

## **XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**

# **ANÁLISE DA PEGADA HÍDRICA E SUA SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO NA SUB-BACIA DO RIO ESPINHARAS NO SERTÃO PARAIBANO**

*Thalita Maria Silveira Mesquita<sup>1</sup>, Allan Sarmento Vieira<sup>2</sup>, Raquel Cristina Soares Silveira Sarmento<sup>3</sup>  
Érika Lira da Silva<sup>4</sup>, Marcos Macri Olivera<sup>5</sup>, Luma Michelly Soares Rodrigues Macri<sup>6</sup>, Luana Andrade de Amorim<sup>7</sup>*

**RESUMO** – O presente artigo possui como objetivo principal realizar o cálculo da pegada hídrica total na sub-bacia do Rio Espinharas, localizada no Estado da Paraíba, para o ano de 2017, e analisar sua sustentabilidade sob a perspectiva ambiental. Para determinar a pegada hídrica total foram consideradas as componentes azul, verde e cinza dos setores como abastecimento, irrigação, pecuário e saneamento. De acordo com os resultados obtidos, foi possível observar que os setores que mais demandam água na sub-bacia do Rio Espinharas são: o abastecimento, na utilização da água azul, e a agricultura irrigada, no uso da água verde. Em relação à sustentabilidade, ao ser analisada de forma geral, a sub-bacia não pode ser considerada como insustentável, apesar dos pontos críticos verificados em alguns meses do ano, devido aos períodos de estiagem, onde a demanda é superior à oferta hídrica, prejudicando assim vários setores. Portanto, a sustentabilidade da sub-bacia pode ser classificada como aceitável para o ano de 2017.

**ABSTRACT**– The main objective of this article is to perform the calculation of the overall water footprint in the River Espinharas sub-basin, located in the state of Paraíba, in the year 2017, and to analyze its sustainability under the environmental perspectives. To determine the total water footprint, the blue, green and gray components of the sectors such as water supply, irrigation, livestock and sanitation were considered. According to the results obtained, it was possible to observe that the sectors that most demand water in the sub-basin of the Espinharas River are: the supply, in the use of blue water, and irrigated agriculture, in the use of green water. Regarding sustainability, the sub-basin can't be considered unsustainable, despite the critical points observed in some months of the year, due to drought periods, where demand is higher than water supply, sectors. Therefore, the sustainability of the sub-basin can be classified as acceptable for the year 2017.

**Palavras-Chave** – Recursos hídricos; Pegada hídrica; Sustentabilidade.

---

1) Graduada em Direito, Universidade Federal de Campina Grande, Rua Sinfrônio Nazaré, Sousa, Paraíba (83) 3521-3236, thalitasm@gmail.com.  
2) Professor Doutor em Recursos Naturais, líder do Grupo de Pesquisa Gestão Ambiental no Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Rua Bento Freire, Sousa, Paraíba. (83) 3521-3236 –allan.sarmento@ufcg.edu.br.  
3) Graduada em Enfermagem, Faculdade Santa Maria, Rua Bento Freire, Sousa, Paraíba. (83) 3521-3236, raquelcristina25@gmail.com.  
4) Universidade Federal de Campina Grande, Rua Ivan Ferreira de Lima, Pombal-PB, (83) 99627-3519, erikaliradasilva@gmail.com.  
5) Administrador, Especialista em Gestão da Qualidade e Produtividade, Mestre em Engenharia da Produção, professor da Universidade Federal de Campina Grande, Rua Getúlio Vargas, Sousa, Paraíba. (83) 3521-3236, macri.ccjs@gmail.com.  
6) Administradora, Especialista em Gestão Ambiental, Mestre em Sistemas Agroindustriais, professora da Universidade Federal de Campina Grande, Rua Getúlio Vargas, Sousa, Paraíba. (83) 3521-3236, lumamichelly@hotmail.com.  
7) Graduada em Administração, Universidade Federal de Campina Grande, Rua Herótildes Serafim dos Santos, Sousa, Paraíba (83) 3521-3236, luanaamorim2@gmail.com.

