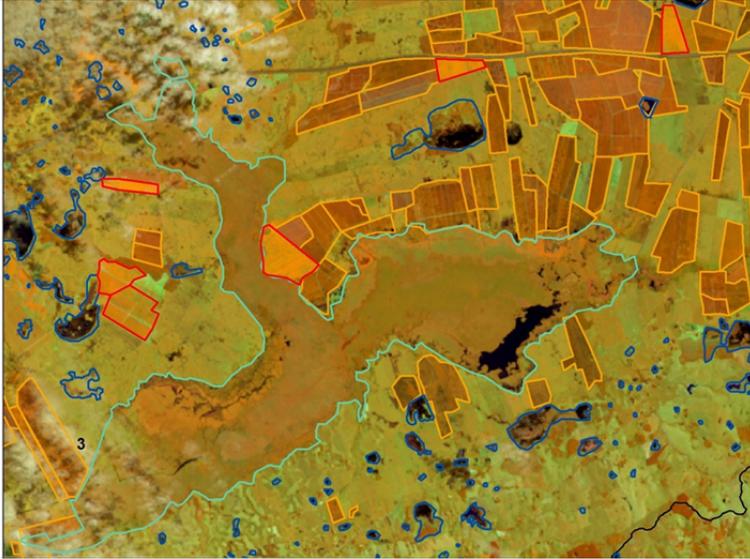


Figura 1. Diferenças na resposta espectral, formas e texturas entre os diferentes usos e coberturas do solo na APABG. Fonte: Imagem Landsat TM.

A quantificação das safras de arroz entre 1985 e 2016, Figura 3, mostra a expansão das áreas de lavouras. Destaca-se a grande variação entre as safras de 1984/85 e 1993/94, com um aumento em área plantada de mais de 4.000 ha. O mesmo ocorre entre as safras de 1995/96 e 2004/05, com diferença de mais de 4.000 ha. Já entre os anos de 2009 a 2016, observa-se pequeno aumento na área plantada, com cerca de 1.400 ha. Ao todo, da safra de 1984/85 para a safra de 2015/16, houve um aumento de aproximadamente 6.426 ha em área plantada, cerca de 116%.

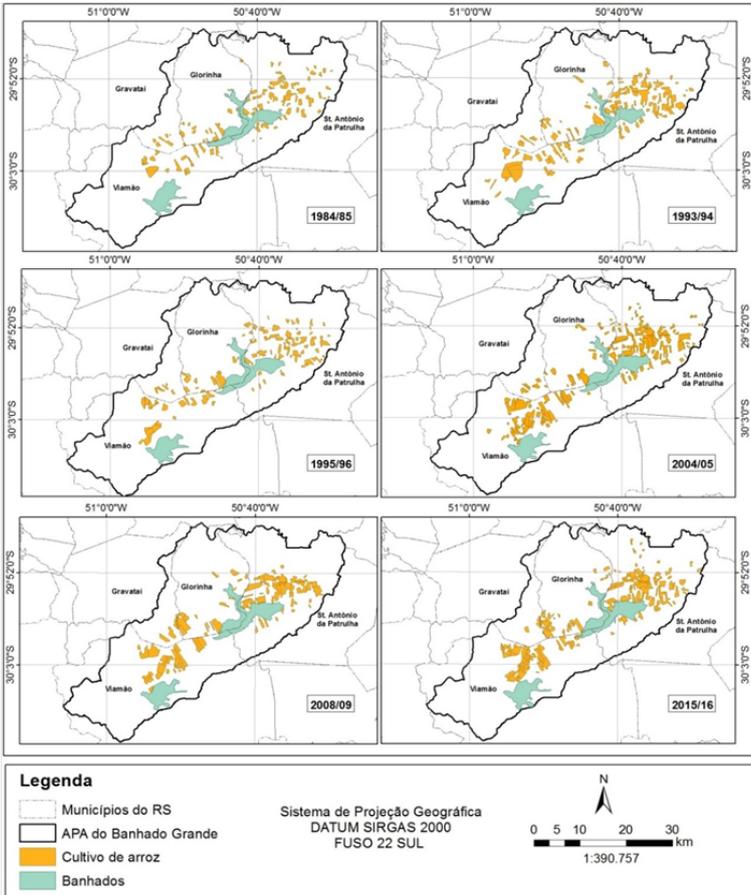


Figura 2. Dinâmica espaço-temporal do cultivo do arroz, entre 1985 e 2016, APABG - RS.

A partir do mapeamento foi possível quantificar a área produtiva com cultivo de arroz na APABG, que ocupa uma área plana com cerca de 27.100 ha, Figura 4. A área produtiva inclui, além das áreas de cultivo de arroz da safra anual, também as áreas de rotação, representando a extensão das áreas na APA que são ocupadas pelo cultivo entre 1985 e 2016.

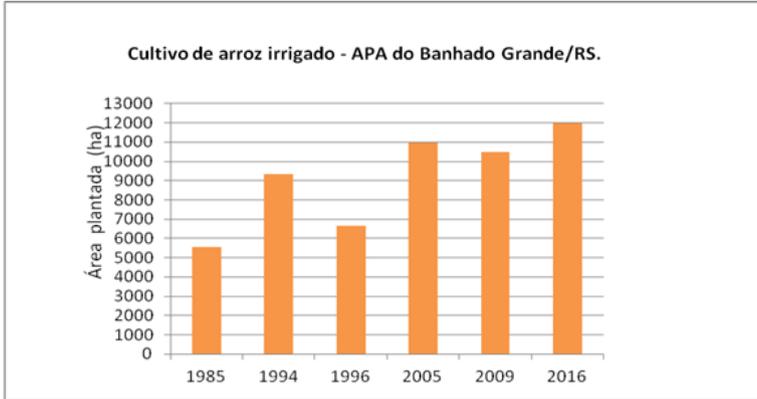


Figura 3. Quantificação das áreas com cultivo de arroz, APABG – RS.

