

A PEGADA HÍDRICA AZUL DA PRODUÇÃO DE LEITE EM DUAS REGIÕES DO RIO GRANDE DO SUL: RELAÇÕES ENTRE DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Bruno Nonnemacher Büttenbender

Bacharel em Administração (UNIJUÍ - Santa Rosa). Mestre em Ambiente e Desenvolvimento (UNIVATES - Lajeado)
Doutorando em Ambiente e Desenvolvimento (UNIVATES - Lajeado)
E-mail: brunonbuettenbender@gmail.com

Júlia Elisabete Barden

Bacharel em Ciências Econômicas (UNISC - Santa Cruz do Sul), Mestre em Economia Rural (UFRGS - Porto Alegre),
Doutora em Economia (UFRGS - Porto Alegre)
Professora e Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento (UNIVATES)
E-mail: jbarden@univates.br

RESUMO

A atividade agropecuária e em especial a produção de leite, são de suma importância social, econômica e ambiental no contexto nacional, com destaque para a produção gaúcha. O presente estudo analisa a Pegada Hídrica Azul dos sistemas intensivo e semi extensivo de criação de bovinos de leite no Rio Grande do Sul (RS), considerando a realidade das duas regiões com maior produtividade do estado. Para tanto, o estudo coletou dados referentes à alimentação e ao consumo de água nos processos de dessedentação e higienização em dois períodos diferentes (nos meses de fevereiro e março – verão; agosto e setembro – inverno), por meio de entrevistas semi estruturadas e observação direta da criação de bovinos de leite em propriedades produtoras nas regiões Fronteira Noroeste e Vale do Taquari no RS, para além de valores já existentes na literatura vigente, para assim expor os resultados ao cálculo da Pegada Hídrica Azul (PH Azul) proposto por Arjen Y. Hoekstra em 2003, quantificando o montante final de água envolvido na produção de leite. Os resultados apontam que a PH Azul das propriedades apresenta discrepâncias entre si no que diz respeito aos sistemas de criação, apresentando valores entre 925,03 litros de água consumidos para cada litro de leite produzido (La/Ll) e 5076,23 La/Ll, em decorrência de um grupo de fatores, dispostos nos resultados do estudo.

99

PALAVRAS-CHAVE: Consumo de água, Bovino de leite, Sistemas de Criação, Intensivo, Semi Extensivo.

THE BLUE WATER FOOTPRINT ON DAIRY PRODUCTION IN TWO REGIONS OF RIO GRANDE DO SUL: RELATIONSHIPS BETWEEN TWO DIFFERENT SYSTEMS

ABSTRACT

The agricultural activity and in particular the dairy production, represent great social, economic and environmental importance in the national context, especially Rio Grande do Sul. The present study analyzes the Blue Water Footprint of the intensive and semi-extensive dairy cattle breeding systems in Rio Grande do Sul (RS), considering the reality of the two regions with the highest productivity in the state. To do so, the study collected data related to food and water consumption in the desedentation and hygiene processes in two different periods (February and March - summer; August and September - winter), through semi-structured interviews and direct observation of dairy cattle breeding on farms in the Fronteira Noroeste and Vale do Taquari regions in RS, in addition to existing values in the current literature, to expose the results to the

calculation of the Blue Water Footprint (Blue PH) proposed by Arjen Y. Hoekstra in 2003, quantifying the final amount of water involved in milk production. The results indicate that the properties' Blue Water Footprint presents discrepancies among themselves beyond the breeding systems, presenting values between 925,03 liters of water consumed for each liter of milk produced (Wl/MI) and 5076,23 Wl/MI, as a consequence of a group of factors, disposed in the results of the study.

KEYWORDS: Water consumption, Dairy Cattle, Creation systems, Intensive, Semi Extensive.

INTRODUÇÃO

A preocupação com a sustentabilidade tem estado cada vez mais presente em um contexto global, em diferentes ramos de atuação, de tal maneira que têm sido fomentados estudos e novas práticas que visem identificar e reduzir os impactos gerados pelo homem no meio ambiente.

Uma das perspectivas quanto a sustentabilidade que vem recebendo atenção diz respeito aos recursos hídricos existentes, sua utilização e conservação, dado que este recurso, apesar de entendido como um bem reutilizável, encontra-se em uma condição cada vez mais escassa.

Como um dos agentes responsáveis por grande parte da utilização dos recursos hídricos, a agricultura e as atividades relacionadas a ela, carecem de estudos e atenção para que a sua gestão seja feita de forma adequada, visando assim uma possível redução no desperdício e uma conscientização na forma em que este é usado. Nesse viés, recebe destaque o cenário da produção de leite.

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de leite, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, Índia e China. Segundo dados da *Food and Agriculture Organization* – 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 no ano seguinte representou R\$ 33,786 bilhões (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2016), tornando a cadeia produtiva do leite um fator de representatividade no cenário econômico nacional.

De acordo com o IBGE (2016), a produção nacional está concentrada nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul – estado onde foi conduzido o presente estudo –, Paraná, Goiás e Santa Catarina, os quais foram responsáveis por aproximadamente 72% do total produzido, usando de distintos sistemas de criação de bovinos de leite.

No que tange aos sistemas de criação de bovinos de leite, três sistemas se destacam dentre os adotados pelos produtores devido à heterogeneidade da produção. Dessa maneira, a literatura sugere diferentes nomes aos sistemas de criação de bovinos de leite, dentre os quais encontram-se os sistemas de pastoreios rotativos empírico e Voisin, confinamento *free stall*, os sistemas de criação extensivo, semi extensivo e intensivo, que entre si causam impactos distintos no ambiente e

nos recursos hídricos.

Giacomin e Ohnuma (2012), ao estudar a Pegada Hídrica (PH) enquanto um instrumento de conscientização ambiental, afirmam que as práticas agrícolas necessitam ser aprimoradas para que continue havendo agricultura, uma vez que a atividade é responsável por aproximadamente de 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 leiteira, torna-se relevante também avaliá-la sob o ponto de vista de sua sustentabilidade. Uma das formas de avaliação é a gestão dos recursos hídricos consumidos durante o processo de produção de leite *in natura* e uma das formas é através da Pegada Hídrica. A PH se refere a uma estimativa da quantidade de água utilizada desde a produção da alimentação necessária para o rebanho, até a geração do produto final.

A PH – que pode ser representada como azul, verde e/ou cinza – visa quantificar o montante de água total envolvido em um produto ou processo, considerando todas etapas do seu desenvolvimento (HOEKSTRA et al, 2011), e se destaca como um indicador objetivo que possibilita mensurar os o consumo de recursos hídricos da criação de bovinos de leite. Dessa forma, a PH Azul, abordada nesse estudo, permite quantificar o montante de água consumida de maneira direta e indireta pelos animais através dos alimentos ingeridos e da água consumida por meio da dessedentação e higienização.

Assim sendo, o presente estudo tem como objetivo analisar a PH Azul da produção de leite, por meio de um estudo comparativo entre dois sistemas de criação de bovinos de leite. Para este fim, utiliza-se de estudos de caso nas duas regiões com maior produtividade no estado do Rio Grande do Sul, que permite fazer o comparativo tanto no que tange os sistemas de criação dos bovinos de leite, quanto também as regiões em destaque.

