

# A PEGADA HÍDRICA PARA A PRODUÇÃO DE SOJA NA REGIÃO OESTE DA BAHIA ENTRE 2006- 2019

*The water footprint for soybean production in the west region  
of bahia between 2006-2019*

*La huella hídrica para la producción de soja en la región oeste  
de bahía entre 2006-2019*

DOI: 10.48075/igepec.v27i1.30383

Edilene de Jesus Santos  
José Antonio Gonçalves dos Santo

## A PEGADA HÍDRICA PARA A PRODUÇÃO DE SOJA NA REGIÃO OESTE DA BAHIA ENTRE 2006-2019

The Water Footprint for Soybean Production in the West Region of Bahia Between 2006-2019

La Huella Hídrica para la Producción de Soja en la Región Oeste de Bahía entre 2006-2019

Edilene de Jesus Santos  
José Antonio Gonçalves dos Santo

**Resumo:** O objetivo deste artigo é analisar, sob a ótica da *Pegada Hídrica* e suas dimensões azul, verde e cinza, o processo de produção da soja nos municípios de Barreiras, São Desidério, Formosa do Rio Preto e Luís Eduardo Magalhães, localizados na região Oeste da Bahia, durante o período de 2006 a 2019. Adotou-se a metodologia proposta por Hoekstra *et al.* (2011) para estimar os volumes totais de água e por tipo de consumo para cada município. As maiores pegadas hídricas azul foram encontradas em Formosa do Rio Preto, verde em Barreiras e cinza em São Desidério e Formosa do Rio Preto. Nestes dois últimos municípios também foram consumidos os maiores volumes de água virtual para a produção de soja.

**Palavras-chave:** Água. Oeste Baiano. Produção agrícola. Meio ambiente. Desenvolvimento Regional

**Abstract:** The aim of this article is to analyze, from the perspective of the Water Footprint and its blue, green and gray dimensions, the soybean production process in the municipalities of Barreiras, São Desidério, Formosa do Rio Preto and Luís Eduardo Magalhães, located in the western region of Bahia, during the period from 2006 to 2019. The methodology proposed by Hoekstra *et al.* (2011) to estimate the total volumes of water and by type of consumption for each municipality. The largest blue water footprints were found in Formosa do Rio Preto, green in Barreiras, and gray in São Desidério and Formosa do Rio Preto. These last two municipalities also consumed the largest volumes of virtual water for soybean production.

**Key Words:** *Water.* Western Bahia. Agricultural production. Water Footprint. Environment. Regional Development.

**Resumen:** *El objetivo de este artículo es analizar, bajo la perspectiva de la Huella Hídrica y sus dimensiones azul, verde y gris, el proceso de producción de soja en los municipios de Barreiras, São Desidério, Formosa do Rio Preto y Luís Eduardo Magalhães, ubicados en el región occidental de Bahía, durante el período de 2006 a 2019. La metodología propuesta por Hoekstra et al. (2011) para estimar los volúmenes totales de agua y por tipo de consumo para cada municipio. Las huellas hídricas azules más grandes se encontraron en Formosa do Rio Preto, las verdes en Barreiras y las grises en São Desidério y Formosa do Rio Preto. Estos dos últimos municipios también consumieron los mayores volúmenes de agua virtual para la producción de soja.*

**Palabras clave:** Agua. Oeste de Bahía. Producción agrícola. Huella Hídrica. Medio ambiente. Desarrollo regional.

## INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas e o aumento da demanda mundial de água ampliam a importância das análises sobre o consumo desse recurso natural. A água é essencial para a sobrevivência e o histórico dos seus usos está diretamente associado ao desenvolvimento econômico e ao bem-estar da sociedade. A escassez de água acentua a preocupação principalmente com regiões onde prevalecem recorrentes e intensos períodos de secas, com consequente diminuição hídrica.

No Brasil, as principais entradas de água escoam basicamente para a Amazônia por meio de chuvas e vazões oriundas de outros países. Essa água é utilizada em diversas atividades econômicas, retorna ao meio ambiente e segue para o Oceano Atlântico e países vizinhos na bacia platina (ANA, 2017).

Os estados brasileiros possuem características diferentes em termos da quantidade e da qualidade das águas superficiais, apesar de estarem interligadas geograficamente. O estado da Bahia depende de fornecimento de água por outros estados do país. A água que recebe e faz uso provém, sobretudo, de Minas Gerais, por meio do Rio São Francisco (ANA, 2017).

Um dos fatores que contribuem para o aumento da escassez hídrica é o crescente consumo *per capita* de água, principalmente devido ao avanço da agricultura irrigada. Enquanto Marques Filho (2016) relaciona a utilização dos recursos hídricos à desigualdade de distribuição e do uso desse recurso, Hoekstra e Chapagain (2008) atribuem ao consumo final dos consumidores. Pasqualetto *et al.* (2022) acrescenta a essas razões a degradação da qualidade da água, o que afeta a disponibilidade de água no Brasil no presente e possivelmente no futuro, caso nenhum controle seja estabelecido para os usos humanos e em irrigação.

Nesse contexto, a Pegada Hídrica é considerada uma ferramenta importante para análise e estimação do consumo de água (HOEKSTRA *et al.*, 2011). A premissa metodológica da pegada hídrica é contribuir para a compreensão dos efeitos da escassez de água, com a finalidade de estimular alternativas capazes de melhorar a gestão hídrica desse recurso (HOEKSTRA *et al.*, 2011). O conhecimento acerca da vulnerabilidade hídrica de uma região possibilita que a exploração possa ser evitada em regiões que apresentem escassez e sugere que o consumo seja redirecionado para outras regiões com maior abundância de água doce.

A pegada hídrica tem despertado o interesse de pesquisadores no Brasil, especialmente em regiões que desenvolvem atividades agropecuárias intensivas em consumo de água. O conceito de pegada hídrica é abordado como indicador do consumo de água de pessoas e produtos em diversas partes do mundo (ZHAO; CHEN; YANG, 2009; ROMAGUERA *et al.*, 2010; FENG *et al.*, 2011). O interesse nesse tema pelo tema da pegada hídrica é que o desenvolvimento econômico está relacionado com a disponibilidade, uso e qualidade da água, que variam de acordo com a aplicação, conforme aborda Pedrão (2020) a partir do caso dos recursos hídricos no Estado da Bahia.

O objetivo deste artigo é calcular as pegadas hídricas azul, verde e cinza da produção da soja para os municípios de Barreiras, São Desidério, Formosa do Rio Preto e Luís Eduardo Magalhães, localizados na região oeste do Estado da Bahia. Os critérios de escolha para a análise nos quatro municípios foram estabelecidos a partir do destaque na concentração de destinação de crédito rural, maior área plantada e

volume de produção da soja no estado, classificação no *ranking* dos municípios que mais sofreram com aumento do desmatamento associado à concentração de terras e consumo elevado de agrotóxicos (SANTOS, 2022). O período analisado compreende o aumento e expansão da produção de soja nesses municípios, destacando-os no cenário regional e nacional.

O texto do artigo está organizado em cinco seções, além da introdução. Na primeira seção, busca-se apresentar os dados sobre a produção de soja no estado da Bahia. Na segunda seção, realiza-se uma discussão sobre o conceito da pegada hídrica e a importância da sua análise. A terceira seção dedica-se a discutir os parâmetros para o cálculo da pegada hídrica. Na quarta seção, apresentam-se os resultados. Por fim, na quinta seção, seguem-se as considerações finais.

## **2– A PRODUÇÃO DE SOJA NO OESTE BAIANO**

A consolidação da área destinada ao cultivo de grãos, especialmente a soja, pode ser analisada com base na expansão da área plantada. A região Oeste da Bahia é um dos principais polos agroexportadores do Brasil.

A mesorregião Oeste baiano é formada por 24 municípios distribuídos em três microrregiões, a saber: Barreiras, Cotegipe e Santa Maria da Vitória (Figura 1).

Figura 1 – Mapa do Extremo Oeste da Bahia (2022)



Fonte: FAEB (2022).

Parte da mesorregião oeste da Bahia está localizada no bioma Cerrado do estado e abrange os municípios de Formosa do Rio Preto, Riachão das Neves, Luís Eduardo Magalhães, Barreiras, São Desidério, Correntina, Jaborandi, Cocos e Baianópolis. A região Oeste apresenta uma estação seca (maio a setembro) e outra chuvosa (outubro a abril), além de uma forte radiação e disponibilidade hídrica (FALEIRO, 2015).