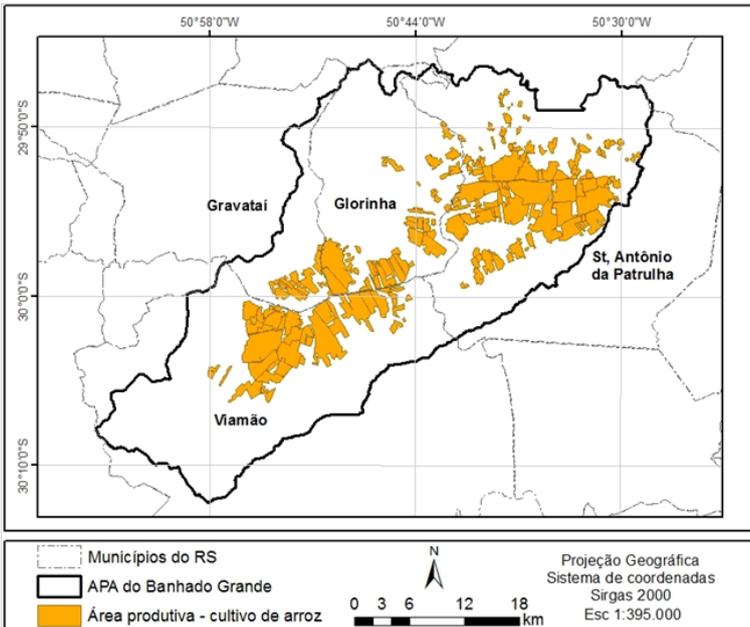


Figura 4. Área produtiva com cultivo de arroz, entre 1985 e 2016, APABG – RS.

Adequação da área e estruturas de irrigação

A adequação da área da BHRG para a orizicultura iniciou na década de 1960, com a execução de um canal de macrodrenagem pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) entre os anos de 1963 e 1969. Segundo IPH (2010), o DNOS planejou este sistema de drenagem em 1958, consistindo em um canal de 35 km de comprimento em direção Leste-Oeste e que deságua no rio Gravataí. Além disso, foram planejados mais dois canais laterais para a drenagem da parte sul do banhado (banhado dos Pachecos) e para o deságue do arroio Vigário. A Figura 5, mostra o canal do DNOS realizado (linha vermelha) e o canal projetado (linha amarela), atingindo a totalidade do Banhado dos Pachecos e do Banhado Grande, chegando aos arroios Chico Lomã e Passo Grande.

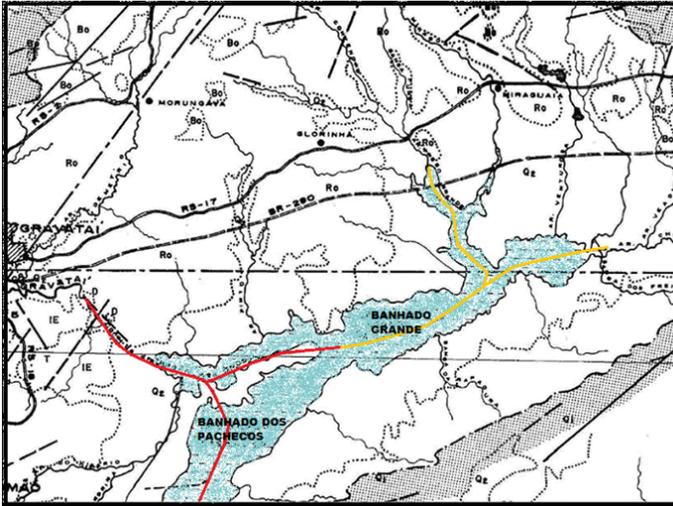


Figura 5. Traçado do canal projetado e o construído pelo DNOS na década de 1960, sobre mapa geológico. Fonte: Adaptado de Agrar und Hydrotechnik (1972, apud IPH, 2010).

Merece destaque, na Figura 5, a planície de inundação do rio Gravataí, o polígono em azul, em que o Banhado Grande e o Banhado dos Pachecos aparecem conectados como sendo uma única área.

A retificação do rio Gravataí aumentou as condições de escoamento, possibilitando a ampliação da área produtiva (DNOS, 1985). Após a retificação de um trecho do rio principal, o rio Gravataí passou a ter uma malha de canais de irrigação em seu trecho médio, com desvios de afluentes em direção as lavouras.

A ampliação das áreas de cultivo gera, conseqüentemente, o aumento da demanda de água para irrigação. Em vista disso, o número de reservatórios de água, como barragens e açudes, também aumentou na bacia. Esses reservatórios armazenam a água para os produtores utilizá-la durante os meses de estiagens para a irrigação, prática amplamente utilizada pelos orizicultores no Rio Grande do Sul.

O mapeamento das barragens até 1985 e até o ano de 2016, Figura 6, evidencia também a malha de canais de irrigação no trecho médio do rio. Entre os anos de 1985 e 2016 foram construídos 72 novos barramentos, totalizando no ano de 2016, 287 barragens na APABG.

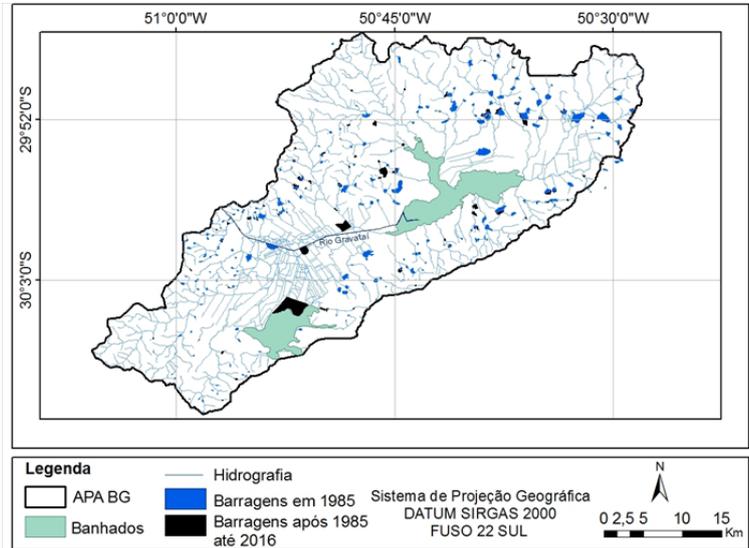


Figura 6. Mapeamento das barragens e da malha de canais de irrigação associados ao cultivo de arroz, entre 1985 e 2016, APABG - RS.

