



Encontro Internacional sobre Gestão  
Empresarial e Meio Ambiente

ISSN: 2359-1048  
Dezembro 2016

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS MODELOS CONTÁBEIS DE PEGADA HÍDRICA POR ATIVIDADE ECONÔMICA NO BRASIL**

**JACKELINE LUCAS SOUZA**

jackeline.souza@hotmail.com

**GUSTAVO VIEIRA SAMPAIO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

gustavovsampaio@gmail.com

**MIGUEL CARIOCA NETO**

miguelcarioca@ufersa.edu.br

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS MODELOS CONTÁBEIS DE PEGADA HÍDRICA POR ATIVIDADE ECONÔMICA NO BRASIL

## RESUMO

O conceito da pegada hídrica foi introduzido como um importante indicador de consumo de água para a humanidade, que pode ser definido como o volume total de água utilizado na produção de bens e serviços e no consumo direto de água pelos seres humanos (SILVA et al., 2013). A pegada hídrica é uma metodologia de estimativa de uso e consumo da água, oferecendo aos gestores um indicador para tomada de decisão na gestão dos recursos hídricos. Dentro desse contexto, o presente trabalho se propõe uma revisão bibliográfica dos modelos contábeis de pegada hídrica que são mais utilizados como metodologia de cálculo para mensuração do consumo e do uso dos recursos hídricos no Brasil. Com base na revisão da literatura, foi identificada a metodologia de Hoekstra et al. (2011) como a mais aplicada no Brasil, visto que está presente em 54% dos 24 documentos analisados, e que contribui indiretamente para os outros modelos encontrados (HOEKSTRA; HUNG, 2002; CHAPAGAIN; HOEKSTRA, 2003; HOEKSTRA; CHAPAGAIN, 2008; MEKONNEN; HOEKSTRA, 2011), sendo adotado, principalmente, nos segmentos da agropecuária e da indústria. Nas demais atividades predominam o modelo de Hoekstra e Chapagain (2008).

**Palavras-chave:** Pegada Hídrica. Modelos Contábeis. Atividade Econômica.

## ABSTRACT

The concept of water footprint was introduced as an important indicator of water consumption for humanity, which can be defined as the total volume of water used in the production of goods and services and direct water consumption by humans (Silva et al., 2013). The water footprint is a use of estimation methodology and water consumption, giving managers an indicator for decision making in water management. In this context, this paper proposes a literature review of the accounting models of water footprint that are most used as calculation methodology for measuring the consumption and use of water resources in Brazil. Based on the literature review, we identified the methodology of Hoekstra et al. (2011) as the most applied in Brazil, as is present in 54% of the 24 documents analyzed, and contributes indirectly to other models found (Hoekstra and Hung, 2002; Chapagain; Hoekstra, 2003; Hoekstra and Chapagain 2008; Mekonnen; Hoekstra, 2011) and was used mainly in the sectors of agriculture and industry. In the other activities predominate model Hoekstra and Chapagain (2008).

**Key words:** Water Footprint. Accounting models. Economic activity

## **1. INTRODUÇÃO**

Atualmente, constantes mudanças decorrentes de avanços tecnológicos e desenvolvimento populacional, pela atividade humana desordenada e acelerada, têm gerado impactos negativos ao meio ambiente e efeitos nocivos à sustentabilidade dos recursos ambientais. Para tal sustentabilidade é preciso adotar uma política de proteção e recuperação ambiental para as próximas gerações. O conceito desenvolvimento sustentável busca a harmonia entre o crescimento econômico e a preservação ambiental. Diante disso, a Contabilidade Ambiental surge como uma ciência que visa o equilíbrio entre estas variáveis através da mensuração dos impactos ambientais e dos seus efeitos na vida das empresas, das pessoas e da sociedade.

Há décadas, as formas de gestão dos recursos hídricos são discutidas a fim de evitar ou minimizar problemas de desabastecimento de água no mundo. Assuntos referentes à utilização, disponibilidade e gestão da água doce têm sido abordados em escalas locais ou nacionais (LIMA, 2001). Nesse sentido, com a visualização da água incorporada nos produtos pode ser compreendido o caráter global da água doce e quantificado os efeitos do consumo e do comércio no uso dos recursos hídricos. Esta percepção poderá servir como base para melhorar e tornar mais adequada a gestão dos recursos de água doce existentes no planeta (SEIXAS, 2011).

A metodologia da Pegada Hídrica permite contornar os efeitos da escassez de água, que hoje já priva milhões de pessoas em várias partes do mundo ao acesso a esse recurso essencial. A Pegada Hídrica, ao identificar o local, volume, e momento em que ocorre o consumo de água, abre a possibilidade para uma gestão mais adequada dos recursos hídricos, evitando a exploração em locais de escassez e direcionando o consumo para as regiões do planeta onde ela é mais abundante (GIACOMIN ; OHNUMA, 2012).

Nesse contexto, este estudo justifica-se, através da metodologia Pegada Hídrica ao oferecer suporte aos gestores sobre estimativas de impactos que a economia gera sobre o consumo e uso de água. Estimativas estas essenciais para gestão de um recurso ambiental escasso e por isto necessário de valoração econômica.

O presente trabalho se propõe a responder à seguinte questão problema: Quais os modelos contábeis de Pegada Hídrica utilizados no Brasil? A fim de responder a esta questão foi traçado como objetivo geral da pesquisa, avaliar os modelos contábeis de Pegadas Hídrica no Brasil. Para tanto, foram traçados os seguintes objetivos específicos: i) levantamento e análise de documentos publicados no Brasil, com o termo pegada hídrica presente nos títulos, durante um horizonte de análise de sete anos; ii) agrupamento dos documentos por modelos utilizados e segmentando-os por grupos de atividades econômicas; e iii) avaliação das diferenças existentes, bem como das principais características.

Esta pesquisa está segmentada em mais quatro seções além desta introdução. Na segunda seção, discutem-se os fundamentos teóricos sobre os quais se apoia a avaliação. Basicamente, sistematizam-se os métodos obtidos por autores. Com base nessa revisão bibliográfica, propõem-se, na terceira seção, os métodos empregados para a obtenção e manipulação dos dados da pesquisa. Os resultados da avaliação são discutidos na quarta seção. Finalmente, as principais conclusões do trabalho são apresentadas na quinta e última seção.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Pegada Ecológica e interação com a Pegada Hídrica**

A consciência ambiental é um tema de relevante importância, visto que possui capítulo próprio na carta magna, que descreve: “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” O fornecimento contínuo de recursos naturais ainda é uma necessidade da humanidade. Os impactos sobre o planeta, gerados pelo homem em ritmo acelerado, modifica

o ambiente a fim de atender suas necessidades súbitas, sem deixar tempo para a recuperação do ecossistema. O modelo sustentável é uma solução plausível para darmos continuidade ao crescimento populacional e econômico de forma perene. Nesse contexto, a pegada ecológica figura como instrumento importante na avaliação dos impactos antrópicos no meio natural.

O conceito de Pegada Ecológica foi criado, nos anos 90, pelo suíço Mathis Wackernagel, buscando estimar o quanto de recursos naturais renováveis são necessários para suprir o consumo de uma população. Segundo Van Bellen (2002), a Pegada Ecológica avalia o espaço necessário para sustentar um determinado sistema ou unidade, através da contabilização dos fluxos de matéria e energia que entram e saem de um sistema econômico, convertendo-os em área equivalente de terra ou água existentes na natureza para sustentar esse sistema.

A Pegada Ecológica fundamenta-se no conceito de capacidade de carga, também denominada de biocapacidade. Define-se como a área de terreno produtivo, medido em hectares, necessários para sustentar a sobrevivência de uma determinada população.