O território do Oeste baiano, constituído em sua maior parte por planície e baixa declividade, está localizado à esquerda do Rio São Francisco e é banhado pelas bacias dos rios Grande, Preto, Corrente e Carinhanha (BRANDÃO, 2010).

Até a década de 1950, predominavam na região Oeste a agricultura de subsistência e a pecuária extensiva, com a criação de gado e urbanização incipiente caracterizada por pequenos vilarejos. Esse contexto mudou para um processo de desenvolvimento econômico estimulado por programas governamentais, como a construção de rodovias federais e a construção da cidade de Brasília (SANTOS; VALE; LOBÃO, 2012).

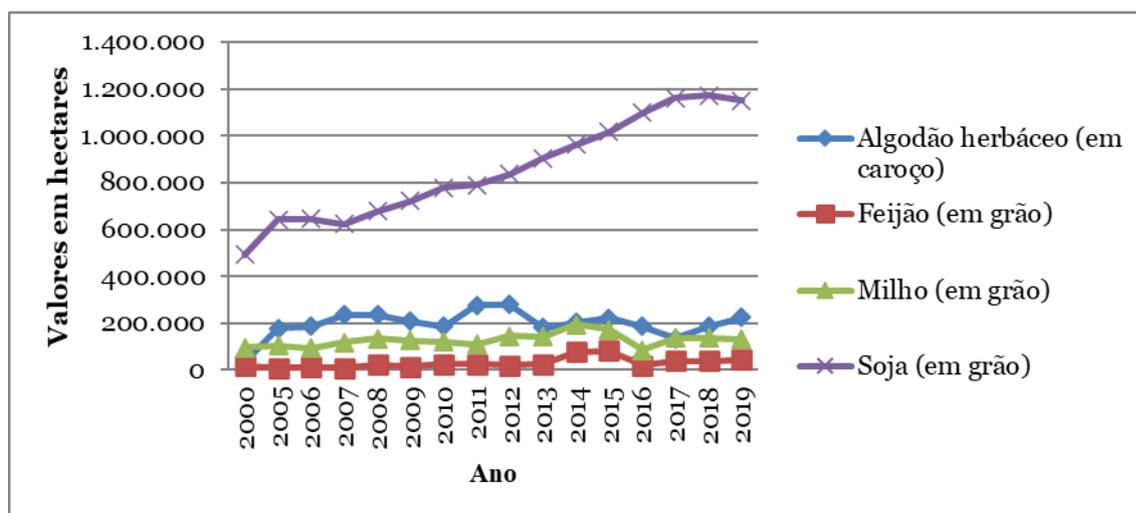
Segundo Alves *et al.* (2019), as mesorregiões do Estado da Bahia possuem as principais estruturas produtivas proporcionadas por políticas regionais voltadas ao

desenvolvimento da região Nordeste, ao longo do tempo. Tais políticas cumpriram a sua função, que, de acordo com Albuquerque (2014), são capazes de reduzir os desequilíbrios inter-regionais ou entre regiões, e de fomentar o crescimento das regiões menos desenvolvidas.

No oeste baiano, o agronegócio cresceu a partir da primeira metade da década de 1980, estimulado pela migração de agricultores dos três estados da região sul do Brasil. Estes agricultores introduziram técnicas de cultivo de grãos, sobretudo a soja. O acesso a crédito agrícola e a oferta de terras subsidiadas, provimento de infraestrutura e o desenvolvimento de tecnologias tornaram possível a expansão da fronteira agrícola na região (PASSOS; ROCHA; HADLICH, 2010).

Os dados do Gráfico 1, a seguir, mostram a evolução da produção de grãos no estado da Bahia no período de 2000-2019. A produção de grãos, especificamente do milho, soja, algodão e feijão, desenvolveu-se numa área total de 4.175.399 ha. Os municípios de Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães, Barreiras e São Desidério totalizaram em conjunto 17% da área plantada no estado. Em 2019 a área plantada com grãos no estado da Bahia correspondia a 4.119.832 ha. A região Oeste já se tornava responsável por 37% da produção de grãos no estado.

Gráfico 1 Evolução das áreas plantadas de grãos e algodão no oeste baiano 2000-2019

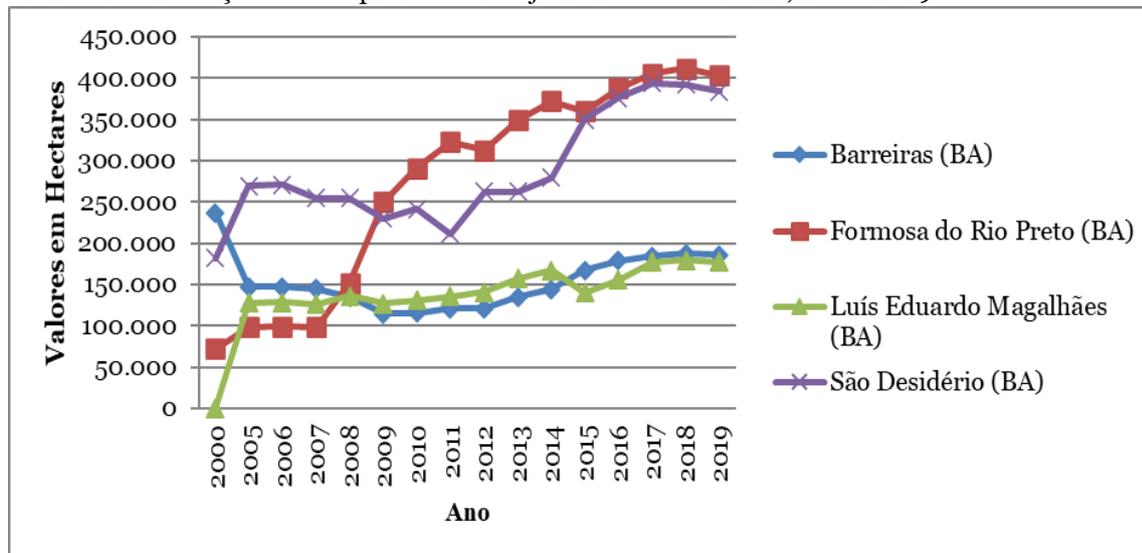


Fonte

: Elaborado pelos autores a partir dos dados do PAM/IBGE (2020).

O Gráfico 2, seguinte, apresenta a evolução da área plantada com soja durante o período de 2000, quando a cultura ocupava 628.356 hectares, a 2019. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), os municípios de Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães, Barreiras e São Desidério possuíam juntos 78% da área total plantada no estado.

Gráfico 2 – Evolução da área plantada de soja no Estado da Bahia, 2000-2019



Font

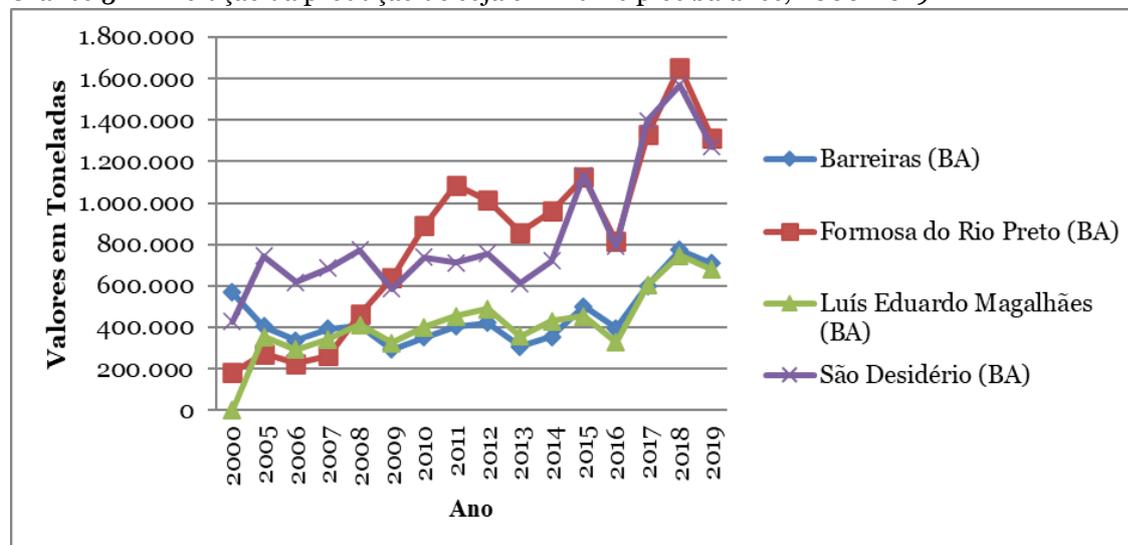
e: Elaborado pelos autores a partir dos dados do PAM/IBGE (2020).