O maior número de barragens se concentra principalmente nas áreas mais altas da APA, sobre os cursos hídricos que alimentam o Banhado Grande e também, próximo à planície de inundação do rio. As maiores barragens encontram-se nas áreas mais planas, próximas à planície. Destaca-se a barragem construída no assentamento Filhos de Sepé, em Viamão, com área de 449 ha, e outra, próxima ao curso principal do rio, com cerca de 113 ha.

Demandas do cultivo e disponibilidade hídrica na APABG

Segundo Rio Grande do Sul (2012), a irrigação é o uso mais importante em termos de quantidade utilizada de água na BHRG. A maior demanda hídrica se dá no período de verão, 84% frente à demanda total, entre os meses de setembro a março. Quando analisado o consumo hídrico, esta concentração chega a

95%. Entende-se por demanda a quantidade de água necessária, ou que é solicitada para a execução de uma determinada atividade, representando assim, a quantidade de água que é extraída do manancial. Enquanto que o consumo é entendido como a parcela da demanda que é efetivamente utilizada (ou gasta) no desenvolvimento de determinada atividade.

Para calcular a estimativa da demanda de água para a irrigação, pode-se utilizar a metodologia proposta por Rosa (2009), e proceder com o cálculo de forma indireta. A partir de imagens de satélite, no qual se determina a área plantada das lavouras, é gerada uma estimativa da demanda média de água por hectare, tendo como base uma vazão de referência de 10.000 m³/ha (1,4 L/s/ha), estimada por Sosbai (2014).

A estimativa calculada para a safra 2015/2016, entre os municípios compreendidos pela APABG, Tabela 1, foi de aproximadamente 119.637.910 m³/safra de água para irrigação.

Tabela 1. Demanda de água para irrigação na APABG

Municípios - APABG	Cultivo de arroz Área plantada (ha)	Total do volume (m ³ /safra)	Demanda (L/s/ ha)
Sto. Antônio	5.536,23	55.362.300	7.750,72
Viamão	4.435,41	44.354.410	6.209,57
Glorinha	1.765,22	17.652.200	2.471,31
Gravataí	226,09	2.269.000	316,53
Total	11.962,95	119.637.910	16.748,13

O resultado da vazão de demanda obtido de 16.748 L/s/ha está em conformidade com os dados do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Gravataí. Segundo o plano, a demanda para uso na irrigação chega a 9.646,0 L/s/ha de acordo com o banco de dados da FEPAM, enquanto que a demanda nos processos de outorgas oficiais para uso na irrigação chega a 16.143 L/s/ha.

Ainda, conforme Rio Grande do Sul (2012), a bacia do rio Gravataí tem um balanço hídrico crítico. O somatório das de-

mandas para abastecimento urbano, rural, industrial, criação animal e irrigação corresponde a 15.802,5 L/s um consumo de 11.160,50 L/s, Tabela 2, que superam as disponibilidades da ordem de 11.000 L/s. Neste somatório, a demanda para irrigação corresponde a 13.196 L/s para uma área irrigada de 11.401 ha, considerando a safra 2011/2012.

Atribuindo neste quadro o valor de demanda estimado para uma área irrigada de 11.962,95 ha (safra 2015/2016), a demanda de irrigação foi de 16.748,13 L/s/ha. A partir deste resultado, tem-se que o total das demandas de abastecimento para a bacia em 2016, ultrapassa 19.354,5 L/s. Considerando que, possivelmente, este valor é ainda maior, visto que os valores de demanda hídrica para os demais setores não foram atualizados para compor a Tabela 2, de análise integrada de demandas.

Tabela 2. Análise integrada de demandas. Fonte: Adaptado de Rio Grande do Sul (2012).

Abastecimento (setor)	Urbano	Rural	Industrial	Criação Animal	Irrigação	TOTAL
Vazões-Demanda (L/s)	2.075,6	45,4	416,3	69,2	13.196	15.802,50
Participação (%)	13%	0%	3%	0%	84%	100%
Vazões-Consumo (L/s)	415,1	9,1	124,9	55,4	10.556	11.160,50
Participação (%)	4%	0%	1%	0%	95%	100%

Impactos ambientais

Rodrigues (2005) salienta que existem poucos estudos de impacto da agricultura, e menos ainda estudos utilizando indicadores de monitoramento direto. Segundo Rodrigues e Irias (2004), a abordagem dos impactos ambientais potenciais da agricultura irrigada pode ser realizada com diversos níveis de detalhamento e alcance dos parâmetros de qualidade ambiental utilizados.

Costa et al. (2005), destacam a importância de se utilizar parâmetros, tanto quantitativos quanto qualitativos, para a avaliação de impactos ambientais, de modo que se possam obter dados que tornem o estudo mais realístico. Nesta perspectiva, técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento possibilitam detectar e quantificar as transformações no uso da terra. Assim, como a evolução das atividades antrópicas que causam impacto ao meio, sendo um importante instrumento para monitoramento e planejamento ambiental, que pode facilitar a tomada de decisões em relação à redução e controle dos impactos ambientais.

Na sequência, são apresentados os impactos ambientais decorrentes da produção orizícola, dentro das temáticas levantadas e discutidas até aqui. Os impactos identificados partem, não só dos resultados obtidos, mas também dos trabalhos de campo realizados na APABG e informações secundárias da Fundação do Meio Ambiente de Gravataí. Além dos impactos verificados, também são apontados impactos potenciais, a partir da bibliografia consultada.

Impactos sobre os recursos hídricos

O avanço da rizicultura sobre áreas de banhado podem causar a sua redução, Figura 7, e perda de função. Nessa área ocorreu o avanço da lavoura (talhões delimitados) sobre o Banhado Grande. Na safra de 1984/1985 esse trecho do Banhado Grande ainda se mantinha integral, mas vem sendo gradativamente ocupado pelas lavouras.

