

PEGADA HÍDRICA: DO CONCEITO À NORMATIZAÇÃO

Leda Coltro

Thiago U. Karaski

Pesquisadores da Área de Meio Ambiente do CETEA

A gestão hídrica tem ganhado destaque no debate global sobre o desenvolvimento sustentável, impulsionada pela crescente demanda, degradação da qualidade da água e escassez hídrica em muitas áreas do globo. O ano de 2014 no Brasil foi marcado por extenso e incomum período de seca na região Sudeste, seguido por chuvas intensas e alagamentos, conforme apresentado na Figura 1.



FIGURA 1. Situações de falta de chuva e excesso de chuva em algumas localidades brasileiras, em 2014.

Por meio da pegada hídrica busca-se uma melhor compreensão dos impactos ambientais relacionados com a água, bem como a formação de uma base para sua melhor gestão.

A pegada hídrica foi introduzida no campo dos estudos sobre a água em 2002. O termo foi escolhido em analogia ao conceito da pegada ecológica, mas as raízes da pegada hídrica estão mais presentes nos estudos hídricos do que em estudos ambientais (HOEKSTRA et al., 2011). O conceito de pegada

hídrica serve como indicador dos impactos ambientais da quantidade de água gasta na fabricação de produtos e consumida pelas pessoas não apenas de forma direta (torneira), mas também indireta (intrínseca aos alimentos consumidos e celulares trocados).

A partir de então foram desenvolvidas diversas metodologias para avaliação do impacto do uso da água (CHAPAGAIN, ORR, 2009; MILÀ i CANALS et al., 2009; PFISTER et al., 2009; HOEKSTRA et al., 2011) as quais deram origem a algumas definições que são descritas a seguir:

- Água como entrada no sistema de produção:
 - Água verde: estocada como umidade no solo e disponível por meio de evaporação pelas plantações e vegetação terrestre;
 - Água azul: volume de água disponível para abstração em corpos hídricos na superfície (rios, lagos) e no subsolo (aquífero);
- Água como saída de um sistema de produção:
 - Uso de água não- evaporativo: água que retorna à bacia original e pode ser usada por outros usuários após sair do sistema;
 - Uso de água evaporativo: água que é dissipada e não está disponível imediatamente após o uso.

As diversas metodologias que foram desenvolvidas enfatizam diferentes aspectos relacionados com a gestão hídrica de produtos, processos e organizações. Percebeu-se, então, a necessidade de garantir a consistência dos estudos de pegada hídrica e um caminho adequado para isso é a normatização.

Assim, em 2009 teve início no âmbito da ISO – *International Organization for Standardization*, uma série de discussões entre profissionais que trabalham com estudos de avaliação do ciclo de vida – ACV e com estudos relacionados com a água, bem como representantes da indústria, com o objetivo de desenvolver uma norma internacional para a estimativa da pegada hídrica.

A proposta desta norma foi estabelecer princípios, requisitos e orientações para calcular e relatar a pegada hídrica de produtos, processos e organizações tomando por base a avaliação de impacto dos estudos de ACV e, portanto, de acordo com a norma ISO 14044.

Assim, a norma sobre pegada hídrica visou definir como os diferentes tipos de fontes de água (por exemplo, água de superfície, água subterrânea, lagos, rios etc.) e como os diferentes tipos de liberação de água devem ser considerados, bem como as condições ambientais locais devem ser tratadas. Além disso, a norma aborda os seguintes temas: terminologia, etapas importantes que devem ser consideradas, consistência com a pegada de carbono e outras categorias de impacto da ACV, escopo, fronteira do sistema, revisão, validação, relatório, comunicação etc.

