

**IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES NO  
CERRADO**

Uberlândia-MG, 12 e 13 de abril de 2018

**ANAIS**

**Tema: Eficiência Produtiva e Impacto Ambiental na Produção de Ruminantes**

**COORDENAÇÃO:** Prof. Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior  
Prof<sup>a</sup>. Dra. Simone Pedro da Silva

FAMEV UFU

**IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES NO  
CERRADO**

Uberlândia-MG, 12 e 13 de abril de 2018

**ANAIS**

**Tema: Eficiência Produtiva e Impacto Ambiental na Produção de Ruminantes**

**COORDENAÇÃO:** Prof. Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior  
Profa. Dra. Simone Pedro da Silva

Uberlândia  
FAMEV UFU  
2018

## **IV Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes no Cerrado**

### **Promoção e Organização**

Universidade Federal de Uberlândia  
Faculdade de Medicina Veterinária

### **Realização**

Universidade Federal de Uberlândia/Faculdade de Medicina Veterinária

### **Comissão Organizadora**

Prof. Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior  
Profa. Dra. Janine França  
Profa. Dra. Simone Pedro da Silva  
Ana Caroline Rodrigues da Cunha  
Andressa Rodrigues Gomes  
Beatriz Mendes Cardoso  
Ester Ferreira Felipe  
Fernanda Colen Barboza  
Gabriel Corsino Borges  
Paulo Arthur Cardoso Ruela  
Raphaella Arantes Pereira  
Vitor Gabriel Resende Olive

### **Comissão Técnico Científica**

Prof. Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior  
Profa. Dra. Simone Pedro da Silva

### **Comissão Editorial**

Profa. Dra. Simone Pedro da Silva  
Paulo Arthur Cardoso Ruela

### **Revisão ortográfica**

Prof. Dr. Gilberto de Lima Macedo Junior  
Profa. Dra. Simone Pedro da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

- S613a      Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes no Cerrado: Eficiência produtiva e impacto ambiental na produção de ruminantes (1. : 2018 : Uberlândia, MG)  
Anais das palestras / IV Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes no Cerrado: Eficiência produtiva e impacto ambiental na produção de ruminantes; Gilberto de Lima Macedo Junior, Simone Pedro da Silva (Coordenadores). -- Uberlândia : UFU, 2018.  
97 p. : il.  
Inclui bibliografia.

1. Ruminante - Congressos. 2. Ruminante - Nutrição - Congressos. 3. Bovino - Criação - Congressos. 4. Caprino - Criação - Congressos. 5. Ovino - Nutrição - Congressos. I. Macedo Júnior, Gilberto de Lima. II. Silva, Simone Pedro da. III. Universidade Federal de Uberlândia. IV. Título.

CDU: 636.2/.3(061.3)

---

Universidade Federal de Uberlândia - Faculdade de Medicina Veterinária Campus Umuarama - Bloco 2T - Av. Pará, 1720 - Bairro Umuarama  
Uberlândia - MG - CEP 38400-902 [simprucerrado@gmail.com](mailto:simprucerrado@gmail.com)  
<http://www.eventos.ufu.br/iv-simprucerrado/>

## PREFÁCIO

A palavra simpósio é de origem grega, sendo formada pela junção do prefixo syn, que significa “junto”, com o sufixo posion, com significado de “beber”. Dessa forma, simpósio pode ser definido etimologicamente como “beber em grupo”. De fato, na Grécia Antiga, os simpósios eram encontros sociais nos quais os participantes bebiam e filosofavam. O ato de filosofar consiste em meditar, raciocinar, discorrer ou discutir sobre questões relacionadas a um tema qualquer. Nesse contexto, nesta quarta edição do Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes no Cerrado (SIMPRUCERRADO), realizado pela Faculdade de Medicina Veterinária, da Universidade Federal de Uberlândia, o tema a ser apresentado e analisado é a “Eficiência produtiva e o impacto ambiental na produção de ruminantes”.

A busca por eficiência deve ser uma constante nos sistemas de produção de ruminantes, isto é, sempre que possível deve-se almejar a melhor produção com o mínimo de erros. E dentre os possíveis erros, aqueles relacionados às questões ambientais (e.g. degradação do solo, poluição da água e da atmosfera, perda de biodiversidade) estão em evidência, são relevantes e, portanto, não podem ser negligenciados.

A produção de ruminantes é importante para o Brasil, pois está presente em praticamente todos os municípios, é fonte de divisas e gera milhões de empregos diretos e indiretos. Porém, essa atividade necessita de constante aperfeiçoamento, a fim de se manter competitiva frente às alternativas de uso da terra. Por isso, a divulgação e a análise crítica das mais recentes tecnologias geradas no Brasil e no mundo são fundamentais para o desenvolvimento sustentável dos sistemas brasileiros de produção de ruminantes.

Nesse sentido, a realização de simpósios, como o SIMPRUCERRADO, por reunirem profissionais e pesquisadores que são referências em suas áreas de atuação, consiste em maneira efetiva de divulgar o conhecimento e, certamente, contribui para a formação dos profissionais da área.

Tenho certeza que os temas apresentados e discutidos durante o evento (e agora reunidos neste Anais!) serão de grande auxílio para todos aqueles que acreditam que o uso do conhecimento é premissa para a adequada gestão dos sistemas de produção de ruminantes.

Manoel Eduardo Rozalino Santos

*Professor na Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia*

## APRESENTAÇÃO

Diante da importância da agropecuária na produção de alimentos e geração de renda, recentemente muito se discute sobre o impacto ambiental das atividades pecuárias e agrícolas, principalmente pertinentes às mudanças climáticas, sendo a pecuária muito criticada por emitir grandes quantidades de gases de efeito estufa (GEE) oriunda da fermentação entérica. O Brasil devido ao grande tamanho do rebanho, idade ao abate tardia e sistema de criação em pastagens, com predomínio de áreas em estágio de degradação é visto como um dos maiores contribuintes nas emissões de GEE.

Gases gerados durante o processo de fermentação ruminal, metano em particular, representam não só problemas de ordem ambiental, mas constitui perda parcial de energia da alimentação. Dessa forma, o desenvolvimento de estratégias para reduzir a emissão de metano por ruminantes consiste em melhorar a eficiência de uso da energia por esses animais. Nesse sentido, diversas pesquisas têm sido desenvolvidas para buscar aumento de eficiência alimentar e com isso gerar menor produção de GEE. Várias alternativas como manejo adequado da pastagem, alta produtividade animal, melhoramento genético e redução da demanda por novas áreas de pastagens têm contribuído para uma pecuária mais sustentável. Ademais, novas tecnologias utilizadas na nutrição de ruminantes, como o uso de aditivos alimentares podem gerar menor emissão de gases do efeito estufa para a atmosfera.

Além da responsabilidade relacionada à emissão de GEE oriundas da produção animal, nos últimos anos tem crescido também a preocupação com o uso da água nos sistemas de produção. Valores de pegada hídrica recentemente publicados são extremamente altos para produção de carne e leite no mundo e tem levado organizações governamentais e não governamentais, bem como a sociedade discutir e desenvolver ferramentas para diminuir o consumo de água na produção de produtos de origem animal. Dessa forma, torna-se de fundamental importância o desenvolvimento de pesquisas realizadas no Brasil para quantificar o consumo de águas nesses sistemas.

Nessa perspectiva, verifica-se grande demanda por profissionais da área de Medicina veterinária, Zootecnia e Agronomia, também pela comunidade acadêmica por informações atualizadas sobre a produção de ruminantes visando máxima eficiência produtiva e redução nos impactos ambientais. A Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia oferece os cursos de Zootecnia e Medicina Veterinária, sendo assim, existe uma constante busca por informações técnicas relacionadas à produção de ruminantes, de forma a gerar dados de pesquisa e atender a demanda da sociedade que está ligada a este tema. Por este motivo, o IV Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes: eficiência produtiva e impacto ambiental na produção de ruminantes, tem por objetivo trazer informações sobre produção, nutrição de ruminantes e manejo das pastagens visando à sustentabilidade do sistema produtivo.