O estudo está estruturado em um apanhamento teórico acerca do cenário atual da produção de leite, dos sistemas de criação de bovinos de leite e da Pegada Hídrica, seguidos pela apresentação dos procedimentos metodológicos a respeito da coleta e análise dos dados observados que fundamentam a quantificação da PH, e a discussão dos resultados encontrados.

APONTAMENTOS TEÓRICOS

A produção de leite

A cadeia produtiva do leite é uma das mais importantes do agronegócio brasileiro, tanto em termos econômicos, quanto em termos sociais e ambientais (OKANO; VENDRAMETTO;

SANTOS, 2013). O cenário brasileiro encontra-se, segundo dados da FAO, entre os 5 maiores produtores de leite *in natura* do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, Índia, China e União Europeia, com um montante total de 20,157 bilhões de litros de leite produzidos, no ano de 2006.

Dados do IBGE (2016) referentes ao ano de 2012, apontam para um valor de R\$ 24,388 bilhões relacionado à produção de leite, empregando e envolvendo cerca de 6,8 milhões de pessoas no território nacional, onde cerca de 80% estão vinculados à propriedades rurais de pequeno porte, ou seja, com menos de 20 hectares.

Sobre a produção de leite brasileira, é possível observar que se destacam os estados de Minas Gerais (com 27,53% da produção nacional), Rio Grande do Sul (12,50%) e Paraná (12,30%) (CYRNE, 2015). Nestas características, o RS recebe destaque como terceiro maior produtor de leite do Brasil, com um montante representando um valor total de R\$ 3,088 bilhões (IBGE 2016). Para Breitenbach (2012), estes valores foram produzidos em grande parte pela agricultura familiar, onde cerca de 89% do total de propriedades do estado – sob estas condições – foi responsável pela produção de 84,7% do total.

Cyrne (2015, p. 139) destaca que as regiões especializadas “se localizam na região Noroeste do Estado, sendo a microrregião de Passo Fundo a maior produtora, seguida das microrregiões de Lajeado-Estrela, Três Passos, Erechim, Guaporé e Santa Rosa, Frederico Westphalen, de Cruz Alta e de Caxias do Sul”, sendo assim responsáveis por cerca de 62% do leite produzido no Estado.

Com este viés, no estado do RS a atividade está vinculada a participação da agricultura familiar, principalmente nas pequenas e médias propriedades, o que justifica o fato da produção ser, em média, em pequenos volumes. Embora tenha ocorrido a 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 entressafras ou estiagens (FINAMORE; MAROSO, 2006).

Segundo dados do IBGE (2016), fazendo referência ao ano de 2012, a maior produtividade alcançada em média no território nacional é no RS, com um total de 2.670 litros/vaca/ano, seguido de Santa Catarina com 2.456 litros/vaca/ano e Paraná, também com a produtividade de 2.456 litros/vaca/ano. Faz-se relevante o destaque de que as regiões em questão no estudo, Vale do Taquari e Fronteira Noroeste no RS, representam respectivamente 7,9% e 9,1% da produção total no estado do RS (FEE, 2014).

Levando em consideração a relevância das regiões Fronteira Noroeste e Vale do Taquari no que diz respeito à produção de leite no cenário local, ainda encontram-se diferentes formas de realização desta atividade. Para Cyrne (2015), não existe um sistema de produção ou gestão padrão que possa ser aplicado em todas as situações, para tanto é necessário que se busquem adequações e adaptações que permitam o melhor resultado em cada propriedade produtora.

Em decorrência disso, foi realizado um levantamento a fim de classificar e descrever os sistemas de criação de bovinos de leite segundo a bibliografia vigente.

Os Sistemas de Criação de Bovinos de Leite

Diversos autores na literatura nacional e internacional estudam a produção de leite e os sistemas de criação de gado adotados, dentre eles está Olszensvski (2011), que sugere a existência de dois grandes sistemas de criação de gado para a produção de leite como sendo os sistemas semi extensivo e intensivo. Schoers (2007), por outro lado, aponta que existem três grandes sistemas de criação de gado na cadeia produtiva do leite, entendidos como o pastoreio rotativo empírico – PRE, o pastoreio rotativo racional (também conhecido como sistema Voisin) – PRV e o confinamento *free-stall* – CFS.

Olszensvski (2011), mencionada anteriormente, ao sugerir que os dois grandes sistemas de criação de gado para a produção de leite adotados no Brasil sejam o sistema semi extensivo e o sistema intensivo, mas para isso, a autora aponta que devem ser levados em consideração critérios, como a produtividade animal (ZOCCAL et al., 2007) e o manejo alimentar e a produtividade animal (ASSIS et al., 2005).

Krug (2001), em seu estudo denominado “Sistemas de produção de leite: identificação de *‘benchmarking’*”, sugere que existam apenas duas classificações para os sistemas de produção, fundamentando o que mais tarde propôs Olszensvski (2011).

O sistema extensivo é caracterizado por Krug (2001) como um sistema que mantém os animais soltos em áreas de terra com pasto nativo, de maneira que a ordenha possa acontecer de forma manual ou mecânica e apenas a suplementação alimentar destes animais acontece nos cochos, como sugerido por Jank e Galan (1999). Dessa forma, Krug (2001) afirma que não há uma preocupação com o padrão genético dos animais e o leite não é normalmente entendido como a atividade econômica principal da propriedade.

O que o difere dos sistemas de pastejo alternado e pastejo contínuo, segundo Andrade (2009), é o fato de que neste último, os animais permanecem na mesma pastagem por um longo

período de tempo (meses), enquanto no sistema de pastejo alternado existem dois piquetes nos quais a pastagem é dividida e se dá de maneira intermitente.

Olszensvski (2011) ainda afirma que o tempo de descanso das pastagens no sistema de criação semi extensivo são organizados normalmente para que intercalem os períodos de pastagem – de 1 a 7 dias – que cada piquete recebe, variando em consequência das espécies da gramínea forrageira em predominância na pastagem.

É importante a ressalva de que o sistema de criação semi extensivo possibilita uma manutenção adequada das pastagens, contribuindo na redução dos custos de produção do leite direta e indiretamente, uma vez que o alimento ingerido na forma volumosa, substitui a necessidade do alimento concentrado e reduz a necessidade de gastos com combustíveis – na logística de transporte do alimento desde sua fonte até o local onde será consumido – e com mão-de-obra (MATOS, 2009).

Macedo (1999) aponta como sendo uma das desvantagens do sistema semi extensivo o avançado grau de degradação das pastagens, que pode facilmente ser constatado em propriedades que o adotam. Outro aspecto é proposto por Olszensvski (2011), a influência da sazonalidade no sistema em questão. Por ser diretamente dependente das condições climáticas, a qualidade do alimento do rebanho pode ser afetada de diversas maneiras, o que não ocorre no sistema de criação intensivo, visto que este tem sua alimentação baseada em concentrados e forragens conservadas.

O sistema intensivo de criação de bovinos de leite, por sua vez, se diferencia do sistema semi extensivo por um grupo de fatores. Para Andrade (2009), o processo de produção de leite em um sistema intensivo demanda o uso de tecnologias adequadas que vão desde a seleção dos animais – em função de sua genética – , até a escolha da alimentação – visando o menor custo possível. Dessa maneira, os animais são mantidos confinados em um local específico durante todo o ano, recebendo alimento na forma concentrada e água em comedouros e bebedouros, segundo Souza et al (2004).

