



Encontro Internacional sobre Gestão  
Empresarial e Meio Ambiente

ISSN: 2359-1048  
Dezembro 2016

## **Pegada hídrica da produção de leite in natura: uma análise das principais regiões produtoras do RS**

**JÚLIA ELISABETE BARDEN**

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES

[jbarden@univates.br](mailto:jbarden@univates.br)

**FERNANDA CRISTINA WIEBUSCH SINDELAR**

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES

[fernanda@univates.br](mailto:fernanda@univates.br)

**GUSTAVO RODRIGO DA SILVA**

CENTRO UNIVESITÁRIO UNIVATES

[guhrs@hotmail.com](mailto:guhrs@hotmail.com)

**BRUNO NONNEMACHER BUTTENBENDER**

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES

[brunonbuttenbender@gmail.com](mailto:brunonbuttenbender@gmail.com)

## **Pegada hídrica da produção de leite *in natura*: uma análise das principais regiões produtoras do RS**

**Resumo:** A produção de leite *in natura* no Rio Grande do Sul está concentrada nos coredes Fronteira Noroeste, Produção e Vale do Taquari, juntos produzem 25,83% do total da produção do Estado. Nestas regiões também são encontrados alguns dos municípios mais produtivos do Estado. Tendo em vista a importância econômica e social desta atividade, torna-se relevante também avaliá-la sob o ponto de vista da sustentabilidade ambiental e uma das formas é através da pegada hídrica. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é, de forma preliminar, estimar a pegada hídrica da produção do leite *in natura* para as principais regiões produtoras de leite no RS: Coredes Fronteira Noroeste, Produção e Vale do Taquari. A metodologia utilizada é padrão para estudos desta natureza, sendo os dados coletados de fontes distintas: a) referente à produção de leite e a quantidade de vacas ordenhadas foram obtidos por município junto ao IBGE para 2014; e, b) em literatura consolidada, referente a parâmetros pré-estabelecidos. Os resultados indicam que, quanto mais produtivo for o rebanho, maior é a sua capacidade de conversão em relação à transformação do alimento consumido em produto final, ou seja, quanto maior for a produtividade de leite menor será a sua pegada hídrica.

**Palavras chave:** Pegada Hídrica, Produção de Leite, Rio Grande do Sul.

## **Water footprint of *in natura* milk production: an analysis of the main producing regions of RS**

**Abstract:** The production of *in natura* milk in the state of Rio Grande do Sul is concentrated in the Coredes Fronteira Noroeste, Produção and Vale do Taquari, together they produce 25,83% of the State's total production. In these regions are also found some of the State's most productive municipalities. According to the economic and social importance of this activity, it becomes relevant as well to evaluate the point of view over the environmental sustainability, and one way to do it is through water footprint. Therefore, the objective of this paper is preliminarily estimate the water footprint of *in natura* milk production for the main regions in milk production of RS: Coredes Fronteira Noroeste, Produção and Vale do Taquari. The method used is standard for studies of this nature, being the data collected in two distinct ways: a) relative to milk production and the amount of dairy cattle were collected by municipalities from IBGE 2014; and, b) in consolidated literature, relative to pre-established parameters. The results show that the more productive the cattle is, the bigger is its capacity of the feed conversion into product, in other words, the bigger is one's the productivity, the smaller is its water footprint.

**Key Words:** water footprint; milk production; Rio Grande do Sul.

## 1. Introdução

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de leite, ficando atrás dos Estados Unidos, Índia e China. Segundo dados da FAO (2016), em 2013 o país produziu 35,67 milhões de toneladas de leite de vaca, o que representou 5,6% da produção mundial. Em termos econômicos, o valor da produção em 2014 representou R\$ 33,786 bilhões (IBGE, 2016). Por este motivo, a cadeia produtiva do leite é considerada uma das mais importantes do agronegócio brasileiro, tanto em termos econômicos, quanto em termos sociais e ambientais (OKANO; VENDRAMETTO; SANTOS, 2013).

A produção leiteira está presente em todo o território nacional, embora seja desenvolvida de forma heterogênea em relação ao tipo de produtores (especializados e não-especializados), ao tamanho do rebanho e às tecnologias utilizadas (HOTT; CARVALHO; OLIVEIRA, 2007; FERRO et al., 2007). Observa-se que em 2014 esta cadeia estava concentrada nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás e Santa Catarina, os quais foram responsáveis por aproximadamente 72% da produção nacional (IBGE, 2016).