Os Editores

## ÍNDICE

- 1. Eficiência na produção de bovinos e o impacto ambiental da atividade pecuária 7**  
*Ricardo Andrade Reis, Abmael da Silva Cardoso, Lutti Maneck Delevatti, Rhaony Gonçalves Leite, Débora Siniscalchi, Ana Cláudia Ruggieri*
- 2. Estratégias de manejo do pastejo para redução de impactos ambientais 15**  
*Marília Barbosa Chiavegato, Guilherme Francklin de Souza Congio, Sila Carneiro da Silva*
- 3. Pegada hídrica na produção de carne e leite bovino no Brasil 37**  
*Julio Cesar Pascale Palhares*
- 4. Produção de Carne carbono neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos 55**  
*Patrícia Perondi Anchão Oliveira, José Ricardo Macedo Pezzopane, André de Faria Pedroso, Maria Luiza F. Nicodemo, Alexandre Berndt*
- 5. Sistema Produtivo para uma Pecuária Sustentável 67**  
*Gustavo Rezende Siqueira, Ivanna Moraes de Oliveira, Cleisy Ferreira do Nascimento, Valquíria Alencar Beserra, Felipe Almeida Nascimento, Flávio Dutra de Resende*
- 6. Uso de taninos para melhorar a eficiência de uso da energia e reduzir emissão de CH<sub>4</sub> 79**  
*Marcelo Manella, Iorrano Andrade Cidrini*

# Pegada hídrica na produção de carne e leite bovino no Brasil

Julio Cesar Pascale Palhares<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, São Paulo, email: julio.palhares@embrapa.br

**Resumo:** As ameaças à quantidade e qualidade das águas no Brasil e no mundo compreendem: o crescimento populacional, a urbanização, a industrialização, as formas de uso do solo, a produção agropecuária, as mudanças climáticas e as fontes de poluição (pontuais e difusas). No Brasil também é um problema crônico a falta de saneamento urbano e rural. Quanto maior o grau de poluição e contaminação de nossas águas maior o impacto econômico do uso da água nos custos de produção dos alimentos, maior a vulnerabilidade sanitária e menor a competitividade do país na produção de commodities agropecuárias. O setor agropecuário precisa internalizar o manejo hídrico definido como: *uso cotidiano de conhecimentos e práticas que garantam a oferta de água em quantidade e qualidade*. O cálculo da pegada hídrica pode auxiliar na geração de conhecimento a fim de manejar os recursos hídricos nas atividades agropecuárias e agroindustriais. A pegada hídrica é definida como o volume de água consumido, direta e indiretamente para produzir o produto. A avaliação da pegada se propõe a ser uma ferramenta analítica, auxiliando no entendimento de como o produto se relaciona com a demanda e a escassez hídrica. As análises e cálculos da pegada são ações multiatores, pois necessitam do conhecimento e engajamento de todos para que seja reconhecida como instrumento de suporte a decisão. Portanto, incentiva-se e discussão, reflexão e negociação sobre a atividade e seus impactos ambientais, o que tem como consequência, a redução dos conflitos na cadeia de produção e desta com a sociedade. Também insere uma ação educativa, pois possibilita que produtores, técnicos, profissionais, empresários e agentes de governo ampliem seu conhecimento ambiental. A falta deste conhecimento é uma das maiores barreiras para uma evolução ambiental perene e próspera.

**Palavras-chave:** consumo de água; dessedentação animal; mitigação, nutrição; poluição

## 1. Introdução

Na 5ª edição da pesquisa “*O que o Brasileiro pensa do Meio do Ambiente*”, publicada pelo Ministério do Meio Ambiente (2012) a preservação, conservação, poluição e desperdício de recursos hídricos são citados com frequência pelos respondentes. Dentre as opiniões analisadas nas várias edições, a que apresenta maior variação nos últimos quinze anos é a concordância sobre a insustentabilidade da forma como a água vem sendo utilizada. Em 1997, 55% dos respondentes brasileiros concordavam com a afirmação. Atualmente, 82% da população concorda com a afirmação. Das intenções citadas visando mudar o comportamento a fim de tornar a relação com o meio ambiente mais amigável destaca-se: comprar produtos que utilizem menos água, citado por 82%.

As ameaças a quantidade e qualidade das águas no Brasil e no mundo compreendem: o crescimento populacional, a urbanização, a industrialização, as formas de uso do solo, a produção agropecuária, as mudanças climáticas e as fontes de poluição (pontuais e difusas). No Brasil também é um problema crônico a falta de saneamento urbano e rural. Quanto maior o grau de poluição e contaminação de nossas águas maior o impacto econômico do uso da água nos custos de produção dos alimentos, maior a

vulnerabilidade sanitária e menor a competitividade do país na produção de commodities agropecuárias.

Em nossa cultura gastronômica algumas duplas são indissociáveis, café com leite, arroz com feijão, goiabada com queijo, frango com polenta, etc. Todas elas estão baseadas em outra dupla indissociável: água e alimento. Não é possível existir produção de alimentos sem água em quantidade e com qualidade. Se um dia consumirmos proteína animal produzida em laboratório, ainda assim, necessitaremos de água para produzi-las. Enfim, o que fazemos, seja na produção de carnes, ovo, leite, soja, milho, etc. é produzir água enriquecida com nutrientes essenciais a vida.

Os estudos mostram que nos países em desenvolvimento, como o Brasil, a maior parte da água captada e consumida é utilizada pela agropecuária. Em países desenvolvidos a maior parte é utilizada pelos setores industrial e de serviços. Anualmente, a Agência Nacional de Águas divulga a publicação Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. A edição de 2016 traz a informação que 75% da água consumida no país foi utilizada pela irrigação e 9% para dessedentação animal. Portanto, a agropecuária representou 84% do consumo. Em vista desses números, podemos concluir que a produção de alimentos é intensiva no uso da água, tendo assim o dever de prezar pelo uso eficiente deste recurso natural.

Historicamente, a relação da produção animal brasileira com a água é de exploração do recurso. Isso se deve a perpetuação da ideia de que o país é rico em água, por isso ela nunca irá faltar. Essa ideia não é de toda verdade. O Brasil detém aproximadamente 12% da água doce do mundo, mas quase 70% desta está concentrada na região Norte do país (Bacia Amazônica). O Sudeste, região mais urbanizada, detém em torno de 6% para ser consumido entre cidades, indústrias, serviços e agropecuária, então se não houver gestão hídrica, situações de escassez e conflito serão cada vez mais comuns, independente, da falta de chuva. Em diversas regiões brasileiras conflitos pelo uso da água estão presentes, pois a necessidade dos usuários é maior do que a oferta de água.

O setor agropecuário precisa internalizar o manejo hídrico definido como: *uso cotidiano de conhecimentos e práticas que garantam a oferta de água em quantidade e qualidade*. Não existe o melhor manejo! Deve-se considerar as características produtivas, econômicas, culturais e ambientais para propor o manejo hídrico mais adequado a essa. A imposição de “receitas” não irá dar segurança hídrica, trará maiores custos econômicos e frustrações. Qualquer manejo que for proposto deve prezar pela segurança hídrica. Segurança Hídrica é aqui definida como: *condição na qual o uso e o consumo de água propiciam a manutenção dos benefícios ambientais, econômicos e sociais ao indivíduo e a sociedade e a conservação do recurso natural em quantidade e qualidade*.

É possível desenvolver atividades agroindustriais e agropecuárias sem agredir o meio ambiente, mas para isso temos que querer. Simplesmente, achar que temos as produções mais sustentáveis do planeta, não irá torná-las sustentáveis. O meio ambiente tem que ser parte da tomada de decisão que produtores, agroindústrias e todos os elos das cadeias produtivas, incluindo consumidores, fazem diariamente. Dispomos de muitos conhecimentos e tecnologias para utilizar a água de forma eficiente, reduzir os impactos ambientais negativos e produzir alimentos sem culpa ambiental.

## 2. Pegada Hídrica

Uma pergunta que começa a ser feita pela sociedade e por aqueles que têm como missão gerenciar os recursos hídricos é: quanto de água se consome para produzir um quilograma de carne, leite, ovo, milho, soja, etc.? Nos últimos anos, estudos com o objetivo de responder a essa pergunta começaram a ser feitos. Existem vários métodos que podem ser utilizados nesses estudos. Um dos que tem tido maior aceitação pela comunidade científica, governos e destaque na mídia é o método da pegada hídrica. O cálculo da pegada hídrica pode auxiliar na geração de conhecimento a fim de manejar os recursos hídricos nas atividades agropecuárias e agroindustriais. O Brasil deve ter estudos que avaliem as demandas hídricas de suas commodities agropecuárias, caso contrário, o país será sempre refém de estudos internacionais.