A complexidade da estrutura e tecnologias necessárias no sistema intensivo de criação vai desde o fato de que os animais precisam ser alimentados sempre – visto que não há períodos de pastejo como no sistema semi extensivo – até o fato de que a estrutura onde os animais são abrigados precisa de um manejo específico dos resíduos gerados tanto pelos animais quanto pela produção em si (OLSZENSVSKI, 2011).

Dessa maneira, são as individualidades de cada propriedade que tem potencial para aumentar ou diminuir a produtividade animal, como já apontava Cyrne (2015), e não somente o

sistema de criação ao qual os animais estão expostos.

Nesse sentido, diversos estudos apontam para a relevância da água e de seu consumo para a produção de leite, ao afirmar que para além do ar, a água é o nutriente mais essencial presente em todos os processos metabólicos no corpo dos animais. Em bovinos de leite, em especial, o consumo de água está diretamente relacionado à produção de leite (ANDERSSON, 1987; BURGOS et al., 2001; LITTLE et al., 1980; NRC, 2001; SENN et al., 1996), e é neste ponto que recebe destaque a Pegada hídrica enquanto metodologia de cálculo do consumo de água na geração de produtos ou serviços.

No contexto gaúcho, pode-se observar a existência dos três sistemas de criação de bovinos – são eles os sistemas intensivo, semi extensivo e extensivo –, contudo, no que se relaciona à bovinos de leite, destacam-se os sistemas intensivo e semi extensivo de criação, enquanto o sistema de criação extensivo é implantado mais frequentemente para fins de criação de gado de corte, daí a razão deste recorte no presente estudo.

A pegada hídrica

Com o intuito de monitorar os efeitos da escassez de água, alguns métodos que permitem calcular o montante de água envolvido na produção de bens e serviços foram desenvolvidos. Dentre estes métodos está a pegada hídrica, que se trata 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 o consumo da água.

Hoekstra (2009) sugere que uma dessas abordagens é conhecida como “água virtual” – *virtual water* – e foi idealizada por John Anthony Allan em 1993, ao propor a ideia de importação de água na forma virtual – ou embutida nas mais diversas cadeias produtivas das mercadorias agrícolas –, visando a quantificação da água envolvida nos processos de produção dos bens disponibilizados e tentando solucionar as questões de escassez hídrica em diversas regiões do mundo.

Ainda antes deste momento, em 1990, William Rees e Mathis Wackernagel introduziram o conceito de pegada ecológica como medida de apropriação humana das áreas biologicamente produtivas (REES, 1992; WACKERNAGEL et al., 2004).

Contudo, o indicador que recebe destaque neste estudo é a “pegada hídrica” – *water footprint* – desenvolvida por Arjen Hoekstra em 2002, segundo afirmam Hoekstra et al (2011), que propicia a análise da conexão entre o consumo humano e a apropriação mundial de maneira

direta e indireta, de água doce.

De acordo com o proposto por Palhares (2012), é importante o entendimento de que o conceito de pegada hídrica proposto por Mekonnen e Hoekstra possibilita o conhecimento de como as produções pecuárias se relacionam com a água e como os atores das cadeias produtivas podem promover a gestão e a conservação deste recurso. Hoekstra et al. (2011) classifica a água em três tipos:

Água Verde – como sendo a água precipitada sobre a terra que não escoar ou recarrega aquíferos, contudo é armazenada no solo, sobre o solo ou na vegetação.

Água Azul - entendida como a água superficial e subterrânea, que pode estar em lagos, rios e aquíferos.

Água Cinza – como sendo o volume de água necessário para diluir os poluentes de modo que a qualidade de água em seu estado natural possa ser mantido em condições adequadas.

Carmo et al (2007) afirmam que para a estruturação destes valores, 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.

A PH Azul é o indicador do consumo de “água azul”, ou seja, água doce superficial e/ou subterrânea (SILVA et al., 2013, p. 102), que é classificada por Hoekstra et al (2011) como a evaporação da água; a água incorporada ao produto; o não retorno da água para uma área de captação e finalmente o não retorno da água no mesmo período.

Para tanto, o cálculo desenvolvido sob o indicador da pegada hídrica, (MEKONNEN e HOEKSTRA, 2010), analisa desde a água consumida diretamente pelo animal, até a água embutida nos alimentos que este consome e a água consumida em processos e serviços como a limpeza do ambiente onde este vive, conforme demonstrado na metodologia.

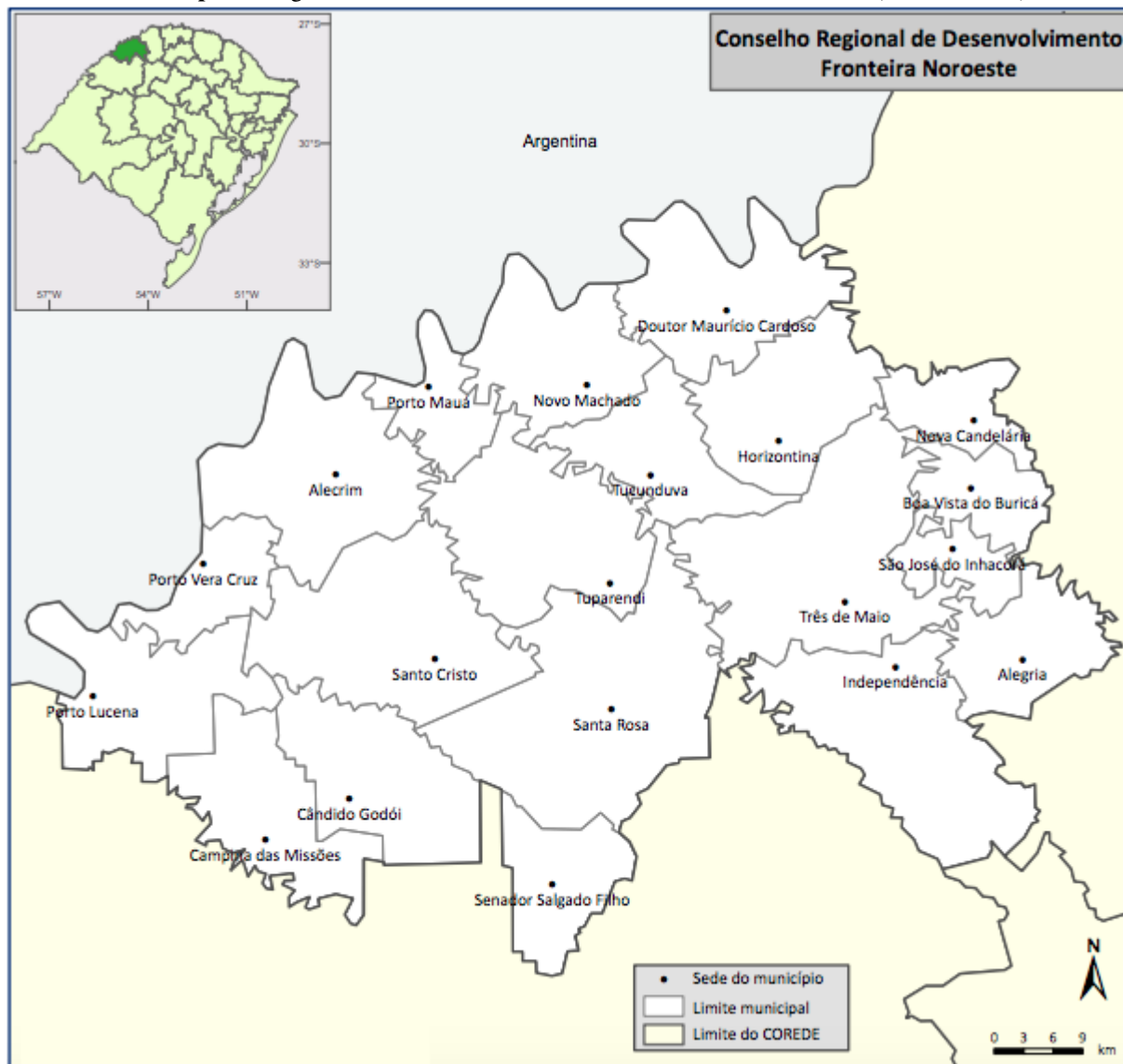
Faz-se importante, todavia, destacar que a pegada hídrica não é uma medida de impacto ambiental, mas sim um indicador de pressão antrópica sobre os recursos hídricos (HOEKSTRA et al., 2011), ou seja, ela possibilita a quantificação do montante de água utilizado em uma atividade específica ou em uma cadeia produtiva, como já mencionado. Nesse viés, a metodologia de cálculo da pegada hídrica se apresenta como uma alternativa viável enquanto quantificadora do montante de água necessário para a geração do leite.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa caracteriza-se como indutiva, ou seja, que se dá por meio de um processo que parte de dados particulares para inferir verdades gerais. Quanto à natureza, a pesquisa é aplicada, envolvendo verdades e interesses locais, no que diz respeito à gestão das propriedades rurais, assim como à sustentabilidade da atividade. Para além disso, quanto aos objetivos, a pesquisa caracteriza-se como exploratória, usando de meios bibliográficos, documentais, estudo multicaso e de campo para sua investigação. Por fim, a coleta de dados classifica a pesquisa como de caráter longitudinal, dispondo-a em uma condição de pesquisa qualitativa e quantitativa, em detrimento dos dados observados.