No Rio Grande do Sul, segundo maior produtor de leite, a produção também se concentra em alguns espaços, sendo que em 2014, as principais regiões produtoras foram as dos Coredes<sup>1</sup> Fronteira Noroeste, Produção e Vale do Taquari. No Estado, a atividade está vinculada a participação da agricultura familiar, principalmente nas pequenas e médias propriedades, além da produção ser, em média, em pequenos volumes. E, embora tenha ocorrido à especialização da atividade em uma parcela das propriedades no período recente, para a maioria delas, a atividade caracteriza-se como uma fonte de renda alternativa para famílias que cultivam cereais, podendo se transformar na fonte principal durante os períodos de entressafra ou estiagens (FINAMORE; MAROSO, 2006).

Em adição, observa-se que outros fatores que favorecem o desenvolvimento da atividade em algumas regiões são o sistema de produção integrado (com empresas ou cooperativas) e a malha rodoviária existente, a qual permite o escoamento da produção, sendo esta uma característica importante visto que o leite é um produto perecível.

Para o desenvolvimento da atividade, assim como das demais atividades pecuárias, são consumidos diversos recursos naturais, entre os quais está a água. Como este ainda é um recurso relativamente abundante, de fácil acesso e de baixo custo para as propriedades rurais, seu uso tem sido desmedido. Por outro lado, a sua falta pode tornar-se um fator limitante para o desenvolvimento da atividade e o crescimento do setor (CARRA; SCHNEIDER, 2015).

Segundo Giacomini e Ohnuma (2012), as práticas agrícolas necessitam ser aprimoradas para que continue havendo agricultura, uma vez que a atividade é responsável por aproximadamente 70% do consumo de água no planeta, superando de longe o volume gasto em outros setores.

Diante desse contexto, tendo em vista a importância econômica e social da atividade, torna-se relevante também analisar seus efeitos sob o ponto de vista ambiental e uma das formas se dá através da avaliação da pegada hídrica. A pegada hídrica é definida como um instrumento abrangente capaz de estimar a apropriação de recursos hídricos na produção e consumo, podendo ser empregada em diferentes contextos e projetos. O objetivo deste trabalho é, de forma preliminar, estimar a pegada hídrica da produção do leite *in natura* para as principais regiões produtoras de leite no RS: Coredes Fronteira Noroeste, Produção e Vale do Taquari. Esta é uma primeira fase para a avaliação da sustentabilidade da atividade.

---

<sup>1</sup> Os Conselhos Regionais de Desenvolvimento (Coredes) são uma classificação política e foram criados em 1994 pelo governo do Estado para servirem de fórum de discussão e decisão a respeito de políticas e ações voltadas ao desenvolvimento regional. Atualmente o Estado é formado por 28 Coredes.

O trabalho está estruturado em quatro partes, além desta introdução. A seguir faz-se a conceituação da pegada hídrica, após são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados e os resultados do estudo, e finalizando, são apresentadas as considerações finais.

## 2. Pegada Hídrica

O desenvolvimento dependente da água, a cada ano, consome-se uma quantidade significativa de água para usos domésticos, agrícolas e indústrias. Contudo, por se tratar de um recurso limitado, seu uso não pode ser desmedido, assim como, sua poluição deve ser minimizada (HOEKSTRA et al., 2011).

Nos últimos anos, diversos indicadores para a avaliação do uso dos recursos hídricos vêm sendo desenvolvidos. Um dos indicadores proposto é a pegada hídrica – *water footprint* – desenvolvida por Arjen Y. Hoekstra em 2002, que propicia a análise da conexão entre o consumo humano e a apropriação mundial de água doce, de maneira direta e indireta (HOEKSTRA et al., 2011). Ou seja, trata-se de um conceito facilitador enquanto indicador quantitativo, capaz de acessar não somente os volumes de água consumidos em determinado ambiente, mas também o período em que ocorre este consumo.

Segundo o autor, a pegada hídrica total pode ser classificada em três tipos:

- Pegada Hídrica Azul – refere-se ao consumo de água doce superficial e subterrânea, que pode estar em lagos, rios e aquíferos. Ela informa o consumo de água utilizada pelos seres humanos e para a conservação da vida nos ecossistemas em um determinado período de tempo.

- Pegada Hídrica Verde – indica o consumo de água verde precipitada sobre a terra que não escoou ou recarregou aquíferos, sendo armazenada no solo, sobre este, ou na vegetação. De maneira simplificada, pode ser compreendida como a água da chuva despendida durante o processo produtivo, em especial o agrícola e florestal.

- Pegada hídrica Cinza – relativa ao volume de água necessário para diluir os poluentes de modo que a qualidade de água em seu estado natural possa ser mantida em condições adequadas.

Mekonnen e Hoekstra (2010), ao estudarem a pegada hídrica azul, verde e cinza de animais de criação e de produtos de origem animal destacaram a necessidade de considerar a água consumida diretamente pelo animal até a água embutida nos alimentos que este consome e a água consumida em processos e serviços, como por exemplo, na limpeza do ambiente onde este vive. Segundo os autores, a estimativa da pegada hídrica para as produções pecuárias, contribui tanto para o conhecimento sobre o consumo de água utilizada na atividade, assim como, auxilia os atores das cadeias produtivas a promover a gestão e a conservação deste recurso.