A pegada hídrica é definida como o volume de água consumido, direta e indiretamente para produzir o produto. A avaliação da pegada se propõe a ser uma ferramenta analítica, auxiliando no entendimento de como o produto se relaciona com a demanda e a escassez hídrica. A proposição de cálculo da pegada hídrica surgiu no início do século (2001/2002) e foi proposta pelo pesquisador Arjen Hoekstra da UNESCO, sendo aprimorada por pesquisadores da Universidade de Twente na Holanda. Atualmente, grande parte dos estudos são feitos pela Water Footprint Network ([www.waterfootprint.org](http://www.waterfootprint.org)). A essência do cálculo é a mesma que já vinha sendo desenvolvida pelas pegadas ecológica e de carbono, entender os sistemas de produção como elos de uma cadeia produtiva, que se inicia na geração de insumos e termina na oferta de produtos ao consumidor.

Recentemente, outras escolas científicas surgiram realizando cálculos de pegada hídrica, mas de forma diferente da escola holandesa. Dessas escolas, a de maior destaque é a que utiliza a metodologia de Análise de Ciclo de Vida. O conceito de ciclo de vida relaciona determinado produto a um fluxo de processos executados ao longo de uma cadeia produtiva e além dela. A análise abrange a extração e processamento de matérias-primas, manufatura, transporte, distribuição, uso, reuso, manutenção, reciclagem e disposição final do produto. Portanto, a análise de ciclo de vida é bem mais ampla que o método de cálculo da pegada hídrica, pois considera todos os aspectos e impactos ambientais relacionados a um produto. Em 2014, a Organização Internacional de Normalização (ISO) editou a ISO 14046 que estabelece os princípios e requerimentos para o cálculo da pegada hídrica, seguindo a metodologia de análise de ciclo de vida. No dia 10/05/2017 a Associação Brasileira de Normas Técnicas finalizou o processo Consulta Nacional do Projeto de norma ABNT NBR ISO 14046 – Gestão ambiental – Pegada hídrica – Princípios, requisitos e diretrizes. Este Projeto foi elaborado pela Comissão de Estudo de Avaliação do Ciclo de Vida e pelo Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental. A norma brasileira é prevista para ser idêntica à norma internacional ISO 14046:2014.

O método holandês entende consumo de água como: consumo de águas superficiais e subterrâneas; água evaporada e transpirada na produção das culturas vegetais (processo de evapotranspiração), água que retorna para outra unidade hidrográfica que não a sua unidade de origem ou para o mar e água incorporada ao produto. A pegada pode ser expressa em:  $m^3$  de água/ano,  $m^3$  de água/hectare e  $m^3$  de água/kg de produto.

O cálculo também diferencia o consumo de água verde (água evapotranspirada pelas culturas vegetais). Ressalta-se que a água verde não significa a água da chuva,

pois essa não considera as águas que escorrem ou infiltram no solo. Entende-se que essa água não é consumida pela cultura agrícola. Água azul, consumida de fontes superficiais e subterrâneas, e utilizada na irrigação das culturas vegetais, dessedentação dos animais, lavagem de equipamentos, etc. Água cinza, volume de água necessário para diluir os efluentes da atividade. Portanto, a pegada hídrica é composta por componentes indiretos (ex. água utilizada na produção dos alimentos) e diretos (ex. água consumida na dessedentação dos animais e serviços).

Existem vários estudos calculando a pegada hídrica dos produtos animais. Na Tabela 1, observa-se a quantidade de água consumida por várias espécies e para três sistemas de produção. Os valores da Tabela 1 são médias mundiais, portanto para calculá-los fez-se muitas inferências. Certamente, para países com dimensões continentais e diversos sistemas de produção como o Brasil, o melhor valor será aquele calculado para as realidades produtivas brasileiras. Isso não invalida as médias globais, pois um dos objetivos do cálculo da pegada é explicitar a íntima relação entre produção de um produto e os recursos hídricos.

Tabela 1. Valor da pegada por categoria animal e sistema de produção (Gm<sup>3</sup>/ano).

Categoria	Sistema de Produção a Pasto			Sistema de Produção Misto*			Sistema Industrial		
	Verde	Azul	Cinza	Verde	Azul	Cinza	Verde	Azul	Cinza
Bov. de Corte	185	4,5	2,1	443	20	12	112	10	9,0
Bov. de Leite	83	3,6	3,7	269	27	26	48	4,1	3,8
Total	461	17,8	13,2	1210	90	90	442	43	55

\*Sistema de produção que envolve pastejo e confinamento dos animais.

Fonte: Mekonnen & Hoekstra (2011)

É possível que a pegada seja calculada sem considerar todos os consumos, podendo ter como fronteira a fazenda, região, o estado ou país. Na interpretação do valor deve estar claro o que foi considerado no cálculo e qual a fronteira. Portanto, pode-se ter uma pegada de 40 L/kg de carne bovina, neste caso a “fronteira” utilizada foi reduzida, se limitando aos galpões de uma propriedade rural, sendo considerado somente o consumo de água azul (dessedentação). Para o mesmo produto o valor pode ser de 15.000 L/kg de carne bovina, aqui o cálculo considera toda a cadeia de produção, da extração e manufatura dos insumos a oferta dos produtos ao consumidor. Sem esses esclarecimentos a interpretação do valor conduz a erros. A Figura 1 apresenta as possíveis fronteiras de cálculo para a cadeia produtiva de bovinocultura de corte. Por exemplo, a fronteira pode ser a propriedade rural, o abatedouro, o hipermercado ou toda cadeia produtiva.

<b>INSUMOS</b>	<b>ALIMENTOS</b>	<b>SISTEMA DE PRODUÇÃO</b>	<b>ABATE E PROCESSO</b>	<b>TRANSPORTE E CONSUMO</b>
<b>Nitrogênio</b>				
<b>Fósforo</b>				
<b>Potássio</b>				

**Figura 1.** Fronteira de cálculo da pegada hídrica na cadeia de bovinocultura de corte.

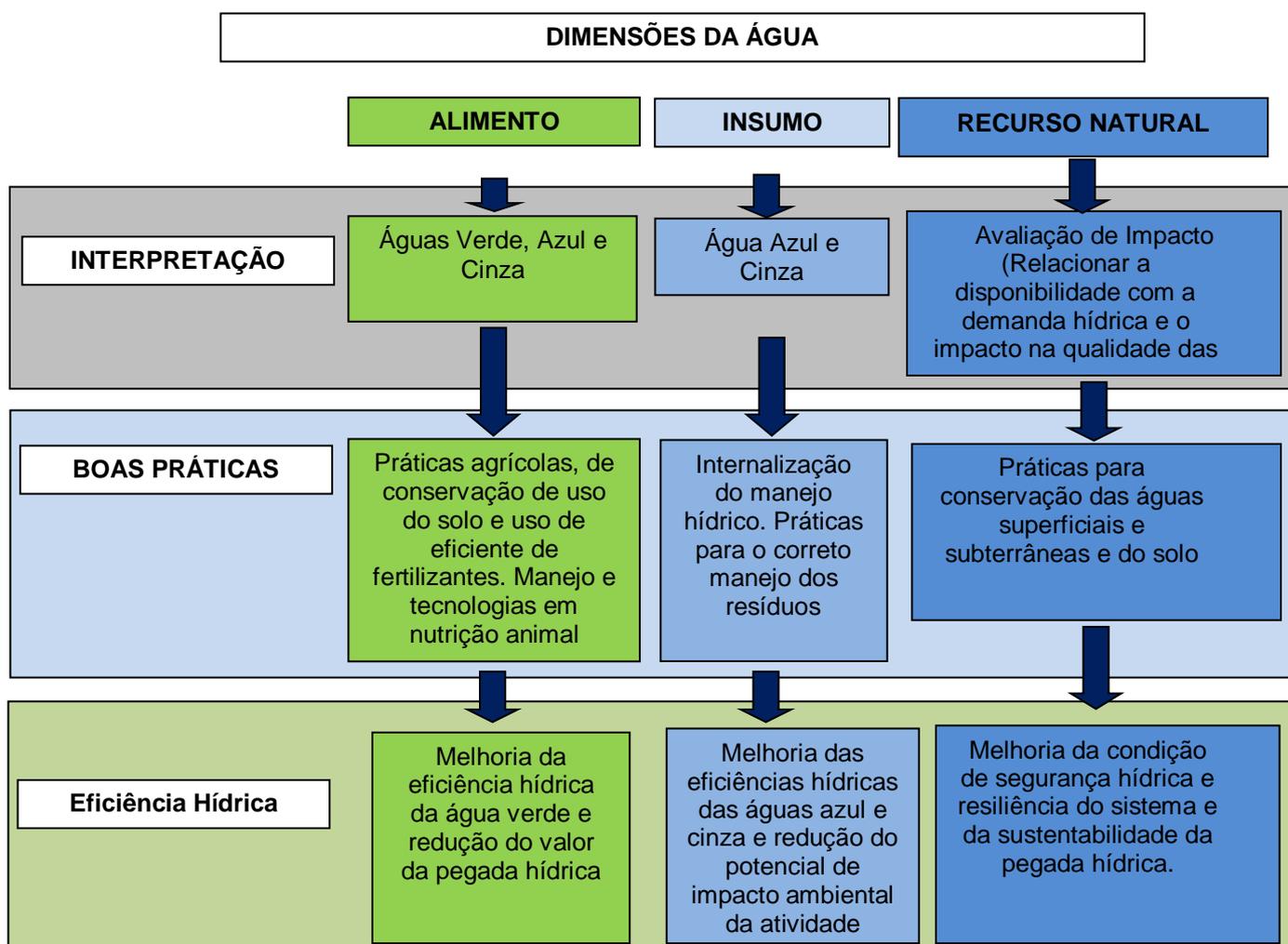
Deve-se ressaltar que o mais importante não é o valor numérico da pegada, mas sim a relação deste com a disponibilidade hídrica do local e região e a proposição de ações mitigatórias. Na Figura 2, apresentam-se as etapas de cálculo da pegada hídrica. Observa-se que a geração do valor numérico é somente uma das etapas e não o objetivo fim do método. O objetivo fim é utilizar o indicador para promover o uso eficiente da água e a gestão do recurso natural. O método também considera a análise de sustentabilidade no qual são avaliados aspectos econômicos e sociais relacionados ao uso da água.