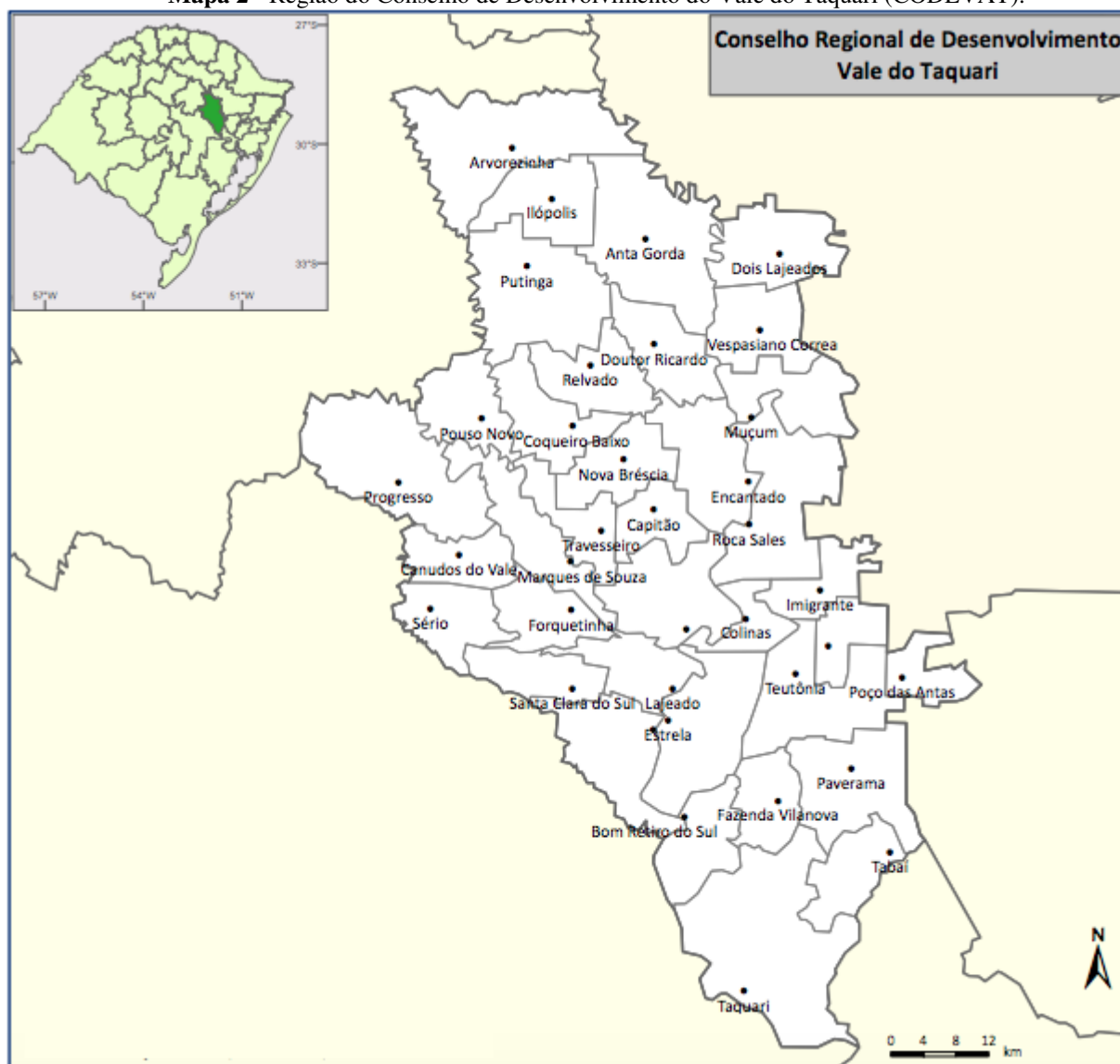
As regiões às quais as propriedades observadas no estudo pertencem, foram definidas levando em consideração a relevância da produção de leite de cada uma destas tanto para o cenário do Rio Grande do Sul quanto para o brasileiro, e podem ser observadas segundo a óptica dos Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDEs) nos Mapas 1 e 2, os quais apresentam em destaque as regiões Corede Fronteira Noroeste (COREDE FN – composto pelos seguintes municípios: Alecrim, Alegria, Boa Vista do Buricá, Campina das Missões, Cândido Godói, Doutor Maurício Cardoso, Horizontina, Independência, Nova Candelária, Novo Machado, Porto Lucena, Porto Mauá, Porto Vera Cruz, Santa Rosa, Santo Cristo, São José do Inhacorá, Senador Salgado Filho, Três de Maio, Tucunduva e Tuparendi), no Mapa 1, e do Conselho de Desenvolvimento do Vale do Taquari (CODEVAT – composto pelos seguinte municípios: Anta Gorda, Arroio do Meio, Arvorezinha, Bom Retiro do Sul, Canudos do Vale, Capitão, Colinas, Coqueiro Baixo, Cruzeiro do Sul, Dois Lajeados, Doutor Ricardo, Encantado, Estrela, Fazenda Vilanova, Forquetinha, Ilópolis, Imigrante, Lajeado, Marques de Souza, Muçum, Nova Bréscia, Paverama, Poço das Antas, Pouso Novo, Progresso, Putinga, Relvado, Roca Sales, Santa Clara do Sul, Sério, Tabaí, Taquari, Teutônia, Travesseiro, Vespasiano Corrêa e Westfália), apresentado no Mapa 2.