A pegada hídrica caracteriza-se como um indicador amplo e multidimensional, do consumo de água por fonte e do volume e tipo de poluição dos recursos hídricos. A pegada hídrica pode comunicar não somente sobre o volume, mas também sobre o tipo de água que foi utilizada (azul, verde, cinza), bem como quando e onde. Esse conceito possibilita, por exemplo, que seja quantificado o volume total de recursos hídricos necessários à produção de bens e serviços consumidos em um determinado ambiente (HOEKSTRA et al., 2011).

Assim, para a estruturação deste indicador, deve-se considerar a água envolvida em toda a cadeia de produção, assim como as características específicas da região analisada, além das características ambientais e tecnológicas disponíveis no ambiente em questão (CHAPAGAIN; HOEKSTRA, 2003; CARMO et al., 2007).

A pegada hídrica se refere apenas a uma ferramenta analítica simplificada, que informa sobre o uso dos recursos hídricos, contribuindo para a compreensão dos pontos críticos. Contudo, ela não é capaz de informar sobre a gravidade dos impactos ambientais locais

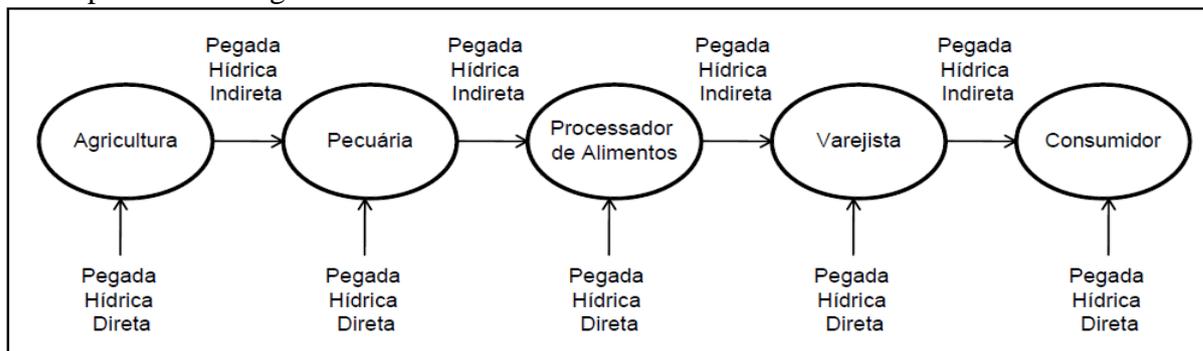
decorrentes do uso e poluição da água e o que é necessário fazer para minimizar os seus impactos. Além disso, cabe ressaltar ainda que a avaliação da pegada hídrica é uma ferramenta parcial que deve ser adotada em conjunto com outros tipos de análises para permitir a compreensão de todas as questões relevantes durante a tomada de decisão (HOEKSTRA et al., 2011).

### 3. Procedimentos Metodológicos

Os objetivos e os contextos da realização da avaliação da pegada hídrica podem ser variados, ou seja, a metodologia para a contabilização da pegada hídrica permite que esta seja estimada para uma etapa do processo, um produto, consumidores, empresas, um setor, uma determinada região, entre outros. No presente estudo, utilizou-se a metodologia para a avaliação da pegada hídrica sob a perspectiva de um produto, ou seja, do leite *in natura*.

Neste caso, para um produto, Hoekstra et al. (2011) sugerem que a pegada hídrica seja entendida como a soma do volume total de água doce que é utilizado direta ou indiretamente em seu processo produtivo de todas as etapas da cadeia de produção (FIGURA 1). Como o objetivo deste trabalho foi estimar a pegada hídrica da produção do leite *in natura* para as principais regiões produtoras de leite no RS, levou-se em consideração somente a pegada hídrica direta e indireta das duas etapas iniciais da cadeia produtiva, agricultura e pecuária.

Figura 1 – Pegada hídrica direta e indireta em cada estágio da cadeia produtiva de suprimento de um produto de origem animal



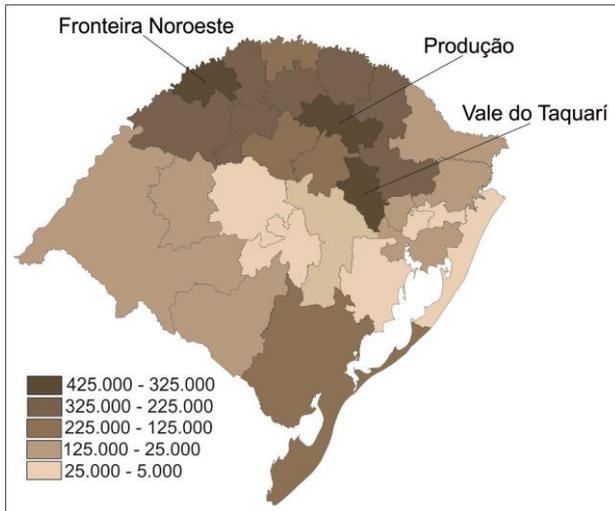
Fonte: Hoekstra et al. (2011)