Calcular a pegada sem propor ações e soluções para melhorar o manejo hídrico não promoverá grandes avanços e poderá gerar mais conflitos do que consensos. Quando os primeiros valores da pegada começaram a ser divulgados no Brasil, os setores agropecuários se mostraram contra o conceito e seus resultados. A razão dessa revolta inclui erros da mídia na forma de comunicação do conceito e a falta de conhecimento dos setores ao cálculo. Hoje, o conceito é mais aceito e já internalizado por algumas agroindústrias, pois o método foi esclarecido e melhorado e se entendeu que o indicador tem conteúdo para subsidiar a gestão hídrica.



**Figura 2.** Etapas de cálculo da pegada hídrica.

Para interpretar os valores de pegada hídrica, relacionando-os com o aumento da eficiência do uso da água é necessário entender e manejar a água nas três dimensões que ela tem em um sistema de produção animal: alimento, insumo e recurso natural. A água é o alimento mais importante para os animais, é uma fonte de nutrientes, devendo ser conservada, manejada e oferecida de acordo com os padrões de qualidade. O desempenho e o bem-estar dos animais dependem deste alimento oferecido em quantidade e com qualidade. A água é um insumo quando usada para lavar uma instalação ou equipamento, refrescar os animais ou remover os resíduos da produção. Na condição de recurso natural a água deve ser conservada a fim de proporcionar a resiliência do sistema produtivo. A Figura 3 mostra como essas três dimensões estão relacionadas com águas verde, azul e cinza. A melhoria da eficiência hídrica é um processo dinâmico. Portanto, é fundamental atualizar os conhecimentos e promover a capacitação de agricultores e profissionais.



**Figura 3.** Dimensões da água em um sistema de produção animal e suas relações com a pegada hídrica.

Independente do método utilizado no cálculo da pegada hídrica as limitações para os produtos de origem animal são: inexistência de uma cultura hídrica nas cadeias de

produção; falta de informações para o cálculo, aumenta a necessidade de inferências, aumenta as incertezas e os conflitos; pouca interação pecuária e agricultura; a produção animal é uma fonte de poluição pontual e difusa, por isso é preciso dimensionar essas duas fontes para ter um cálculo mais robusto; determinação das fronteiras do cálculo (sistemas de produção e áreas geográficas); ausência de visão sistêmica dos atores das cadeias e tomadores de decisão; baixo entendimento do método pelos atores e pela sociedade; sensacionalismo da mídia na divulgação da pegada e poucas ações que visem o esclarecimento da sociedade quanto ao método.

### 3. Cálculos da pegada hídrica

Neste item apresentam-se estudos de cálculo em pegada hídrica, bem como proposições de manejos e intervenções a fim de tornar o uso da água pela atividade mais eficiente.

#### 3.1. Bovinocultura de Leite

Esse estudo teve o objetivo de avaliar as pegadas hídricas verde, azul e cinza de dois sistemas de produção de leite, convencional e orgânico. Os cálculos foram feitos para o período de um ciclo de lactação (10 meses). Ambos os sistemas possuíam características comuns: manejo alimentar baseado em sistemas rotacionados de pastejo, no período seco foi realizada a suplementação de volumoso com silagem de milho na propriedade convencional e com silagem de cana-de-açúcar na orgânica e ambos utilizavam irrigação para aumento da oferta de alimentos na seca. Na Tabela 2 são apresentados os valores das pegadas para os dois sistemas.

Tabela 2. Pegadas hídricas de sistemas convencional e orgânico de produção de leite.

Águas	Convencional	Orgânico
Pegada Hídrica Verde	884	702
Pegada Hídrica Azul	75	97
Pegada Hídrica Cinza <sub>nitrate</sub>	3,6	8,6
(Litros de água/Volume de Leite corrigido*)	962,6	807,6

\*Volume de Leite corrigido: expressa a quantidade de energia no leite produzido e ajustado para 3,5% de gordura e 3,2% de proteína. Fonte: Palhares (2015).

Alimentos concentrados representaram 62,5% de pegada de água verde no sistema convencional e 68,27% no orgânico. Em geral, a intensificação é acompanhada de redução da dependência sobre a alimentação a pasto e aumento do uso de alimentos concentrados. Os sistemas de produção precisam aproveitar a capacidade do rúmen de converter a proteína das forragens em proteína do leite. Isto irá reduzir os custos de produção e a pegada hídrica e permitir que os sistemas se tornem mais independentes de recursos externos.

Tanto no convencional, como no orgânico, o consumo de água para irrigação representou a maior percentagem de água azul. Os resultados são importantes para mostrar o impacto que essa técnica tem na demanda hídrica de um sistema de produção de leite, principalmente, em regiões e bacias hidrográficas onde já existem conflitos pelo uso da água. Nesta situação, a irrigação deve ser planejada e manejada buscando a

máxima eficiência de uso do recurso natural. Se não houvesse irrigação nos sistemas, a pegada azul para o sistema convencional seria de 3 litros por kg de volume de leite corrigido e de 4 litros por kg de volume de leite corrigido para o sistema orgânico. A manutenção da produção de leite por ano nos dois sistemas poderia ser alcançada sem irrigação, mas utilizando-se elevadas quantidades de concentrado na dieta. Esta seria uma estratégia recomendada para regiões e bacias hidrográficas com escassez de água, ainda que o custo de produção de leite seja superior. Outra estratégia seria reutilizar o efluente da sala de ordenha para fertirrigação. Com isso, além de reduzir os valores de pegada azul, também haveria impactos positivos sobre a eficiência de utilização de nutrientes presentes nas águas de lavagem da ordenha.

Também foi calculado o indicador de escassez de água azul em ambas as propriedades. No sistema convencional o valor foi de 0,11 e no orgânico, de 0,13. Os resultados mostram que o sistema convencional consumiu 11% da água azul disponível no ano de referência e o orgânico, 13%. Isso ocorreu devido às menores disponibilidades de águas superficiais e subterrâneas na propriedade orgânica. Para calcularmos essas disponibilidades consideramos os volumes de água outorgados e a vazão ecológica dos rios que atravessam as propriedades. A transição para o estresse hídrico ocorre com valores de 0,2 e de estresse para escassez com 0,4. Apesar dos indicadores de escassez de água azul serem confortáveis, melhorias na eficiência de uso da água azul podem permitir a distribuição de água para outros usos e consumidores, além de contribuir para a redução dos conflitos sociais. O cálculo da pegada hídrica azul e sua relação com a disponibilidade de água na região de produção auxiliam na tomada de decisão, pois fornecem informações para se avaliar o risco de escassez hídrica da atividade.