No contexto macro da Pegada Ecológica foram inseridos outros instrumentos de mensuração de estimativas de uso dos recursos naturais, tais como a Pegada do Carbono e a Pegada Hídrica, contudo as origens e finalidades dos conceitos diferem entre si (SILVA, 2009). Enquanto que a Pegada Ecológica mostra a área de terreno, medido em hectares, necessária para sustentar vida das pessoas, a Pegada do Carbono quantifica as emissões totais dos Gases do Efeito Estufa (expressos em CO<sub>2</sub>, equivalentes em toneladas) durante o ciclo de vida de um produto ou serviço e a Pegada Hídrica indica o volume anual de água doce (medidos em metros cúbicos anuais) necessário para manter uma população.

Para Chapagain e Orr (2009), a maneira mais comum para avaliar os impactos ambientais da utilização de recursos em um sistema de produção é a análise do ciclo de vida (ACV). Início-se nos anos 60 os estudos sobre ACV impulsionados pela crise do petróleo. Os primeiros estudos objetivavam calcular o consumo de energia, sendo denominada “análise de energia” (*Energy analysis*). Pesquisas sobre limites de extração dos recursos naturais, especialmente combustíveis fósseis e recursos minerais, foram questionadas pela sociedade. Com o incentivo da normatização ISO 14040, os estudos expandiram-se a partir dos anos 90, com conseqüente aumento do número de estudos, publicações, conferências e congressos. (COLTRO et al., 2007). Chapagain e Orr (2009) estabelecem um paralelo entre as metodologias da Pegada Ecológica e Hídrica, afirmando que tanto a análise do ciclo de vida (ACV), quanto a Pegada Ecológica, são modelos que poderiam se beneficiar dos métodos de Pegada Hídrica.

O conceito de Pegada Hídrica surgiu através Hoekstra em 2002, em Delf (Holanda), durante uma reunião de peritos internacionais sobre água virtual. O termo Pegada Ecológica serviu de forma análoga à adoção do termo Pegada Hídrica, contudo os conceitos possuem raízes e métodos de medição diferentes. A premissa da Pegada Hídrica é reduzir os efeitos da escassez de água em todo o mundo, gerando assim uma melhor gestão hídrica, enquanto que a Pegada Ecológica trata de um conceito macro da quantidade necessária de recursos naturais renováveis para manter gerações futuras.

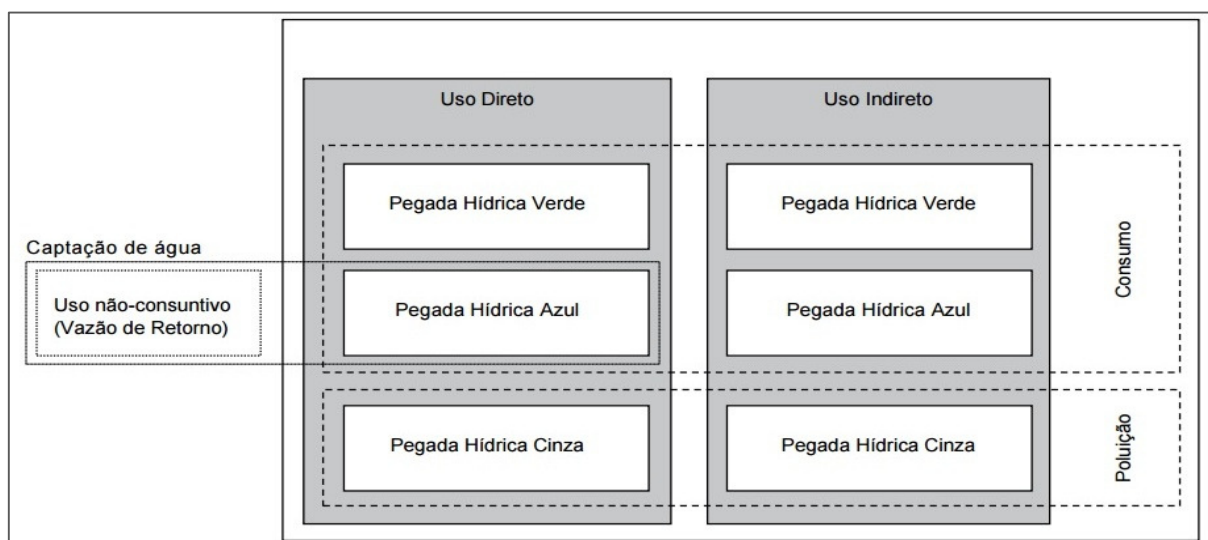
Para Hoekstra (2003), a pesquisa sobre Pegada Hídrica teve início com sua insatisfação pelo fato de que a gestão de recursos hídricos é vista, frequentemente, como uma questão local ou no máximo como o problema que ocorre no âmbito de uma bacia hidrográfica.

A Pegada Hídrica é um indicador do uso de água doce que não visa somente o uso direto do consumidor ou produto, mas também, seu uso indireto. A sua abrangência como indicador multidimensional visa mostrar a apropriação dos recursos hídricos bem como os volumes de poluição pelo tipo de poluição. Segundo Hoekstra et al. (2011), a Pegada Hídrica é dividida em três componentes: azul, verde e cinza. A Pegada Hídrica Verde refere-se ao volume de águas pluviais armazenadas temporariamente no solo ou superfície, tendo sua importância destacada no setor agrícola. A Pegada Hídrica Azul é o indicador do consumo de água utilizada (evaporada), oriundos de rios e lagos. A Pegada Hídrica Cinza representa a quantidade utilizada

de água poluída associada ao processo de produção. Hoekstra (2011) define este componente como o volume de água doce, que é necessário para assimilar a carga de poluentes com base em concentrações de fundo naturais e os padrões ambientais de qualidade da água existentes.

A Pegada Hídrica de um consumidor é calculada através da soma de suas pegadas diretas e indiretas. A Pegada Hídrica direta de um consumidor ou produto pode ser definida como o consumo de água e à poluição utilizada nas atividades domésticas, ao passo que a indireta está relacionada ao consumo de água e à poluição que pode ser associada aos insumos de uma produção. Na Figura 1 estão representados, de forma esquematizada, os componentes de uma Pegada Hídrica, considerando as pegadas diretas e indiretas. O uso de água armazenada não consuntivo não faz parte da Pegada Hídrica. Ao longo das diversas fases da produção, o volume de água utilizada é a base para o entendimento do conceito Pegada Hídrica.

**Figura 1** - Representação esquemática dos componentes de uma Pegada Hídrica



**Fonte:** Hoekstra et al. (2011).

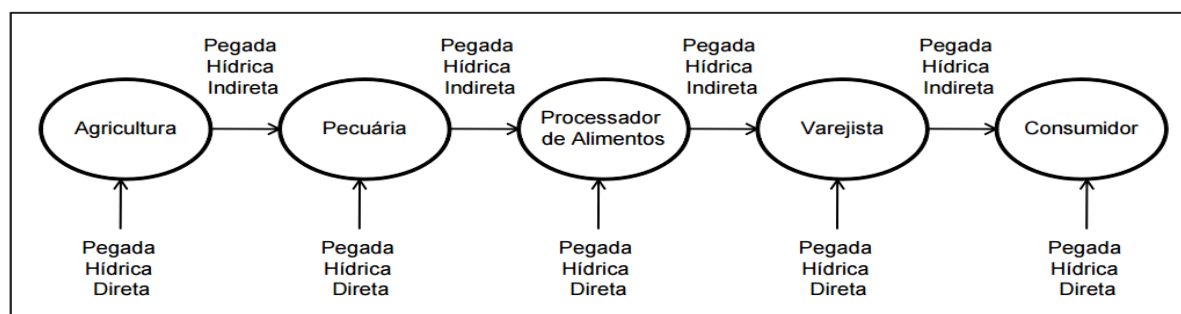
Para Hoekstra (2011), a Pegada Hídrica fornece uma concepção mais adequada e ampla sobre a forma como um consumidor ou produtor se relaciona com o uso dos sistemas de água doce. A contabilização da Pegada Hídrica oferece uma visão espacial e temporal sobre como a água é distribuída para as mais diversas aplicações. Além disso, elas podem fomentar a análise sobre o uso e a alocação sustentável da água, contribuindo como suporte para a avaliação dos impactos ambientais e econômicos.