Os autores também afirmam que para estimar a pegada hídrica de um produto, é necessário em primeiro lugar entender a forma como ele é produzido. Dessa maneira, na produção de leite, não é possível projetar uma pegada hídrica linear, mas sim, uma estrutura chamada “árvore do produto”, devido às diferentes variáveis que participam do cálculo, como a pegada hídrica dos diversos produtos presentes na alimentação do animal (cereais, oleaginosas, pastos, forragens, entre outros) (HOEKSTRA et al., 2011).

A estimativa da pegada hídrica do leite *in natura* levou em consideração parâmetros já estimados e encontrados na literatura consolidada sobre o tema e considerou os dados sobre a produção de leite e rebanho das regiões em estudo. Estas regiões foram definidas a partir de suas importantes participações na produção de leite *in natura*, juntas produzem aproximadamente 26% do total de leite produzido no RS.

As três regiões estão localizadas na metade norte do estado do RS (FIGURA 2) e participam na produção da seguinte forma: Noroeste com 9,1%; Produção com 8,8% e Vale do Taquari com 7,9%.

Figura 2 - Produção de leite por Corede (em mil litros) em 2014.



Fonte: IBGE, 2014.

Em termos de quantidade de produção anual, o Corede Produção, formado por 21 municípios, foi responsável por 414.338 mil litros de leite; o Corede Fronteira Noroeste, constituído por 20 municípios, produziu 398.526 mil litros de leite, enquanto que no Vale do Taquari, composto por 36 municípios, a produção declarada foi de 371.009 mil litros de leite.

No que diz respeito à quantidade de animais de rebanho leiteiro, o Corede Fronteira Noroeste apresenta o maior número (110.957), seguido pela Região do Vale do Taquari (107.435) e por último o Corede Produção (88.971). Ademais, dada a especialização da produção leiteira nestas regiões, nelas estão localizados a maioria dos municípios com os maiores índices de produtividade (conforme APÊNDICE).

A metodologia utilizada para o cálculo da pegada hídrica é padrão para estudos desta natureza estabelecido em Hoekstra et al. (2011). Para a estimativa da pegada hídrica de um produto de origem animal é necessário primeiro calcular a pegada hídrica do animal em si, a qual é obtida somando-se a pegada hídrica associada ao alimento consumido por este, a água ingerida enquanto bebida e a água utilizada para serviços relacionados a atividade. Para isso utiliza-se a fórmula abaixo:

$$PH_{Bovino} = PH_{Alimento} + PH_{Bebida} + PH_{Serviço}$$

Onde:

$PH_{Bovino}$  = Pegada hídrica bovino total (medida em  $m^3$ )

$PH_{Alimento}$  = Pegada hídrica do alimento consumido (medida em  $m^3$ )

$PH_{Bebida}$  = Montante de água bebida pelo animal (medida em  $m^3$ )

$PH_{Serviço}$  = Montante de água envolvida em serviços (medida em  $m^3$ )

Para o cálculo da pegada hídrica do alimento, considera-se a razão da pegada hídrica do total de cada um dos produtos envolvidos da alimentação dos bovinos somados ao montante de água utilizado para a mistura destes, pela população total de animais, segundo a fórmula abaixo:

$$PH_{alimento} = \frac{\sum_{p=1}^n (alimento \times PH_{produção}) + PH_{mistura}}{População}$$

O valor referente à pegada hídrica de cada um dos ingredientes presentes na alimentação dos bovinos foi retirado da literatura: quanto à alimentação descrita como concentrada, os dados foram extraídos de Mekonnen e Hoekstra (2010) e os dados referentes à alimentação volumosa são provenientes de Bouwman et al. (2005). Os dados referentes ao rebanho e produção foram

coletados da Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE para os 77 municípios que integram os três Coredes (Fronteira Noroeste, Produção e Vale do Taquari) para o ano de 2014, cujos resultados constam no Apêndice e são discutidos na próxima seção.

Cabe ressaltar que, embora outros estudos tomem como base para seus cálculos a média estimada destes valores durante períodos mais longos, este artigo opta por analisar especificamente os dados referentes ao ano de 2014, visto que a pecuária desenvolvida no Estado está passando por um “processo de realocação espacial e de reorganização da produção”, e também que o crescimento da atividade e a especialização não seguem a mesma tendência em todas as regiões (SCHUMACHER; MARION FILHO, 2013, p. 39).