Um histórico das etapas que ocorreram durante o desenvolvimento desta norma é apresentado a seguir:

Mar/09	•Apresentação da proposta de norma ao subcomitê 5, do comitê técnico 207 da ISO (ISO/TC 207/SC 5). Definição do grupo de trabalho 8 (WG 8) para o desenvolvimento da norma.
Jun/09	•Proposta submetida à votação e aceita como item de trabalho preliminar.
Set/09	•Definição da lista de participantes (cerca de 40 membros).
Nov/09	•1º encontro de trabalho realizado em Estocolmo, na Suécia, onde foi definido o título e o escopo da norma e elaborada a versão preliminar da estrutura.
Jul/10	•2º encontro de trabalho realizado em Leon, no México, do qual participaram representantes de 25 países e onde foi feita a revisão de 355 comentários.
Jan/11	•3º encontro de trabalho realizado em Lausanne, na Suíça, quando foi feita revisão dos comentários e iniciada a etapa de finalização da versão preliminar.
Jul/11	•4º encontro de trabalho realizado em Oslo, na Noruega, onde a versão preliminar 1 foi aprovada e passou para o nível 2, para se transformar em uma norma ISO com um prazo de 36 meses para publicação.
Dez/11	•5º encontro de trabalho realizado em São Paulo, Brasil, com 34 especialistas de 14 países e três delegados, onde foi finalizada a versão aceita, passando para o estágio de versão preliminar do comitê - ISO/CD 14046.1.
Jun/12	•6º encontro de trabalho realizado na Tailândia, onde foi feita a votação sobre a proposta de norma e aprovação para evolução para o estágio de ISO/CD 14046.2.
Dez/12	•7º encontro de trabalho realizado em Pádua, na Itália, onde foram discutidos diversos aspectos da versão CD2 e aprovada a sua elevação para DIS - versão preliminar da norma internacional.
Jun/13	•8º encontro de trabalho realizado em Gaborone, em Botswana, onde foi votada a versão ISO/DIS 14046.1.
Mai/14	•9º encontro de trabalho realizado no Panamá, quando foram avaliados os comentários e feita a votação da versão ISO/DIS 14046.2. Nesta reunião plenária a norma ISO 14046 foi aprovada para publicação.
Ago/14	•Publicação da 1ª edição da norma ISO 14046.

No período intermediário às reuniões plenárias internacionais, os participantes da comissão de estudos sobre pegada hídrica realizaram diversas reuniões de discussão em seus países de origem. No Brasil participaram destas reuniões cerca de dez a 15 pessoas, contando com representantes da academia, Institutos de pesquisa, associações setoriais e empresas que atuam com ACV ou com temas relacionados a ACV e ao uso de água (ASSOCIAÇÃO..., s.d.; INTERNATIONAL..., s.d.).

Assim, a norma ISO 14046:2014 - **Environmental management – Water Footprint – Principles, requirements and guidelines** tem como objetivo padronizar internacionalmente uma metodologia de avaliação dos impactos sobre os recursos hídricos, a partir da avaliação de ciclo de vida (ACV). Consiste basicamente da avaliação dos impactos ambientais desde a obtenção da matéria-prima até o descarte final do produto.

A norma ISO 14046:2014 especifica princípios, requisitos e orientações relacionadas com a avaliação da pegada hídrica de produtos, processos e organizações. As características da avaliação da pegada hídrica são:

- Baseia-se na avaliação do ciclo de vida (ISO 14044:2006);
- Identifica os impactos ambientais potenciais relacionados com o uso da água;
- Inclui as dimensões geográficas e temporais relevantes;
- Quantifica o uso da água e as mudanças na qualidade da água;
- Utiliza o conhecimento hidrológico e climatológico.

No entanto, a norma ISO 14046:2014 ressalta ainda que a avaliação da pegada hídrica por si só não é suficiente para descrever os impactos ambientais potenciais globais dos produtos, uma vez que existem outros aspectos ambientais, tais como emissão de gases de efeito estufa, mudanças no uso do solo, biodiversidade etc., que devem ser somados à pegada hídrica para que os impactos ambientais globais dos produtos sejam conhecidos.

A norma ISO 14046:2014 é bastante atrelada à norma ISO 14044:2006, fazendo referência ao conteúdo da mesma diversas vezes. Dentre os termos e definições apresentados na norma ISO 14046:2014, podem ser destacados:

Bacia hidrográfica: área geográfica drenada por um rio e seus afluentes, onde o escoamento superficial da precipitação converge, devido à gravidade, para os corpos hídricos. Obs.: no Brasil, a bacia hidrográfica é a unidade de gestão dos recursos hídricos para gestão pública.

Fluxo elementar de água: entrada (captação de água do meio ambiente) ou saída/liberação de água do sistema estudado.