Nesse sentido, Hoekstra et al. (2011) afirma que a aplicação dos estudos da Pegada Hídrica pode ser usada em diversos contextos e propósitos. A avaliação da pegada hídrica necessita de uma análise específica, fornecendo alternativas diferentes às suposições usadas. Como ponto inicial ao estudo de uma Pegada Hídrica de uma entidade é necessário estimar qual a pegada de interesse, visto que as áreas de atuação são diversas, como por exemplo, a Pegada Hídrica de um produto, consumidor, etapa do processo, grupo de consumidores, negócio, bacia hidrográfica, dentre outros. A partir da definição da área de interesse é que se podem avaliar os objetivos específicos de cada pegada. Os objetivos podem ser diversos, tais como a conscientização, identificação de pontos críticos, formular políticas e estabelecer metas, dentre outros. Contudo, será necessário avaliar a Pegada Hídrica em um sentido mais amplo adicionando outros fatores além da água.

A Pegada Hídrica de um produto intermediário ou final é a união da Pegada Hídrica de diversas etapas relevantes do processo de elaboração do produto. Dessa forma, a Pegada Hídrica de uma etapa do processo é o alicerce de todos os cálculos das Pegadas Hídricas. A Figura 2 mostra de forma simplificada a cadeia de um produto animal. A soma das Pegadas Hídricas diretas e indiretas resulta na Pegada Hídrica de um consumidor. Segundo Hoekstra et al. (2011),

quando consideramos o consumo da carne, por exemplo, a pegada hídrica direta de um consumidor se refere ao volume de água consumido ou poluído para preparar e cozinhar a carne. A pegada hídrica indireta do consumidor da carne depende das pegadas hídricas diretas do comerciante que vende a carne, do frigorífico que prepara a carne para a venda, da fazenda que cria o animal e do produtor da ração que alimenta o animal. A pegada hídrica indireta de um comerciante depende das pegadas hídricas diretas do frigorífico, das fazendas produtoras de gado e de ração e assim por diante.

**Figura 2** - Pegada Hídrica direta e indireta de um produto de origem animal



Fonte: Hoekstra et al. (2011).

A Pegada Hídrica de um processo é expressa como o volume de água por unidade de tempo, mas se dividida pela quantidade de produtos que resultam do processo, ela também pode ser expressa como volume de água por unidade de produto. A Pegada Hídrica de um produto sempre é expressa como o volume de água por unidade de produto (geralmente  $m^3/ton$ ). A Pegada Hídrica de um consumidor é sempre expressa como o volume de água por unidade de tempo, podendo ser em dia, mês ou ano.

## 2.2 Modelos contábeis de Pegada Hídrica

Através de busca bibliográfica, segundo os critérios de investigação descritos na seção de metodologia, foram expostas sínteses dos escopos dos trabalhos que abordam os modelos utilizados de Pegada Hídrica no Brasil. A fim de facilitar a visualização dos escopos, dividiram-se os modelos, sistematicamente, em quatro categorias – em maior evidência - por grupos de atividades econômicas, sendo estas: agropecuária, energia, indústria e outras atividades.

Na agropecuária, Palhares (2011, 2012 e 2014) contribuiu com três artigos, adotando, metodologicamente, o consumo de água na produção de grãos (milho e soja), a água de dessedentação e a utilizada na limpeza das instalações. Em 2011, calculou a pegada hídrica dos suínos abatidos no Brasil no ano de 2008, em cada um dos Estados da Região Centro-Sul do país, onde o Estado que apresentou a maior pegada hídrica foi o Rio Grande do Sul ( $2,702 km^3$ ), seguido de Santa Catarina ( $2,401 km^3$ ) e Paraná ( $1,089 km^3$ ). Já no estudo de 2012, o autor estimou a pegada hídrica para aves abatidas nos Estados da Região Centro-Sul do Brasil entre os anos 2000 a 2010. O Estado que apresentou a maior pegada hídrica foi o Paraná ( $4,802 km^3$ ), seguido de Rio Grande do Sul ( $3,782 km^3$ ) e Santa Catarina ( $3,520 km^3$ ), enquanto que os Estados do Espírito Santo ( $0,197 km^3$ ), Rio de Janeiro ( $0,276 km^3$ ) e Goiás ( $1,176 km^3$ ) apresentaram menores pegadas hídricas. Em 2014, o autor calculou a pegada hídrica dos suínos abatidos no Estado de Santa Catarina no período de 2001 a 2011, dando ênfase ao impacto de estratégias nutricionais no valor das pegadas azul e cinza. Como resultado deste, o valor da pegada hídrica apresentou variação crescente, decorrente do aumento do número de animais abatidos ao longo dos anos, além de que referido processo teve impacto direto na demanda de água pela atividade.

Boldrin e Boldrin (2012) calcularam a pegada hídrica, estimando a demanda de água anual para o cultivo de soja no Estado de Mato Grosso, nos dados de colheita de soja, entre os anos de 1997 e 2009, obtidos junto à Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral de Mato Grosso. A pegada hídrica da produção de soja foi calculada com base na metodologia

de Hoekstra e Hung (2002), elaborando em uma tabela a estimativa dos volumes de água utilizados pelo cultivo de soja no Estado de Mato Grosso, evidenciando que em 2009 foram necessários mais de 31 bilhões de metros cúbicos de água para cultivar mais de 5,8 milhões de hectares de soja. Rocha et al. (2013a) contribuíram nesse mesmo segmento agrícola, avaliando a pegada hídrica cinza do Rio Grande do Norte, a partir dos produtos agrícolas mais importantes de sua pauta de exportação, de 1997 a 2013. Os dados de valores financeiros (em dólares americanos) e as quantidades das exportações (em quilogramas), foram obtidos da Secretaria de Comércio Exterior, enquanto que informações sobre as produtividades das culturas (em toneladas por hectare), foram obtidas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e as taxas de aplicação de nitrogênio (em quilogramas por hectare), foram obtidas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. O resultado mostra que o volume total de pegada hídrica cinza é de 136.362.187 m<sup>3</sup>, com média anual de 8.021.305,1 m<sup>3</sup>. No mesmo ano, o autor avaliou a pegada hídrica das exportações agrícolas do Estado do Rio Grande do Sul, no Brasil, a partir dos produtos principais de sua pauta agrícola (commodities), utilizando o modelo proposto por Mekonnen e Hoekstra (2010) a fim de definir o padrão de consumo por produto – pegada hídrica (em litros/kg) –, para as condições de produção agrícola do Rio Grande do Sul. O resultado obtido foi muito expressivo (230 trilhões de litros, em 16 anos) (ROCHA et al., 2013b).