Ademais, na fórmula  $PH_{\text{alimento}}$ , a variável entendida como alimento, é encontrada na multiplicação da taxa média de eficiência pelo total de produção (kg):

$$a_{\text{alimento}} = TME \times \text{produção}$$

Onde:

TME = Taxa média de eficiência na conversão do alimento.

O cálculo da taxa média de eficiência (TME) de conversão do alimento é entendido pela razão da taxa de alimento necessária (TAN) (kg) e da produtividade de cada animal (kg/leite/ano), conforme o seguinte cálculo:

$$TME = \frac{TAN}{\text{Produtividade}}$$

Onde:

TME = Taxa média de eficiência na conversão do alimento em produto

A TAN se refere ao montante de alimento consumido, sendo o seu valor obtido através da multiplicação do peso vivo médio dos animais (kg) pelo índice de alimentação diária destes (IAD). Neste estudo, os valores relativos a estas duas variáveis foram extraídas de Hendy et al. (1995).

A literatura também indica que a alimentação dos bovinos é dividida em *roughage* (volumosa, entendidos como o pasto e demais comidas cruas) e *concentrate* (concentrada, entendida como ração, oleaginosas, cereais e outros), os quais apresentam componentes diferentes e, portanto, têm valores de pegada hídrica divergentes. Para estimar a quantidade de cada um, entende-se que o alimento concentrado seja expresso pelo resultado da alimentação multiplicado pela fração de alimento concentrado por categoria de animal, enquanto o alimento entendido como volumoso, corresponde à diferença deste ao total.

As informações relativas aos coeficientes de alimentos concentrados e volumosos também foram extraídas de estudos anteriores. A fração de alimento concentrado dentro da alimentação dos bovinos foi extraída de Hendy et al. (1995). Os dados sobre o sistema de produção, são provenientes de Seré e Steinfeld (1996). A composição do alimento concentrado foi extraído de Wheeler et al. (1981) apud Mekonnen e Hoekstra (2010) e a composição do alimento volumoso foi retirada de Bouwman et al. (2005).

Além disso, os valores de água ingerida pelo rebanho enquanto bebida, que incide sobre o  $PH_{\text{Bebida}}$ , e o consumo de água utilizada para os serviços ( $PH_{\text{Serviço}}$ ), foram utilizados de Chapagain e Hoekstra (2003).

A partir da contabilização da pegada hídrica total dos bovinos, obtido através da soma da pegada hídrica do alimento, da bebida e do serviço, pode-se expor os resultados encontrados, à produtividade, na razão entre os dois, para assim estipular a pegada hídrica da produção do leite bovino, expressos em litros de água por litros de leite ( $l_a/l_l$ ).

$$PH_{Leite} = \frac{PH_{Bovino}}{P_{produtividade}}$$

Na próxima seção, apresenta-se a análise dos resultados.

#### 4. Análise dos Resultados

A apresentação dos resultados segue a metodologia descrita anteriormente, ou seja, inicialmente foi realizado o cálculo da pegada hídrica do alimento consumido, seguida do montante de água bebida pelo animal e do montante de água envolvida em serviços.

No que se refere à **alimentação consumida pelos animais**, encontrou-se um resultado de 3.640,88 kg de alimento por bovinos por ano. Dessa maneira, levando-se em consideração as diferentes pegadas hídricas da produção destes alimentos, estimou-se que o montante da pegada hídrica da alimentação dos bovinos é de 1.498,28 m<sup>3</sup> de água por cabeça/ano. Além disso, a partir de Chapagain e Hoekstra (2003) foi estimado o montante de **água ingerida enquanto bebida** (14,6 m<sup>3</sup>/ano) e **água utilizada enquanto serviços** (1,825 m<sup>3</sup>/ano) chegou-se a um valor final de 1.514,71 m<sup>3</sup> de água consumida direta e indiretamente por cabeça/ano. Este resultado indica a pegada hídrica dos bovinos.

Considerando a pegada hídrica da produção de bovinos de leite, que é identificada pela razão dos litros de água consumidos direta e indiretamente na produção de bovinos pela sua produtividade anual, o Brasil apresenta uma pegada hídrica de aproximadamente 994,2 litros de água necessários para a produção de 1<sub>a</sub>/1<sub>l</sub>, esta média é duas vezes superior a do estado do Rio Grande do Sul, que é de 449,2 1<sub>a</sub>/1<sub>l</sub>.

Nas regiões analisadas neste estudo, o melhor desempenho em termos da pegada hídrica é o Corede Produção, onde são consumidos em média cerca de 345,7 1<sub>a</sub>/1<sub>l</sub>, seguidos pelo Corede Fronteira Noroeste, que necessita aproximadamente 448,2 1<sub>a</sub>/1<sub>l</sub>, e o Vale do Taquari, com uma demanda em torno de 487,9 1<sub>a</sub>/1<sub>l</sub>.