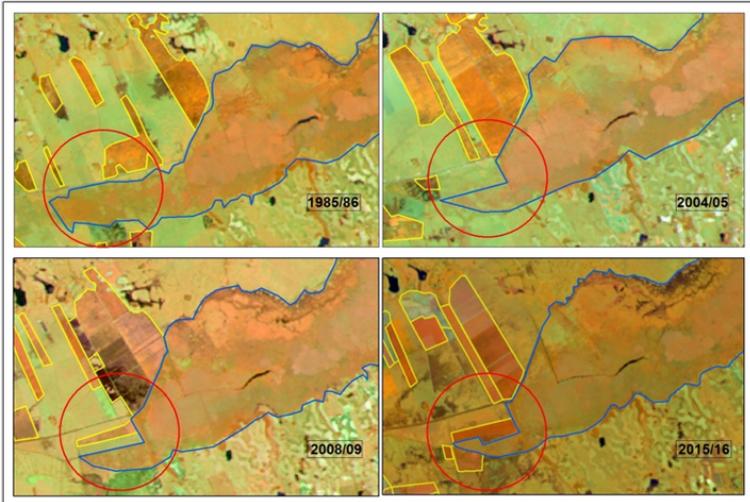


Figura 7. Sequência temporal de imagens Landsat, entre 1985 e 2016, mostra os talhões de cultivo de arroz, o limite do banhado Grande e uma área de avanço da rizicultura sobre o Banhado Grande, APABG – RS.

Com a retificação de um trecho do rio, a função de efeito “esponja” dos banhados (BONELL, 1993; RUTLEDGE et al., 2011), que consiste no amortecimento dos picos das cheias a partir da acumulação das águas e sua liberação nos períodos de estiagens, é afetada. Ocorre a redução do tempo de concentração das águas na bacia devido à rápida drenagem das águas acumuladas no Banhado Grande, verificando-se o aumento das vazões (BRENNER, 2016; BELLOLI, 2016). Do mesmo modo, os canais de irrigação também contribuem para a drenagem mais rápida na área da planície de inundação do rio.

A Figura 8 mostra a sobreposição dos limites da área produtiva do cultivo de arroz (polígonos laranja) sobre uma imagem obtida após um grande pulso de inundação (áreas em azul escuro). A conectividade permitida pela dinâmica de máxima inundação (SIMIONI, 2017) integra as áreas do Banhado Grande, da planície de inundação do rio Gravataí ao Banhado dos Pachecos.



Figura 8. Sobreposição da área produtiva com cultivo de arroz sobre imagem Landsat de 30 de ago/2013, em composição colorida em período de pulso de inundação.

É possível observar dois impactos distintos: (a) a área produtiva não respeita o limite de máxima inundação do Banhado Grande, e ocupa uma área que deveria ser demarcada como Área de Preservação Permanente (APP). (PIEDADE et al., 2012; WWF BRASIL, 2012); (b) a área produtiva ocupa a área de conectividade entre os banhados. Nessa área os canais de irrigação, contribuem para uma drenagem mais rápida e menor tempo de concentração das águas na bacia.

Os impactos potenciais das barragens sobre os cursos hídricos e áreas úmidas foram analisados bom base nas referências bibliográficas utilizadas.

Segundo Kingsford (2000), os impactos potenciais para as áreas úmidas são respectivos a diminuição do fluxo de água que chega até elas, prejudicando seus ciclos de inundação e a biota adaptada a estas dinâmicas. Na área da APABG as barragens se concentram sobre os afluentes do rio que fluem em direção aos banhados e a planície de inundação.

Para Dias (1999) o desvio e a perda de água em função da irrigação reduzem a vazão que chega aos usuários a jusante, reduzem o potencial de diluição e depuração de despejos, aumentam os riscos de contaminação, prejudicam espécies aquáticas e geram conflitos entre os usuários do mesmo rio.

Alguns sistemas de plantios podem gerar impactos mais frequentes sobre os recursos hídricos. O sistema de plantio pré-germinado, por exemplo, onde o preparo do solo normalmente é feito sob condições de inundação, pode levar a problemas relacionados ao manejo de água nas lavouras, sobretudo relacionados a presença de sólidos suspensos, turbidez e nutrientes, que podem levar à paralisação das captações dos sistemas de abastecimento urbano (RIO GRANDE DO SUL, 2012).

O manejo inadequado das lavouras em algumas propriedades na APA, com sistema pré-germinado, tem gerado episódios de contaminação das águas do rio Gravataí. Durante a fase de preparo do solo para o plantio de arroz, tratores e máquinas revolvem a terra, assim, a água que entra nos talhões, volta para o rio com maior carga de sedimentos em suspensão e produtos usados nas lavouras que, associado às estiagens e ao baixo nível do rio, reduzem seu potencial de diluição e depuração destes despejos.

A Fundação do Meio Ambiente de Gravataí (FMMA, 2014), constatou episódios de contaminação no ano de 2013, ao realizar a avaliação da qualidade das águas, com amostras de água superficial colhidas em pontos a jusante e a montante dos lançamentos das lavouras. Foi comprovado um aumento nos teores de nitrogênio, sólidos totais e turbidez, alterando as propriedades físico-químicas das águas, repercutindo em impactos negativos neste ambiente.

O Relatório de Vistoria Técnica da FMMA (FMMA, 2014) mostra os resultados da avaliação da qualidade das águas, Tabela 3, em pontos a montante e a jusante dos lançamentos da lavoura de arroz em fase de preparo. Os resultados estão consoantes à

Resolução Conama n° 357/2005 (MMA, 2005), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

Ainda, segundo FMMA (2014), em outubro de 2014, durante uma atividade de fiscalização, foi constatado novamente o lançamento de efluentes das lavouras no rio.

No ano de 2016, a Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) identificou alteração da qualidade da água no ponto de captação do rio Gravataí, na localidade Passo dos Negros, devido ao descarte de resíduos das lavouras de arroz. De acordo com Vargas (2016), a Patrulha Ambiental da Brigada Militar, FMMA e FEPAM sobrevoaram a área e constataram que, além do despejo das águas utilizadas nas lavouras, com muita terra e produtos usados na agricultura, Figura 6, o nível do rio Gravataí estava baixo.

Tabela 3. Parâmetros de avaliação da qualidade das águas a montante e a jusante dos lançamentos das lavouras de arroz no Rio Gravataí em 2013. Fonte: Adaptado de FMMA, 2014.