Os municípios de Formosa do Rio Preto e São Desidério totalizavam, em 2019, 403.108 ha e 384.150 ha de área plantada com soja, respectivamente, expansão de 457% e 111% em relação a 2000. Em 2000 o município de Formosa do Rio Preto contava com 72.307 ha, já em 2019 esta área atingiu 403.108 ha.

Em 2019, a área plantada de soja no estado da Bahia teve crescimento de 11%, tendência também verificada na produção nacional, com registro de 57%, numa expansão de 13.623.677 em 2000 para 35.930.334 ha em 2019. Portanto, o crescimento da exploração de soja na região Oeste baiano faz parte do deslocamento da fronteira para o cerrado.

O Gráfico 3, por sua vez, ilustra a evolução da produção de soja em municípios baianos entre 2000 e 2019. Em 2000, o estado da Bahia produziu 1.508.115 toneladas de soja, com a contribuição dos municípios em torno 1.178.890 toneladas e participação de 78%. Em 2019 a produção de soja no Brasil foi de 114.269.392 toneladas, aumento de 248% em relação a 2000. A Bahia cresceu 216% em relação a 2000 (IBGE, 2020).

Gráfico 3 – Evolução da produção de soja em municípios baianos, 2000-2019



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do PAM/IBGE (2020).

Os avanços da produção e da área plantada com soja no estado da Bahia são o resultado da introdução de novas tecnologias na agricultura e atividades agrícolas sob condições climáticas e edafoclimáticas antes adversas. Isso também é reflexo do processo de “modernização conservadora” e da disponibilidade de créditos à produção no incentivo à intensificação das atividades agroindustriais (KAGEYAMA, 1990). É o resultado do esforço por parte do Estado e dos centros de pesquisa agropecuária no desenvolvimento de sementes apropriadas para o cultivo no cerrado que se adaptou facilmente ao clima da região.

Em trabalho realizado por Santos (2022) acerca das exportações de soja nestes municípios, os dados apontam que houve aumento da quantidade exportada de soja de 1.182%, no período de 2006-2019, passando de 227.305 mil toneladas em 2006 para 2,9 milhões de toneladas em 2019 (SANTOS, 2022, p. 147). Neste período verificou-se também que a quantidade de água virtual exportada por via comercial com a *commodity* soja apresentou crescimento. Em 2006, foram 6,9 milhões m<sup>3</sup> de toneladas exportadas e em 2019 o valor foi de 65 milhões de m<sup>3</sup> por toneladas, aumento de 841,2%.

### 3 – ASPECTOS FUNDAMENTAIS DA PEGADA HÍDRICA

Hoekstra e Hung (2002) introduziram o conceito de pegada hídrica como o conteúdo cumulativo de água virtual de todos os bens e serviços consumidos por um ou mais indivíduos de um país (HOEKSTRA; HUNG, 2002). A partir de então, o cálculo da pegada hídrica vem se tornando uma ferramenta importante para analisar e estimar o consumo de água em diversas regiões do mundo.

Para Hoekstra *et al.* (2011), o conceito de pegada hídrica se difere da abordagem usual do consumo de água em dois aspectos. Primeiro, o indicador usual não contabiliza o consumo quando a água é restituída ao meio do qual foi retirada.

Outro aspecto diferencial entre os indicadores de pegada hídrica e os demais emerge do fato de que a pegada hídrica considera a água proveniente da chuva, a umidade do solo e a água que se tornou poluída durante o processo produtivo em análise (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

a pegada hídrica de um consumidor é calculada pela soma de suas pegadas hídricas direta e indireta. A pegada hídrica direta corresponde ao consumo e à poluição da água utilizada para consumo doméstico. A pegada hídrica indireta está associada ao consumo e à poluição da água utilizada na produção de bens e serviços usufruídos pelos consumidores (HOEKSTRA *et al.*, 2011). Conforme Hoekstra e Chapagain (2007, 2008), os fundamentos dos indicadores da pegada hídrica se referem à apropriação da água proveniente da produção de bens e serviços associada com o uso da água e da poluição sobre a cadeia de produção.

Hoekstra *et al.* (2011) informam que a pegada hídrica é dividida em azul, verde e cinza. A soma das três é conhecida como água virtual de um produto. A pegada hídrica azul corresponde ao consumo de água doce superficial e/ou subterrânea no processo produtivo em análise. No contexto do processo produtivo, a água consumida equivale a quatro partes: evaporação, água incorporada ao produto, água que não retorna à área de captação e não retorno da água no mesmo período (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

A pegada hídrica verde é definida como a água oriunda das chuvas que não é retirada nem armazenada pelos mananciais e, sim, armazenada temporariamente no solo ou permanece temporariamente na superfície do solo ou da vegetação (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

A Pegada hídrica cinza indica o grau de poluição de água doce associada ao processo de produção. Representa o volume de água doce demandado durante o processo de produção de um produto para assimilar a carga de poluentes baseando-se nas concentrações naturais e nos padrões de qualidade da água existentes (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

Dentre os estudos realizados no Brasil, Bleninger e Kotsuka (2015) visaram analisar a aplicabilidade do conceito de pegada hídrica e realizaram um estudo sobre a pegada hídrica de um produto agrícola, em que a soja foi o produto objeto da análise. O estudo demonstra como resultado que a pegada hídrica da soja cultivada na região de Maringá, no estado do Paraná, obteve o valor de 2.210 m<sup>3</sup>/t e a pegada hídrica do óleo de soja produzido no município de Araucária foi de 6.201 m<sup>3</sup>/t.

Nessa mesma direção, Santos *et al.* (2019) realizaram um estudo sobre a Pegada Hídrica da soja na região do cerrado. O trabalho analisou a Pegada Hídrica da produção de soja no Cerrado dos estados das regiões Norte e Nordeste, com a análise da Pegada Hídrica proposta para dois cenários futuros. Os resultados encontrados constataam que a pegada hídrica absoluta apresentou aumentos significativos em todos os cenários propostos, devido à tendência de expansão das áreas de cultivo, o que pode colocar a região em situação de possível escassez hídrica.

#### 4 – METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida a partir do método proposto por Hoekstra *et al.* (2011): estimação da pegada hídrica e da água virtual para a região oeste da Bahia.

##### Cálculo da Pegada Hídrica

O cálculo da pegada hídrica inclui a estimação do consumo de água azul, água verde e água cinza. Para o cálculo da pegada hídrica foram utilizadas as médias das Evapotranspirações de água,  $E(T_c)$  dos municípios, obtidas pelo método de Penman-Monteith (FAO 56, 2009). O valor correspondente à Evapotranspiração de cada cultura ( $E_{T_c}$ ), a saber, soja, milho, feijão e algodão, foi obtido a partir da equação (1):

$$ET_c = \left[ E_{T_o} \times \left( \frac{1}{365} \right) \times T_c \times S_c \times K_c \right] \quad (1)$$

em que:

$E_{T_c}$ : evapotranspiração do município, em milímetros;

$K_c$ : coeficiente da cultura, disponibilizado pela tabela da FAO 56 (2009);

$T_c$ : período de plantio até a colheita, dado em dias;

$S_c$ : número de safras da cultura

evapotranspiração do município, dado em milímetros.

Para o cálculo da precipitação efetiva  $P_{EF}$ , foram utilizados os dados de Pluviometria total dos municípios analisados.  $P_{Total}$  em milímetros (mm).

Para estimar a perda de nutrientes do solo que ocorre através do escoamento superficial e percolação, aplicou-se a fórmula empírica da AGLW/FAO através das equações (2) e (3):

$$\begin{aligned} PEF &= 0,6 \times P_{Total} - 10, \text{ se } P_{Total} \leq 70 \text{ mm} \\ PEF &= 0,6 \times P_{Total} - 10, \text{ se } P_{Total} \leq 70 \text{ mm} \\ (2) \\ PEF &= 0,8 \times P_{Total} - 24, \text{ se } P_{Total} > 70 \text{ mm} \\ P_{EF} &= 0,8 \times P_{Total} - 24, \text{ se } P_{Total} > 70 \text{ mm} \end{aligned} \quad (3)$$

Com base nas formulações expostas foram encontradas a Evapotranspiração da Cultura (por cultura) e Precipitação Efetiva (PEF) dos municípios. O método da AGLW/FAO foi desenvolvido em climas árido e subúmido estimando-se perdas por escoamento superficial e percolação.