Lugoch (2013) buscou soluções que possibilitassem uma avaliação acertada quanto ao impacto de diferentes usos em um corpo hídrico, avaliando a pegada hídrica através da metodologia proposta pelo Manual de Avaliação da Pegada Hídrica (2011) para o caso da plantação de chá no Distrito de Haputale, Sri Lanka que resultou em 126.113,89 m<sup>3</sup>/ton. Mendonça et al. (2013) objetivaram o cálculo e mensuração da pegada hídrica na produção nacional de carne bovina em 2011 comparando duas formas de manejo de pasto. Calculou-se o volume de água da chuva, água subterrânea e de superfície e água necessária para a amortização de poluentes, resultando no uso total de água na cadeia produtiva da bovinocultura. Foi considerada, de forma hipotética, toda a produção nacional em dois diferentes tipos de criação de animais em pastagem. Os resultados para a criação em pastagem manejada e não manejada, foram respectivamente: 13.362 l/kg e 26.252 l/kg, de carne.

Silva et al. (2015) propôs comparar as medições da pegada hídrica da cana-de-açúcar, derivadas pelo método tradicional utilizado na sua estimativa, usando o balanço hídrico completo no solo em condições de campo. Os dados para a determinação da evapotranspiração de referência foram obtidos na Plataforma de Coleta de Dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso compreendendo uma parcela de sequeiro e quatro tratamentos de irrigação, com três repetições utilizando-se a evapotranspiração de referência no manejo de água. Os resultados evidenciaram que os valores da pegada hídrica verde e cinza diminuem e os valores da pegada hídrica azul aumentam à medida que há acréscimo na lâmina de irrigação. Bleninger e Kotsuka (2015), em um estudo de caso da soja e óleo de soja no Brasil, analisaram a aplicabilidade dos conceitos Água Virtual e Pegada Hídrica utilizando os principais conceitos, métodos e ferramentas para mensuração da Pegada Hídrica, bem como o fluxo de Água Virtual. Para tanto, analisou-se os aspectos qualitativos e quantitativos destas ferramentas, a partir de um estudo de caso que objetivava estimar as Pegadas Hídricas de um produto agrícola (soja) e um produto industrializado (óleo de soja). Os resultados indicaram que, em média, a Pegada Hídrica da soja cultivada na região de Maringá, no Estado do Paraná - Brasil, é de 2.210 m<sup>3</sup>/t e a pegada hídrica do óleo de soja produzido no município Araucária, no mesmo Estado, é de 6 201 m<sup>3</sup>/t.

No setor energético, Bueno (2014) desenvolveu um estudo no reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos, sul de Minas Gerais, com base em dados monitorados por uma estação meteorológica instalada nas proximidades no qual objetivava estimar as taxas de evaporação e caracterizar a pegada hídrica desta usina e comparar os resultados obtidos com valores indicados para outras usinas no Brasil e no mundo. Como resultado, a pegada hídrica

mostrou-se capaz de identificar o impacto do rendimento real das usinas hidrelétricas na eficiência do uso dos recursos hídricos para geração de energia elétrica. Ferreira (2014) calculou a quantidade de água consumida para a produção de 1 Kwh de energia elétrica pela AES Tietê S.A., levando em consideração a evaporação de seus reservatórios e toda a cadeia produtiva dos produtos utilizados pela empresa no intervalo de um ano. A pegada final foi calculada em duas etapas: na primeira, foram levados em consideração os principais produtos utilizados pela empresa, seus processos produtivos e transporte; e na segunda, correspondente à evaporação dos reservatórios. Os resultados relativos à primeira parcela da pegada não foram produzidos por falta de dados, já a segunda, considerando a evaporação real, foi de 0,205 m<sup>3</sup>/kWh.

Resende Neto (2011) investigou em 2009 o impacto do setor de biocombustíveis sobre os recursos hídricos aplicando o método da pegada hídrica no setor industrial no Brasil. Para tanto, estimou o conteúdo de água virtual presente nas fases agrícola e industrial do ciclo de vida dos biocombustíveis, contribuindo com a produção de dados que poderão ser utilizados na construção de inventários de produtos que fazem uso de etanol e biodiesel em seu próprio ciclo de vida. Como resultado, o consumo de água para a produção de biocombustíveis totalizou 66,8 km<sup>3</sup>, sendo 14,0 km<sup>3</sup> referentes à produção de biodiesel e outros 52,8 km<sup>3</sup> à produção de etanol.

Muller (2012) aplicou as metodologias da pegada hídrica e da análise do ciclo de vida para avaliar o uso da água que ocorre durante o ciclo de vida do biodiesel produzido a partir da soja no Estado do Rio Grande do Sul, justificando que o uso da água no ciclo de vida de produtos e serviços é uma ferramenta importante de gestão, principalmente quando relacionada ao biodiesel. O valor da pegada hídrica total da produção de um litro de biodiesel de soja é de 19785,4 litros, composta por (em litros): 7,8 de água azul, 8089,6 de água verde e 11688 de água cinza. Empinotti et al. (2013) analisou a contribuição da fração da pegada hídrica cinza no valor total da pegada hídrica da celulose e suas consequências sobre ações a serem definidas para diminuir o impacto ambiental de tal processo produtivo nos corpos de água, realizando um estudo de caso, calculando os resultados da pegada hídrica cinza do processo industrial de produção de celulose nos países que ocupam as primeiras colocações no ranking mundial de produção e possuem parâmetros de qualidade de água em vigor, que são os Estados Unidos, Canadá e Brasil, que demonstrou que a pegada hídrica cinza do processo industrial respondeu por até 55% do valor total da pegada hídrica da celulose, além de terem apresentado elevada variação em função dos parâmetros ambientais e do poluente de referência.

Outras atividades, Zaffani et al. (2011) calcularam a pegada hídrica cinza para três parâmetros (DBO, sólidos totais e fosfatos totais) em três pontos de monitoramento da cidade de São Carlos e avaliaram o uso da pegada hídrica cinza como um indicador de sustentabilidade para as atividades desenvolvidas na bacia. Obteve-se dados de vazão, carga de poluentes e pegada hídrica cinza. Este foi apresentado a fim de compará-lo com a vazão do rio em cada ponto de monitoramento. Com isto, pôde-se verificar se a quantidade de água azul disponível no rio era suficiente para diluir a carga de poluição que chega até o mesmo. O cálculo da pegada hídrica cinza para os pontos de interesse revelou que algumas das pegadas são maiores que a capacidade de assimilação dos rios, mostrando que, as práticas desenvolvidas nas bacias urbanas não são sustentáveis. Rodrigues et al. (2011) estabelecem uma nova abordagem que analisa a adoção da pegada hídrica sob duas vertentes de compensação financeira: redução dos valores totais de pegada hídrica e alteração positiva de seus componentes (azul, verde e cinza). O resultado revela que as propostas constituem instrumentos capazes de promover inferências mais acuradas quanto à efetividade de conservação dos recursos hídricos e propiciam maior engajamento dos usuários na intensificação de medidas de redução da demanda hídrica.

Maia et al. (2012), utilizou a pegada hídrica para realização de uma pesquisa, objetivando fazer uma análise comparativa do comportamento de pessoas com hábitos alimentares, domésticos, higiênicos e consumistas diferentes, observando a diferença de suas pegadas hídricas e concluiu que o tamanho da pegada hídrica varia de acordo com a escolha da



alimentação, dos hábitos consumistas e da maneira como cada pessoa utiliza a água nas atividades diárias. Silva et al. (2013) comparou, através de estudo de caso com habitantes da cidade de Caicó, RN, as pegadas hídricas de consumidores vegetarianos e não vegetarianos com diferentes níveis de renda familiar, com vistas ao dimensionamento do consumo de água de pessoas com hábitos alimentares diferentes. Eles concluíram que a pegada hídrica do consumidor vegetariano representa 58% do não vegetariano. Os consumidores não vegetarianos do sexo feminino têm PH 10-13% menor do que aquele do sexo masculino, já os consumidores vegetarianos do sexo feminino têm PH menor do que do sexo masculino em apenas 5,8%.