## 1. INTRODUÇÃO

A humanidade vem enfrentando, já há algum tempo, um cenário complexo que envolve a problemática do crescimento populacional e degradação do meio ambiente, o que causa restrições na disponibilidade dos recursos naturais, em especial, a água. Nessa perspectiva, torna-se indiscutivelmente necessária a formalização de indicadores que mensurem e analisem, de forma contínua, a minimização da escassez hídrica numa bacia hidrográfica, o que está intrinsicamente ligado à redução e ao controle do mau uso dos recursos hídricos.

Segundo a publicação da Água Brasil (2015), está claro que o consumo de água por parte da sociedade gera imensos impactos nos sistemas hídricos disponíveis, e por isso a cadeia de suprimentos e o processo produtivo devem ser considerados como um todo, para explicar questões como a escassez hídrica e a poluição. Essas questões podem ser solucionadas através do cálculo da pegada hídrica, um indicador criado visando estabelecer uma média de consumo e da apropriação da água doce. Este conceito é recente, sendo que, a pegada hídrica tem por finalidade quantificar e qualificar quantos litros de água são utilizados no desenvolvimento das atividades humanas nos diferentes setores da sociedade.

A pegada hídrica foi considerada por Hoekstra e Chapagain (2011), como indicador abrangente que considera a medida tradicional de apropriação, assim como os níveis de escassez, em outras palavras, um indicador capaz de medir a pressão antrópica sobre os recursos hídricos. A pegada hídrica considera também a água que não pode ser vista, a chamada água virtual – conceito introduzido por Allan (1998) – que é utilizada no processo de produção dos bens e serviços, dentro de uma bacia hidrográfica. Ou seja, a pegada hídrica contempla o volume de água total utilizado num determinado setor, tanto direto quanto indiretamente.

Existem três componentes básicas utilizadas no cálculo da pegada hídrica em um a determinada região por tipos de usos da água. Albuquerque (2013) nomeia essas componentes como: a pegada azul, que é definida como o somatório dos volumes de água doce retirados dos rios e lagos; a pegada verde que considera os volumes de água resultantes do balanço hídrico do solo; e a pegada cinza que corresponde aos volumes de efluentes provenientes das atividades humanas (esgotos domésticos, industriais, entre outros).

A pegada hídrica é definida como um método que permite, não só às iniciativas públicas e privadas, mas também a população em geral, a compreensão acerca das quantidades de água que são necessárias para o abastecimento e produção de bens e serviços em todos os segmentos da sociedade, ao longo de toda a cadeia produtiva. Com essas informações é possível a efetivação de soluções para

conflitos de uso da água e a degradação ambiental, auxiliando assim na gestão das bacias hidrográficas (ÁGUA BRASIL, 2015).

Diante desse contexto e da importância do tema, esta pesquisa teve como objetivo geral, calcular a pegada hídrica total da Sub-bacia do Rio Espinharas no ano de 2017 e, posteriormente, realizar uma análise sob a ótica da sustentabilidade, considerando a perspectiva ambiental. Este estudo fundamenta sua relevância à medida que fornece dados e informações que poderão servir de auxílio na tomada de decisão por parte dos gestores públicos e privados, e, portanto, exercem papel importante no gerenciamento da sub-bacia estudada.

## 2. METODOLOGIA

Esta pesquisa pode ser classificada como exploratória e descritiva. Isto porque, envolve a utilização de pesquisa bibliográfica, estudo de caso e, ao fazer as análises das variáveis estudadas, estabelecem relações entre elas. A abordagem é classificada como quali-quantitativa. A área de estudo compreende a Sub-bacia do Rio Espinharas (Figura 1), que se estende, completa ou parcialmente, por vinte e um municípios, sendo vinte no Estado da Paraíba e um no Estado do Rio Grande do Norte.

A área da Sub-bacia do Rio Espinharas possui uma superfície de cerca de 3.301,03 km<sup>2</sup> nos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte. A taxa de evapotranspiração varia entre 2000 e 2500 mm anuais, com a umidade relativa do ar variando de 55 a 75% (PERH-PB, 2007) e o índice de aridez da área pela qual se estende a sub-bacia estudada está entre 0,20 e 0,50 (AESA, 2019).