Uso da água: uso da água pela atividade humana. Obs.: inclui, mas não está limitado a, qualquer retirada de água (remoção de água, permanente ou temporariamente), liberação de água ou outras atividades humanas dentro da bacia hidrográfica que impacte os fluxos de água e/ou sua qualidade, incluindo usos como a pesca, recreação e transporte.

Degradação da água: alteração negativa na qualidade da água.

Qualidade da água: característica física, química ou biológica da água com respeito à sua adequação ao uso humano ou pelos ecossistemas.

Pegada hídrica: métrica que quantifica os impactos ambientais potenciais relacionados com a água.

Avaliação da pegada hídrica: compilação e avaliação das entradas, saídas e os impactos ambientais potenciais relacionados com o uso da água por um produto, processo ou organização.

Unidade funcional: unidade de referência usada para quantificar o desempenho de um sistema de produto, processo ou organização.

Fronteira do sistema: conjunto de critérios que especifica quais processos unitários farão parte do sistema estudado.

Disponibilidade de água: medida em que os seres humanos e os ecossistemas têm recursos hídricos suficientes para atender as suas necessidades. A disponibilidade de água depende da localização e da temporalidade. A cobertura temporal e geográfica para avaliar a disponibilidade de água deve ser determinada junto aos objetivos e escopo. A qualidade da água também pode afetar a sua disponibilidade.

Princípios

A avaliação da pegada hídrica deve ser abrangente e considerar todos os aspectos e impactos ambientais significativos relacionados ao meio ambiente, saúde humana e recursos naturais em todas as etapas do ciclo de vida do produto, desde a extração da matéria-prima até o descarte final. Como o foco é ambiental, normalmente os impactos econômicos ou sociais estão fora do escopo da avaliação da pegada hídrica.

A avaliação da pegada hídrica pode ser realizada como uma avaliação de um único aspecto (onde somente os impactos ambientais potenciais relacionados com a água são avaliados) ou como parte de uma avaliação do ciclo de vida (onde são avaliados todos os impactos ambientais potenciais relevantes e não somente os impactos ambientais potenciais relativos à água).

A avaliação da pegada hídrica deve ser conduzida em uma escala e resolução definida, por exemplo, bacia hidrográfica, de modo a fornecer resultados relevantes para o objetivo e escopo do estudo, bem como deve considerar o contexto local.

Metodologia

De acordo com a norma ISO 14046:2014, a avaliação da pegada de hídrica inclui as quatro fases da avaliação do ciclo de vida:

1. Definição do objetivo e escopo;
2. Análise de inventário da pegada hídrica;
3. Avaliação de impacto da pegada hídrica;
4. Interpretação dos resultados.

Quando o estudo não inclui a fase 3 (avaliação do impacto da pegada hídrica), é denominado de Inventário da pegada hídrica (Figura 2). Vale ressaltar que os resultados da análise de inventário da pegada hídrica não são relatados como pegada hídrica.