Os volumes de Evapotranspiração da Cultura e a Precipitação Efetiva foram convertidos de mililitros (*mm*) para metros cúbicos por hectare ( $m^3/ha$ ), através da fórmula

$$mm = m \times 10^{-3} \times \frac{10^4}{10^4} \times \frac{m^2}{m^2} = 10m^3 \times ha^{-1}.$$

Para estimar o consumo de água azul foi calculado o valor correspondente à evapotranspiração azul e posteriormente foram encontrados os valores da pegada hídrica azul. O cálculo foi apresentado em termos de uma função composta pelo valor máximo, obtido pela diferença entre a Evapotranspiração da cultura ( $E_{Tc}$ ) e a Precipitação Efetiva ( $P_{Ef}$ ) resultante das equações (1), (2) e (3). Assumiu-se que se o resultado da diferença for negativo, o valor adotado será zero, conforme equação (4):

$$ET_{Azul} = [\max(0, E_{Tc} - P_{Ef})]$$

(4)

A fórmula para o cálculo da Pegada Hídrica Azul ( $PH_{Azul}$ ) é dada por (5):

$$PH_{Azul} = \left[ \frac{ET_{Azul}}{RM} \right]$$

em que:

$ET_{Azul}$ : Evapotranspiração Azul

$RM$ : Rendimento médio da cultura em t/ha

A equação da evapotranspiração verde é expressa por:

$$ET_{Verde} = [\min(E_{Tc}, P_{Ef})]$$

(6)

A Pegada Hídrica Verde foi calculada com a fórmula expressa por:

$$PH_{Verde} = \left[ \frac{ET_{Verde}}{RM} \right]$$

(7)

em que:

$ET_{Verde}$ : Evapotranspiração Verde

$RM$  = o Rendimento médio da cultura em t/ha.

$RM$ : Rendimento médio da cultura, medida em t/ha;

Por fim, para o cálculo da pegada hídrica cinza utilizou-se a equação (8), a seguir:

$$PH_{Cinza} = \left[ \frac{L \times \left( \frac{CP}{C_{Max} - C_{Nat}} \right)}{RM} \right]$$

(8)

em que:

$L$ : a fração da lixiviação sobre o escoamento, o valor adotado foi de 0,10 conforme apresentado no cenário Tier-1 proposto por Franke *et al.* (2013). As frações máximas lixiviação/escoamento para as substâncias químicas foi de no máximo ( $\alpha_{max} = 0,1$ ), conforme Franke *et al.* (2013).

$CP$ : carga de poluentes que entra no sistema em t/ha<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Corresponde aos dados recolhidos mediante a soma da aplicação de agrotóxicos e do uso de fertilizantes na lavoura da soja na região, ambos recolhidos no sítio eletrônico do IBGE (2020). De acordo com a região em

$CP_{max}$ : concentração máxima aceitável de poluentes no sistema em t/m<sup>3</sup>

$C_{nat}$ : concentração natural de poluentes em um corpo de água, dado em t/m<sup>32</sup>

### **Cálculo da água virtual para a região Oeste da Bahia**

O cálculo da água virtual visa quantificar a água embutida no produto. A quantidade de água virtual ( $QAV$ ) de um produto é a soma das pegadas hídricas azul, verde e cinza, como disposto na equação (9):

$$(9) \quad QAV = [PH_{Azul} + PH_{verde} + PH_{cinza}]$$

$PH_{Azul}$ : Pegada Hídrica Azul (m<sup>3</sup>/t)

$PH_{verde}$ : Pegada Hídrica Verde (m<sup>3</sup>/t)

$PH_{cinza}$ : Pegada Hídrica Cinza (m<sup>3</sup>/t).

O volume de água virtual associada à produção de soja foi calculado com a equação (10), expressa por:

$$(10) \quad VAV_{i,j} = [Q_P \times QAV_{i,j} \times 1000]$$

em que:

$i$  se refere ao município produtor, indo de 1 a 4 municípios;

$j$  se refere ao ano, de 2006 a 2019;

$VAV$ : Volume de Água Virtual, em m<sup>3</sup>

$Q_P$ : Quantidade produzida.

O Volume Total de Água Virtual ( $VTAV$ ) é a soma da água virtual dos municípios de Barreiras, São Desidério, Formosa do Rio Preto e Luís Eduardo Magalhães associada à produção da soja para o período de 2006 a 2019. O cálculo foi realizado para cada ano individualmente, conforme a expressão (11):

$$(11) \quad VTAV = [\sum VAV_{i,j}]$$

$\sum VAV_{i,j}$ : somatório do volume de água dos municípios para o período estabelecido.

### **Dados**

Para atendermos os objetivos propostos na pesquisa, estimamos pegada hídrica (PH) para os quatro municípios da região Oeste, com a finalidade de contabilizar a utilização de água no processo de produção da soja. No cálculo da PH fez-se uso de variáveis de produtividade, rendimento médio, aplicação de agrotóxicos e fertilizantes obtidos da base de dados do Panorama Agrícola Municipal (PAM), entre 2006-2019.

Esses dados são disponibilizados pelo IBGE (2020) e organizados por municípios. Também, em consultas à base de dados do Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA) do estado da Bahia (SEIA,

estudo, o número de safras consideradas para a soja foi o total de 2 (duas) safras. Para o plantio da soja, são utilizados em média, 30 kg/ha de defensivos agrícolas, por safra.

<sup>2</sup> Para este estudo foi adotada a recomendação de Hoekstra *et al.* (2009), assumindo o valor da concentração natural de nitrogênio no corpo hídrico igual a zero.

2020) foi possível a obtenção de dados referentes à evapotranspiração e a precipitação pluviométrica. Os dados de evapotranspiração foram estimados mediante médias de observações anuais municipais e aqueles referentes à precipitação foram considerados no intervalo de 14 anos, entre 2006 e 2019.

## 5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise da Pegada Hídrica

A Tabela 1, adiante, expõe os volumes de água verde, água azul, água cinza e água virtual utilizadas na produção da soja nos municípios analisados durante 2006 e 2019. Conforme já descrito na quarta seção, o cálculo da pegada hídrica inclui a estimação do consumo de água azul, água verde e água cinza. Em consonância com a metodologia proposta por Hoekstra *et al.* (2011), a PH azul é o indicador de consumo de água doce superficial e/ou subterrânea durante o processo de produção; a PH verde corresponde ao consumo de água das precipitações, águas das chuvas, e a PH cinza indica o grau de poluição associada ao processo de produção, a água utilizada para diluir os poluentes.

Tabela 1. Pegada Hídrica da produção de soja da Bahia, em m<sup>3</sup>/t (2006-2019)

2006					
Soja	Barreiras	São Desidério	LEM	Formosa do Rio Preto	Total
Água Azul	5.298,7	3.519,4	3.342,5	6.434,2	18.594,8
Água verde	3.785,6	3.405,0	3.578,9	1.136,1	11.905,7
Água cinza	410,3	580,1	357,6	276,0	1.640,0
Água Virtual	9.494,6	7.504,5	7.279,0	7.846,3	32.124,4
2019					
Soja	Barreiras	São Desidério	LEM	Formosa do Rio Preto	Total
Água Azul	2.859,6	2.335,2	2.785,1	1.633,0	9.612,9
Água verde	2.562,5	3.149,2	1.348,1	3.671,3	10.731,2
Água cinza	308,2	736,8	295,2	786,2	2.126,3
Água Virtual	5.730,3	6.221,2	4.428,5	6.090,5	22.470,4

Fonte: Elaborado pelos autores mediante dados do IBGE (2020) e SEIA (2020).

Em relação aos dados de 2006, observa-se que os quatro municípios consumiram 32.124,4 m<sup>3</sup>/t de água virtual, mas apresentam comportamentos diferentes em relação aos três tipos de consumo (azul, verde e cinza). Quanto ao consumo total dos municípios, Barreiras utilizou o maior volume, 9.494,6 m<sup>3</sup>/t (30,0%). Deste total, o consumo de água azul foi 55,8%, o de água verde 39,9%, e de água cinza 4,32%.