Ressalta-se que mesmo nas regiões com mais produção, existem disparidades internas. Os municípios com destaque em função de melhores resultados na pegada hídrica são Casca (280,5 1<sub>a</sub>/1<sub>l</sub>) e Pontão (297,0 1<sub>a</sub>/1<sub>l</sub>), ambos na região do Corede Produção, o que dá ênfase para a menor pegada hídrica dentre os três Coredes analisados, seguidos pelo município de Estrela no Vale do Taquari (304,9 1<sub>a</sub>/1<sub>l</sub>) com produtividade média de 5.399, 5.100 e 4.968 l/vaca/ano, respectivamente. Por outro lado, as maiores taxas de pegada hídrica nas mesmas regiões, dizem respeito aos municípios de Poço das Antas (665,8 1<sub>a</sub>/1<sub>l</sub>), Lajeado (673,2 1<sub>a</sub>/1<sub>l</sub>) e Bom Retiro do Sul (673,2 1<sub>a</sub>/1<sub>l</sub>), todos pertencentes ao Vale do Taquari com produtividade de 2.275, 2.250 e 2.250 l/vaca/ano, respectivamente.

Em síntese, os resultados indicam que, quanto mais produtivo for o rebanho, maior é a sua capacidade de conversão em relação à transformação do alimento consumido em produto final, ou seja, quanto maior for a produtividade de leite de um determinado local menor será a sua pegada hídrica. Para tanto, é importante que as regiões procurem especializar-se na atividade, pois o aumento da produtividade do rebanho, além de garantir melhores resultados econômicos, ajuda a minimizar os impactos no que se refere ao consumo de água e assim, auxiliem na busca da sustentabilidade desta atividade.

#### Considerações Finais

A pegada hídrica é um instrumento capaz de avaliar o consumo de recursos hídricos utilizados na produção de produtos. A estimativa da pegada hídrica da produção de leite *in*

*natura* das principais regiões produtoras do RS expôs que, embora esta seja uma atividade importante em termos econômicos e sociais, a mesma consome uma quantidade significativa de água, de forma direta e indireta. Dado que a água doce é tida como um recurso limitado, para garantir a sustentabilidade da atividade, faz-se necessária o desenvolvimento da atividade leiteira com maior especialização.

O estudo indicou que nas regiões analisadas, por serem as com maiores produções no estado, a pegada hídrica média foi menor se comparada à pegada hídrica da atividade no RS e no Brasil. Ainda assim, por haver diferenças significativas de produção entre os municípios pertencentes a essas regiões, a sua pegada hídrica também apresentou disparidades.

Como limitação do estudo, cabe mencionar que se utilizou como referência para consumo de água pelos bovinos, parâmetros já divulgados na literatura, mas cujos valores podem diferir de acordo com o tipo de alimentação fornecida aos animais e/ou o sistema de produção. Por exemplo, propriedades que utilizam mais pastagem na alimentação dos animais apresentam uma pegada hídrica menor, visto que sua alimentação está mais fortemente baseada no alimento volumoso, e menos no alimento concentrado. Assim, para a avaliação da sustentabilidade da atividade leiteira, sugere-se em estudos futuros buscar informações detalhadas sobre as características da alimentação fornecida aos animais e o sistema de produção.

Além disso, sugere-se o desenvolvimento de estudos que busquem avaliar separadamente a pegada hídrica azul, verde e cinza, de modo que seja possível identificar onde se dá o maior consumo de água para posteriormente desenvolver ações que foquem na redução deste consumo.

## Referências

BOUWMAN, A. F.; VAN DER HOEK, K. W.; EICKHOUT, B.; SOENARJO, I. Exploring changes in world ruminant production systems. **Agricultural Systems**, n. 84, p.121-153, 2005.

CARMO, R. L.; OJIMA, A. L. R. O.; OJIMA, R.; NASCIMENTO, T. T. Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande 'exportador' de água. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v.10, n.2, p. 83-96, 2007.

CARRA, Sofia Helena Zanella; SCHNEIDER, Vania Elisabete Schneider. Pegada Hídrica Cinza dos Suínos Abatidos no Corede Serra/RS – Brasil. **Scientia Cum Industria (SCI. CUM IND.)**, v. 3, n. 2, p.55- 58, 2015.

CHAPAGAIN, A. K.; e HOEKSTRA, A. Y. **Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock products**, Value of Water Research Report Series No. 13, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2003. Disponível em: <http://waterfootprint.org/media/downloads/Report13.pdf>. Acesso em: 01 set. 2016.

CHAPAGAIN, A. K.; e HOEKSTRA, A. Y. **Water Footprint of nations**, Value of Water Research Report Series No. 16, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands, 2004. Disponível em: <http://waterfootprint.org/media/downloads/Report16Vol1.pdf>. Acesso em: 01 set. 2016.