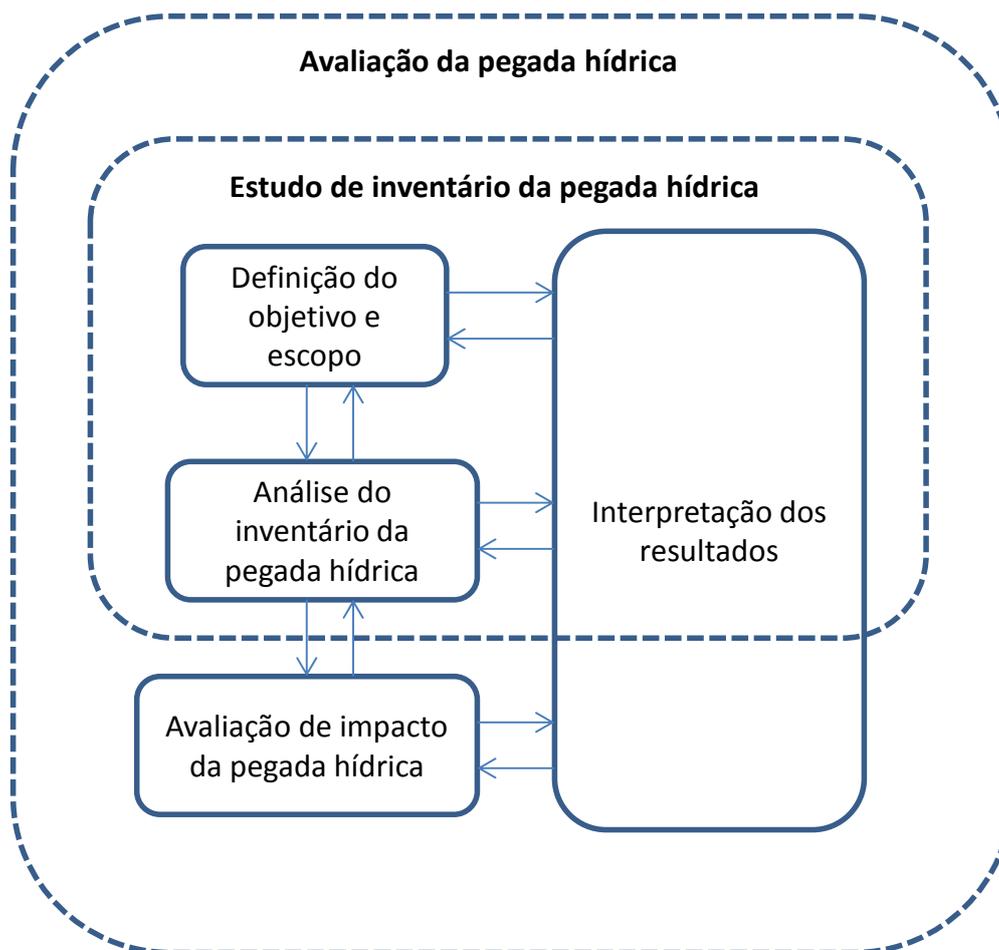


FIGURA 2. Fases da Avaliação da Pegada Hídrica (adaptado da norma ISO 14046:2014).

Fase 1 - Definição do objetivo e escopo

A definição do objetivo consiste na descrição da aplicação prevista dos resultados do estudo, as razões para a realização do estudo, o público-alvo, bem como se o estudo é uma avaliação de um único aspecto ou parte de um estudo de ACV.

O escopo do estudo deve ser coerente com o objetivo da avaliação da pegada hídrica, estabelecendo os limites e alcance da avaliação, a unidade funcional a ser utilizada, a abrangência temporal e geográfica, a resolução do estudo, incertezas e limitações, entre outros.

As fronteiras do sistema determinam quais processos unitários serão incluídos na avaliação da pegada hídrica. A exclusão de etapas do ciclo de vida, processos, entradas ou saídas só é permitida se não afetar significativamente as conclusões gerais do estudo. As exclusões devem ser claramente identificadas, bem como as razões e as implicações das mesmas devem ser explicadas.

Nesta fase é definida a qualidade dos dados, ou seja, se os dados usados serão de fontes primárias e/ou secundárias. Dados secundários devem ser usados somente quando a coleta de dados primários não é possível ou praticável, podendo incluir dados de literatura, dados calculados, estimativas ou modelos. Nesta fase também são estabelecidas a cobertura geográfica, tecnológica e abrangência temporal.

Dentre outros dados a serem coletados, os seguintes dados devem ser considerados, tanto para corpos hídricos de retirada de água como receptor de água utilizada:

- a) As quantidades de água usada;
- b) Tipos dos recursos hídricos utilizados;
- c) Indicadores da qualidade da água;
- d) As formas de uso da água;
- e) Mudanças na drenagem, no fluxo da água (superficial e subterrânea) e na evaporação;
- f) Localização do uso da água;
- g) Mudanças sazonais nos fluxos de água;
- h) Aspectos temporais do uso da água.

Se forem relevantes para as categorias de impacto selecionadas no estudo, as emissões para o ar, água e solo que impactam a qualidade da água devem ser incluídas.

A pegada hídrica não inclui a compensação, ou seja, mecanismo de compensação da pegada hídrica por meio de atividades que reduzem os impactos sobre a água em um processo externo à fronteira do sistema de produto estudado.