Parâmetro	Montante	Jusante	Conama 357/05	Situação
DBO5	5	14	Até 5	Muda classe
Fósforo	0,18	0,03	0,03	-
Nitrogênio Total	0,564	2,31	-	Aumenta
OD	3,88	5,54	Não inferior a 5	-
PH	6,58	6,73	6-9	-
Sólidos Totais	70	832	-	Aumenta
Turbidez	10	124	Até 100	Altera classe



Figura 6. Lançamentos dos efluentes das lavouras de arroz irrigado no rio Gravataí. Fonte: Jornal Vale 7, 09 out. 2016. Foto: Patrulha Ambiental, Brigada Militar.

Impactos sobre a biodiversidade

Pode-se pensar que todos os tipos de cultivo possuem um impacto em comum e inerente a esta forma de ocupação, principalmente, os que incorporam grandes áreas ao sistema produtivo, como é o caso do arroz irrigado. Para plantar, é necessário suprimir a cobertura vegetal original das áreas a serem utilizadas, impactando diretamente sobre a biodiversidade e seu habitat.

Na área da bacia do Gravataí o intenso uso e ocupação antrópica do solo, principalmente através de lavouras de arroz e do pastoreio, causou significativos impactos na ocorrência das formações originais de mata, campo nativo e cobertura vegetal original nas áreas alagáveis. (Ecoplan Engenharia, 1992, apud LEITE, 2011).

Pode-se pensar também que, a monocultura mecanizada, por exemplo, necessita geralmente de infraestruturas para irrigação, armazenagem e transporte dos produtos. Para o cultivo e região em questão, a sistematização das lavouras, juntamente

com as edificações rurais (silos, estradas, aglomerados residências, assentamentos, condomínios rurais) geram fragmentação dos habitats entre as áreas úmidas.

Como exemplo de habitat fragmentado na APABG, podem ser citadas as áreas utilizadas pelo Cervo do Pantanal (*Blastocerus dichotomus*). Para Krob (2015) uma das principais ameaças sobre a espécie do Cervo do Pantanal é o declínio genético causado pelo isolamento decorrente da fragmentação de seu habitat. Mesmo dentro da população relictual, um pequeno grupo de indivíduos ocupa a área do Refúgio Banhado dos Pachecos e, supostamente, mantém-se isolado de outros indivíduos que ocupam a APA devido a barreiras antrópicas existentes entre eles.

A vegetação também desempenha papel fundamental na proteção dos cursos d'água e do solo. Em especial, as matas ciliares às margens dos corpos hídricos, que são protegidas pelo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), como Áreas de Preservação Permanentes (APPs). Essas matas possuem a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Adicionalmente, as zonas ciliares são habitat de diversas espécies nativas da fauna e da flora, além de servir como corredores e abrigo para diversas outras espécies.

A aplicação aérea de herbicidas nas lavouras, próximas a cursos hídricos, quando mau conduzidas, podem destruir a vegetação ciliar. Em 2014 a FMMA verificou durante um levantamento no rio Gravataí, no município de Viamão, a destruição de um trecho de vegetação com 660 metros de extensão em ambas as margens do canal, entre 15 e 23 metros de largura. A Figura 7 mostra a situação do trecho de mata ciliar atingida, já iniciando sua recomposição.



Figura 7. Vista da vegetação destruída por herbicidas em ambas as margens do rio. Vegetação em recomposição. Situação constatada em 22 de janeiro 2015.

Outro fato relevante, quanto à proximidade de lavouras com a vegetação ciliar, é a ausência de vegetação ciliar o que auxiliou no solapamento das margens do rio, no município de Glorinha, Figura 8.

Atualmente conforme o acordado com o Ministério Público (IRGA, 2016) as áreas de APP estão sendo preservadas, o que pode ser registrado no Cadastro Ambiental Rural (CAR) obrigatório para todos os imóveis rurais, e pela restauração do corredor ecológico..

Quanto aos impactos dos barramentos relacionados à biota, estes referem-se à transformação do sistema terrestre em aquático e a destruição da vegetação terrestre, reduzindo os espaços para a fauna. Outros impactos como a interrupção da migração de peixes, alterações na composição da ictiofauna e mortalidade de peixes a jusante das barragens também podem ocorrer e são mais graves na implantação de grandes barragens (DIAS, 1999).



Figura 8. Trecho do canal do rio Gravataí onde foi verificada falta de vegetação em APP e erosão das margens. Foto: Belloli, Glorinha, RS. 21 de julho de 2016.

Impactos sobre os solos

Segundo IRGA (2011) os impactos nos solos a partir da orizicultura podem ser observados nas suas características químicas, físicas e/ou biológicas:

A estrutura do solo é normalmente alterada pelos tipos de preparo prévio à semeadura. O revolvimento anual de outono ou de primavera causa a desestruturação do solo e o preparo do solo com a lâmina de água, típica de sistema pré-germinado, intensifica esse processo. Porém, embora haja a ruptura física do solo, não há impacto negativo se não houver a perda de solo por erosão. (IRGA, 2011).

Nesta perspectiva, Etchelar (2013) verificou que com o aumento da drenagem na região limítrofe entre as áreas das lavouras e o Banhado Grande, iniciou-se um processo erosivo acelerado do tipo voçoroca, levando a uma perda significativa de solo

e o conseqüente processo de voçorocamento, Figura 9. Esse processo foi conseqüência da alteração da dinâmica de inundação e da vegetação neste local. Como resultados ocorreu a desestabilização da estrutura do solo e a conversão da vegetação característica de banhado por pastagens para nutrir a produção bovina.



Figura 9. Voçoroca no banhado Grande. Foto: Etchelar, 2014.

Pelo fato da orizicultura no estado ser tradicionalmente conduzida em rotação com pastagem, o pisoteio do gado também contribui com os processos erosivos. Dias e Thomas (2011) apontam que os efeitos do pastoreio sobre as zonas ripárias apresentam um grande potencial de degradação dos solos, pois o gado remove a vegetação da margem dos rios, deixando o solo exposto à atuação dos processos erosivos. Evans (1998) e Thomas (2005) afirmam que o pastoreio aumenta a densidade do solo e o escoamento superficial induz a formação de sulcos e ravinas, aumentando, por conseqüência a taxa de erosão.