O município de Formosa do Rio Preto utilizou 7.846,3 m<sup>3</sup>/t (24,8%) de água. O consumo de água azul representa 82%, o de água verde é 14,5% e o de água cinza corresponde a 3,53%.

Em Luís Eduardo Magalhães o volume total utilizado foi 7.279,0 m<sup>3</sup>/t (23,0%). O consumo de água verde chegou a 49,1%, o de água azul 45,9% e o de água cinza 4,2%.

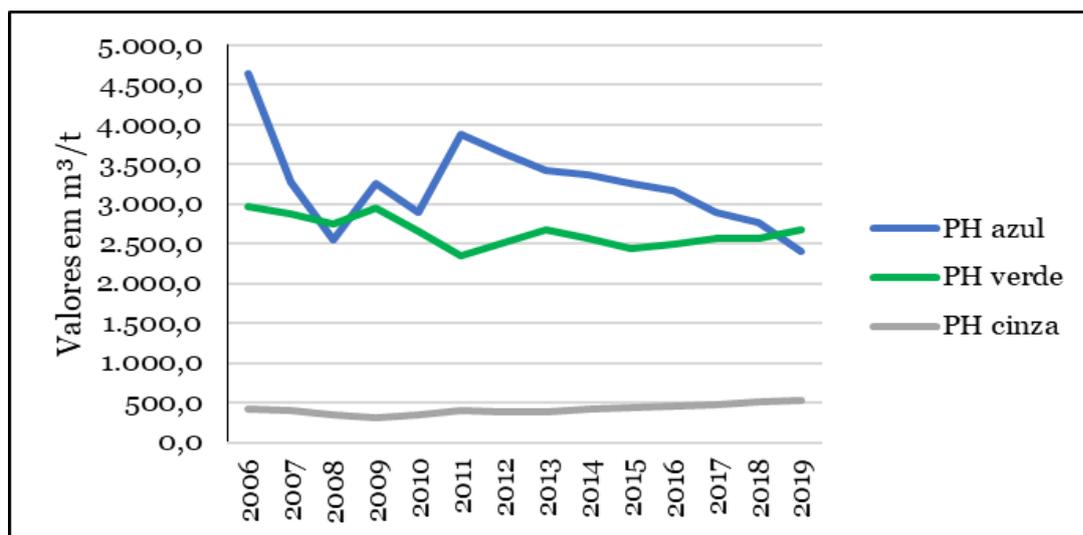
Por último, são Desidério utilizou 7.504,5 m<sup>3</sup>/t, dos quais 47,0% é água azul, 45,3% é água verde e 7,7% de água cinza. A Tabela 1 também apresenta os dados para o ano de 2019. Observou-se uma redução de 30% no consumo total de água virtual pelos quatro municípios em comparação com o ano de 2006. Juntos, utilizaram 22.470,4 m<sup>3</sup>/t de água no cultivo de soja. São Desidério tornou-se o maior consumidor, dada a utilização de 6.221,2 m<sup>3</sup>/t (27,7%). O consumo do município de água azul foi 37,6%, o de água verde 50,6%, e de água cinza 11,8%.

Formosa do rio Preto, segundo maior consumidor de água em 2019, utilizou 6.090,5 m<sup>3</sup>/t (27,10). O consumo de água azul foi 26,8%, o de água verde foi 60,3% e o de água cinza foi cerca de 13,0%. Por sua vez, Barreiras foi o terceiro maior consumidor entre os municípios, com 5.730,3 m<sup>3</sup>/t de água (25,5%). O consumo de água azul foi quase a metade do volume, 49,9%, enquanto o de água verde foi 44,7% e o de água cinza não ultrapassou os 5,4%.

O município de Luís Eduardo Magalhães foi responsável pelo menor consumo, com a utilização de 4.428,5 m<sup>3</sup>/t (19,7%). O consumo de água azul foi acentuado, 62,9%, o de água verde foi 30,4% e o de água cinza foi 6,7%.

Ao longo dos 14 anos analisados percebe-se que houve variações na utilização da água no processo produtivo da soja. A variação das pegadas hídricas médias anuais dos municípios analisados pode ser observada no Gráfico 4.

Gráfico 4. Evolução das pegadas hídricas médias da soja na Bahia (2006-2019).



Fonte: Dados da pesquisa.

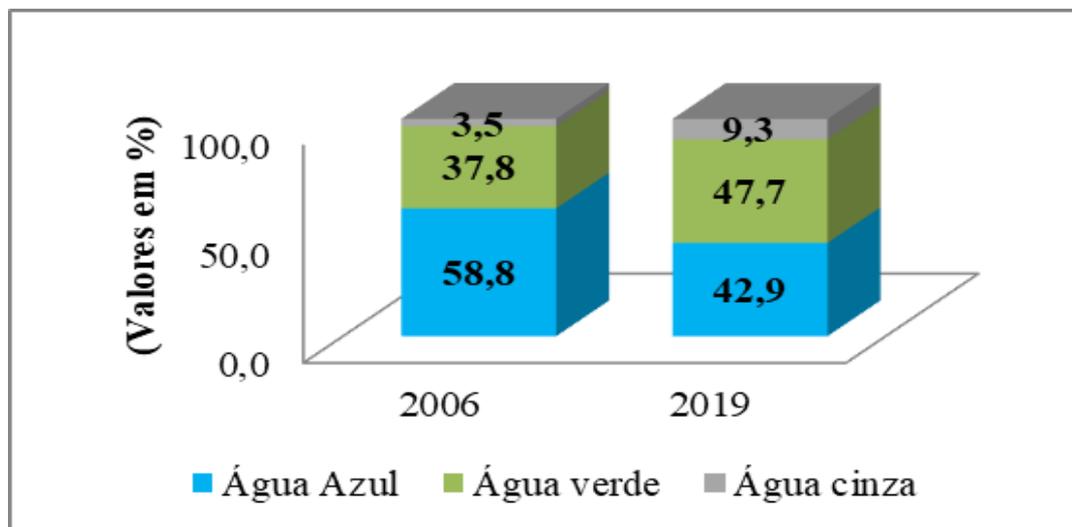
O consumo da água azul apresentou redução de 14% em relação ao ano de 2006. O consumo da água verde, no entanto, apresentou aumento de 10% e da água cinza 77%. Esses resultados podem derivar da expansão da produção da soja ao longo

dos anos em estudo. A variação da quantidade produzida representou um aumento de 224% se comparada a 2006, saindo de um patamar de 1,4 milhões de toneladas de grãos em 2006 para 4,7 milhões de toneladas em 2019.

A soja é a cultura que utiliza maior quantidade de água para diluir os resíduos presentes no seu processo produtivo. Os dados trazem preocupação, pois a cultura é a *commoditie* que mais avança em exploração no Cerrado, com aumentos expressivos de área plantada e quantidade produzida, sobretudo nos municípios estudados.

Quanto ao comportamento da composição da água consumida, o Gráfico 5, seguinte, mostra a variação na utilização da água demandada com a produção de grãos. Em 2006, a cultura consumiu a água azul superficial com fonte da irrigação ou subterrânea em 58,8% e, em 2019, passou a consumir água verde captada de chuvas, em 47,7%. O consumo estimado de água cinza em 2006 ficou em torno de 1.640 m<sup>3</sup>/t, (3,5% da água total), e em 2019 elevou-se para 9,3%.