Mapa 1 - Região do Conselho de Desenvolvimento Fronteira Noroeste (COREDE FN).



Fonte: Adaptado de Diário Oficial Rio Grande do Sul - 10/01/2008. Elaboração: SEPLAG/DEPLAN - 05/2010.

Mapa 2 - Região do Conselho de Desenvolvimento do Vale do Taquari (CODEVAT).



Fonte: Adaptado de Diário Oficial Rio Grande do Sul - 10/01/2008. Elaboração: SEPLAG/DEPLAN - 05/2010.

A escolha das regiões para o estudo também considerou os recursos hídricos disponíveis em cada uma destas, a fim de observar não só os montantes produzidos, mas sua relação com o consumo de água por meio do cálculo da pegada hídrica. Nesse viés, a região Fronteira Noroeste encontra-se em uma localização estratégica para com o aquífero guarani, assim como com a bacia hidrográfica do Rio Uruguai, enquanto a região do Vale do Taquari tem à sua disposição a bacia hidrográfica do Taquari, o que valoriza a importância da avaliação das interações da atividade leiteira com os recursos hídricos.

Caracterizam-se, então, como sujeitos da pesquisa os produtores de leite que adotam os sistemas intensivo e semi extensivo de criação na Região do Vale do Taquari e na Região

Fronteira Noroeste do RS. São ainda entendidos como sujeitos da pesquisa, nas visitas realizadas aos produtores de leite, as entrevistas semi estruturadas aplicadas e o processo de observação dos montantes de água utilizados em cada um dos sistemas de criação de bovinos de leite.

Quanto ao universo amostral, foram utilizados para a realização das entrevistas e da coleta de dados uma amostragem de quatro propriedades produtoras de leite, sendo duas em cada uma das regiões, uma vinculada ao sistema de criação intensivo de bovinos de leite e uma ao sistema semi extensivo, totalizando quatro propriedades, conforme descrito no quadro 1.

Quadro 1 - Amostra das Propriedades segundo as Regiões e os Sistemas de Criação.

Propriedade	Sistema de Criação	Município	Região
Propriedade A	Intensivo	Santo Cristo	Região Fronteira Noroeste
Propriedade B	Semi Extensivo	Santo Cristo	
Propriedade C	Intensivo	Nova Bréscia	Região Vale do Taquari
Propriedade D	Semi Extensivo	Marques de Souza	

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A definição das propriedades contempladas na amostra teve como intuito observar as disparidades encontradas entre os sistemas de criação, de modo que para isso, optou-se por observar ambos os sistemas em ambas as regiões, totalizando as quatro propriedades.

As propriedades observadas no estudo foram definidas em função da acessibilidade dos dados e do enquadramento em cada um dos sistemas de criação, somando-se ao fato de que todas apresentam a produção de leite como sua principal atividade econômica, configurando ao estudo o caráter de amostragem não probabilística, por conveniência.

Coleta e Análise de Dados

A descrição e análise dos dados foi executada com base no proposto pela metodologia de cálculo da pegada hídrica azul de Mekonnen e Hoekstra (2010). Para se fazer o cálculo da PH de um produto de origem animal, entende-se como necessário primeiramente identificar a pegada hídrica total do animal, a qual é obtida somando-se a pegada hídrica associada ao alimento consumido por esse, a água ingerida enquanto bebida (dessedentação) pelo animal e a água consumida em serviços de higienização, conforme descreve a Equação 1, disposta a seguir:

$$PH_{Bovino} = PH_{Alimento} + PH_{Bebida} + PH_{Serviço} \quad (1)$$

Onde:

PH_{Bovino} = Pegada hídrica bovino total (medida em m³)

$PH_{Alimento}$ = Pegada hídrica do alimento consumido (medida em m³)

PH_{Bebida} = Montante de água bebida pelo animal (medida em m³)

$PH_{Serviço}$ = Montante de água envolvida em serviços (medida em m³)

Para o cálculo da pegada hídrica do alimento, foi considerada 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 descreve a Equação 2, expressa a seguir:

$$PH_{alimento} = \frac{\sum_{p=1}^n (a_{alimento} \times PH_{produção}) + PH_{mistura}}{População} \quad (2)$$

A partir do momento em que foi identificada a pegada hídrica total dos bovinos de leite, o passo seguinte foi a exposição dos resultados encontrados, à produtividade, na razão entre os dois, para assim estipular a pegada hídrica da produção do leite bovino, dada em litros de água por litro de leite, conforme descrito pela Equação 3.

$$PH_{Leite} = \frac{PH_{Bovino}}{P_{produtividade}} \quad (3)$$

A partir da definição, contato e visita às propriedades, teve início o processo de coleta de dados primários – estes que fazem referência à alimentação e produtividade dos animais –, que adicionados aos dados presentes na bibliografia vigente – retratando o consumo de água em serviços de higienização e dessedentação assim como a composição e pegada hídrica dos alimentos –, foram expostos ao método de cálculo da PH Azul.

Para tanto, a origem dos valores referentes à quantidade de animais (total e em lactação), da produtividade do rebanho, e dos montantes de alimento concentrado e volumoso consumidos pelos animais, que constituem os dados primários do estudo, estão dispostos a seguir:

- Quantidade de animais (total e em lactação) – Dados observados e coletados de forma

primária nas propriedades analisadas;

- Produtividade do Rebanho – Dados observados e coletados de forma primária nas propriedades analisadas;
- Montante de alimento consumido diariamente pelos animais (concentrado e volumoso) – Dados observados e coletados de forma primária nas propriedades analisadas.

Em acréscimo aos dados primários coletados nas propriedades, os dados referentes à composição dos alimentos, à pegada hídrica destes e aos montantes de água consumidos em serviços de higienização e dessedentação tiveram origem bibliográfica e documental, conforme estão dispostos:

- Composição dos alimentos (concentrado e volumoso) – Concentrado: Wheeler et al (1981) apud Mekonnen e Hoekstra (2010); Volumoso: Bouwman et al (2005);
- Pegada Hídrica dos alimentos consumidos – Mekonnen e Hoekstra (2010);
- Água consumida em serviços de higienização e dessedentação – Chapagain e Hoekstra (2003).

O levantamento e a coleta de dados primários aconteceu por meio de entrevistas semi estruturadas, conforme roteiros disponíveis em Büttenbender (2018), que foram realizadas com os produtores de leite nos sistemas intensivo e semi extensivo de criação de bovinos de leite nas Regiões Fronteira Noroeste e Vale do Taquari no estado do Rio Grande do Sul.

Para além das entrevistas, o processo de levantamento de dados também foi baseado na observação da rotina de alimentação dos animais criados em cada um dos sistemas durante um dia, que teve como intuito a identificar o montante e variedade dos alimentos consumidos pelos animais, tal qual a produtividade do rebanho.