Na APABG, o manejo do gado tem contribuído com a geração de caminhos preferenciais de escoamento superficial, a partir da compactação do solo, e com o aumento das voçorocas já consolidadas, ao dessedentar-se no fluxo de água das voçorocas,

como é possível perceber na Figura 10. Em campo observa-se a permanência do pastoreio do gado próximo às áreas de erosão, além de locais com vegetação amassada.



Figura 10. Impacto gerado pelas trilhas do gado (10A e 10 B). Presença da produção bovina na área do Banhado Grande (10-C). Fotos: Belloli, 2016; Etchelar, 2013.

Impactos sobre a população

A retificação ou canalização de rios para drenagem de áreas úmidas pode gerar passivos ambientais relevantes e por período indeterminado. No caso do rio Gravataí, a redução do efeito “esponja” e a drenagem das águas acumuladas no Banhado Grande contribuem para as grandes inundações urbanas que atingem anualmente as populações a jusante do rio. Com a expansão residencial e a especulação imobiliária sobre as áreas inundáveis (SCHEREN, 2014; MAIA et al., 2017), tem-se cada vez mais uma maior parcela da população e edificações atingidas por estes impactos.

Em contraste com a situação anterior, podem ocorrer epi-

sódios de escassez hídrica, como um fenômeno natural, o que acentua os conflitos pela demanda hídrica, nos meses de verão. A Figura 11, mostra o canal do rio Gravataí em período de seca, em que o Governo do Estado decretou situação de emergência para toda a área da bacia. De acordo com Wurlitzer (2013):

Em 2005, a situação estava tão crítica que, não muito longe do centro de Gravataí, era possível atravessar o Rio a pé, sem molhar os pés. A água escassa foi parar nas manchetes dos grandes jornais, que denunciavam o lixo depositado no manancial e as práticas adotadas pelos arroteiros de captação da água para as plantações. O Ministério Público interveio, evitando o desabastecimento da região. (WURLITZER, 2013).



Figura 11. Leito do canal do rio Gravataí em período de grave estiagem. Foto: APNVG Vale do Gravataí, janeiro 2005.

O consumo de água pelos vários setores da sociedade resulta em uma demanda que está ligada à diluição dos efluentes gerados. Grande parte da água retirada dos mananciais para o consumo retorna aos corpos d'água com suas características ori-

ginais alteradas em função da presença de matéria orgânica e inorgânica, sólidos e microrganismos. (RIO GRANDE DO SUL, 2012).

Os efluentes da irrigação do arroz estão entre as principais fontes poluidoras dos rios dos Sinos e Gravataí (RIO GRANDE DO SUL, 2012; OLIVEIRA; HENKS, 2013). A ocorrência de despejo destes efluentes em períodos que os rios se encontram com baixa capacidade depurativa tem forte potencial para causar interrupção na captação de água para abastecimento urbano, devido a alteração de sua qualidade.

Um dos episódios mais recentes de contaminação das águas do rio Gravataí ocorreu exatamente nesta situação, em outubro de 2016, e causou intermitência no abastecimento em 48 bairros no município de Gravataí, durante dois dias. A quantidade de água bombeada para a estação de tratamento foi diminuída de 500 para 250 litros por segundo, afetando diretamente o consumo da população (VARGAS, 2016).

Considerações e recomendações

Identificar e entender os impactos ambientais relacionados orizicultura na APABG, bem como a origem destes é de fundamental importância para compreender os passivos ambientais existentes, e para atuar com ações mitigadoras e de gestão nesta Área de Proteção Ambiental.

Com base na análise espaço-temporal e na quantificação das áreas orizícolas, a área cultivada com arroz na APABG teve um aumento de 116% entre as safras de 1984/85 e 2015/16. Destaca-se também que estas se expandiram nas áreas do Banhado Grande e em suas áreas limítrofes, ao longo dos anos, em algumas propriedades.

A ampliação das áreas de cultivo gerou, conseqüentemente, o aumento da demanda de água para irrigação, influenciando na construção de 72 novos reservatórios entre 1985 e 2015.

A irrigação é o setor com maior demanda de água na bacia. O consumo hídrico devido ao incremento em área cultivada, ultrapassa as disponibilidades hídricas na bacia, configurando-se em um balanço hídrico crítico e em conflitos de demanda entre os diferentes setores, em períodos em que coincidem estiagens e a irrigação da cultura.

As alterações nas várzeas para a ocupação das lavouras, afetaram o seu regime hídrico e a dinâmica de inundação do Banhado Grande. Juntamente a canalização de um trecho do rio, as demais obras de irrigação, como reservatórios e canais, trouxeram consequências para a biota adaptada a essa dinâmica e, em longo prazo, para a população da bacia, contribuindo para o agravamento das estiagens e inundações a jusante. Com a dinâmica local comprometida, também vem ocorrendo um processo erosivo acelerado do tipo voçoroca no banhado.

Existe uma série de manuais, orientações, instruções e incentivos aos agricultores quanto às boas práticas agrícolas na orizicultura irrigada, fomentadas por entidades como IRGA e SOSBAI, entre outras. Essas orientações vão desde a escolha da área, culturas para rotação, sistematização das lavouras, manejo da água e práticas a serem evitadas. Entretanto, mesmo com instruções e métodos que visam diminuir os impactos da produção, na APABG tem ocorrido episódios de contaminação dos recursos hídricos por lançamentos de efluentes das lavouras, chegando a causar intermitência no abastecimento para a população.

Apesar dos impactos negativos gerados sobre a biodiversidade, os recursos naturais e a população, a orizicultura irrigada, em comparação com outros cultivos, pode ser vista como o cultivo que mantém as áreas da APABG mais próximas de suas características originais, por manter grandes áreas inundadas na maior parte do ciclo do cultivo, configurando-se este fato, como um impacto positivo.