A produção de alimentos é o maior utilizador de água em um sistema de produção animal. Esta situação pode ser entendida como uma oportunidade para melhorar a eficiência de uso da água na agricultura e promover a integração entre agricultura e pecuária. Portanto, deve-se ter atenção na eficiência da produção dos alimentos e conversão destes em produtos de origem animal. Melhorar a eficiência da água no desenvolvimento das culturas vegetais é uma abordagem eficaz para otimizar o uso da água e reduzir os valores das pegadas. Os especialistas em nutrição animal devem ser os responsáveis por encontrar a combinação mais sustentável destes elementos, ou seja, menor utilização de água pela cultura vegetal, mantendo os requisitos de proteína e energia para os animais. No manejo nutricional o custo da alimentação tem grande importância. A análise hídrica e econômica para a produção de uma tonelada de forragem, grãos ou silagem pode demonstrar qual tipo de alimento tem menor consumo de água e custo de água.

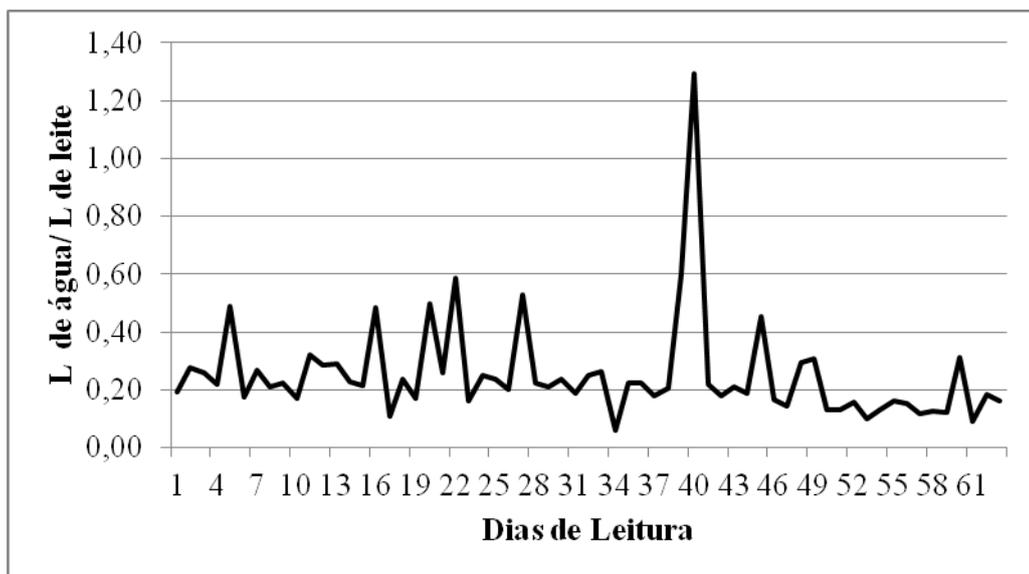
O consumo de água no processamento do produto também pode ser considerado nos cálculos de pegada hídrica. Devido ao setor agroindustrial também ser um relevante consumidor do recurso utilizou-se uma unidade de produção de leite tipo A, queijos, iogurtes e manteiga para calcular a pegada hídrica azul do laticínio, bem como apontar possíveis práticas de gestão do recurso. No cálculo da pegada hídrica azul foi considerado somente o uso direto de água pela unidade industrial para suas demandas de processamento do produto e higienização das instalações.

O leite foi originado de um rebanho de 1,5 mil vacas em lactação, de um total de 3,6 mil fêmeas holandesas entre jovens e adultas, criadas em instalações FreeStall. A produção média foi de 11.500 kg por vaca por ano, com vacas ordenhadas três vezes por

dia em uma sala de ordenha “sidebyside” 2x30. O manejo alimentar era baseado em ração e volumoso acrescidos de caroço de algodão, polpa cítrica e minerais.

O consumo foi mensurado pela leitura diária, durante 63 dias, de um hidrômetro instalado na rede hidráulica de entrada da unidade industrial.

Na Figura 4, observa-se os valores da pegada hídrica azul. O valor médio da pegada foi de 0,25 L de água kg de leite<sup>-1</sup>, sendo a máxima pegada de 1,29 a mínima 0,06 L de água kg de leite<sup>-1</sup>.



**Figura 4.** Pegada hídrica azul da unidade industrial.

Silva (2006) e Castro (2007) encontraram relações de 6,1 L de água kg de leite<sup>-1</sup> e 5,7 L de água kg de leite<sup>-1</sup>, respectivamente. Saraiva et al. (2009) obteve 3,2 L de água kg de leite<sup>-1</sup> e Machado et al. (2002) valores entre 3 e 4,5 L de água kg de leite<sup>-1</sup>. Saraiva et al. (2009) é importante ressaltar que o consumo de água em um laticínio pode variar conforme as técnicas, os processos e equipamentos utilizados nas etapas de processamento e até mesmo o mês em que os dados foram coletados.

O estudo de caso demonstrou que leite e derivados podem ser produzidos com reduzida pegada hídrica azul. É importante destacar que existem diferenças entre unidades industriais de produção de leite e essa variabilidade deve ser objeto de futuras pesquisas para que mais melhorias e melhor gestão possam ser atingidas e propostas. Com isso o setor poderá desenvolver novos processos, visando reduzir a pressão sob os recursos hídricos.

Em outro estudo calculou-se a pegada hídrica cinza de um sistema de produção de leite.

Os dados produtivos utilizados no estudo foram levantados por entrevistas com os responsáveis e coletas a campo em fazenda localizada no município de Descalvado-SP. O efluente da ordenha era conduzido para um sistema de separação de sólidos (peneira e prensa) e armazenado em três lagoas em série com tempo de retenção hidráulica estimado em 20 dias. Diariamente, o efluente era bombeado da terceira lagoa e aplicado superficialmente em área de 100 ha cultivada com milho e capim Tifton 85.

Os dados da produção de leite (kg) foram disponibilizados pela fazenda e se referem ao ano de 2016. A produção média diária até novembro de 2016 foi de 56.217 kg de leite. O laticínio da propriedade produz leite tipo A, iogurte e manteiga.

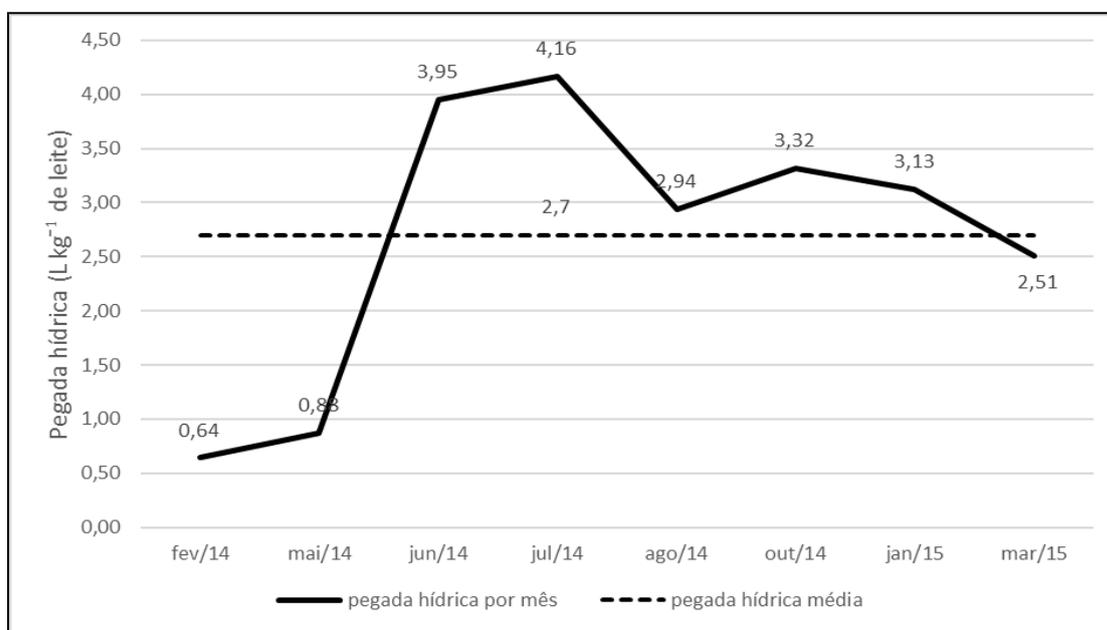
Segundo a empresa, o volume de água utilizado para o flushing das instalações do sistema de produção é de 600.000 L dia<sup>-1</sup>. Oito coletas no período 2014/2015 para caracterização do efluente quanto às concentrações de nitrato foram realizadas após a terceira lagoa de tratamento. As concentrações de nitrato no efluente estão representadas na Tabela 1.