FERRO, A. B.; CARVALHO, M. P. de; MARTINS, P. do C.; SPERS, R. G.; ROCHELLE, T. C. P. Contextualização da cadeia produtiva do leite no Brasil. In: **Cenários para o leite no Brasil em 2020**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 190 p, 2007.

FINAMORE, E. B.; MAROSO, M. T. D. A dinâmica da Cadeia de lácteos gaúcha no período de 1990 a 2003: um enfoque no COREDE Nordeste. In: **3º Encontro de Economia Gaúcha**, 2006. Disponível em: <http://www.fee.rs.gov.br/3eeg/Artigos/m01t01.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **FAOSTAT**. Statistic Division. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/compare/E>. Acesso em: 09 abr. 2016.

GIACOMIN, George Scarpat; OHNUMA JR., Alfredo Akira. Análise de resultados de pegada hídrica por países e produtos específicos. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.8, n. 8, p. 1562-1572, 2012

HENDY, C. R. C.; KLEIH, U.; CRAWSHAW, R.; PHILLIPS, M. (1995) Livestock and the environment finding a balance: Interactions between livestock production systems and the environment, Impact Domain: concentrate feed demand, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 1995 . Disponível em: [www.fao.org/wairdocs/lead/x6123e/x6123e00.htm#Contents](http://www.fao.org/wairdocs/lead/x6123e/x6123e00.htm#Contents). Acesso em: 01 set. 2016.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAINS, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. **Manual de avaliação da pegada hídrica: estabelecendo o padrão global**. São Paulo, 2011.

HOTT, M. C.; CARVALHO, G. R.; OLIVEIRA, A. F. de. **Uso de Sistemas de Informações Geográficas na Análise de Concentração da Produção Láctea no Brasil**. Campinas: Embrapa, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal**, 2014. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ppm/default.asp?o=28&i=P>. Acesso em: 09 abr. 2016. Acesso em: 18 jan. 2016.

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. **Value of Water Research Series**, n. 48, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2010.

OKANO, M. T.; VENDRAMETTO, O.; SANTOS, O. S.. Construção de indicadores e métodos para a classificação de produtores de leite para a melhoria de desempenho dos sistemas de produção. **GEPROS – Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, v. 8, n.4, p.45-59, 2013.

SERÉ, C.; STEINFELD, H. **World livestock production systems: current status, issues and trends**, Animal Production and Health Paper 127, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 1996. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-w0027e.pdf>. Acesso em: 01 set. 2016.

SCHMACHER, Gabriela; MARION FILHO, Pascoal José. A expansão da Pecuária no Rio Grande do Sul e o transbordamento na produção de Leite (2000 a 2010). **Gestão & Regionalidade**, v. 29, n. 87, 2013.

### Apêndice

Tabela 1 - Cabeças, Produção, Produtividade, Média de Conversão de Alimento e Pegada Hídrica dos Municípios do Corede Fronteira Noroeste em 2014.

Municípios	Cabeças	Produção (mil litros)	Produtividade	Média Conversão Alimentação (kg alimento/kg prod.)	Pegada Hídrica (l <sub>a</sub> /l <sub>l</sub> )
Alecrim	3.212	13.350	4.156,29	0,88	364,437
Alegria	3.425	12.954	3.782,19	0,96	400,484
Boa Vista do Buricá	5.567	25.456	4.572,66	0,80	331,253
Campina das Missões	9.450	26.051	2.756,72	1,32	549,460
Cândido Godói	9.450	27.783	2.940,00	1,24	515,206
Doutor Maurício Cardoso	3.468	14.147	4.079,30	0,89	371,316
Horizontina	5.084	20.691	4.069,83	0,89	372,180
Independência	4.802	16.425	3.420,45	1,06	442,838
Nova Candelária	5.696	22.870	4.015,10	0,91	377,253
Novo Machado	2.276	7.037	3.091,83	1,18	489,906
Porto Lucena	5.750	11.730	2.040,00	1,78	742,503
Porto Mauá	2.350	8.961	3.813,19	0,95	397,228
Porto Vera Cruz	1.450	3.824	2.637,24	1,38	574,353
Santa Rosa	8.170	32.806	4.015,42	0,91	377,222
Santo Cristo	15.601	62.640	4.015,13	0,91	377,250
São José do Inhacorá	3.772	13.414	3.556,20	1,02	425,933
Senador Salgado Filho	4.114	14.400	3.500,24	1,04	432,743
Três de Maio	10.995	44.146	4.015,10	0,91	377,253
Tucunduva	3.727	13.606	3.650,66	1,00	414,913
Tupandi	2.598	6.235	2.399,92	1,52	631,148

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 2 - Cabeças, Produção, Produtividade, Média de Conversão de Alimento e Pegada Hídrica dos Municípios do Corede Produção em 2014

