

PEGADA HÍDRICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, SAFRA 2019/2020

FABIANE RECKTENWALT¹, FRANCISCO ALEXANDRE DE MORAES²

¹Engenheira Civil. Mestra em Qualidade Ambiental. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale. E-mail: engenheiracivilfabiane@gmail.com

²Doutor e Pesquisador no Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale. E-mail: francisco-morais@irga.rs.gov.br

RESUMO:

A produção agrícola é a prática que mais usufrui da água do planeta, merecendo destaque a agricultura irrigada, que corresponde por grande parte desta demanda. A questão quantitativa e a qualidade adequada são essenciais para atender as demandas da cultura e o seu retorno aos mananciais, de forma que não causem danos ao meio ambiente. Assim, surge o termo Pegada Hídrica, buscando quantificar a demanda de água incorporada aos produtos. Então, o objetivo deste trabalho é determinar a quantidade de água utilizada para produção de arroz irrigado em seis regiões orizícolas do estado do Rio Grande do Sul (RS), na safra 2019/2020. Tais regiões são representadas pelos municípios de Uruguaiana (Fronteira Oeste), Dom Pedrito (Campanha), Santa Maria (Região Central), Camaquã (Planície Costeira Interna), Porto Alegre (Planície Costeira Externa) e Rio Grande (Zona Sul). Para tal, foram utilizados dados do clima, das regiões em análise, durante o ciclo da planta, sendo encontrados valores de $1.187 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$ para FO, para a região da CA $1.347 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$, para a RC $1.058 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$, para a PCI $783 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$, para a PCE $1.115 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$ e para a ZS $1.066 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$. Para o estado do RS obteve-se uma pegada hídrica média na safra de 2019/2020 de $1.093 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação. *Oryza Sativa*. Produtividade.

WATER FOOTPRINT OF IRRIGATED RICE CULTURE IN THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL, HANVEST 2019/2020

ABSTRACT: Agricultural productions is the practice that most uses water on the planet, with emphasis on irrigated agriculture, which accounts for a large part of this demand. The quantitative issue and adequate quality are essential to meet the demands of the culture and its return to the springs, in a way that does not cause damage to the environment. Thus, the term water Footprint appears, seeking to quantify the demand for water incorporated into products. So, the objective of this work is to determine the amount of water used for irrigated rice Productions in six rice growing regions in the state of Rio Grande do Sul (RS), in the 2019/2020 harvest. These regions are represented by the municipalities of Uruguaiana (West Border), Dom Pedrito (Campanha region, located in the southwestern region of the state), Santa Maria (Central Region), Camaquã (Internal Coastal Plain), Porto Alegre (External Coastal Plain) and Rio Grande (South Zone). For this, climate data from the regions under analysis were used during the plant cycle, and values of the FO $1.187 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$, for the region from CA $1.347 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$, the RC $1.058 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$, $783 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$ in the PCI region, PCE totaled $1.115 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$, and for the ZS $1.066 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$. For the state of RS, an average water footprint was obtained in the Harvest of 2019/2020 of $1.093 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$.

KEYWORDS: Irrigation. *Oryza Sativa*. Productivity.

INTRODUÇÃO

A preocupação com os recursos hídricos e a percepção da degradação dos mananciais de água doce são importantes aspectos da problemática ambiental vivida pela sociedade pós-moderna, cujos processos produtivos e de consumo intensificaram a demanda desses recursos, em virtude do mau uso,

o fornecimento qualitativo e quantitativo da água tem diminuído (RAGAB e PRUDHOMME, 2002; HANJRA e QURESHI, 2010; RAULT et al., 2019). Lundqvist et al. (2008) apontam que, com o aumento da demanda de água, ocasionado pelo aumento populacional e pela produção de alimentos, os custos relacionados à gestão dos recursos hídricos serão maiores e altamente influenciados pelas mudanças climáticas. Considerando a elevada demanda dos recursos hídricos para a produção de alimentos, surge a necessidade da quantificação da água incorporada nos produtos, conhecida por Pegada Hídrica.

A produção agrícola é a prática que mais usufrui da água do planeta, merecendo destaque a agricultura irrigada, que corresponde a mais de 70% do uso global da água. A pegada hídrica da cultura do arroz (*Oryza sativa*) é em torno de 1.325m³ de água por tonelada de grão produzido, considerando a média dos 13 maiores países produtores de arroz, para o período de 2000/2004 (MOLDEN et al., 2007; CHAPAGAIN e HOEKSTRA, 2011; HOEKSTRA e MEKONNEN, 2012).