O cálculo da pegada hídrica cinza foi feito com base em (Hoekstra et al, 2011) e nas concentrações mensais de nitrato do efluente gerado pelo sistema de produção. A fonte poluidora foi considerada como difusa devido ao aproveitamento desse efluente como fertilizante na propriedade rural.

No caso de fontes difusas de poluição, estimar a porcentagem da carga aplicada que foi escorrida e/ou infiltrada não é simples. Neste estudo optou-se por utilizar o cenário Tier-1, no qual o valor de  $\alpha$  é estimado de forma qualitativa. Portanto, estima-se a fração geral de escoamento-infiltração. Assim, atribuiu-se o valor de 10% para  $\alpha$ . O cenário Tier-1 é suficiente para uma primeira estimativa, mas os resultados devem ser interpretados com cuidado, (Franke et al., 2013). A concentração máxima aceitável para o elemento nitrato nos corpos d'água brasileiros é de 10 mg L<sup>-1</sup> (CONAMA 357, 2005). Considerou-se o valor zero para a concentração natural do elemento no corpo hídrico.

Na Figura 5 observam-se os valores da pegada hídrica cinza por mês e o valor médio do período. Quanto maior for o valor de nitrato no efluente, maior será a pegada hídrica cinza. Portanto, justifica-se a observação do maior valor de pegada no mês de julho e a menor no mês de fevereiro.

A variação da concentração de nitrato no efluente é multifatorial, sendo um dos fatores de maior influência o manejo nutricional dos animais. Por exemplo, nos meses de inverno a relação volumoso/concentrado da dieta é diferente da dos meses de verão. Isso irá determinar diferentes eficiências de uso de nutrientes e, conseqüente, diferentes composições de fezes, urina e dos efluentes.



**Figura 5.** Pegada hídrica cinza no período.

Comparando-se o valor médio da pegada hídrica cinza (2,7 L de água kg<sup>-1</sup> de leite) com os valores de cada mês, é possível observar as variabilidades. Na maioria dos casos de intervenção ambiental, a tomada de decisão é baseada em valores médios,

justamente por não se dispor de dados precisos como neste caso, por mês. Os resultados mostram que tomar decisão a partir de dados médios poderá incorrer na escolha de práticas e/ou opções tecnológicas sub ou superestimadas o que pode significar maiores custos e capacitação da mão de obra.

Antes da tomada de decisão é necessário entender a variabilidade da concentração de nitrato no efluente, visando à redução do elemento. O tipo de tratamento é um dos fatores que interfere na qualidade final do efluente. Assim, faz-se necessário o aprimoramento do sistema de tratamento, com monitoramentos frequentes e gestão eficiente.

O estudo de caso demonstrou que o sistema de produção pode reduzir seu impacto ambiental utilizando práticas e tecnologias que melhorem a qualidade do efluente. Com isso, é importante incorporar nos processos produtivos técnicas de produção mais limpas, reuso de materiais e medidas ambientalmente corretas, sem impactar de maneira negativa a economia da atividade. Destaca-se a importância da utilização de ferramentas que promovam a gestão de recursos hídricos como a abordagem da pegada hídrica. Esta deve ser objeto de pesquisa visando o manejo e a eficiência do uso da água no setor agropecuário.

### **3.2. Bovinocultura de Corte**

Confinamentos de bovinos podem provocar impactos ambientais negativos nos recursos hídricos, no ar e no solo. Apesar de o Brasil ser o segundo maior produtor e exportador de carne do mundo, ainda é pequena a produção em confinamento, porém os especialistas preveem a tendência de aumento futuro desse tipo de sistema. Considerando esse cenário, calculou-se a pegada hídrica de 17 fazendas de bovinos de corte da raça Nelore terminados em confinamento do estado de São Paulo. Os cálculos foram feitos considerando somente os usos diretos e indiretos da água na fazenda: fase de cultivo das culturas vegetais, manejo nutricional e a água consumida pelos animais e a contida nos produtos. O período foi de um ciclo de produção (de 80 a 110 dias, média de 90). Para o cálculo foi considerada a somatória da pegada azul (água consumida na dessedentação dos animais, no processamento dos alimentos e embutida no produto) e da pegada verde, com base nos dados locais de cada fazenda (precipitação diária, produtividade da cultura vegetal e sua evapotranspiração).

A pegada hídrica apresentou média de 5.718 litros por quilo de carne, variando de 1.935 a 9.673 litros/kg (Tabela 3). A pegada azul representou 15% desse valor e a verde, 85%. Esses valores não devem ser comparados com a média global para produção de um quilo de carne, que é de 15,4 mil litros de água. Essa média foi calculada para sistema de semiconfinamento e considerando toda a cadeia produtiva, desde a produção de insumos até a oferta do produto ao consumidor. Os resultados demonstram a expressiva variabilidade que pode existir entre os valores de pegada de uma fazenda para outra quando se calcula com base em dados específicos de cada fazenda e região.

As maiores eficiências no uso da água foram observadas nas fazendas que utilizaram alimentos com elevada produtividade agrícola (T/ha). Os menores valores, 1.935 e 3.871 litros por quilo de carne, estão relacionados a porcentagens elevadas de volumoso (cana picada, bagaço de cana ou silagem de milho) nas dietas.

As fazendas com maiores quantidades de concentrado na dieta apresentaram altos valores de pegada, ou seja, demandaram mais água por quilo de carne produzido, já que

a água verde é a maior contribuinte para a pegada total. Nos casos em que a propriedade usou 90% da dieta com concentrado, a pegada hídrica variou de 6.685 a 9.673 litros por quilo de carne. Já, a redução de concentrado para 80% representou uma variação de 4.628 a 5.236 litros. Por exemplo, as fazendas 4 e 5 utilizaram bagaço de cana e apresentaram os mesmos ganhos de peso diário (1,5 kg/dia), pesos inicial e final dos animais e período de confinamento (90 dias). No entanto, a fazenda 4 usou 80% de concentrado na dieta e a fazenda 5 utilizou 90%. A pegada da propriedade 4 foi de 4.628 e a 5, de 7.103 litros por quilo de carne, ou seja, usou 53,5% mais água. O aumento da quantidade de concentrado na dieta resulta em pegadas mais elevadas. A decisão sobre utilizar mais ou menos concentrado depende de muitos fatores. Aspectos como o desempenho dos animais, as condições econômicas e gestão das fazendas devem ser considerados. A quantidade de concentrado também afeta outros indicadores, como a pegada de carbono e as de nitrogênio e fósforo. A utilização de subprodutos na alimentação animal pode reduzir os valores da água, bem como pegadas ecológicas ou de carbono, já que apenas parte da água consumida pelo produto principal é alocada ao subproduto.

As diferenças locais de evapotranspiração e rendimentos da cultura agrícola também determinaram valores de pegadas menores ou maiores. Maior evapotranspiração resulta em maior uso da água, indicando que, dependendo da região, a pegada hídrica total muda significativamente. A produtividade agrícola dos alimentos também desempenha papel fundamental, isto é, maior produtividade resultará em menor pegada hídrica. Isso demonstra que a eficiência hídrica de uma proteína animal é dependente da eficiência hídrica na agricultura, pois todos os aspectos produtivos estão interligados. Independentemente do fato de o pecuarista produzir ou não a alimentação do gado em sua propriedade, o desempenho hídrico dos insumos produtivos devem ser considerados no cálculo da pegada hídrica. Os resultados mostram que o aumento da produtividade agrícola tem impactos positivos na pegada hídrica. Em média, o aumento da produtividade significou uma redução de 19,4% no valor da pegada. Por outro lado, a menor quantidade de toneladas de grãos por hectare resultou em um aumento médio de 26,4% do valor da pegada. Se os grãos utilizados pelas 17 fazendas tivessem aumento de 25% na produtividade agrícola, resultaria numa redução de 20% da superfície agrícola necessária. Por outro lado, uma redução de 25% na produtividade resultaria em 33% mais área à produção de ração.