Municípios	Cabeças	Produção (mil litros)	Produtividade	Média Conversão Alimentação (kg alimento/kg prod.)	Pegada Hídrica (l <sub>a</sub> /l <sub>l</sub> )
Almirante Tamandaré do Sul	3.000	12.000	4.000,00	0,91	378,677
Camargo	4.074	19.555	4.799,95	0,76	315,567
Carazinho	1.603	5.049	3.149,72	1,16	480,902
Casca	10.216	55.166	5.399,96	0,67	280,503
Ciríaco	4.727	20.326	4.299,98	0,85	352,259
Coqueiros do Sul	4.525	17.648	3.900,11	0,93	388,375
Coxilha	3.573	17.508	4.900,08	0,74	309,118
David Canabarro	5.351	25.952	4.849,93	0,75	312,315
Ernestina	2.987	11.649	3.899,90	0,93	388,396
Gentil	2.987	11.649	3.899,90	0,93	388,396
Marau	9.414	45.187	4.799,98	0,76	315,565
Mato Castelhano	2.206	9.927	4.500,00	0,81	336,601
Muliterno	2.340	9.828	4.200,00	0,87	360,644
Nova Alvorada	2.850	13.125	4.605,26	0,79	328,908
Passo Fundo	6.749	32.395	4.799,97	0,76	315,566
Pontão	5.719	29.167	5.100,02	0,71	297,000

Santo Antônio do Palma	2.377	11.766	4.949,94	0,74	306,005
Santo Antônio do Planalto	1.630	5.163	3.167,48	1,15	478,205
São Domingos do Sul	2.452	12.137	4.949,84	0,74	306,011
Vanini	1.712	8.492	4.960,28	0,73	305,367
Vila Maria	8.479	40.699	4.799,98	0,76	315,565

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3 - Cabeças, Produção, Produtividade, Média de Conversão de Alimento e Pegada Hídrica dos Municípios do Corede Vale do Taquari em 2014

Municípios	Cabeças	Produção (mil litros)	Produtividade	Média Conversão Alimentação (kg alimento/kg prod.)	Pegada Hídrica (l <sub>a</sub> /l <sub>i</sub> )
Anta Gorda	6.750	20.230	2.997,04	1,21	505,401
Arroio do Meio	8.000	26.300	3.287,50	1,11	460,747
Arvorezinha	2.875	6.980	2.427,83	1,50	623,894
Bom Retiro do Sul	4.040	9.090	2.250,00	1,62	673,203
Canudos do Vale	2.495	6.000	2.404,81	1,51	629,865
Capitão	1.800	7.000	3.888,89	0,94	389,496
Colinas	2.150	8.250	3.837,21	0,95	394,742
Coqueiro Baixo	2.100	6.940	3.304,76	1,10	458,341
Cruzeiro do Sul	4.500	13.700	3.044,44	1,20	497,531
Dois Lajeados	3.110	9.221	2.964,95	1,23	510,870
Doutor Ricardo	1.300	3.600	2.769,23	1,31	546,977
Encantado	1.650	5.440	3.296,97	1,10	459,424
Estrela	8.250	40.990	4.968,48	0,73	304,863
Fazenda Vilanova	1.930	7.719	3.999,48	0,91	378,726
Forquetinha	2.330	8.390	3.600,86	1,01	420,651
Ilópolis	1.135	4.125	3.634,36	1,00	416,774
Imigrante	2.400	7.700	3.208,33	1,13	472,116
Lajeado	1.000	2.250	2.250,00	1,62	673,203
Marques de Souza	3.600	11.500	3.194,44	1,14	474,169
Muçum	860	2.470	2.872,09	1,27	527,388
Nova Bréscia	1.950	7.130	3.656,41	1,00	414,260
Paverama	2.300	6.900	3.000,00	1,21	504,902
Poço das Antas	600	1.365	2.275,00	1,60	665,805
Pouso Novo	2.135	8.970	4.201,41	0,87	360,524
Progresso	3.160	11.300	3.575,95	1,02	423,582
Putinga	4.700	14.445	3.073,40	1,18	492,843
Relvado	2.790	6.950	2.491,04	1,46	608,062
Roca Sales	3.300	8.000	2.424,24	1,50	624,816
Santa Clara do Sul	2.800	7.920	2.828,57	1,29	535,502
Sério	1.900	4.350	2.289,47	1,59	661,596
Tabaí	320	832	2.600,00	1,40	582,579
Taquari	480	1.500	3.125,00	1,17	484,706
Teutônia	8.100	36.292	4.480,49	0,81	338,067
Travesseiro	2.700	10.360	3.837,04	0,95	394,759
Vespasiano Correa	4.500	21.000	4.666,67	0,78	324,580
Westfalia	3.425	15.800	4.613,14	0,79	328,346

Fonte: Elaborado pelos autores.