Hoekstra e Hung (2002) demonstram que através da quantificação da água incorporada nos produtos, pode ser compreendido o caráter global da água doce e quantificados os efeitos do consumo e do comércio no uso dos recursos hídricos. Apesar de haver diversos trabalhos que abordam a pegada hídrica na produção do arroz (CHAPAGAIN e HOEKSTRA, 2011; XINCHUN et al., 2018; YANG et al., 2018), a quantificação dessa produção ainda é pouco estudada no Brasil.

Sendo o arroz um dos alimentos mais consumidos no mundo e sendo o Brasil o maior produtor deste grão dos países americanos, por sua vez o estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional, com participação de cerca de 70% da produção (IRGA, 2019). Assim, evidencia-se a importância da produção agrícola desse grão para o estado e para o abastecimento do mercado nacional e, até mesmo, mundial. Nesse sentido, este trabalho tem por objetivo definir a Pegada Hídrica da cultura do arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul, na safra 2019/2020, com o intuito de demonstrar a importância da quantificação da água nas áreas cultivadas para a conservação dos recursos hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estado do Rio Grande do Sul cultiva cerca de um milhão de hectares de arroz irrigado, distribuídas em seis regiões: Fronteira Oeste (FO), Campanha (CA), Região Central (RC), Planície Costeira Interna (PCI), Planície Costeira Externa (PCE) e Zona Sul (ZS), segundo (IRGA, 2019).

Para analisar a cultura do arroz irrigado, torna-se necessário obter informações sobre as formas e época de plantio, e do clima da região de interesse. Assim, para medir a PH, foi utilizada a metodologia consolidada na literatura, sendo esta eficaz por contemplar a utilização de água da chuva e a poluição gerada nos corpos hídricos. Para determinação da PH na produção orizícola no estado do Rio Grande do Sul, foram utilizados dados do clima da região em análise, durante o período de 03/11/2019 até 01/03/2020. Dados obtidos a partir da estação hidrometeorológica local. Estação operada e pertencente ao INMET.

Os dados meteorológicos do período simulado (safra 2019/2020) foram obtidos a partir de estações de monitoramento automático, instaladas nos municípios de Uruguaiana, Dom Pedrito, Santa Maria, Camaquã, Porto Alegre e Rio Grande, que representam as regiões FO, CA, RC, PCI, PCE e ZS respectivamente. A escolha desses municípios se deu em razão da presença de estações meteorológicas do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Os dados diários de radiação solar, temperatura mínima e máxima do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, precipitação e evapotranspiração da cultura, foram adquiridos no endereço eletrônico <http://sisdagro.inmet.gov.br/>.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A safra 2019/2020 teve a maior produtividade média de arroz irrigado da história do RS, 8.402 kg ha⁻¹, a regional da Fronteira Oeste ultrapassou o limiar dos 9.000 kg ha⁻¹, conforme IRGA (2019).

Analisando os valores observados nas estações meteorológicas, para o período vegetativo, que é da emergência da plântula até o 60º dia, em relação à evapotranspiração da cultura e precipitação, constata-se que em todas as regiões orizícolas houve maior evaporação do que precipitação. Ou seja, foram observados valores de 400 mm, 298 mm, 249 mm, 198 mm, 196 e 99 mm a mais de evapotranspiração, para as regiões da CA, ZS, PCE, FO, RC, e PCI, respectivamente. Já para o

período reprodutivo, que é do 61º dia até a colheita, foram observados valores de 323, 312, 162, 134 mm de evapotranspiração a mais que precipitação para as regiões da ZS, CA, FO e PCE, respectivamente. A região RC e PCI, foram observados valores de 34 e 3 mm, respectivamente, de precipitação a mais do que a evapotranspiração. A evapotranspiração é dependente de fatores climáticos, como a umidade relativa do ar, quantidade de luz, velocidade do vento, entre outros. No início do ciclo da cultura, a evapotranspiração é, em sua maior parte, composta de evaporação da superfície da água, mas, à medida que a cultura cresce e sombreia a água, a evaporação decresce e aumenta a transpiração (KHANDELWAL, 1991; SANTOS et al., 2010).