Para tanto, os dados primários coletados foram dispostos em uma planilha, juntos dos dados secundários já existentes na bibliografia vigente, e expostos ao método de cálculo da pegada hídrica azul, proposto por Mekonnen e Hoekstra (2010), para assim mensurar o valor referente ao impacto de cada um dos sistemas de criação de bovinos de leite nos recursos hídricos.

Destaca-se que a coleta de dados primários se deu em dois momentos, um durante o verão – mais especificamente nos meses de fevereiro e março de 2017 – e outro durante o inverno – julho e agosto de 2017 – , visto que a produção de leite é refém de uma sazonalidade, estando os animais vulneráveis ao clima. Desta maneira, pôde-se expor ao cálculo da pegada hídrica azul os dados referentes à ambas as situações, proporcionando assim uma maior confiabilidade ao estudo, visto

que a literatura vigente aponta para a potencial relevância da sazonalidade na atividade de criação de bovinos de leite.

A determinação dos períodos de coleta de dados são importantes em detrimento do potencial impacto que o clima e a temperatura podem causar tanto na rotina de alimentação dos animais quanto em sua produtividade, logo, em consideração ao proposto no referencial teórico disponível à respeito do tema, considerou-se os dois períodos, verão e inverno de 2017, a fim de proporcionar uma observação mais específica dos aspectos que permeiam a produção de leite.

Para além deste fato, a coleta de dados secundários também tomou parte por meio do levantamento documental em registros dos conselhos regionais de desenvolvimento quanto à atividade e aos sistemas de criação de bovinos de leite existentes em cada região; em dados do IBGE e FEE no que diz respeito à caracterização dos municípios e regiões em questão; e em diversas literaturas prévias de onde foi possível recolher informações que abordam tanto a questão da criação de bovinos de leite quanto a PH Azul.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme descrito nos procedimentos metodológicos, foram analisadas durante a realização deste estudo, um conjunto de quatro propriedades com criação de bovinos de leite nos sistemas semi extensivo e intensivo nos Coredes Fronteira Noroeste e Vale do Taquari, totalizando uma propriedade em cada sistema de criação em cada região.

Concerne a todas as propriedades observadas no estudo um grupo de características em comum, dentre as quais destacam-se as atividades desempenhadas nestas, onde a produção de leite assim como outras culturas de plantas e animais, como suinocultura e avicultura, recebem evidência, contudo estas são atividades de menor representatividade econômica dentro do contexto total nas propriedades.

As propriedades B, C e D, enquadram-se na categoria de propriedade familiar, com agricultura de base familiar, onde os membros da família são responsáveis pelo desempenho das funções que estão vinculadas à produção. Já para a propriedade A, a gestão é feita sob a estruturação de uma empresa familiar, de maneira que as atividades relacionadas tanto à produção de leite, quanto à outras culturas de plantas e animais são desempenhadas por profissionais que trabalham na propriedade, enquadrando-se na categoria de pequena propriedade rural – que considera de 1 a 4 módulos fiscais.

A primeira propriedade, referida como Propriedade A, encontra-se no município de Santo

Cristo, na região do Corede Fronteira noroeste e tem para sua produção de leite o sistema intensivo de criação de bovinos de leite, tendo esta como sua atividade econômica principal, apesar de apresentar outras atividades na propriedade. Na propriedade em questão, no primeiro período observado (verão – março/2017), encontravam-se 90 vacas, das quais 78 estavam em lactação. Já no segundo período (inverno – agosto/2017), a propriedade contava com 96 vacas, das quais 82 estavam em lactação.

A segunda propriedade, Propriedade B, encontra-se também no município de Santo Cristo – visto que este foi no período o município com maior produção –, e atua com o sistema de criação semi extensivo para a produção de leite. Assim como a Propriedade A, a Propriedade B também apresenta como sua principal atividade a produção de leite apesar de contar com outras atividades que complementam sua renda. Nesta segunda propriedade, no primeiro período observado (verão – março/2017), encontravam-se 75 vacas, das quais 62 estavam em lactação. Já no segundo período (inverno – agosto/2017), a propriedade contava com as mesmas 75 vacas, das quais 64 estavam em lactação.

A terceira propriedade, referida como Propriedade C, encontra-se no município de Nova Bréscia, que pertence a região do Corede Vale do Taquari. A propriedade em questão, tem sua atividade de produção de leite baseada no sistema intensivo de criação de bovinos de leite, não apresentando esta atividade como sua única fonte de renda. Além de trabalhar com a criação de suínos e aves, e produção de hortigranjeiros, a propriedade contava no primeiro momento de observação com 25 vacas, das quais 11 encontravam-se em fase de lactação. No segundo momento de observação, a Propriedade C contava com as mesmas 24 vacas, das quais 21 estavam em fase de lactação.

A quarta e última propriedade observada, referida como Propriedade D, está situada no município Marques de Souza, na região do Corede Vale do Taquari, e atua na produção de leite com o sistema semi extensivo de criação de bovinos de leite. Assim como destacado no que diz respeito à Propriedade C, a Propriedade D também apresenta a produção de leite como não sendo sua fonte única ou central de renda, em acréscimo, a Propriedade D apresenta atividades relacionadas a outras culturas de animais, assim como de hortifrutigranjeiros.

No primeiro momento, a Propriedade D contava com um total de 13 vacas, das quais 5 estavam em fase de lactação, enquanto no segundo momento, do total de 25 vacas, 15 estavam em período de lactação.

É importante a ressalva de que os valores calculados tomaram como base todos os animais

em cada propriedade, dado que a alimentação e a água consumidas – seja enquanto bebida ou serviço – são também consumidas pelas vacas que estão secas (não em fase de lactação), e no que diz respeito aos dados de produção, foram observados os montantes finais de cada propriedade, que fazem referência apenas aos animais em lactação, ou seja, a produtividade de todo o rebanho.

Para tanto, são observados os valores dispostos a seguir nas Tabelas 1 e 2, a quantidade de animais – total e em lactação – nas propriedades analisadas em cada um dos momentos; assim como os montantes de alimento consumido por estes na forma volumosa e concentrada; e o volume de água consumido em serviços de higienização e dessedentação.

Tabela 1- Dados das propriedades no primeiro período de coleta

Variável observada nas propriedades	Propriedade			
	A	B	C	D
Número de bovinos de leite no rebanho	90	75	26	13
Bovinos em fase de lactação	78	62	11	5
Produtividade (Litros de leite/vaca/dia)	22,7	17	11	9
Alimento Volumoso (Kg/vaca/dia)	40	35	35	40
Alimentação concentrada (Kg/vaca/dia)	4	4,5	7	4
Água em dessedentação (Litros/vaca/dia)	70	40	40	70
Água em higienização (Litros/vaca/dia)	22	5	22	5

Fonte: Elaborado pelo autor, (2017).

Tabela 2 - Dados das propriedades no segundo momento de coleta

Variável observada nas propriedades	Propriedade			
	A	B	C	D
Número de bovinos de leite no rebanho	96	75	25	25
Bovinos em fase de lactação	82	64	21	15
Produtividade (Litros de leite/vaca/dia)	33,5	19	21,5	16,6
Alimento Volumoso (Kg/vaca/dia)	42	35	35	35
Alimentação concentrada (Kg/vaca/dia)	9	6	7,5	4
Água em dessedentação (Litros/vaca/dia)	70	40	40	70
Água em higienização (Litros/vaca/dia)	22	5	22	5

Fonte: Elaborado pelo autor, (2017).