Gráfico 5 – Distribuição do uso da água na produção de soja, Bahia (2006-2019)



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

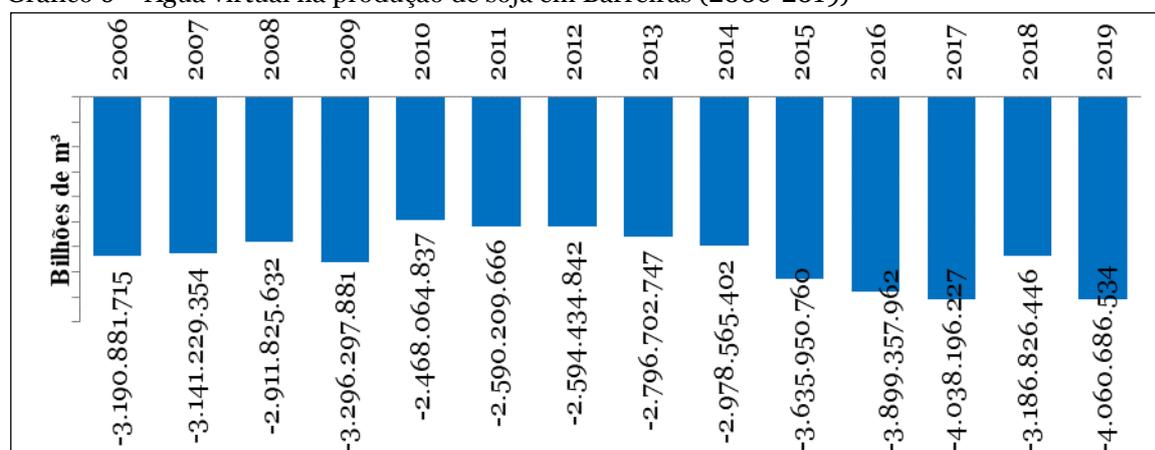
Esses resultados se explicam pelo aumento regional da produção de soja resultante da expansão da fronteira e uso da terra. A variação na quantidade de produção foi crescente em 224% entre 2006 e 2019, passando de 1,4 milhões de toneladas para 4,7 milhões de toneladas de grãos em 2019. A soja foi, portanto, a lavoura de maior consumo de água usada para diluir os resíduos presentes na produção desta cultura. No conjunto, esses resultados sustentam a hipótese de que esta *commodity* a expandir na fronteira e na exploração do Cerrado representa grande preocupação ambiental em termos de consumo e exportação da água.

## Análise da Água virtual

A água virtual corresponde ao somatório das pegadas hídricas calculadas para determinado produto ou lavoura. De acordo com Hoekstra *et al.* (2011), a estimativa da medida de PH permite quantificar e identificar o tipo de água mais consumida durante dado processo de produção. O cálculo da água virtual em complemento à PH busca quantificar a água embutida no produto.

No município de Barreiras a soja consumiu 39,8 bilhões de m<sup>3</sup> de água virtual. Entre 2006 e 2019 a variação foi de apenas 1,1% indicando que não houve perda de água para o sistema (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Água virtual na produção de soja em Barreiras (2006-2019)

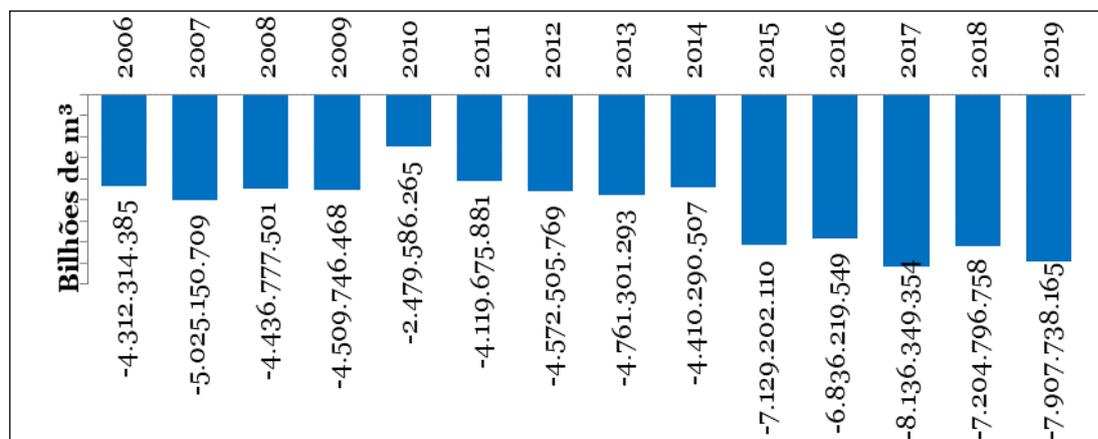


Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa

Dessa forma, a cultura da soja absorveu uma quantidade expressiva de água ao longo do período. Os consumos mínimo e máximo de água na produção da soja foram verificados em 2010 e 2019, respectivos em 2,4 bilhões de m<sup>3</sup> e 4 bilhões de m<sup>3</sup> de água.

No município de São Desidério os dados chamam a atenção para o fato de que o consumo de água na cultura da soja foi 75 bilhões de m<sup>3</sup> de água. O consumo de água aumentou 83,3% entre 2006 e 2019, indicando que não houve perda de água para o sistema, conforme mostra o Gráfico 7, a seguir, o que representa uma maior utilização da água no processo produtivo da soja.

Gráfico 7 – Água virtual na produção da soja em São Desidério (2006-2019)

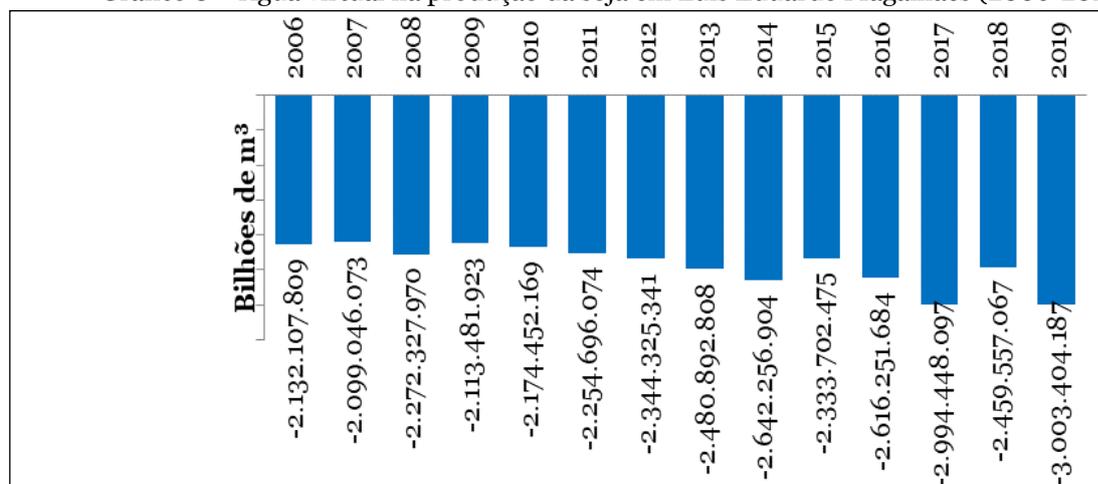


Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa

Os consumos mínimo e máximo de água foram registrados nos anos de 2010 e 2019, respectivamente 2,4 bilhões de m<sup>3</sup> e 7,9 bilhões de m<sup>3</sup>. O consumo de água cresceu 126% entre 2006 e 2019, de 617.583 t para 1.395.693 t. Portanto, pode-se inferir que a quantidade produzida influencia na utilização da maior ou menor quantidade de água embutida nos produtos. Quanto maior a quantidade produzida maior a quantidade de água virtual consumida. Esse dado torna-se fundamental para compreender as transformações que podem ocorrer no aporte hídrico da região, visto que há uma tendência à expansão da produção de soja na região para os próximos anos.

Já em Luís Eduardo Magalhães a soja registrou um volume de água virtual de 33,9 bilhões de m<sup>3</sup>. O consumo aumentou entre 2006 e 2019 40%, indicando que não houve perda de água para o sistema, conforme mostra o Gráfico 8.

Gráfico 8 – Água virtual na produção da soja em Luís Eduardo Magalhães (2006-2019)



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

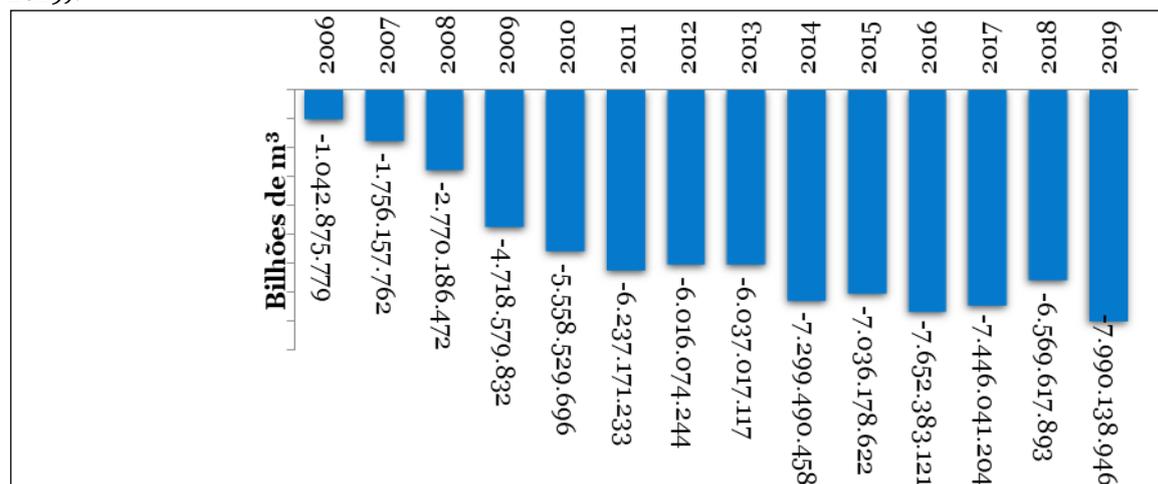
Os consumos mínimo e máximo de água na produção da soja foram observados nos anos de 2007 e 2019, respectivamente 2 bilhões de m<sup>3</sup> de água e 3 bilhões de m<sup>3</sup>.