Patrício et al. (2014) realizaram uma comparação da pegada hídrica entre estudantes, professores, funcionários e trabalhadores terceirizados, dentro do Campus Universitário da Universidade Federal de Campina Grande, aplicando questionários para avaliar os hábitos alimentares e o uso da água em atividades domésticas. Concluiu-se que o grupo dos professores, obteve a menor pegada hídrica e os demais grupos obtiveram a PH elevada devido aos hábitos alimentares consumistas e a utilização de água nos usos domésticos. Martins (2014) destaca os motivos que têm levado as empresas a optarem pela utilização da Pegada Hídrica em seus processos produtivo, são eles: vantagens do método, já que permite uma visão detalhada do consumo de água em toda a cadeia produtiva; comunicação com *stakeholders*; colabora na identificação de riscos associados à água, o que permite agir com certa antecipação a futuras regulações e contestações dos diferentes *stakeholders*; os resultados dos estudos podem fornecer informações que colabore na tomada de decisão para reduzir o consumo de água.

Neto et al. (2014) determinaram as pegadas hídricas totais de consumidores carnívoros e não carnívoros, utilizando a ferramenta calculadora rápida que informa a pegada hídrica a partir da inserção de dados como dieta, sexo, renda e país de residência. Os valores encontrados foram de 82.350 m<sup>3</sup> de água por ano para os carnívoros e 46.530 m<sup>3</sup> de água por ano para os demais. Beux (2014) propôs a mensuração da pegada hídrica em função das componentes industrial, doméstica e alimentar da população do bairro Rocinha, um aglomerado subnormal na capital do Rio de Janeiro, resultando que, em média, a pegada hídrica dos indivíduos que compõem a amostra é de 1.715 m<sup>3</sup>/ano per capita. Vieira (2014) buscou fomentar o desenvolvimento de novas estratégias para a gestão hídrica em regiões costeiras, realizando a avaliação completa da pegada hídrica do município de Caraguatatuba, São Paulo em 2012 e analisá-la sob os cenários de projeções populacionais e mudanças globais previstos para o horizonte até 2040. Os resultados mostraram uma pegada hídrica de cerca de 400 Mm<sup>3</sup>/ano, com a contribuição de 85% proveniente da água cinza.

Maracajá et al. (2014) determinaram a pegada hídrica do Estado da Paraíba com vistas à quantificação do uso consuntivo de água da população e seus hábitos alimentares nas diferentes mesorregiões do estado. Para tanto coletou-se dados referentes à renda per capita, população, gênero masculino e feminino dos municípios, que indicaram que a pegada hídrica média do Estado é de 796 m<sup>3</sup>/ano per capita, enquanto as mesorregiões da mata paraibana e Cariri paraibano apresentaram maiores e as menores pegadas hídricas, respectivamente. Moreira e Barros (2015), avaliaram a pegada hídrica dos estudantes, funcionários e professores da escola Antônio Landim de Macêdo situada na zona rural de Aurora, Ceará. O grupo dos funcionários foi único a obter uma pegada hídrica acima da média brasileira (2.027 m<sup>3</sup> ano).

### 3. METODOLOGIA

Esta pesquisa trata-se de uma revisão bibliográfica que para Santos (2012), também pode ser chamada de “revisão de literatura”, “estado da arte” ou “estado do conhecimento” e demonstra o estágio atual da contribuição acadêmica em torno de um determinado assunto, proporcionando uma visão abrangente de pesquisas e contribuições anteriores, norteando investigações futuras e estudos posteriores. Quanto à natureza, forma de abordagem e método de pesquisa, esta pesquisa é aplicada, qualitativa e exploratória, respectivamente.

O critério de inclusão para revisão bibliográfica da presente pesquisa envolveu, somente, os modelos contábeis de pegada hídrica utilizados no Brasil. O estudo foi realizado a partir de artigos, teses, dissertações e monografias, identificados nas bases de dados, SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), SIBi-USP (Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade de São Paulo), BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações) e Google Acadêmico, considerando o termo “Pegada Hídrica” identificado no título dos documentos publicados entre 01/2009 e 12/2015 como critério de inclusão. A Tabela 1 demonstra o número de publicações que foram encontradas, excluídas e selecionadas, por cada base de dados consultada.

**Tabela 1** – Resultados obtidos nas bases de dados

Base de dados	Documentos		
	Encontrados	Excluídos / Critério de Exclusão	Selecionados
SciELO	6	2	4
CAPES	11	6	5
SIBi-USP	12	12	-
BDTD	5	3	2
Google Acadêmico	46	33	13
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>56</b>	<b>24</b>

Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

Na população de 80 documentos identificados, foram excluídos 56 (em duplicidade entre as bases de dados, trabalhos internacionais e documentos de revisão), onde os 24 documentos remanescentes atenderam aos objetivos propostos na pesquisa, em um horizonte de análise de sete anos, sendo a maioria existente nos cinco últimos anos (até 2015 – Tabela 2).

**Tabela 2** – Análise dos documentos selecionados por período de publicação

Período*	Tipos de Documentos				Total
	Artigos	Teses	Dissertações	Monografias	
2011	2	-	1	-	3
2012	3	-	1	-	4
2013	4	-	-	1	5
2014	4	2	2	1	9
2015	3	-	-	-	3
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>24</b>

\*Nos anos de 2009 e 2010 não foram encontrados documentos que atendessem a todos os critérios de inclusão.

Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

Os documentos selecionados foram organizados, sistematicamente, em quatro categorias que os diferenciam por grupos de atividades econômicas (agropecuária, energia, indústria e outras atividades), a fim de buscar uma melhor visualização dos resultados obtidos.

#### 4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

A leitura permitiu estruturar os resultados deste trabalho em quatro grupos de segmentos de atividade econômica: agropecuária, energia, indústria e demais atividades. Os resultados para todos os itens serão apresentados e discutidos para as publicações que aplicaram a metodologia da pegada hídrica em estudo de caso.

##### 4.1 Segmento de agropecuária

Neste segmento foram sintetizados os três modelos mais atuantes de pegada hídrica no segmento da agropecuária. A classificação, por presença nos documentos, acontece da seguinte forma: Hoekstra et al. (2011), 60%; Chapagain e Hoekstra (2003), 30%; Hoekstra e Hung

(2002), 10%; durante o período de dezessete anos, abrangendo a pegada hídrica no: cultivo de soja e óleo de soja; suínos e aves abatidas; bovinocultura de corte; análise e exportação de commodities agrícolas; plantação de chá; além do cultivo de cana-de-açúcar. A Tabela 3 demonstra as características dos modelos sobre as populações e amostras deste segmento, além de expor os resultados do setor agropecuário.