Fase 2 - Análise de inventário da pegada hídrica

Os cálculos da pegada hídrica devem estar em conformidade com a norma ISO 14044:2006, validados e atrelados aos processos unitários, fluxos de referência e unidade funcional. O inventário da pegada hídrica deve incluir as entradas e saídas de cada processo unitário do sistema a ser estudado. Informações sobre cada fluxo elementar geralmente incluem:

- a. Quantidade de água utilizada: massa ou volume (por exemplo, as entradas de água e saídas de água);
- b. Os tipos de fonte de água utilizada, por exemplo, precipitação, água de superfície, água do mar, água salobra, água subterrânea, água fóssil;
- c. Os indicadores de qualidade da água e/ou suas características, por exemplo, as características químicas, físicas e biológicas;
- d. As formas de uso da água, tais como: evaporação; transpiração; integração no produto; lançamentos em diferentes bacias hidrográficas ou no mar; deslocamento de água de um tipo de recurso hídrico para outro tipo de recurso hídrico dentro de uma mesma bacia hidrográfica, como por exemplo de água subterrânea para água de superfície;
- e. Localização geográfica da água utilizada ou afetada (incluindo a retirada e/ou liberação);
- f. Aspectos temporais do uso da água;
- g. Emissões para o ar, água e solo que impactam a qualidade da água.

Fase 3 - Avaliação do impacto da pegada hídrica

Os impactos relacionados com a água podem ser representados por um ou mais parâmetros que quantificam os impactos ambientais potenciais do sistema de produto, processo ou organização relativos à água. Assim, tem-se: 1) indicador de pegada hídrica – relacionado a uma única categoria de impacto, por exemplo, escassez hídrica e 2) perfil de pegada hídrica, que compreende diversos indicadores, tais como escassez hídrica, eutrofização aquática, acidificação aquática ecotoxicidade aquática, poluição térmica, toxicidade humana (devido à poluição da água) etc.

O método de avaliação de impacto da pegada hídrica deve considerar os impactos ambientais potenciais devido às alterações na quantidade e/ou qualidade da água, causadas pelo sistema em estudo. Alterações na qualidade da água podem ter efeitos diretos sobre a disponibilidade de uso subsequente ou mesmo sobre os usos possíveis para a água liberada.

As questões hídricas estão intimamente ligadas às características locais e, portanto, referem-se a uma bacia de drenagem específica, índices pluviométricos específicos, características hidrológicas e geográficas, bem como as condições climáticas, ecossistêmicas e socioeconômicas são inerentes ao local estudado.

Desse modo, a avaliação de impacto da pegada hídrica deve considerar as condições locais e, se for apropriado, relacionar com questões regionais e globais mais amplas. Aspectos temporais, incluindo a sazonalidade, devem também ser considerados, quando relevante.

Quando os impactos ambientais potenciais relacionados com a água não forem avaliados de forma ampla, o termo “pegada hídrica” deve ser utilizado com a adição de um qualificador. Um qualificador é uma ou mais palavras usadas em conjunto com o termo "pegada hídrica" para descrever a categoria de impacto estudada na avaliação da pegada hídrica, por exemplo, "pegada da disponibilidade de água", "pegada da escassez de água", "pegada da eutrofização aquática", "pegada da ecotoxicidade aquática", "pegada da acidificação aquática" etc.

Alguns exemplos de pegada hídrica com qualificador são descritos a seguir:

- Pegada da disponibilidade de água: o seu propósito é avaliar a contribuição do produto, processo ou organização para os impactos ambientais potenciais relacionados à pressão sobre a disponibilidade de água. A pegada da disponibilidade de água compreende uma ou mais categorias de impacto. Assim, se a pegada da disponibilidade de água considerar apenas a quantidade de água, ela deve ser chamada de pegada da escassez de água.
- Pegadas hídricas relativas à degradação da água: avaliam a contribuição do produto, processo ou organização para os impactos ambientais potenciais relacionados com a qualidade da água, tais como eutrofização aquática, acidificação aquática, ecotoxicidade aquática, poluição térmica etc.
- Perfil da pegada hídrica: considera um conjunto de impactos ambientais potenciais associados com a água. Assim, o perfil da pegada hídrica é formado por diversos indicadores de categoria de impacto, os quais são calculados a partir de diversas categorias de impacto.