Em Formosa do Rio Preto a cultura da soja recebeu em torno de 78 bilhões de m<sup>3</sup> de água virtual. O consumo entre 2006 e 2019 foi de 667%, o que indica que não houve perda de água para o sistema, conforme demonstra o Gráfico 9, adiante.

Os consumos mínimo e máximo de água na produção de soja ocorreram nos anos de 2006 e 2019, respectivamente 1 bilhão de m<sup>3</sup> e 7,9 bilhões de m<sup>3</sup> de água.

Diante da análise realizada para estimar o consumo e utilização da água por municípios, a cultura da soja apresentou incremento em todos os municípios observados e obteve maior percentual de utilização de água no município de Formosa do Rio Preto, com 667%. Portanto, percebe-se um aumento significativo do volume de água embutida na soja ao longo dos anos analisados.

Gráfico 9 – Água virtual utilizada na produção da soja em Formosa do Rio Preto (2006-2019).

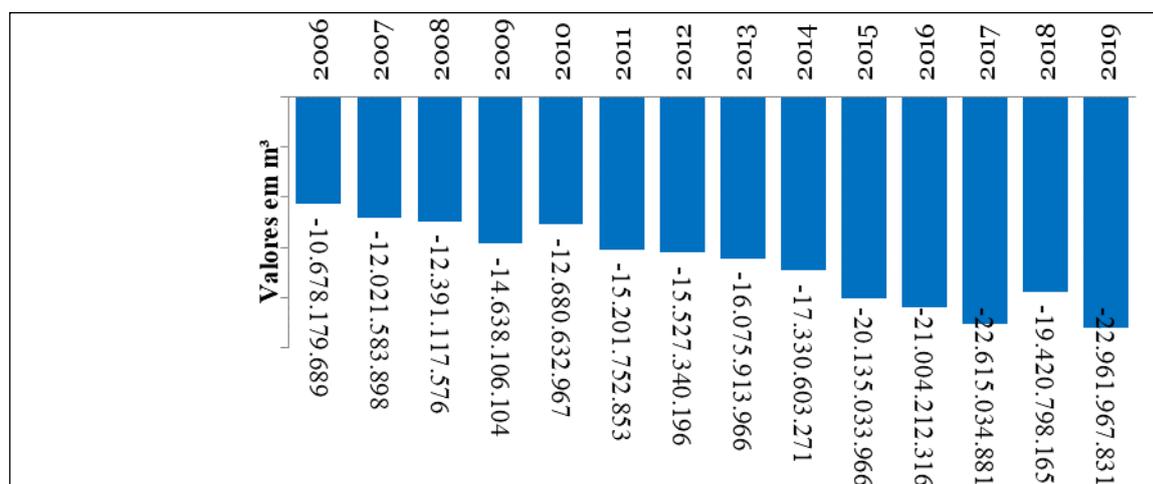


Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

O volume total de água consumida na produção de soja dos quatro municípios aumentou entre 2006 a 2019, para 232,6 bilhões de m<sup>3</sup>. Esse consumo corresponde a 115%, indicando que não houve perda de água para o sistema, conforme demonstra o Gráfico 10.

Os consumos mínimo e máximo de água na produção de soja ocorreram nos anos de 2006 e 2019, respectivamente 10,6 bilhões de m<sup>3</sup> e 22,9 bilhões de m<sup>3</sup>. Esse incremento foi de 115%. Evidenciam-se, portanto, elevados valores associados ao volume de água virtual na produção dos grãos analisados no estado da Bahia entre 2006 e 2019.

Gráfico 10 – Água virtual na produção da soja no estado da Bahia (2006-2019)



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa

O aspecto fundamental no que diz respeito ao cultivo da soja é a utilização de água. Ayala *et al.* (2016) afirmam que a produção de soja envolve grandes quantidades de água e fertilizantes que atuam como fontes de contaminação com impactos potencialmente negativos nos corpos de água adjacentes, o que foi evidenciado com os valores significativos encontrados neste estudo, para a pegada hídrica cinza da soja. O consumo de água aumenta na perspectiva de reduzir ou eliminar resíduos e poluentes gerados durante o processo produtivo.

Diante disso, ao considerar os estudos realizados no Brasil sobre a Pegada Hídrica, como o de Bleninger e Kotsuka (2015), observa-se como resultado que a pegada hídrica da soja cultivada na região de Maringá, no estado do Paraná, obteve o valor de 2.210 m<sup>3</sup>/t e a pegada hídrica do óleo de soja produzido no município de Araucária foi de 6.201 m<sup>3</sup>/t. Nessa mesma direção, Gelain *et al.* (2018) analisaram a pegada Hídrica da soja triturada para os municípios que integram a região do Matopiba<sup>3</sup>. O resultado encontrado para o estado da Bahia foi uma média de Pegada Hídrica de 1.856 m<sup>3</sup>/t, caracterizando-o como o que mais consome água no processo produtivo da soja em comparação com os estados analisados. Dessa forma, os dados encontrados neste trabalho apontam na direção e conformidade com o que é discutido na literatura, contribuindo para a discussão sobre o tema.

<sup>3</sup> Refere-se aos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do trabalho foi analisar a pegada hídrica azul, verde e cinza da produção de soja nos municípios de Barreiras, São Desidério, Formosa do Rio Preto e Luís Eduardo Magalhães.

Quanto à utilização da água, os dados da pegada hídrica para os municípios produtores de grãos da região Oeste da Bahia revelam que ao longo dos 14 anos analisados a soja foi a cultura que apresentou maior variação na utilização da água em seu processo produtivo. Para a utilização da água azul o consumo apresentou redução de 14% em relação ao ano de 2006. Para o consumo de água verde apresentou aumento de 10% e da água cinza 77%. Esse resultado pode estar relacionado ao aumento da quantidade produzida de soja na região derivada da expansão da produção ao longo dos anos em estudo. A variação da quantidade produzida de soja no período representou um aumento de 224% em relação a 2006, saindo de um patamar de 1,4 milhões de toneladas de grãos para 4,7 milhões de toneladas em 2019.

Desse modo, pode-se inferir que a utilização de técnicas mais eficientes com o objetivo de minimizar o consumo de água, além da redução do consumo de defensivos agrícolas seriam medidas importantes a serem adotadas para melhorar os índices da pegada hídrica, visto que o aumento do consumo de água leva à escassez hídrica.

Outro aspecto importante é que a água virtual é exportada através da comercialização internacional da soja. Ao considerar que a escassez de água é iminente, políticas públicas de preservação ambiental para a qualidade desse recurso natural são decisivas.

No que se refere à água virtual, o volume total de água consumida pelos municípios produtores de grãos na Bahia, no período de 2006 a 2019, os dados chamam a atenção para o fato de que esta cultura obteve o maior volume de água virtual vinculada, com 232,6 bilhões de m<sup>3</sup> de água consumida no sistema produtivo. Entre o primeiro e último período da análise houve variação positiva de 115%, indicando aumento ao longo do período. Os municípios que apresentaram maior volume de água virtual foram São Desidério e Formosa do Rio Preto, municípios que abrigam as maiores áreas plantadas de soja no estado. Em 2006 foram exportadas 6,9 milhões de toneladas de m<sup>3</sup> em água virtual e em 2019 o valor foi de 65 milhões de toneladas de m<sup>3</sup>, um aumento de 841,2%. Este fato confirma a hipótese inicial do estudo de que o aumento da área plantada e da produção de soja estaria provocando um aumento em suas exportações e, conseqüentemente, na exportação da água virtual, utilizada no processo produtivo da soja, nos municípios em estudo.