**Tabela 3** – Características das metodologias aplicadas no segmento de agropecuária

Modelo	Metodologia	População e Amostra	Período	PH
Hoekstra e Hung (2002)	A demanda específica de água da colheita de soja no Brasil foi calculada através da razão entre necessidade hídrica da cultura e a produtividade da mesma, levando em conta a evapotranspiração da cultura acumulada durante o período de crescimento, verificando que para se cultivar um hectare de soja são necessários 5.330 m <sup>3</sup> de água.	Cultivo de Soja em Mato Grosso	2009	31.081.724.440 m <sup>3</sup> /há
Chapagain e Hoekstra (2003)	A pegada hídrica de um animal no final da sua vida foi calculada através do volume total de água utilizada para: crescer e processar a sua alimentação (milho e soja); resfriamento; fornecer água de dessedentação; e limpeza de sua habitação.	Suínos abatidos na Região Centro-Sul	2008	8,591 km <sup>3</sup> /ano
		Aves abatidas na Região Centro-sul	2000 a 2010	1,772 km <sup>3</sup> /ano
Hoekstra et al. (2011)	Calculou-se o somatório das pegadas hídricas azul e cinza. No cálculo da pegada azul foram considerados somente os usos diretos de água na propriedade rural: dessedentação dos animais, lavagem e limpeza das instalações e quantidade de água no produto. Para o cálculo da pegada cinza foram considerados o fator fixo para o fósforo total, a quantidade de dejetos de suíno aplicado e a concentração máxima permitida do elemento fósforo.	Suínos abatidos no Estado de Santa Catarina	2001 a 2011	4.333.704 m <sup>3</sup> /ano
		Exportações de commodities agrícolas do Rio Grande do Norte	1997 a 2013	146,91 l/kg
Hoekstra et al. (2011)	Foram consideradas as pegadas hídricas verde, azul e cinza. O cálculo final da pegada de água de um produto foi feita por meio da multiplicação do padrão de consumo da pegada hídrica pelo peso líquido do produto exportado.	Análise das commodities agrícolas do Rio Grande do Sul	1997 a 2012	2.315,70 l/kg
		Foram consideradas as pegadas hídricas: operacional (somente o componente verde) e operacional adicional (todos os componentes).	Plantação de chá, Sri Lanka.	2013
Hoekstra et al. (2011)	Foram estabelecidos dois modelos hipotéticos comparativos, sistemas manejados e não manejados. O uso da água nos respectivos macroprocessos analisados foi da seguinte forma: 1. Cultivo de pastagem: Uso direto de água verde (água de chuva evapotranspirada pela pastagem) e uso direto de água cinza (poluentes em corpos hídricos devido à lixiviação de fertilizantes); 2. Engorda do gado: uso direto de água azul (água consumida pelo animal); 3. Abate e processamento: uso direto de água azul (fluxo de retorno perdido nos abatedouros e processos industriais), uso direto de água cinza (poluentes em corpos hídricos devido ao lançamento de efluentes), uso indireto de água verde (água de chuva evapotranspirada no cultivo de eucalipto utilizado como lenha) e uso indireto de água cinza (poluentes em corpos hídricos devido à lixiviação de fertilizantes no cultivo de Eucalipto utilizado como lenha).	Bovinocultura de corte	2011	Manejada: 26.252 l/kg Não manejada: 13.362 l/kg

Hoekstra et al. (2011)	A pegada hídrica total do processo de fabricação do óleo refinado e do processo total de crescimento de cultura foi calculada através da soma dos valores de pegadas hídricas verde, cinza e azul. Para a determinação da pegada hídrica do óleo de soja foi utilizada abordagem acumulativa, a partir da: pegada hídrica do insumo; pegada hídrica do processo que transforma matérias-primas no produto final; fração do produto; e fração do valor.	Cultivo da soja e óleo de soja, Maringá e Araucária - Paraná.	-	2.210 m <sup>3</sup> /t (soja) 6.201 m <sup>3</sup> /t (óleo)
Hoekstra et al. (2011)	Foram utilizados todos os componentes. As pegadas azul e verde foram calculadas pela razão entre a necessidade hídrica e a produtividade da cultura. A pegada cinza foi calculada através da: carga de poluentes que entra no sistema; concentração máxima aceitável de poluentes no sistema; concentração natural em um corpo de água; e produtividade da cultura.	Cana-de-açúcar cultivada no Estado de Parafba	2009 a 2010	CROPWAT, 235,96 m <sup>3</sup> /há

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2016).

Os resultados obtidos na análise das pegadas hídricas no segmento de agropecuária foram de, aproximadamente, 290 km<sup>3</sup>, durante todo o período.

#### 4.2 Segmento de energia

No segmento de energia, percebeu-se a presença de dois modelos atuantes durante o período de três anos, fornecendo a pegada hídrica de Usinas Hidrelétricas. A Tabela 4 demonstra as características dos modelos sobre as populações e amostras deste segmento, além de expor os resultados do setor energético.

**Tabela 4** – Características das metodologias aplicadas no segmento de energia

Modelo	Metodologia	Amostra	Período	PH
Mekonnen e Hoekstra (2011)	A pegada hídrica para geração hidrelétrica pode ser calculada através da razão entre evaporação anual - obtida pelo produto da altura de evaporação pela área média do reservatório - e a produção anual de energia. Desconsiderou-se o consumo de água para operação da usina, assim, o consumo usado no cálculo da pegada hídrica corresponde à evaporação do reservatório.	Usina Hidrelétrica de Camargos	2010 a 2012	126 m <sup>3</sup> /GJ
Hoekstra et al. (2011)	Calcularam as pegadas azul, verde e cinza. A pegada hídrica direta (volume perdido por evaporação dos reservatórios) esteve associada somente à pegada azul, assim os valores de pegadas verde e cinza são exclusivamente advindos da pegada indireta (volume relativo aos produtos que são utilizados pela empresa para a produção de energia).	Usina Hidrelétrica, AES Tietê S.A.	-	56,938 m <sup>3</sup> /GJ

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2016).

Os resultados obtidos na análise das pegadas hídrica no segmento de energia foram de, aproximadamente, 182,94 m<sup>3</sup>/GJ, durante todo o período.

#### 4.3 Segmento industrial

Neste tópico foram demonstradas as principais metodologias de pegada hídrica no segmento industrial. O modelo de Hoekstra et al. (2011) foi o único encontrado neste setor, assim abrangendo a pegada hídrica do etanol, biodiesel de soja, e celulose. A Tabela 5 demonstra as características dos modelos sobre as populações e amostras deste segmento, além de expor os resultados do setor industrial.

**Tabela 5** – Características das metodologias aplicadas no segmento industrial

Modelo	Metodologia	População e Amostra	Período	PH
Hoekstra et al. (2011)	O produto entre água virtual total e o volume do biocombustível produzido no país fornece a pegada hídrica, do total anual de água utilizado para a produção de etanol e biodiesel. Este valor foi relativizado em função da população, permitindo avaliar o consumo anual de água <i>per capita</i> no setor de biocombustíveis.	Etanol e biodiesel produzidos no Brasil.	2009	Biodiesel: 14 km <sup>3</sup> /ano Etanol: 52,8 km <sup>3</sup> /ano

Utilizaram-se os três componentes existentes. A água verde foi determinada pela quantidade total de água da chuva evapotranspirada durante o desenvolvimento das culturas, envolvidas na cadeia produtiva do biodiesel. A água azul do biodiesel foi baseada na diferença entre o volume de água que entra e sai de cada etapa do ciclo de vida. A água cinza foi calculada através da poluição difusa (apenas a etapa de cultivo da soja) e poluição pontual (local específico onde há o lançamento do efluente).

Biodiesel de soja, Rio Grande do Sul. - 22.611,88 l/kg

Foi utilizada somente a pegada cinza para efluentes industriais, através da: vazão do efluente; concentração do poluente no efluente; vazão da captação da água; concentração do poluente na água do rio captada para utilização; concentração máxima permitida do poluente; concentração do poluente natural da água do rio captada para utilização; e o total da produção de celulose.

Celulose 2009 835 m<sup>3</sup> tsa<sup>-1</sup>

Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

Os resultados obtidos na análise das pegadas hídrica, no segmento industrial, foram embasados apontam avaliação de água virtual com os biocombustíveis; composição da pegada hídrica completa (água verde, azul e cinza) no biodiesel da soja; e, mensuração da pegada hídrica cinza na produção de celulose, nos três artigos identificados neste segmento econômico.