Em relação a temperatura, para todas as regiões houve algumas ondas de frio, principalmente nos primeiros 30 dias, que são registros anômalos para o verão, chegando a temperaturas de 15 °C, na região da CA. As temperaturas máximas, com exceção da região da FO e ZS, foram registradas na fase vegetativa, no entanto, no segundo mês de desenvolvimento da planta.

Para a radiação solar constata-se que as maiores incidências, para todas as regiões, ocorreram na fase vegetativa, sendo os maiores valores para a região FO, CA, PCE, PCI, RC e ZS, respectivamente. Já para a fase reprodutiva, as maiores radiações foram observadas nas regiões FO, CA, RC, ZS, PCE e PCI. Além disso, como era de se esperar, as maiores incidências de radiação solar propiciaram maiores evapotranspirações.

A determinação da PH foi dividida entre os períodos vegetativo e reprodutivo da planta, segmentada em PHV, PHA e PHC, nas seis regiões orizícolas do estado. Em relação a fase vegetativa: observa-se que as maiores PHV, ocorreram nas regiões da FO, RC, PCI, PCE, ZS e CA, respectivamente. No entanto, nesta fase a PHA teve maiores valores para todas as regiões. Isto pode ser explicado pela necessidade da lâmina d'água sobre a cultura, o que eleva os valores de evapotranspiração e a percolação. Para todas as regiões os valores de PHC foram baixos.

Na fase reprodutiva observa-se um aumento na PHV e diminuição da PHA para todas as regiões, com exceção da ZS. Para a PHC os valores foram similares nos dois períodos analisados em todas as regiões.

É importante salientar que a diversidade das características do solo, clima e tratos culturais podem afetar diretamente no cálculo da Pegada Hídrica. Para a correta quantificação do volume de água necessária para contabilizar a pegada hídrica de um cultivo, é imprescindível que sejam utilizados parâmetros específicos da safra e o local onde se encontra (CHAPAGAIN e HOEKSTRA, 2011; BOCCHIOLA et al., 2013; NANA et al., 2014).

CONCLUSÃO

Sendo o arroz um dos alimentos mais consumidos no mundo e sendo o Brasil o maior produtor deste grão fora do continente asiático, e por sua vez o estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional evidencia-se a importância da produção agrícola desse grão para o estado, para o abastecimento do mercado nacional e, até mesmo, mundial. Assim, este trabalho teve por objetivo definir a Pegada Hídrica da cultura do arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul, na safra 2019/2020, com o intuito de demonstrar a importância da quantificação da água para esta cultura, em detrimento do elevado volume de água necessária para sua produção.

O estudo estimou a pegada hídrica nas seis regiões orizícolas do estado do Rio Grande do Sul dividindo as análises para a fase vegetativa e reprodutiva da planta, sendo que nas duas fases a Pegada Hídrica Azul teve maiores volumes, fato que evidencia a dependência da irrigação na cultura. Assim, a aplicação de práticas de bom cultivo propicia o melhor manejo para a conservação da água dentro da lavoura, e conseqüentemente, diminui seu custo e aumento da produção, além disso diminui os valores de Pegada Hídrica Cinza. Entre estes manejos destaca-se controlar a quantidade de água necessária para diluir o poluente agrícola e a drenagem para o cultivo de arroz irrigado, pois são fatores que interferem no volume de água e de nutrientes que a planta necessita, juntamente com o controle entre a preparação da terra e o período de semeadura oportuno, contribuem para diminuir as perdas e ter um bom resultado na produtividade e conseqüentemente na diminuição da Pegada Hídrica.

REFERÊNCIAS

BOCCHIOLA, D., Nana, E., Soncini, A., 2013. **Impact of climate change scenarios on crop yield and water footprint of maize in the Po valley of Italy**. *Agric. Water Manag.* 116, 50–61.

CHAPAGAIN, A.K.; HOEKSTRA, A.Y. The blue, green and grey water foot print of rice from production and consumption perspectives. *Ecological Economics*, v.70, p.749-758, 2011.

HANJRA, M. A.; QURESHI, M. E. **Global water crisis and future food security in an era of climate change**. *Food Policy*, v. 35, p. 365-377, 2010.