O consumo médio de água por animal por dia foi de 37,8 litros para uma ingestão de matéria seca de 10 kg por dia. A temperatura máxima nas fazendas variou de 25 a 31,3°C e precipitação de 2,7 a 4,8 mm ao dia. As fazendas com temperaturas mais elevadas apresentaram maior consumo de água, 39,6 litros por animal ao dia. Nas propriedades com temperaturas menores o consumo foi 34,9. A quantidade de água consumida pelo animal é determinada pelo tipo de dieta, condições zootécnicas dos animais e conforto térmico do sistema de produção.

A fazenda 5, que mostrou a maior temperatura máxima, poderia implementar práticas e tecnologias para dar mais conforto térmico. Se a temperatura fosse reduzida em 2°C, o consumo de água por animal ao dia seria de 38,2 litros, uma diferença de 1,4 litros ao dia.

Os resultados demonstram que os valores de pegada hídrica são determinados, em grande parte, pelo tipo de alimentação dos animais, bem como pelos seus indicadores de desempenho zootécnico. A relação volumoso-concentrado e o tipo de volumoso são os aspectos nutricionais que mais influenciam no valor da pegada hídrica. Volumoso com

menor valor nutricional demanda maior inclusão de concentrado por outro lado se esse volumoso for um subproduto ele terá uma menor pegada hídrica verde o que pode ser uma vantagem se o alimento for produzido em uma região de escassez hídrica, bem como uma vantagem econômica, pelo subproduto ter um valor de aquisição menor do que a matéria-prima original. Se a maior inclusão de concentrado significar maior ganho de peso diário e produtividade de carne e, conseqüentemente, menor ciclo de produção, isso pode ter impactos positivos na redução do valor da pegada, mas para que isso seja alcançado não só o manejo nutricional é determinante. O manejo zootécnico também tem que ser adequado, inclusive na fase anterior ao início do confinamento. A nutrição animal é um fator importante na determinação da eficiência hídrica do produto carne bovina, mas se os outros aspectos do sistema de produção não forem manejados da melhor forma, esses influenciarão no desempenho nutricional.

Tabela 3. Pegada hídrica verde e azul de bovinos terminados em confinamento.

Fazenda	Consumo de água pelo volumoso (%)	Consumo de água pelo concentrado (%)	Água Verde (%)	Água Azul (%)	Pegada Azul (L/kg)	Pegada Verde (L/kg)	Pegada Hídrica (L/kg)
1	12,7	87,3	85,8	14,2	773	4.686	5.459
2	1,9	98,1	87,5	12,5	769	5.400	6.169
3	4,1	95,9	80,2	19,8	768	3.103	3.871
4	1,0	99,0	83,4	16,6	769	3.859	4.628
5	0,3	99,7	89,2	10,8	770	6.334	7.104
6	0,8	99,2	85,3	14,7	767	4.468	5.235
7	0,4	99,6	89,5	10,5	774	7.378	8.151
8	1,0	99,0	92,0	8,0	773	8.899	9.672
9	12,1	87,9	84,0	16,0	768	4.021	4.789
10	8,9	91,1	60,2	39,8	769	1.165	1.934
11	1,3	98,7	87,1	12,9	768	5.210	5.978
12	1,3	98,7	89,7	10,3	771	6.703	7.474
13	4,8	95,2	88,3	11,7	767	5.818	6.585
14	19,1	80,9	76,0	24,0	766	2.422	3.188
15	2,8	97,2	80,0	20,0	766	3.058	3.824
16	0,3	99,7	88,5	11,5	769	5.916	6.685
17	0,01	99,99	90,4	9,6	770	7.221	8.991

Fonte: Palhares (2017).

Neste estudo de caso o objetivo foi monitorar a pegada hídrica cinza de um abatedouro de bovinos e propor medidas mitigadoras para reduzir o valor da pegada.

Os dados produtivos utilizados no estudo foram levantados em abatedouro localizado no Estado de São Paulo. As águas residuais provenientes da unidade eram oriundas das atividades de recebimento dos animais, processos industriais e higienização, além de esgotamento sanitário. Havia duas linhas distintas de efluentes líquidos, linha verde (constituída por esterco e material orgânico proveniente da

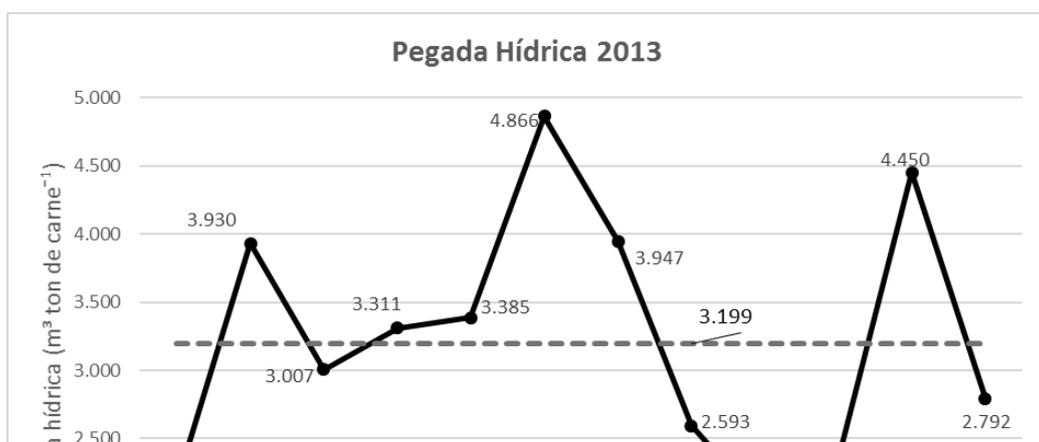
lavagem do bucho) e linha vermelha (constituída basicamente de sangue). Primeiramente, ambos os efluentes passavam por peneiramento estático. O líquido proveniente do peneiramento originário da linha vermelha passava por flotação. Após, ambos os efluentes se misturavam, sendo direcionados dois biodigestores que trabalhavam em série. Após o tratamento por biodigestores o efluente era conduzido para um sistema de três lagoas em série. O destino final era o despejo em curso d'água superficial.

O cálculo da pegada hídrica cinza foi feito com base em (Franke et al., 2013) e na concentração de fósforo total do efluente gerado pelo abatedouro. A fonte poluidora foi considerada como pontual, uma vez que o efluente é liberado em curso d'água superficial. A concentração máxima aceitável para o elemento fósforo nos corpos d'água superficiais em ambientes lóticos é de  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$  (CONAMA 357, 2005). Considerou-se o valor zero para a concentração natural do elemento no corpo hídrico.

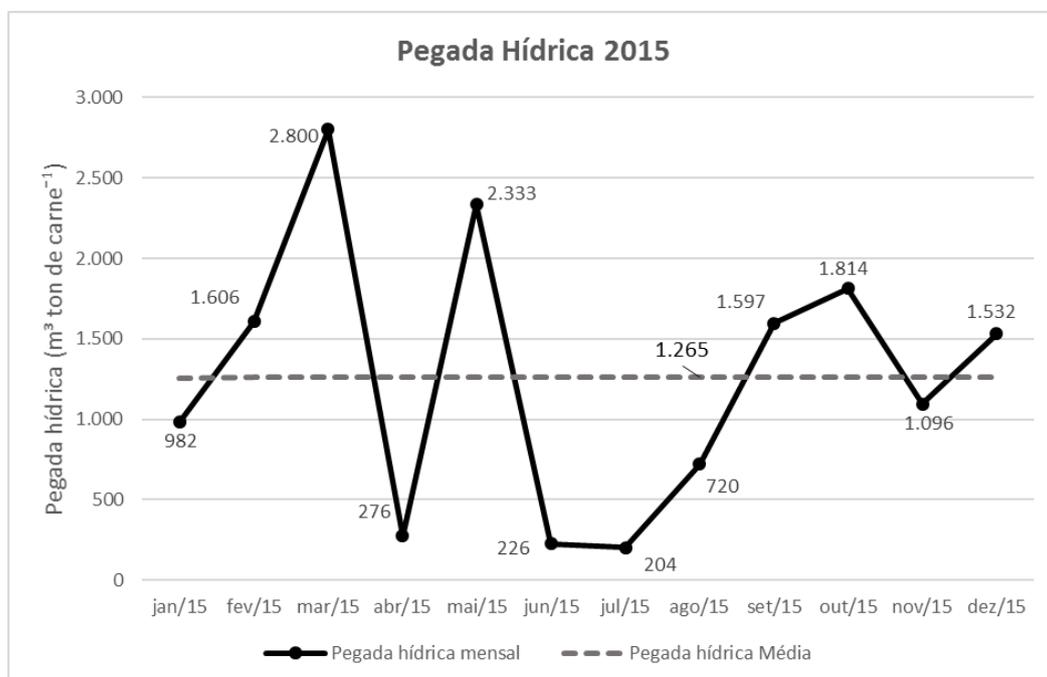
Nas Figuras 6 e 7 observam-se os valores das pegadas hídricas cinza nos anos de 2013 e 2015. No ano de 2013 o valor médio foi de  $3.199 \text{ m}^3 \text{ Ton}^{-1}$  de carne e no ano de 2015  $1.265 \text{ m}^3 \text{ Ton}^{-1}$  de carne. No ano de 2013, o mês que obteve maior valor foi junho ( $4.866 \text{ m}^3 \text{ Ton}^{-1}$  de carne), enquanto que no ano de 2015, o mês com maior valor foi março ( $2.800 \text{ m}^3 \text{ Ton}^{-1}$  de carne).