#### 4.4 Demais atividades

Neste tópico foram sintetizadas as metodologias de pegadas hídrica presentes nas demais atividades. Notou-se a atuação de dois modelos neste segmento, em que Hoekstra e Chapagain (2008) foi o mais relevante, estando presente em 67% dos documentos deste grupo, e o de Hoekstra et al. (2011), considerado nos demais 33% documentos. A pegada hídrica foi utilizada em: pessoas com hábitos alimentares e de consumo diferentes; habitantes de uma região (cidade e/ou bairro); e, uma bacia hidrográfica. A Tabela 6 demonstra as características dos modelos sobre as populações deste segmento, e resultados das demais atividades.

**Tabela 6** – Características das metodologias aplicadas nas demais atividades

Modelo	Metodologia	População e Amostra	Período	PH
Hoekstra e Chapagain (2008)	Consiste na aplicação de questionários para o cálculo da pegada hídrica em indivíduos. As perguntas foram do tipo: quantas xícaras de café você bebe e quantos banhos você toma por dia, dentre outras. Após a aplicação e coleta de dados, as informações obtidas foram levadas à planilha do Excel, para obtenção da média de consumo de cada grupo. Em seguida lançados na calculadora disponível no site da <i>Water Footprint</i> ( <a href="http://www.waterfootprint.org">www.waterfootprint.org</a> ), que foi possível mensurar a pegada hídrica de cada grupo.	Pessoas com hábitos alimentares, domésticos, higiênicos e consumistas diferentes.	2012	Não vegetariano: 2.144 m <sup>3</sup> /ano Vegetariano: 1.021 m <sup>3</sup> /ano
		Classes consumidoras que compõem o campus universitário da universidade Federal de Campina Grande – PB.	-	6.898 m <sup>3</sup> /ano
		Distintos grupos de consumidores em Campina Grande – PB.	2011	Não vegetariano: 82.350 m <sup>3</sup> /ano Vegetariano: 46.530 m <sup>3</sup> /ano
		Aglomerados subnormais o caso do Bairro Rocinha, Rio de Janeiro.	2013	1.715 m <sup>3</sup> /ano
		Habitantes das mesorregiões do Estado da Paraíba.	2013	796 m <sup>3</sup> /ano
		Classes consumidoras da escola Antônio Landim de Macedo em Aurora – CE.	2014	6.248 m <sup>3</sup> /ano

	Foi utilizada somente a componente cinza. O cálculo da pegada hídrica cinza foi realizado dividindo a carga de poluente pela diferença entre a concentração máxima permitida pela legislação e a concentração natural, considerando que não houvesse interferência humana.	Bacia Hidrográfica, São Carlos – SP.	2010	114,48 mg/h/ha
Hoekstra et al. (2011)	A pegada hídrica de um consumidor foi definida como o volume total de água doce consumida e poluída para a produção de bens e serviços utilizados pelo consumidor. Assim, a pegada hídrica de um consumidor foi calculada pela soma de suas pegadas hídricas direta e indireta. No sistema de produção, a pegada hídrica de um produto é igual à soma das pegadas hídricas dos processos relevantes dividida pela quantidade do produto específico.	Pessoas com hábitos alimentares diferentes em Caicó – RN.	-	Não vegetariano: 7.299 m <sup>3</sup> /ano Vegetariano: 4.261 m <sup>3</sup> /ano
	Foram utilizados os três componentes. A pegada azul foi calculada através do somatório da parcela da: água captada que evapora durante o processo; água captada que é incorporada ao produto; água captada que não retorna para a bacia de origem. A pegada verde foi calculada através do somatório da parcela da: água de chuva absorvida pela vegetação a partir do solo e evapotranspirada; água de chuva absorvida pela vegetação a partir do solo e incorporada; A pegada hídrica cinza foi calculada dividindo a carga poluente pela diferença entre o padrão ambiental de qualidade da água desse poluente e sua concentração natural do corpo d'água receptor.	Habitantes do município de Caraguatatuba, São Paulo.	2012	400 Mm <sup>3</sup> /ano

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2016).

Os resultados obtidos na análise das pegadas hídricas das demais atividades, durante todo o período, foram pessoas com hábitos alimentares e de consumo diferentes, 159.262 m<sup>3</sup>; habitantes de uma região, aproximadamente, 400 Mm<sup>3</sup>; e, bacia hidrográfica, 114,48 mg/h/ha.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentro do objetivo geral proposto para a pesquisa, ao avaliar os modelos contábeis de Pegadas Hídrica no Brasil, foram traçados os três objetivos específicos.

No que tange ao primeiro objetivo específico de levantar e analisar os documentos publicados no Brasil com o termo “pegada hídrica” presente nos títulos, durante um horizonte de análise de sete anos, verificou-se que o modelo de Hoekstra et al. (2011) esteve presente em aproximadamente 54% dos 24 trabalhos identificados na análise dos dados. Dessa forma, pode-se afirmar que este é o principal modelo utilizado no Brasil – dentro do universo e parâmetros utilizados metodologicamente, além de servir como base para as demais metodologias (Tabela 7). Em relação ao segundo objetivo - agrupamento dos documentos por modelos utilizados e segmentando-os por grupos de atividades econômica - pode-se definir que o modelo de Hoekstra et al. (2011) é o principal adotado no segmento da agropecuária, 60% dos casos analisados, e no industrial, 100% dos casos analisados. No segmento de energia destacam-se dois modelos, o de Hoekstra et al (2011) e o de Mekonnen e Hoekstra (2011), sendo adotados neste segmento de forma igualitária, 50% cada. Nas demais atividades predomina o modelo de Hoekstra e Chapagain (2008) com aproximadamente 67% dos trabalhos estudados (Tabela 7). O terceiro e último objetivo avalia as diferenças existentes, bem como as principais características dos modelos identificados. Com relação a este percebeu-se que na maioria dos casos (62%), foram utilizados o Manual de Avaliação da Pegada Hídrica ou sua adaptação para uma aplicação específica.

**Tabela 7** – Frequência dos modelos contábeis de pegada hídrica sobre os documentos analisados, segregados por segmento econômico.

Modelos	Segmentos				Total
	Agropecuária	Energia	Industrial	Demais Atividades	
Chapagain e Hoekstra (2003)	3	-	-	-	3
Hoekstra e Chapagain (2008)	-	-	-	6	6
Hoekstra e Hung (2002)	1	-	-	-	1
Hoekstra et al. (2011)	6	1	3	3	13
Mekonnen e Hoekstra (2011)	-	1	-	-	1
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>24</b>

Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

Destaca-se também, a preocupação dos autores com a necessidade da redução das pegadas hídricas, a fim de um melhor aproveitamento do uso da água em empresas, órgãos públicos, e pela população em geral, onde a pegada hídrica pode ser considerada uma ferramenta que surge a partir da valorização da eficiência do uso da água e tem o potencial de gerar informação que podem proporcionar a criação de novas relações sobre o entendimento da importância dos recursos hídricos na cadeia produtiva de nossos bens de consumo. Os desdobramentos desse melhor entendimento podem contribuir para que a água se torne um canal de influência na construção de práticas de governança que limitem os usos dos recursos naturais a fim de garantir um melhor equilíbrio do meio ambiente e que ao mesmo tempo garanta o acesso aos seus usuários, sempre de forma racional (FERREIRA, 2014).