Figura 1- Sub-bacia do Rio Espinharas no Estado da Paraíba. Fonte: AESA (2019)

Para calcular a pegada hídrica total da sub-bacia do Rio Espinharas em 2017, foi tomado como base os principais usos da água, sendo considerados os setores fundamentais: abastecimento urbano e rural, saneamento, agricultura e pecuária, onde foram calculados pela soma das pegadas hídricas (azul, verde e cinza) de cada setor conforme apresentada no Manual de Avaliação da Pegada Hídrica.

A análise da sustentabilidade da Pegada Hídrica Azul foi realizada através dos indicadores de escassez de água em escala mensal e anual ( $EA_{azul}$ ). Estes valores foram alcançados a partir da razão entre o valor da pegada e a disponibilidade de água ( $DA_{azul}$ ) ao longo do mês. O Manual de Avaliação da Pegada Hídrica (2011), explica que a escassez de água azul em uma bacia é definida pela razão entre a soma das pegadas hídricas azuis totais na bacia e a disponibilidade de água azul, como mostra a equação 01:

$$EA_{azul}[x,t] = \sum PH_{azul}[x,t] \div DA_{azul}[x,t] \quad (01)$$

A Equação 02 a seguir traz a fórmula para a avaliação da sustentabilidade da Pegada Hídrica Cinza, sendo que o indicador local utilizado foi o nível de poluição da água (NPA), que se refere à relação entre a vazão natural ( $Q_n$ ), menos a sua demanda de vazão ambiental, que no caso foi considerada a  $Q_{90\%}$ , que é vazão com 90% de garantia.

$$NPA [x,t] = \sum PH_{cinza}[x,t] \div Q_{real}[x,t] \quad (02)$$

Dessa forma, é possível fazer a apresentação dos resultados obtidos na pegada hídrica total da sub-bacia do rio Espinharas, bem como realizar a análise da sustentabilidade, de acordo com os parâmetros estabelecidos para tal.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Estimativa da pegada hídrica no abastecimento urbano e rural

No abastecimento, a Pegada Hídrica Azul foi calculada tendo por base os dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) e os dados encontrados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS 2016). Através destas informações a respeito da quantidade de habitantes no ano de 2015, foi possível estabelecer a cota *per capita* por habitante (litro/hab. dia), sendo que esta consiste na média diária de água consumida por indivíduo para satisfazer os consumos domésticos, comercial, público e industrial (SNIS 2016). Também foram consideradas as perdas da rede de abastecimento e o plano de racionamento das cidades da sub-bacia estuada. A Pegada Hídrica do abastecimento urbano e rural foi classificada como água azul, uma vez que essa água de cisternas se destina também ao consumo. Dessa forma, o resultado da  $PH_{Azul}$  total do abastecimento foi de 9.942.489 m<sup>3</sup>/ano.

### 3.2 Estimativa da Pegada Hídrica no Saneamento

Já a pegada hídrica do setor de saneamento envolveu apenas a componente cinza, uma vez que engloba a coleta e o tratamento, porém na região estudada não existem serviços de tratamentos de efluentes, sendo considerados, portanto, somente os dados de esgotos não tratados. O cálculo da pegada cinza deste setor envolveu a população do ano de 2017, cota *per capita* por habitante (litro/habitante.dia), perdas da rede de abastecimento, a vazão média de esgoto ( $m^3/ano$ ), concentração média padrão dos esgotos ( $kg/m^3$ ), carga poluente do esgoto não tratado ( $kg/ano$ ), concentração média natural ( $kg/m^3$ ) e a concentração máxima permitida ( $kg/m^3$ ).

Para ser possível a mensuração do volume de esgoto não tratado que é lançado nos rios da região estudada, foi utilizado o valor de consumo *per capita* de água dos municípios e o percentual da população que não é atendida pela rede de esgotamento sanitário. Com todos esses dados, obteve-se a pegada hídrica cinza do setor de saneamento para cada cidade que perfizeram o valor da pegada cinza total foi de 245.841.706  $m^3/ano$ .

### 3.3 Estimativa da Pegada Hídrica na Agricultura

Para a pegada hídrica do setor agrícola foram considerados duas componentes, a azul e a verde. Nesse setor não foi considerado a componente cinza, já que na região não foram constatados relatos de transporte de fertilizantes e defensivos agrícolas. Foi considerada a demanda de água para irrigação (PHazul), principalmente quando se leva em consideração o sistema de irrigação utilizado, pois nessa região predomina o método por inundação; e a absorção pelas raízes dos cultivos (PHverde) proveniente das precipitações ocorridas no local.