A persistência de impactos negativos indica a necessidade de ações da esfera pública em prol da proteção do Sistema Ba-

nhado Grande, de suas funções e do bem-estar da população residente na área da bacia. Indica também a necessidade de ações conjuntas entre os orizicultores e os órgãos ambientais quanto às práticas agrícolas e de gestão nas lavouras, visando o menor impacto possível sobre este sistema, e mitigação dos impactos existentes.

Referências

ACCORDI, I. A.; HARTS, S. M. **Distribuição espacial e sazonal da avifauna em uma área úmida costeira do sul do Brasil**. Revista Brasileira de Ornitologia 14 (2), p.117-135, 2006.

BELLOLI, T. F. **Impactos ambientais decorrentes da produção orizícola, Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande - RS**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). 2016. 80f. Instituto de Geociências. Curso de Bacharelado em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2016.

BERNARDO, S. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. II Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação & I Simpósio Brasileiro sobre o Uso Múltiplo da Água, 2008. **Palestras**. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/imagens/winotec_2008/winotec2008_palestras/Impacto_ambiental_da_irrigacao_no_Brasil_Salassier_Bernardo_winotec2008.pdf> Acesso em: 23 set. 2017.

BONEL, M.; HUFSCHEMIDT, M. M.; GLADWELL, J. S. Hydrology and water management in the humid tropics. Cambridge University, UK. UNESCO, 1993. 590p.

BRASIL. Lei Federal (2012). Código Florestal Brasileiro. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm>. Acesso em: 24 dez. 2015.

BRENNER, V. C. **Proposta metodológica para renaturalização de trecho retificado do rio Gravataí – RS**. Porto Alegre. 2016. 94.f. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

CARVALHO, A. B. P.; OZORIO, C. P. Avaliação sobre os banhados do

Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 1, n. 2, p. p. 83-95, 2007. Disponível em: <<http://www.revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/171>>. Acesso em: 17 julho. 2016.

COSTA, M. V.; CHAVES, P. S. V.; OLIVEIRA, F. C. Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará. In: Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação. Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, 2005, p. 1-15. Disponível em: <<http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2005/resumos/r0005-1.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2016.

DAL SOGLIO, F. A crise ambiental planetária, a agricultura e o desenvolvimento. In: DAL SOGLIO, F.; KUBO, R. R. **Agricultura e sustentabilidade**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

DARONK, M.C; PAIVA, E.M.C; CABRAL, I.L.L; PRADO, R.J. O impacto de atividades humanas nos banhados do Rio Grande do Sul. 2004. **Artigo** (especialização). Curso de Especialização para Gestores Regionais de Recursos Hídricos. Universidade Federal de Santa Maria. 2004.

DIAS, M. (Coord). **Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas**. EMBRAPA Solos. 297 p. Banco do Nordeste. Fortaleza. 1999.

DIAS, W.A; THOMAS, E. L. Avaliação dos efeitos do pastoreio sobre a erosão em margens de canal fluvial em sistema de faxinal. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 23 (1): 23-35, abr. 2011

DNOS. Departamento Nacional de Obras de Saneamento (1985b). **Planejamento Integrado dos Recursos Hídricos da Bacia do rio Gravataí**. Projeto de coordenação técnica Brasil-Alemanha. Estudos integrados de bacias hidrográficas, v.2. 334p.

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

EVANS, R. The erosional impacts of grazing animals. **Progress in Physical Geography**, 22 (2): p. 251-268, 1998. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/030913339802200206>>. Acesso em: 05 out. 2017.

FEPAM. **Qualidade Ambiental**. Região hidrográfica do Guaíba. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/guaiba.asp>>. Acesso em: 09 set. 2017.

FMMA. Fundação Municipal do Meio Ambiente de Gravataí. **Relatório de Vistoria Técnica. Rio Gravataí, trecho médio superior**. 2014. Relatório não publicado.

GASPI, S; LOPES, J. L. Desenvolvimento Sustentável e Revolução Verde: uma aplicação empírica dos recursos naturais para o crescimento econômico das mesorregiões do Paraná. In: XI Encontro Regional de Economia - ANPEC-Sul. 2008. Curitiba. **Anais**. 16p. 2008.

GUASSELLI, L. A; BELLOLI, T. F; ETCHELAR, C.B. Questões ambientais associadas a produção de arroz, Região Metropolitana de Porto Alegre. In: GUASSELLI, L.A; MEDEIROS, R.M.V (org). **Impactos da produção de arroz na Região Metropolitana de Porto Alegre. Análise territorial e ambiental**. Porto Alegre. Imprensa Livre. p. 53-72, 2015.

IPH. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. 2010. **Estudo do Processo Erosivo em Área de Banhado na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí**. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sga/SGA/material-de-apoio/textos/textos-poio/links/relatorio_IPH.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2016.

IRGA. Instituto Rio grandense do arroz. **Safras**. Evolução das colheitas 2016/2017. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/6911/safras>>. Acesso em: ago. 2017.

_____. **Caracterização técnica sobre a área de arroz na Bacia do rio Gravataí**. 2016. Relatório não publicado.

_____. **Manual de boas práticas agrícolas**. Guia para sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado do Rio Grande do Sul. IRGA, 2011. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/upload/20140724115015os_1103_boas_praticas_agricolas.pdf>. Acesso em: 07 set. 2016.

KINGSFORD, R. T. Ecological impacts of dams, water diversions and river management on floodplain wetlands in Australia. **Austral Ecology**, v. 25, n. 2, p. 109-127, 2000. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1442-9993.2000.01036.x/full>>. Acesso em: 11 mai. 2016

KIRCHHOF, S. Debate sobre a bacia do rio Gravataí fortalece diálogo entre entidades e produtores. **IRGA. Notícias**. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/6661/debate-sobre-a-bacia-do-rio-grava>

tai-fortalece-dialogo-entre-entidades-e-produtores>. Acesso em: 24 nov. 2016.

KROB, A. J. D. Definição de corredores ecológicos como estratégia de proteção de importantes remanescentes de áreas úmidas e conservação do Cervo do Pantanal (*Blastocerus Dichotomus*) no Rio Grande do Sul. **Anais. VIII CBUC - Trabalhos Técnicos 2015**. Disponível em: <http://pwweb2.procompa.com.br/pmpa/prefpoa/curicaca/usu_doc/trabalho_corredor_cervo_cbuc.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2016.