## REFERÊNCIAS

- BEUX, F. C. **Pegada hídrica de aglomerados subnormais o caso do Bairro Rocinha - Rio de Janeiro**. 2014. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- BLENINGER, T.; KOTSUKA, L. K. Conceitos de água virtual e pegada hídrica: estudo de caso da soja e óleo de soja no Brasil. **Revista Recursos Hídricos**, 2015.
- BOLDRIN, M. T. N.; BOLDRIN, D. L. Estimativa da pegada hídrica do cultivo de soja em Mato Grosso, 2012. *In: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 2012, Rio Grande do Sul. **Anais...** Rio Grande do Sul: ENEGEP, 2012.
- BUENO, E. D. O. **Evaporação do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos: caracterização da pegada hídrica**. 2014. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2014.
- CHAPAGAIN, A. K.; HOEKSTRA, A. Y. **Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products**. Netherlands: Unesco-IHE, 2003.
- CHAPAGAIN, A.K.; ORR, S. An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: A case of Spanish tomatoes. **Journal of Environmental Management** **90**: 1219-1228, 2009.
- COLTRO, L., MOURAD, A. L., GARCIA, E. E. C., QUEIROZ, G. C., GATTI, J. B., JAIME, S. B. M. Avaliação do ciclo de vida como instrumento de gestão. **Campinas: CETEA/ITAL**, 2007.
- DA SILVA, V. P. R.; ALEIXO, D. O.; NETO, J. D.; MARACAJÁ, K. F. B.; ARAÚJO, L. E. Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, 2013.
- DA SILVA, V. D. P.; DE ALBUQUERQUE, M. F.; DE ARAÚJO, L. E.; CAMPOS, J. H. D. C., GARCÊZ, S. L.; ALMEIDA, R. S. Medições e modelagem da pegada hídrica da cana-de-açúcar cultivada no Estado da Paraíba. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, 19(6), 2015.
- DA SILVA, V. P. R.; MARACAJÁ, K. F. B.; ARAÚJO, L. E.; NETO, J. D.; ALEIXO, D. O.; CAMPOS, J. H. B. C. Pegada hídrica de indivíduos com diferentes hábitos alimentares. **Revista Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 8, n. 1, 2013.

- EMPINOTTI, V. L., TADEU, N. D., & MARTINS, R. D. S. L. Análise crítica da Pegada Hídrica Cinza na produção de celulose. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, 8(3), 2013.
- FERREIRA, F. F. **Pegada Hídrica da geração de energia hidrelétrica no Brasil – um estudo de caso da AES Tietê AS**. 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- GIACOMIN, G. S.; OHNUMA, J.R. A pegada hídrica como instrumento de conscientização ambiental. **Monografias Ambientais (REMOA/UFSM)**, 2012.
- HOEKSTRA, A. Y. Virtual water trade: Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. **Value of Water Research Report Series**, n. 12, UNESCO-IHE, 2003.
- HOEKSTRA, A. Y. How sustainable is Europe's water footprint? **Water and Wastewater International**, v.26, 2011.
- HOEKSTRA, A.Y.; CHAPAGAIN, A. K. Globalization of water: sharing the Planets freshwater resources. **Oxford: Blackwell Publishing**, 2008.
- 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 n.11**, IHE, 2002.
- HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALADAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. **Manual de avaliação da pegada hídrica – estabelecendo o padrão global**. Water Footprint Network, 2011.
- LIMA, J. E. F. W. Recursos hídricos no Brasil e no mundo. **Embrapa Cerrados**, 2001.
- LUGOCH, D. **Metodologia para avaliação da pegada hídrica aplicada em plantação de chá, Sri Lanka**. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2013.
- MAIA, H. J. L.; DA HORA, S. C.; DE FREITAS, J. P.; VIEIRA, A. A. P.; DE FREITAS, F. E. A pegada hídrica e sua relação com os hábitos domésticos, alimentares e consumistas dos indivíduos. **POLÊM!CA**, 11(4), 2012.
- MARACAJÁ, K. F. B.; ELOI, L.; DE PAULO RODRIGUES DA SILVA, V. Regionalização da pegada hídrica do Estado da Paraíba. **REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, 4(1), 2014.
- MARTINS, R. D. S. L. **Empresas e gestão da água: uma abordagem a partir do uso do indicador pegada hídrica**. 2014. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. The water footprint of electricity from hydropower. **Value of Water Research Report Series**, 51, Delft: UNESCO-IHE, 2011.
- MENDONÇA, C. B.; TADEU, N. D.; DE ALMEIDA SINISGALLI, P. A. Pegada hídrica da bovinocultura de corte no Brasil: uma comparação entre a produção em pastagem manejada e não manejada. *In: XX SIMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 2013, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013.
- MOREIRA, R. D. S.; BARROS, J. D. D. S. Pegada hídrica de classes consumidoras que compõem a escola Antônio Landim de Macêdo em Aurora-Ce. **POLÊM!CA**, 15(1), 2015.
- MULLER, G. T. **Emprego da pegada hídrica e da análise de ciclo de vida para a avaliação do uso da água na cadeia produtiva do biodiesel de soja**. 2012. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2012.
- NETO, G. M. B.; DE AZEVEDO, C. A. V.; DE LIMA, V. L. A. Estimativa da pegada hídrica para distintos grupos de consumidores, **Revista Educação Agrícola Superior**, 2014.
- PALHARES, J. C. P. Pegada hídrica dos suínos abatidos nos Estados da Região Centro-Sul do Brasil. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 33, 2011.



PALHARES, J. C. Pegada hídrica de suínos e o impacto de estratégias nutricionais. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, 18(5), 2014.

PALHARES, J. C. P.; SUDESTE, D. S. C. **Pegada Hídrica e a produção de aves de corte**, 2012. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/pegada-hidrica-producao-aves-t784/124-p0.htm>>

PATRÍCIO, M. D. C.; M., CABRAL, A. D. A.; DANTAS, J. R. A.; PONTES, S. H.; NETO, J. D. Comparação da Pegada Hídrica entre classes consumidoras que compõem o campus universitário da Universidade Federal de Campina Grande/PB. **POLÊMICA**, 13(2), 2014.

RESENDE NETO, A. **Sustentabilidade, água virtual e pegada hídrica: um estudo exploratório no setor bioenergético**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2011.

ROCHA, S. R.; DE CARVALHO STUDART, T. M. A pegada hídrica cinza das exportações de commodities agrícolas do Rio Grande do Norte (1997 a 2013). *In*: XII Simpósio de Recursos Hídricos, 2013a, Rio Grande do Norte. **Anais...** Rio Grande do Norte: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013a.

ROCHA, S. R.; DE CARVALHO STUDART, T. M. **A pegada hídrica do Rio Grande do Sul: análise das commodities agrícolas**. *In*: Anais do Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves. 2013b.

RODRIGUES, D. B. B.; DE ALMEIDA BRESSIANI, D.; OLIVEIRA, P. T. S.; MENDIONDO, E. M. Incentivos para conservação do solo e dos recursos hídricos a partir da pegada hídrica (water footprint). *In*: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011, Maceió. **Anais...** Maceió: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2011.

SANTOS, Valdeci. O que é e como fazer revisão da literatura na pesquisa teológica. **FIDES REFORMATA**, v. 17, n. 1, 2012.

SEIXAS V. **Análise da pegada hídrica de um conjunto de produtos agrícolas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011.

SILVA, C.I.S. **Desenvolvimento de uma ferramenta de cálculo para determinação da pegada de água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2009.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

VIEIRA, B. C. **Pegada hídrica sob cenários de expansão urbana e mudanças climáticas em um município do Litoral Norte de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica) - Instituto Tecnológico da Aeronáutica, 2014.

ZAFFANI, A. G.; BRESSIANI, D. de A.; PEHOVAZ-ALVAREZ, R.; MENDIONDO, E. M. A poluição da drenagem urbana relacionada com a pegada hídrica cinza: caso da cidade de São Carlos, SP. *In*: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011, Maceió. **Anais...** Maceió: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2011.