A estimativa da PHverde e PHazul da atividade agrícola foi obtida através do cálculo da demanda hídrica das culturas permanentes e temporais cultivadas na região, o qual relaciona os dados de evaporação média mensal, o coeficiente de cultivo das culturas e a precipitação efetiva mensal. Os dados de evaporação média mensal para os dois reservatórios foram obtidos de tanques classe A dos postos climatológicos situados nas vizinhanças de Patos, onde se utilizou um coeficiente de correção de 0,75, conforme mostrado na tabela 1. As maiores taxas evaporimétricas correspondem, respectivamente, aos trimestres outubro-dezembro e março-maio.

Tabela 1: Evaporação Mensal Média em Patos (mm)

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Médias	319	254	236	203	219	221	247	298	316	354	337	331

O cálculo da precipitação efetiva (Pefet) levou em consideração a precipitação média mensal do posto pluviométrico do distrito de Mãe D'água, conforme a tabela 02.

Tabela 2: Precipitação Mensal Média em Mãe D'água (mm)

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Médias	90,5	152	280,5	273,6	77,5	38,9	21,4	5,8	3,9	2,8	11,8	35,9

Dessa forma, a Pegada Hídrica Verde Total da agricultura irrigada obteve o valor de 37.490.799 (m<sup>3</sup>/ano), estando em pleno funcionamento. Esse valor representa toda a quantidade de água que é absorvida pelas raízes das plantas cultivadas nessa região, atendida pela sub-bacia do Rio Espinharas. Já a Pegada Hídrica Azul Total da agricultura irrigada, dado o seu pleno funcionamento, apresentou o resultado de 119.999.872 (m<sup>3</sup>/ano).

### 3.4 Estimativa da pegada hídrica na pecuária

Para a pegada hídrica da pecuária, o cálculo teve como base informações sobre o rebanho existente na região: como o número de cabeças por município da sub-bacia estudada, o peso médio de cada tipo de animal e a média de consumo de água diária para cada animal considerado. Esses dados foram fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Portanto, para o cálculo da pegada hídrica azul na pecuária, foi empregada a quantidade de cabeças e o consumo de água por cabeça de bovinos, equinos, suínos, caprino, ovinos, galináceos, e o peso médio dos rebanhos. Dessa maneira, ao ser realizada a soma da PHAzul das categorias de animais considerados na pesquisa, temos o resultado da PHAzul total da pecuária, que é de 1.209.263 m<sup>3</sup>/ano.

As informações coletadas para o cálculo da pegada verde total foi considerada a ingestão diária de silagem para cada tipo de animal. A EMBRAPA (2016) e a EMATER (2016) foram as responsáveis pelo fornecimento dessas informações sobre o rebanho. No intuito de verificar o volume de água (m<sup>3</sup>/ano) utilizada na produção dos tipos de silagem para o consumo dos animais, foi considerada a produtividade do milho e do capim sorgo (ton/ha), bem como o consumo total por animal das categorias (ton/ano) e a área a ser plantada (ha), destacando também que, para obtenção desses dados foram consideradas a evaporação mensal média do milho e do capim, assim como seu coeficiente de cultivo e a evaporação real de cada cultura através de dados disponibilizados pela SUDENE (1990), ANA (2016) e AESA (2016).

Para tanto, dividindo-se o consumo total de silagem em toneladas por ano, pela produtividade média em toneladas por hectares, temos a área a ser plantada (m<sup>2</sup>/ ano), e então multiplicando esse valor pela evapotranspiração total (m/ano), pode-se obter o valor da pegada hídrica verde total da pecuária no ano de 2017, que é de 2368 m<sup>3</sup>/ano.

### 3.5 Pegada Hídrica Total

Ao término da contabilização das pegadas hídricas de cada usuário da água considerado nesta pesquisa, foi possível estimar o valor da pegada hídrica total da sub-bacia do Rio Espinharas no sertão paraibano, no ano de 2017, por setor. Os valores detalhados de cada setor, por tipo de pegada hídrica e sua totalidade na sub-bacia estudada são demonstrados conforme a Tabela 03.