Os resultados obtidos enfatizam, além do já constatado nas análises abordadas na literatura, a necessidade do aprofundamento de discussões acerca de outras culturas presentes na região, bem como outras lavouras permanentes que também funcionam como *commodities* e apresentam área plantada expressiva. Sugere-se, para pesquisas futuras, a realização do cálculo do fluxo de exportação da água virtual, a fim de evidenciar o papel da região no contexto mundial.

## REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: relatório pleno. Brasília: ANA, 2017. 169p.

ALBURQUERQUE, F. Política Regional y Desarrollo Territorial en América Latina y el Caribe. **Informe GEPEC**, Toledo, v. 18, n. 2, p. 177-204, jul./dez. 2014. Doi: 10.48075/igepec.v18i2.10431. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/issue/view/704>. Acesso em: 30 dez. 2022.

ALVES, D. F.; LIMA JÚNIOR, F. do O. de; SIQUEIRA, R. M. de; REBOUÇAS FILHO, P. J. Estrutura Produtiva nas mesorregiões do Nordeste brasileiro: uma análise fatorial. **Informe GEPEC**, Toledo, v. 22, n. 2, p. 81-98, 2019. Doi: 10.48075/igepec.v22i2.20053. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/20053>. Acesso em: 28 dez. 2022.

AYALA, L. M.; VAN EUPEN, M.; ZHANG, G.; PÉREZ-SOBA, M.; MARTORANO, L. G.; LISBOA, L. S.; BELTRAO, N. E. Impact of agricultural expansion on water footprint in the Amazon under climate change scenarios. **Science of the Total Environment**, v. 570, p. 1159-1173, 2016. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.06.191. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27443460/>. Acesso em: 28 dez. 2022.

BRANDÃO, P. R. B. A formação territorial do oeste baiano: a constituição do “além São Francisco” (1827-1985). **Geotextos**, Salvador, v. 6, p. 35-50, 2010.

BLENINGER, T.; KOTSUKA, L. K. Conceitos de água virtual e pegada hídrica: estudo de caso da soja e óleo de soja no Brasil. **Recursos Hídricos**. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, v. 36, n. 1, p. 15-24, 2015. Doi: 10.5894/rh36n1-2. Disponível em: [https://www.aprh.pt/rh/pdf/rh36\\_n1-2.pdf](https://www.aprh.pt/rh/pdf/rh36_n1-2.pdf). Acesso em: 28 dez. 2022.

FALEIRO, F. G. Ecosistema do cerrado na Bahia: possibilidades de desenvolvimento agrícola sustentável e sugestões de linhas de pesquisa. In: BAIARDI, A. (Org.). **Potencial de agricultura sustentável na Bahia**: possibilidades e sugestões de linhas de pesquisa por ecossistemas. Salvador, BA: UFBA, 2015, v. 1, p. 29-40.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Penman-Monteith Equation. Disponível em: <https://www.fao.org/3/x0490e/x0490e06.fao%20openman%20monteith%20equation>. Acesso em: 28 dez. 2022.

FENG, K.; SIU, Y. L.; GUAN, D.; HUBACEK, K. Assessing regional virtual water flows and water footprints in the Yellow River Basin, China: A consumption based approach. **Applied Geography**, v.32, p. 691-701, 2011.

FRANKE, N. A.; BOYACIOGLU, H.; HOEKSTRA, A. Y. Grey Water Footprint Assessment: Tier 1 – Supporting Guidelines, Water Footprint Network, Enschede, The Netherlands. UNESCO-IHE, Institute for Water Education .Delft. 2013.

GELAIN, J. G.; LICKS, E. B.; ALMEIDA, A. N.; ISTAKE, M. Volume e valor da água virtual exportada por meio da soja na região de Matopiba. **Rev. Econ. NE**, Fortaleza, v. 49, n. 3, p. 93-112, jul./set., 2018.

IBGE. **Censo agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

IBGE. **Panorama Agrícola Municipal**. Disponível em: <http://www.pam.ibge.gov.br/bda>. Acesso em: 28 dez. 2022.

HOEKSTRA, A. Y; CHAPAGAIN, A. K. Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. **Water Resources Management**, v. 21, p. 35-48, 2007.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K. **Globalization of Water**. Sharing the planet's freshwater resources. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2008.

HOEKSTRA, A. Y. Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis. **Ecological Economics**, Amsterdam, v.68, 2009. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2008.06.021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800908003078>. Acesso em: 21 dez. 2022.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALADAYA, M. M.; MEKONNEM, M. M. **The Water Footprint Assessment Manual – Setting the Global Standard**. London: Earthscan, 2011. 224p.

HOEKSTRA, A. Y.; HUNG, P. Q. Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. **Value of Water Research Report Series**, 11, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands. 2002.

KAGEYAMA, Â. Novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos industriais. In: DELGADO, G.C; GASQUES, J.G; VILLA VERDE, C. M. (Org.). **Agricultura e políticas públicas**. Rio de Janeiro: IPEA, 1990. p. 113-223.

MARQUES FILHO, L. C. **Capitalismo e colapso ambiental**. 2. ed. Campinas, SP. Editora da Unicamp, 2016.

PASQUALETTO, A.; PASQUALETTO, A. G. N.; PASQUALETTO, T. L. L.; MENDES, T. A. Water resources availability and demand in Brazil. **Informe GEPEC**, Toledo, PR, v. 26, n. 1, p. 46-61, 2022. DOI: 10.48075/igepec.v26i1.27755. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/27755>.

PASSOS, A. L. O.; ROCHA, S. S.; HADLICH, G. M. Evolução do uso do solo e agronegócio na região oeste do estado da Bahia. **Cadernos de Geociências**, Salvador, n. 7, maio 2010. Disponível em: [www.cadernosdegeociencias.igeo.ufba.br](http://www.cadernosdegeociencias.igeo.ufba.br). Acesso em: 28 dez. 2022.

PEDRÃO, F. C. A dinâmica do subdesenvolvimento e a tensão hídrica na Bahia. **Informe GEPEC**, Toledo, PR. v. 24, n. 1, p. 151-161, 2020. DOI: 10.48075/igepec.v24i1.23762. Disponível em: <https://e.revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/23762>.

ROMAGUERA, M.; HOEKSTRA, A. Y.; SU, Z.; KROL, M. S.; SALAMA, M. S. Potential of using remote sensing techniques for global assessment of water footprint of crops. **Journal Remote Sensing**, v.2, p.1177-1196, 2010. Doi: 10.3390/rs2041177. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/2/4/1177>. Acesso em: 28 dez. 2022.

SANTOS, C. C. M.; VALE, R. M. C.; LOBÃO, J. S. B. Modernização da agricultura e ocupação de Cerrados no Oeste baiano. In: SANTOS, C. C. M.; VALE, R. M. C. (Org). **Oeste da Bahia: Trilhando velhos e novos caminhos do Além São Francisco**. Feira de Santana: Editora UEFS, 2012, 433p. p. 175-226.

SANTOS, J. F. S; NAVAL, L. P.; LEITE, L. P; D. F. C; BARBACENA, D. R; SEVERO, F. A. S. Pegada hídrica da soja em cenários de mudanças climáticas na última fronteira agrícola do Cerrado nas regiões Norte e Nordeste. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v. 27, n. 1 , p. 143-153, set. 2019. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/agrometeoros/article/view/26596/14614> Acesso em: 25 maio 2020.

SANTOS, E. J. **Agronegócio, Meio ambiente e Desenvolvimento Regional: perspectivas e contradições recentes da produção de grãos no Oeste Baiano**. 176f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, Salvador, 2022.

SEIA. Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos. Bahia. **Monitoramento Ambiental**. Disponível em: <http://www.seia.ba.gov.br>. Acesso em: 25 maio 2020.

ZHAO, X.; CHEN, B.; YANG, J. Z. National water footprint in an input-output framework – A case study of China 2002. **Ecological Modeling**, v. 220, p. 245-253, 2009.

**AUTORES**

**Edilene de Jesus Santos.** Doutora em Economia Universidade Federal da Bahia (UFBA). E-mail: edilenejsantos20@gmail.com

**José Antonio Gonçalves dos Santo.** Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. Doutorando em Difusão do Conhecimento, IFBA  
E-mail: josph.toni@gmail.com

Recebido em 03/01/2023.

Aceito em 02/03/2023.