Comparando-se o valor médio da pegada hídrica cinza de 2013 com os valores de cada mês, é possível observar diferenças. A variável TAQ é calculada a partir da vazão do efluente multiplicada pela concentração de fósforo neste. Assim, quanto maior a concentração de fósforo no efluente maior o valor da pegada. O tipo e manejo do sistema de tratamento são fatores que interferem na qualidade final do efluente. O aprimoramento e monitoramento da eficiência do sistema de tratamento proporcionarão efluentes com menores cargas de elementos e, conseqüentemente, menores pegadas cinzas.

Muitas vezes, a tomada de decisão como tentativa de mitigar os danos negativos, é baseada em valores médios, pelo fato de não se dispor de dados precisos como neste caso, por mês. Logo, os resultados do estudo mostram que tomar decisão a partir de dados médios poderá implicar na escolha de práticas e/ou opções tecnológicas não fundamentadas, o que pode significar maiores custos e capacitação da mão de obra. Portanto, antes da tomada de decisão é necessário descobrir quais fatores interferem para o aumento da pegada, para posteriormente fazer uma escolha embasada.



**Figura 6.** Pegada hídrica cinza no ano de 2013.



**Figura 7.** Pegada hídrica cinza no ano de 2015.

#### 4. Considerações finais

O conhecimento da pegada hídrica é uma oportunidade para:

- ✓ Assegurar a disponibilidade de água em quantidade e qualidade;
- ✓ Conhecer o consumo das águas verde, azul e cinza pelos diversos sistemas de produção e nas diferentes regiões a fim de facilitar a gestão desse recurso natural;
- ✓ Promover a eficiência do uso da água e o estabelecimento de boas práticas hídricas, principalmente, nas áreas de concentração das produções;
- ✓ Reduzir a vulnerabilidade mercadológica dos produtos nacionais;

- ✓ Reduzir os conflitos entre a cadeia produtiva e a sociedade e com os atores externos;
- ✓ Detectar áreas vulneráveis, identificando onde a demanda tem o maior impacto ambiental, social e econômico;
- ✓ Formular políticas e estabelecer metas de redução da demanda hídrica (aumento da eficiência e da produtividade hídrica);
- ✓ Auxiliar na formulação de zoneamentos e programas de gestão da água;
- ✓ Conhecer os fluxos de água virtual;
- ✓ Identificar a dependência hídrica de outros países pela importação de nossos produtos;
- ✓ Mudar a visão de unidade de produção para a de sistema de produção, a unidade faz parte do sistema e é neste que ocorrem os fluxos e processos ambientais, econômicos e sociais;
- ✓ Facilitar a adequação ambiental a legislação, pois a análise ambiental explicita todas as relações da atividade com o meio ambiente e seus recursos, possibilitando intervenções precisas, planejadas e de menor custo e o cumprimento das políticas federal e estaduais de recursos hídricos e de seus instrumentos de gestão (outorga e cobrança pelo uso da água);

As análises e cálculos da pegada são ações multiatores, pois necessitam do conhecimento e engajamento de todos para que seja reconhecida como instrumento de suporte a decisão. Portanto, incentiva-se e discussão, reflexão e negociação sobre a atividade e seus impactos ambientais, o que tem como consequência, a redução dos conflitos na cadeia de produção e desta com a sociedade. Também insere uma ação educativa, pois possibilita que produtores, técnicos, profissionais, empresários e agentes de governo ampliem seu conhecimento ambiental. A falta deste conhecimento é uma das maiores barreiras para uma evolução ambiental perene e próspera.

## 10. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos: Informe** 2016. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2016. 95p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. **O que o brasileiro pensa do meio ambiente e do consumo sustentável: Pesquisa nacional de opinião: principais resultados.** Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. Rio de Janeiro: Overview, 2012. 82 p

CASTRO, V. C. **Diagnóstico do consumo de água da geração de efluentes e de resíduos sólidos em um laticínio de pequeno porte.** 2007. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2007

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2005. **Resolução Conama nº 357.** Disponível em:< [www.mma.conama.gov.br/conama](http://www.mma.conama.gov.br/conama)> Acesso em: Out. 2016.

FRANKE, N.; HOEKSTRA, A. Y.; BOYACIOGLU, H. **Grey water footprint accounting**: Tier 1 supporting guidelines. 2013.

GERBENS-LEENES, P.W.; NONHEBEL, A.S.; KROL, B.M.S. Food consumption patterns and economic growth: increasing affluence and the use of natural resources. **Appetite**, v.55, p.597-608. 2010.

HOEKSTRA, A.Y. et al. Global monthly water scarcity: blue water footprints versus blue water availability. **PlosOne**, v. 7, p. 1-9, 2012.

MACHADO, R. M. G.; FREIRE, V. H.; SILVA, P. C.; FIGUEREDO, D. V.; FERREIRA, P. E. **Controle ambiental em pequenas e médias indústrias de laticínios**. Belo Horizonte-MG: Projeto Minas Ambiente. 2002.

MEKONNEN, M.M.; HOEKSTRA, A.Y. **The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products**. Disponível em: <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report-48-WaterFootprint-AnimalProducts-Voll.pdf>. Acesso em: jan. 2011.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/>. Acesso em: 25 jun. 2012.

PALHARES, J. C. P.; MORELLI, M. JUNIOR, C.C. Impact of roughage-concentrate ratio on the water footprints of beef feedlots. **Agricultural Systems**, v. 155, p. 126–135. 2017.

PALHARES, J. C. P.; PEZZOPANE, J.R.M. Water footprint accounting and scarcity indicators of conventional and organic dairy production systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 1, p. 1-14. 2015.

PEDEN, D.; TADDESSE, G.; HAILESLASSIE, A. Livestock water productivity: implications for sub-Saharan Africa. **The Rangeland Journal**, v. 31, p. 187–193. 2009.

PFISTER, S.; BAYER, P.; KOEHLER, A.; HELLWEG, S. Environmental Impacts of Water Use in Global Crop Production: Hotspots and Trade-Offs with Land Use. **Environment Science Technology**, v. 45, p. 5761–5768, 2011.

POSTEL, S. Entering an era of water scarcity: the challenges ahead. **Ecological Applications**, v. 10, p. 941–948. 2000.

SARAIVA, C.B., REGINA CÉLIA SANTOS MENDONÇA, ADDEEL DE LIMA SANTOS & PEREIRA, D.A. Consumo de água e geração de efluentes em uma indústria de laticínios. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, vl. 64, n. 367, p. 10-18. 2009.

SILVA, D. J. P. **Diagnóstico da geração de resíduos e consumo de água em uma indústria de laticínios e desenvolvimento de um sistema multimídia de apoio a**

**decisão.** 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2006.

WALLACE, J. Increasing agricultural water use efficiency to meet future food production. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 82, p. 105–119. 2000.

WATER FOOTPRINT NETWORK. Disponível em:  
<http://www.waterfootprint.org/?page=files/productgallery> Acesso em: 03 dez. 2014.