Fase 4 - Interpretação dos resultados

A interpretação dos resultados deve incluir a identificação das questões-chave apontadas pelo estudo a partir dos resultados da avaliação da pegada hídrica, como por exemplo quais processos têm contribuição significativa para o cálculo da pegada hídrica, mecanismos ambientais mais afetados, fluxos elementares que têm maior contribuição para os resultados etc.; avaliação da completeza, sensibilidade e consistência dos dados; considerações sobre aspectos geográficos e temporais; conclusões, limitações e incertezas.

Limitações da pegada hídrica

Somente a avaliação da pegada hídrica não é suficiente para se identificar os impactos ambientais potenciais globais dos produtos, processos ou organizações. A tomada de decisão com base em apenas uma única questão ambiental (gestão hídrica, por exemplo) pode ser conflitante quando analisada na perspectiva de outras questões ambientais (emissão de gases de efeito estufa, por exemplo), ou seja, a melhora da pegada hídrica pode gerar *trade-offs* do ponto de vista de outras questões ambientais.

Incetezas estão associadas com as características espaciais e temporais de cada categoria de impacto. Assim, diferenças na resolução espacial e temporal podem levar a resultados diferentes de pegada hídrica.

Relatórios

O relatório da avaliação da pegada hídrica deve ser transparente e seguir as orientações da norma ISO 14044:2006. A revisão crítica é necessária quando os estudos são destinados às declarações comparativas e /ou comunicação à terceira parte, ou seja, parte interessada que não seja o contratante ou aquele que desenvolveu o estudo.

A avaliação de impacto pegada hídrica exige a expertise em áreas científicas tais como hidrologia e climatologia, limnologia, ecologia aquática, ciclos biogeoquímicos, poluição, gestão de bacias hidrográficas etc.

Considerações finais

O objetivo da pegada hídrica é mostrar o quanto de água é alocada no processo produtivo e chamar a atenção para o fato de que a mesma é proveniente de diferentes fontes. Já a etapa de contextualização das informações traz um caráter qualitativo à análise, o que é essencial para as tomadas de decisão que visem utilizar a pegada hídrica.

Por exemplo, se a água utilizada para a produção de um produto é oriunda de uma bacia hidrográfica que tem graves problemas de disponibilidade hídrica – tanto quantitativa (escassez), quanto qualitativa (degradação) – mesmo se o número da pegada hídrica for baixo, deve-se considerar que os recursos são extraídos de uma área com escassez de água e isso tem um impacto maior do que uma região sem este tipo de problema.

Portanto, o número da pegada hídrica por si só tem pouco significado, sendo necessário contextualizar esse número para verificar o seu impacto na região em questão (SALAZAR, 2012).

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT/CB-38/SC5/WG8/CE/BRASIL. Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental. **Atas das reuniões do grupo de trabalho da norma ISO 14046.** (s.d.)

CHAPAGAIN, A. K.; ORR, S. An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: a case of Spanish tomatoes. **J. Environ. Managem.**, v. 90, P. 1219-1228, 2009.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. **Manual de avaliação da pegada hídrica:** estabelecendo o padrão global. Water Footprint Network, 2011. 191 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO/TC 207/SC 5/WG 8. **Meeting minutes – Water footprint.** (s.d.).

_____. **ISO 14044:** environmental management: life cycle assessment: Requirements and guidelines. Geneva, Switzerland, 2006. 46 p.

_____. **ISO 14046:** environmental management: water footprint: principles, requirements and guidelines. Geneva, Switzerland, 2014. 33 p.

MILÀ i CANALS, L.; CHENOWETH, J.; CHAPAGAIN, A.; ORR, S.; ANTÓN, A.; CLIFF, R. Assessing freshwater use impacts in LCA: Part I: inventory modelling and characterization factors for the main impact pathways. **Int. J. Life Cycle Assess.**, v. 14, p. 28-42, 2009.

PFISTER, S.; KOEHLER, A.; HELLWEG, S. Assessing the environmental impacts of freshwater consumption in LCA. **Environm. Sci. Technol.**, v. 43, p. 4098-4104, 2009.

SALAZAR, V. L. P. Pegada hídrica. APTA Regional, Polo Regional Centro Sul. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, 2012. 4 p.