HOEKSTRA, A. Y.; HUNG, P. Q. (2002) **Virtual water trade** a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of Water Research Report Series, n. 11, UNESCO-IHE, Delft, Holanda. Disponível em:
<https://waterfootprint.org/media/downloads/Report11_1.pdf> Acesso em: 20 fev. 2019.

HOEKSTRA, A.Y.; MEKONNEN, M.M. **The water footprint of humanity**. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **2012**, 109, p. 3232-3237. Disponível em: <<https://doi.org/10.1073/pnas.1109936109>> Acesso em: 11 jan. 2019.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. (2009). *Water Footprint Manual: State of the Art*. Water Footprint Network, Ensched, The Netherlands. Acesso em: <<https://waterfootprint.org/media/downloads/WaterFootprintManual2009.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2019.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K. **Water Foot prints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern**. *Water Resources Management* 21 (1), p. 35-48, 2007.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ (IRGA). **Boletim de resultados da lavoura de arroz safra 2017/18**. Disponível em: <<https://irga-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201807/30100758-boletim-final-da-safra-201-18-final.pdf>>.
Acesso em: 02 jan. 2019.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ (IRGA). Série histórica da produção de arroz no estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://stirga2018-admin.hml.rs.gov.br/upload/arquivos/201805/22093809-producao-rs-serie-historica.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2018.

KHANDELWAL, M.K. Meteorological aspect of wet season rice cultivation in Sunderbans region, India. *International Rice Research Newsletter*, v.16, p.25-26, 1991.

LUNDQVIST, J.; FRAITURE, C. de; MOLDEN, D. **Saving Water: from field to fork – curbing losses and wastage in the food chain**. SIWI Policy Brief. SIWI, 2008.

MOLDEN, D.; OWEIS, T.Y.; STEDUTO, P.; KIJNE, J.W.; HANJRA, M.A.; BINDRABAN, P.S.; BOUMAN, B.A.M.; COOK, S.; ERENSTEIN, O.; FARAHANI, H.; HACHUM, A.; HOOGEVEEN, J.; MAHOO, H.; NANGIA, V.; PEDEN, D.; SIKKA, A.; SILVA, P.; TURRAL, H.; UPADHYAYA, A.; ZWART, S., 2007. **Pathways for increasing agricultural water productivity**. In: MOLDEN, D. (Ed.). *Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. International Water Management Institute, London: Earthscan, Colombo.

NANA, E.; CORBARI, C.; BOCCHIOLA, D., 2014. **A hydrologically based model for crop yield and water footprint assessment: study of maize in the Po valley**. *Agric. Syst.* 127, 139-149.

RAGAB, R.; PRUDHOMME, C. **Climate Change and Water Resources Management in Arid and Semi-arid Regions: Prospective and Challenges for the 21st Century**. *Biosystems Engineering* v. 81, n 1, p. 3-34, 2002.

RAULT, P. A. K.; KOUNDOURI, P.; AKINSETE, E.; LUDWIG, R.; GARCIA, V. H.; TSANI, S.; ACUNA, V.; KALOGIANNI, E.; LUTTIK, J.; KOK, K.; SKOULIKIDS, N.; FROEBRICH, J. **Down scaling of climate changes scenario to river basin level: A transdisciplinary methodology Applied to Evrotas river basin, Greece**. *Science of the Total Environment*. v. 660, p. 1623-1632, 2019.

SANTOS, T. V. dos; FONTANA, D. C.; ALVES, R. C. M. **Avaliação de fluxos de calor e evapotranspiração pelo modelo SEBAL com uso de dados do sensor ASTER**. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, v.45, n.5, p.488-496, maio 2010.

XINCHUN, C.; MENGYANG, W.; RUI, S.; LA, Z.; DAN, C.; GUANGCHENG, S.; XIANGPING, G.; WEIGUANG, W.; SHUHAI, T. Water foot print assessment for crop production based on field measurements: A case study of irrigated paddy rice in East China. *Science of the Total Environment*, v. 610-611, p. 84-93, 2018.

YANG, M.; XIAO, W.; ZHAO, Y.; LI, X.; HUANG, Y.; LU, F.; HOU, B.; LI, B. Assessment of Potential Climate Change Effects on the Rice Yield and Water Footprint in the Nanliujiang Catchment, China. **Sustainability**, 10, 242, 2018.