Tabela 03: Pegada hídrica total no ano de 2017 em m<sup>3</sup>/ano

Principais Setores	Ph azul (m <sup>3</sup> /ano)	Ph verde (m <sup>3</sup> /ano)	Ph cinza (m <sup>3</sup> /ano)
Abastecimento humano	9.942.489	-	-
Saneamento	-	-	245841706
Agricultura irrigada	119999872	37.490.799	-
Pecuária	1.209.263	2.368	-
Pegada Hídrica total	131.151.624	37.493.167	245.841.706
Pegada Hídrica da sub-bacia do Rio Espinharas	414.486.497		

Portanto, temos como resultado para a pegada hídrica total da sub-bacia do Rio Espinharas-PB abordada nesta pesquisa, o valor de 414.486.497 m<sup>3</sup>/ano.

### 3.6 Análise da sustentabilidade da sub-bacia do Rio Espinharas no ano de 2017

As Figuras 01 e 02 a seguir evidenciam a análise da sustentabilidade ambiental quando consideradas a pegada hídrica azul (nível de escassez) e pegada cinza (nível de poluição) da sub-bacia estudada. A pegada azul dentro de um período específico, em uma dada sub-bacia, torna-se um ponto crítico quando ela excede a disponibilidade de água azul.

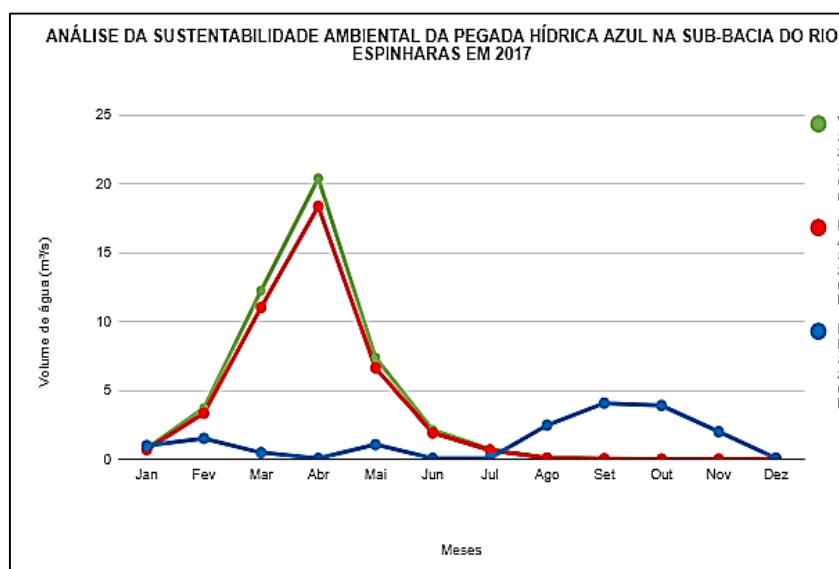


Figura 1 – Análise da Sustentabilidade com a Pegada Azul

Conforme a Figura 1, é perceptível que a disponibilidade de água não é afetada pela demanda na maioria dos meses, porém, no período que abrange agosto a novembro há uma pegada azul superior à disponibilidade de água que a sub-bacia oferece. Trazendo esses resultados para a prática, é a partir desse ponto que surgem as situações de complicação no abastecimento, já que não existe água suficiente para suprir as necessidades da população em todos os dias do mês, fazendo com que seja necessário o racionamento contínuo de água nos municípios da sub-bacia estudada. Essa disponibilidade de água vai reduzindo de forma gradativa, coincidindo com o regime de chuvas, já que de fevereiro a junho a disponibilidade de água é abundante. Observando os resultados, pressupõe-se que havendo um planejamento consistente para o uso adequado da água durante todo o ano, seria possível administrar a quantidade de água que se tem disponível para evitar os problemas enfrentados nos meses de estiagem.

Considerando a pegada cinza e o índice de poluição, a Figura 02 a seguir permite conhecer os níveis de sustentabilidade ambiental na da sub-bacia do Rio Espinharas.