KLERING, E. V. **Avaliação do uso de imagens MODIS na modelagem agrometeorológica-espectral de rendimento de arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. 2007. 131f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2007.

LEITE, M. G. **Análise espaço-temporal da dinâmica da vegetação no Banhado Grande, Bacia Hidrográfica do rio Gravataí, RS**. 2011. 96f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia). Instituto de Geociências. Departamento de Geografia. Universidade Federal do Rio grande do Sul. Porto Alegre. 2011.

MAIA, J. A.; STROHAECKER, T. M.; GUASSELLI, L. A. Identificação da expansão urbana em áreas úmidas por meio do Sistema de Informações Geográficas. Estudo de caso: área de inundação do Rio Gravataí/RS. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 30, p. 95-112, set. 2017.

MELLO, L. P. **Percepção da paisagem e conservação ambiental no Banhado Grande do Rio Gravataí (RS)**. 1998. 365f. Tese (Doutorado em Geografia) Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1998.

MENEGHETI, J. O. **Lagunas uruguayas y sur de Brasil**. In: Canevari, P.; Davidson, I.; Blanco, D.; Castro G.; Bucher. E. (eds.). Los humedales de América del Sur, una agenda para la conservación de biodiversidad y políticas de desarrollo. Buenos Aires: Wetlands International, Buenos Aires, Argentina. 1998. Disponível em: <http://www.wetlands.org/inventory&/SAA/Intro/_INDEX@.htm>.

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.

MMA. Ministério do meio Ambiente. Resolução CONAMA n° 357/2005. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2017.

MORI, C.; LANZER, E. A. Identificação de potencialidades de redução de custos e impactos ambientais no cultivo de arroz. **Anais**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2011. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1998_art528.pdf>. Acesso em: 25 set. 2016.

OLIVEIRA, L. A; HENKS, J. A. Poluição hídrica: Poluição industrial no rio dos Sinos - RS. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**. Florianópolis, v.2, n.1, p. 186-221, 2013.

PIEIDADE, M. T. F; JUNK, W. J; SOUSA, P. T; CUNHA, C. N; SCHÖNGHART, J; WITTMANN, F; CANDOTTI, E; GIRARD, P. **As áreas úmidas no âmbito do Código Florestal brasileiro**. 2012. Comitê Brasil em Defesa das Florestas e do Desenvolvimento Sustentável.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto N° 38.971, de 23 de outubro de 1998. **Cria a Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande, e dá outras providências**. Palácio do Piratini. Porto Alegre. 23 out. 1998.

RIO GRANDE DO SUL. Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí. 2005. Disponível em: <https://www.mprs.mp.br/media/areas/ambiente/arquivos/paibh/plano_bacia_hidrografica_rio_tramandai.pdf>. Acesso em: 20 out. 2017.

RIO GRANDE DO SUL. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Gravataí**. Relatório Final. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. 2012.

RODRIGUES, A. S (Org). **As condicionantes da sustentabilidade agrícola em uma Área de Proteção Ambiental - A APA de Guaraqueçaba**. Curitiba: IAPAR, 2005. 203p.

RODRIGUES, G. S; IRIAS, L. J. M. Considerações sobre os Impactos Ambientais da Agricultura Irrigada. EMBRAPA. 7º **Circular Técnica**. Jaguariúna. São Paulo. 2004. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/circular_7ID-KH03Ez46o.pdf>. Acesso em: 24 set. 2016.

ROSA, A. L. D. **Influência da irrigação do arroz nas vazões naturais da bacia do rio Vacacaí**. 2009. 103f. Dissertação (Mestrado em Recursos

Hídricos e Saneamento Ambiental). Centro de Tecnologia. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Santa Maria . 2009 .

RUTLEDGE, K; MCDANIEL, M; BOUDREAU, D. **Education**. Swamp. National Geographic. Disponível em: <<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/swamp/>>. Acesso em: 10 set. 2017.

SALVADOR, A. G; ALCAIDE, A. S; SÁNCHEZ, C. C; SALVADOR, L. G. **Evaluación de impacto ambiental**. Pearson Educación, S.A, MADRID, 2005. 416.P.

SCHEREN, R. S. **Urbanização na planície de inundação da bacia do rio Gravataí**. 2014. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2014. 113.f.

SILVA, R. C. **Estudo da dinâmica da fragilidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, RS**. (Tese de Doutorado). 307f. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal da Bahia: Salvador, 2016.

SILVEIRA, G. S. **Impactos ambientais resultantes da orizicultura mecanizada no município de Itaqui – RS**. 2011. 47 f. Trabalho de conclusão de curso (monografia). Curso de Graduação Tecnológico em Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural – PLAGEDER. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2011.

SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. XXIX Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. **Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. 2014.

THOMAZ, E. L. **Processos hidrogeomorfológicos e o uso da terra em ambiente subtropical – Guarapuava – PR**. São Paulo, 2005, 297 f. Tese (Doutorado em Ciência, área Geografia Física) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2005.

TOLEDO, L. G. et al. Impacto Ambiental da Cultura do Arroz Irrigado com Uso de Índice de Qualidade de Água (IQA). In: **Comunicado técnico** – Embrapa. Jaguariúna, SP, 2002. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/download/comunicado_08.pdf>. Acesso em: 25 set. 2016.

VARGAS, K. Redução no abastecimento não é o único problema. Baixa no nível, também atinge o rio Gravataí. **Jornal Vale 7**. Vale do Gravataí. 10 out. 2016. Disponível em: <<http://vale7.com.br/2016/10/rio-gravatai/>>. Acesso em: 13 out. 2016.

WURLITZER, C. Rio Gravataí, histórias, conflitos e esperanças. **Artigos**. Revista Evidencia Gravataí, edição 172, Capa. 2013. Disponível em: <<http://www.revistaevidencia.com.br/artigos/edicao-1728408/182-a-pa6935.html>>. Acesso em: 27 set. 2016.

WWF BRASIL. Áreas úmidas: mudanças no Código Florestal condenam ambiente e modos de vida à devastação. **Notícias**. 2012. Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/?uNewsID=30704>>. Acesso em: 16 nov. 2017.