Para a análise da PH de cada um dos componentes da alimentação dos bovinos, foi observado o proposto pela literatura vigente, em destaque no capítulo que faz referência aos procedimentos metodológicos adotados, que determina que a alimentação volumosa dos animais é composta por Pasto (representando 45%), Forragem e Silagem (41%) e outros (14%), enquanto a alimentação concentrada é composta de Cereais (70,58%), Oleaginosas (23,52%) e outros (5,88%).

A bibliografia vigente propõe que o consumo diário seja de 70 litros de água por animal em bebida para os animais no sistema intensivo de criação, acrescido de 22 litros de água por animal em serviços de higienização, enquanto no sistema semi extensivo de criação, os valores propostos são de 40 litros por animal consumidos enquanto bebida, somados à mais 5 litros em serviços de higienização. No que diz respeito à sazonalidade, os dados provenientes de Hoekstra et al., (2011) não fazem distinção à época do ano, ou seja, foram considerados os mesmos valores em ambos os períodos.

Uma vez observada a semelhança dos dados que dizem respeito ao montante de alimento ingerido pelos animais de diferentes propriedades enquanto volumoso e concentrado, e do total de água consumida enquanto higienização e dessedentação, entende-se que o fator de grande interferência na PH Azul da Produção de Leite seja efetivamente a produtividade destes animais, conforme destacado na Tabela 3.

Tabela 3 - Produtividade dos rebanhos nos períodos observados.

Propriedade	Fevereiro e Março/2017	Agosto e Setembro/2019
A	22,7 litros/vaca/dia	33,5 litros/vaca/dia
B	17 litros/vaca/dia	19 litros/vaca/dia
C	15 litros/vaca/dia	21,5 litros/vaca/dia
D	9 litros/vaca/dia	16,6 litros/vaca/dia

Fonte: Elaborado pelo autor, (2017).

O aumento da produtividade diária em todas as propriedades, se dá para além de outros fatores também pela sazonalidade da produção de leite, ainda que esta não esteja contemplada inicialmente pela metodologia estipulada por Hoekstra *et al* (2010). Durante o inverno, a quantidade de água necessária no processo de metabolismo dos animais é inferior à do verão, em função de condições de clima e tempo, em decorrência disso, os animais alcançam maiores

produtividades, acarretando também em uma menor PH Azul na atividade.

A quantidade de alimento concentrado e volumoso ingerida pelos animais apresenta pouca diferença em se comparando ambos os períodos de observação do estudo, enquanto, para a realização do mesmo, considerou-se que o consumo de água em serviços de higienização e dessedentação são iguais tanto no verão quanto para o inverno, contudo, a capacidade de produção de leite dos animais neste período aumenta, evidenciando a importância da sazonalidade da produção para o cálculo da PH.

Por fim, ao considerar-se que a PH azul da produção de leite é encontrada na razão da PH do animal pela sua produtividade (conforme Equação 3) e a PH do animal, por sua vez, é encontrada na soma da pegada hídrica de sua alimentação, acrescida do montante necessário de água para sua mistura, assim como do montante de água consumido enquanto água de dessedentação e higienização por todo o rebanho em um dado período (conforme Equação 1), podem-se observar os resultados dispostos na Tabela 4.

Tabela 4 - PH Azul da Produção de leite nos dois períodos de observação.

Propriedade	Verão	Inverno
A	1.089,63 La/Ll	925,03 La/Ll
B	1.216,62 La/Ll	1.217,12 La/Ll
C	3.377,91 La/Ll	1.255,16 La/Ll
D	5.076,24 La/Ll	1.630,44 La/Ll

Fonte: Elaborado pelo autor, (2017).

Para tanto, foram encontrados como valores que fazem referência à PH Azul da Produção de leite no primeiro período de observação, inverno, os seguintes: Propriedade A (1.089,63 litros de água consumidos direta e indiretamente para cada litro de leite produzido – La/Ll); Propriedade B (1.216,62 La/Ll); Propriedade C (3.377,91 La/Ll); e Propriedade D (5.076,24 La/Ll).

Já no segundo período em que as propriedades foram observadas, durante o inverno, os valores referentes à PH azul foram bastante distintos, dado que foram realizadas mudanças na alimentação dos animais e na produtividade destes, além da quantidade de animais em lactação ter aumentado em comparação com o total de animais no rebanho, acarretando num aumento da produção total de leite na propriedade. Para tanto, foram encontrados os seguintes valores para a Pegada Hídrica azul da Produção de Leite nas Propriedades analisadas: Propriedade A (925,03

La/Ll); Propriedade B (1.217,12 La/Ll); Propriedade C (1.255,16 La/Ll); e Propriedade D (1.630,44 La/Ll).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em se tratando do objetivo do estudo, analisar a PH Azul nos sistemas intensivo e semi extensivo de criação de bovinos de leite, foi possível a quantificação do montante de água envolvida na produção de leite em ambos os sistemas, observando-se as duas regiões com maior produtividade do RS.

Em relação aos resultados, foram encontradas discrepâncias nas quatro propriedades, em consequência de dois fatores em especial. Primeiramente, a sazonalidade, visto que todas as propriedades apresentaram uma diminuição no montante final atribuído à PH Azul do leite no inverno se comparado ao verão, como já descrito, em função da produtividade animal nestas, que reduz os valores finais referentes à PH. Em um segundo aspecto, a quantidade de animais em lactação ao comparar-se os dois períodos. As propriedades A e B, não apresentaram mudanças tão relevantes quanto ao número de animais em lactação no rebanho entre os dois momentos, contudo as propriedades B e C apresentaram mudanças drásticas neste aspecto, ocasionando uma grande diferença nos valores finais da produtividade do rebanho e em consequência da PH Azul.

A limitação do método e por consequência do presente estudo está na não distinção dos montantes de água consumidos em higienização e dessedentação pelos animais nos períodos de coleta de dados, desconsiderando neste aspecto a sazonalidade da produção, assim como na amostragem utilizada para observação da Pegada Hídrica, que não representa valores universais nem para os sistemas criação nem para as regiões contempladas pelo estudo.

A partir disso, observa-se a necessidade da atenção para com a gestão propriamente dos recursos hídricos sob uma perspectiva geral nas propriedades analisadas, não apenas quando envolvidos com a produção de leite. Dada a limitada informação dos produtores quanto à gestão da água, e do pouco controle e fiscalização existente à respeito do manejo dos recursos hídricos disponíveis nas propriedades rurais, tal qual de sua abundância, entende-se como necessária uma observação quanto à sua origem, o consumo e a sua potencial reutilização, a fim de que a atividade da produção de leite consiga desenvolver-se com características cada vez mais sustentáveis.

Alternativas sugeridas para uma melhor gestão dos recursos hídricos em uma propriedade produtora de leite, em ambos os sistemas intensivo e semi extensivo de criação de bovinos, versam diretamente sobre a água consumida diretamente pelos animais enquanto bebida, tal qual a água

consumida nos processos de higienização nos quais, conforme sugerido previamente, algumas ações podem resultar em consequências positivas, desencadeando em um melhor aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis.