Figura 2 – Análise da Sustentabilidade com a Pegada Cinza

Para tanto, a pegada hídrica cinza total depende do escoamento disponível na sub-bacia capaz de autodepurar seus efluentes respeitando a elasticidade dos mananciais. Nota-se na Figura 02, que em um período específico a sub-bacia passa por meses críticos, quando a capacidade de assimilação de resíduos foi totalmente consumida. Durante os meses de agosto a janeiro a pegada cinza é maior que a vazão real da sub-bacia, ou seja, nesses meses o escoamento disponível não é suficiente para assimilar os efluentes gerados, fazendo com que a concentração de efluentes seja relevante.

Nesta pesquisa não foi possível realizar a análise da sustentabilidade da pegada hídrica verde, em virtude dos dados insuficientes, impossibilitando assim, complementar a avaliação. Uma avaliação pautada em dados escassos pode trazer um resultado e posterior análise equivocados.



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os principais resultados obtidos nesta pesquisa, foi possível observar que os setores que mais demandam água na sub-bacia do Rio Espinharas são: o abastecimento, na utilização de água azul; e a agricultura irrigada, no uso da água verde. Em relação à sustentabilidade, no ano de 2017, ao ser analisada de forma geral, a sub-bacia não pode ser considerada como insustentável, apesar dos pontos críticos verificados em alguns meses do ano, ocasionados pelos períodos de estiagem, onde a demanda é superior à oferta hídrica, prejudicando assim vários setores. A análise que pode ser feita é que, a sustentabilidade da sub-bacia pode ser classificada como aceitável, dentro dos parâmetros estabelecidos no Manual de Avaliação da Pegada Hídrica (2011).

Devido a esses períodos de insustentabilidade, ocasionados principalmente entre agosto e dezembro, recomenda-se aumentar a eficiência na captação de água, ou seja, armazenar água de forma otimizada em quantidade maior, além de investir em infraestrutura, para que possam ser evitadas as perdas ao longo do sistema de distribuição. É importante também incentivar a redução do consumo individual, através da implementação de políticas públicas para conscientização da população mesmo quando há maior disponibilidade, para que assim seja possível reservar água nos períodos de seca, em que a disponibilidade hídrica é mais escassa. Além disso, faz-se de grande importância a utilização de tecnologias para reutilização da água.

Portanto, é possível afirmar que os resultados dessa pesquisa podem servir como auxílio para planejamentos de uso eficiente da água, bem como, chamar a atenção da dos diversos setores da sociedade para a urgente necessidade de rever a forma como os recursos hídricos estão sendo utilizados e gerenciados dentro dessa sub-bacia, e assim busca as melhores formas de captação, armazenamento, distribuição e redução do consumo da água, já que esta consiste num bem indispensável para a vida humana na terra.

#### REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA - AESA. (2016). “*Plano Estadual de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu*”. Resumo Estendido. Brasília-DF.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. (2016). “*Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu*” / Agência Nacional de Águas. - Brasília.

ALBUQUERQUE, M. F. (2013). “*Medições e Modelagem da Pegada Hídrica da Cana-DeAçúcar Cultivada no Brasil*”. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). - Campina Grande-PB.

ALLAN, J. A. (1998). “*Virtual water: A strategic resource global solutions to regional deficits*”. Ground Water, v.36, p.545-546.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA – CAGEPA. (2017). “Consumo médio per capita e perdas da rede de abastecimento”. Registros *In loco*.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – EMATER. (2017). “Consumo médio de água e alimentos por categoria animal”. Registros *In loco*.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. (2017). “Consumo médio de água e alimentos por categoria animal”. Registros *In loco*.

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

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONNEN; M. M. (2011). “Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: estabelecendo o Padrão Global”. Water Footprint Network, Earthscan.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. (2010). “Censo Demográfico de 2010”. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>>.

PROGRAMA ÁGUA BRASIL – PAB. (2014). “Pegada Hídrica de Bacias Hidrográficas”. Agência nacional de Águas/Fundação Banco do Brasil/WWF-Brasil.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. (2016). Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014. Brasília: SNSA/MCIDADES.

SUDENE- SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. (1990). “Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste – Série Pluviometria 5”. Estado da Paraíba. Recife, 239p.