Nas quatro propriedades observadas, inexistiam sistemas para captação de água da chuva, de maneira que a água consumida em ambos os serviços de higienização e dessedentação animal vinham diretamente ou de poços artesianos existentes nas propriedades ou de pontos de captação de água da comunidade às quais as propriedades pertencem, não havendo uma diferenciação de que água seria usada para cada uma das atividades, o que contabiliza o consumo da água azul, apontada por Hoekstra et al (2011) como a água superficial e subterrânea.

Sugere-se assim, estudos futuros que verifiquem a viabilidade de implementação de um método que possibilite realizar a captação da água da chuva nestes espaços, armazenando-a posteriormente em cisternas ou em ambientes de maior conveniência em cada uma das propriedades, visto que com a estrutura já existente dos galpões onde os animais pernoitam (no caso do sistema semi extensivo) ou são mantidos (no caso do sistema intensivo), facilita-se o processo de captação desta água que pode ser utilizada tanto para a dessedentação quanto para a higienização animal e dos espaços onde estes se encontram.

Para além disso, a ideia de reaproveitamento dos recursos hídricos disponíveis, sejam estes de água da chuva armazenada ou de outras origens, possibilita mudanças no processo de gestão da propriedade e da produção de leite, visto que a água que é usada para higienização dos animais e do espaço onde estes são mantidos, pode ser usada para higienização equipamentos e espaços das demais atividades com as quais as propriedades estão envolvidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSSON, M. **Effects of free or restricted access to feeds and water, and social rank, on performance and behaviour of tied-up dairy cows.** Swed. J. Agric. Res. 17, p. 85–92, 1987.

ANDRADE, C.M.S. Pastejo Rotacionado. Tecnologia para aumentar a produtividade de leite e a longevidade das pastagens. **Embrapa – Acre.** 2009. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107181/1/pastejo-mauricio.pdf>. Acesso em: set. 2019.

ASSIS, A. G.; STOCK, L. A.; CAMPOS, O. F. *et al.* **Sistemas de produção de leite no Brasil.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. 6p.

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

BURGOS, M., SENN, M., SUTTER, F., KREUZER, M., LANGHANS, W., **Effect of water restriction on feeding and metabolism in dairy cows**. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 280, R418–R427, 2001.

BUTTENBENDER, B. N. **A pegada hídrica na criação de bovinos de leite: um estudo comparativo de dois sistemas de produção**. 2018. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ambiente e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 27 fev. 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/2148>. Acesso em: nov. 2019.

BREITENBACH, R. **Estrutura, Conduta e Governança na Cadeia Produtiva do Leite: um estudo multicaso no Rio Grande do Sul**. 2012. 271p. Tese (Doutorado em Extensão Rural) – Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

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.

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.

CYRNE, C. C. S. **Indicadores de gestão em propriedades produtoras de leite do vale do Taquari – RS – um estudo comparativo com as propriedades da região da Galícia – Espanha**. 2015. 220 f. Tese (Doutorado em Ambiente e Desenvolvimento), Centro Universitário Univates, Lajeado/RS, 2015.

DIÁRIO OFICIAL DO RIO GRANDE DO SUL - **Conselhos Regionais de Desenvolvimento**. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão, Departamento de Planejamento Governamental. 2008. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/conselhos-regionais-de-desenvolvimento-coredes>. Acesso em: nov. 2019.

FEE - FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. **Produção de leite por Corede no ano de 2014**. Disponível em: <http://www.fee.rs.gov.br/feedados/#!pesquisa=1>. Acesso em: ago. 2017.

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) (2016). **FAOSTAT**. Statistic Division. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/compare/E>. Acesso em: ago. 2016.

GIACOMIN, G. S.; OHNUMA Jr, A. O. A pegada hídrica como instrumento de conscientização ambiental. **REMOA/UFSM**, v(7), no. 7, p. 1517 – 1526, mar-jun, 2012.

HOEKSTRA, A. Y. Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis. **Ecological Economics**, n.68, p.1963-1974. 2009.

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.

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

JANK, M.S.; GALAN, V.B. Competitividade do sistema agroindustrial do leite no Brasil. **In: O agribusiness do leite no Brasil**. São Paulo, p.41-104, 1999.

KRUG, E.E.B. **Sistemas de produção de leite: identificação de “benchmarking”**. Porto Alegre: Pallotti, 2001.

LITTLE, W., COLLIS, K.A., GLEED, P.T., SANSON, B.F., ALLEN, W.M., QUICK, A.J.. Effect of reduced water intake by lactating dairy cows on behaviour, milk yield and blood composition. **Vet. Rec.** 106, 547–551, 1980.

MACEDO, C.M.M. Degradação de pastagens: conceitos e métodos de recuperação. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL. Goiânia. **Anais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, Goiânia: Serrana Nutrição Animal/CNPq. 1999. p. 137-150.

MATOS, L. L. de. **Produção de leite a pasto ou em confinamento** - Portal Agronomia. 2009. Disponível em: http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_producao_leite_pasto_confinamento.htm Acesso em ago. 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 No. 48, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2010.

NRC, Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th rev. ed. National Academy Press, Washington DC, USA, 2001.

OLSZENSWSKI, F. T. **Avaliação do ciclo de vida da produção de leite em sistema semi extensivo e intensivo: estudo aplicado**. 198 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2011.

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.

PALHARES, J. C. P. Pegada hídrica e a produção animal. **Agrotec**, v.1, p.12-15, 2012.

REES, W.E. Ecological footprints and appropriated carrying capacity. What urban economics leaves out. **Environment and Urbanization**. Vol. 4, n. 2, 1992. p. 121-130.

SCHOERS, B. H. **Como se comparam técnica e economicamente os três mais importantes sistemas de produção de leite adotados no Rio Grande do Sul**. 2007. 88 f. Monografia (Graduação) – Curso de Administração com habilitação em negócios agroindustriais. Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2007.

SENN, M., GROSS-LUEM, S., KAUFMANN, A., LANGHANS, W. Effect of water deprivation on eating patterns of lactating cows fed grass and corn pellets ad lib. **Physiol. Behav.** 60, 1413–1418, 1996.

SILVA, V. P. R.; ALEIXO, D. O.; NETO, J. D.; MARACAJÁ, K. F. B.; ARAÚJO, L. E. Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada Hídrica. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.1, p.100–105, 2013.

WACKERNAGEL, M.; MONFREDA, C.; ERB, K. H.; HABERI, H.; SCHULZ, N. B. Ecological footprint time series of Austria, the Philippines, and South Korea for 1961–1999: Comparing the conventional approach to an actual land area approach. **Land Use Policy**, v.21, p.261-269, 2004.

ZOCAL, R.; CARNEIRO, A. V.; JUNQUEIRA, R.; ZAMAGNO, M. A nova pecuária leiteira brasileira. In: BARBOSA, S. B. P; BATISTA, A. M. V; MONARDES, H. **III Congresso Brasileiro de Qualidade de Leite**. Recife: CCS Gráfica e Editora, 2008, v.1, p. 85-95.

Recebido em: 01/10/2019

Aceito em: 30/12/2019