

A PEGADA HÍDRICA DO CONSUMO DE ÁGUA NA DESSEDENTAÇÃO DO REBANHO BOVINO DE CORTE DO ESTADO DO AMAZONAS

Lenilton dos Reis Canto¹
Alem Silvia Marinho dos Santos²

RESUMO

Este trabalho se propõe em contabilizar a sustentabilidade ambiental do Estado do Amazonas. Especificamente sobre as bases conceituais do método da Pegada Hídrica (PH) e Pegada Ecológica (PE), e também a quantificar o consumo de água na dessedentação do rebanho bovino de corte do Estado do Amazonas, para o ano de 2021, assim determinando os valores em metros cúbicos (m³); megalitros (mgl) e em global hectare (gha). O trabalho surgiu a partir da necessidade de visualizar e comunicar o volume de água doce envolvido na dessedentação do bovino de corte, e a área necessária para manter o fluxo no sistema produtivo, para os produtores e consumidores da carne bovina. A pesquisa teve início com a revisão bibliográfica; posteriormente ocorreu o levantamento de dados secundários no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), e na Associação Brasileira de Frigoríficos (ABRAFIGO). Após a pesquisa secundária, e com os dados tabulados, houve a aplicação do cálculo da pegada hídrica (ecológica); para determinar o volume de água doce consumida pelo rebanho bovino, e assim determinar a área *per capita* e absoluta necessária para sustentar o fluxo do consumo anual no sistema. Os valores encontrados são bastantes expressivos para uma região produtora principiante, além de demonstrar a demanda dessa atividade sobre o recurso hídrico e também o avanço sobre o estado.

Palavras-Chave: Pegada Hídrica. Consumo. Bovino de Corte. Amazonas.

THE WATER FOOTPRINT OF WATER CONSUMPTION IN THE DESEDENTATION OF BEEF HERD IN THE STATE OF AMAZONAS

ABSTRACT

This work proposes to discuss the environmental sustainability in the state of Amazonas. Specifically on the conceptual bases of the Water Footprint and Ecological Footprint method, and the quantification of water consumption in watering the beef cattle herd in the State of Amazonas, for the year 2021, thus determining the values in cubic meters, megaliters and in global hectare. The work arises from the need to visualize and communicate the volume of fresh water involved in watering beef cattle, and the area needed to maintain the flow in the production system for beef producers and consumers. The research began with a bibliographic review, followed by a survey of secondary data at the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), at the IBGE Automatic Recovery System (SIDRA), at the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA), and at the Associação Brazilian Company of Frigoríficos (ABRAFIGO). After secondary research; and with the tabulated data, the calculation of the Water Footprint (Ecological) was applied to determine the volume of fresh water consumed by the cattle herd, and thus determine the per capita and absolute area necessary to sustain the flow of annual consumption in the system. The values found area quite expressive for a beginner producing region, in addition to demonstrating the demand of this activity on the water resource and also the advance over the state.

¹ Graduando em Licenciatura em Geografia pela UEA-Cesp. E-mail: ldrc.geo18@uea.edu.br

² Doutora em Desenvolvimento Sustentável pela UnB-CDS, pesquisadora no grupo de e professora adjunta da Universidade do Estado do Amazonas UEA-Cesp. E-mail: asmarinho@uea.edu.br

Keywords: Water Footprint. Consumption. Beef Cattle. Amazonas.

INTRODUÇÃO

Este trabalho realiza uma discussão sobre o cenário atual na questão da sustentabilidade do consumo de água para o rebanho bovino de corte do Estado do Amazonas. Como ferramentas encarregadas de revelar tal cenário; recorreremos ao método da Pegada Hídrica (Water Footprint Network); associando ao método da Pegada Ecológica (Ecological Footprint Method). Estendendo o valor de consumo inicial, encontrado em metros cúbicos e megalitros; dentro da Pegada Hídrica (P.H), até global hectare na Pegada Ecológica (P.E).

O relatório OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029. Elaborado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), juntamente com Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO); apontam para um crescimento de 6 milhões de toneladas na produção de carne bovina mundial, até 2029, principalmente em países em desenvolvimento (Boletim CiCarne, 2020). Como é o caso do Brasil.

O consumo de carne bovina tem aumentado em todo o mundo. O consumo médio de carne mundial é de 8,9 kg/pessoa/ano, na Europa esse valor é de 20,2 kg/pessoa/ano, no Brasil o valor estimado é de 30,4 kg/pessoa/ano, já em comparação com a Argentina, que chega a ser de 73 kg/pessoa/ano (Dias, 2002). Desse modo, deve-se pensar que quando consumimos carne bovina também estamos consumindo água de forma indireta.

O trabalho em tela teve como objetivo principal calcular a pegada hídrica do consumo de água na dessedentação do rebanho bovino de corte do Estado do Amazonas, para o ano de 2021, e especificamente; quantificar a água consumida em metros cúbicos (m³) e megalitros (mgl), comparar a pegada hídrica com a e outros estados do Brasil, além de compreender o avanço da pecuária sobre o Estado do Amazonas. Eventualmente questiona-se: Qual a pegada hídrica do consumo de água pelo rebanho bovino de corte, através da dessedentação do próprio animal do Estado do Amazonas?

O trabalho surge como uma necessidade de vislumbrar e comunicar o volume de água consumido, destinado para saciar a sede do rebanho bovino de corte do Estado do Amazonas. Tornando esse valor aparentemente invisível aos olhos de seus consumidores e produtores; o mais claro possível, ao ponto de refletir sobre sua responsabilidade como usuário. Visando também contribuir com fortalecimento do manejo hídrico na localidade, a partir da sistematização e criação de um banco de dados, possibilitado pelo método da Pegada Hídrica (Ecológica), e também auxiliando na formulação de políticas ambientais.

Desse modo, iniciou-se a pesquisa com a revisão bibliográfica, posteriormente houve a sistematização de dados secundários presentes em institutos nacionais. Seguindo com o tratamento e tabulação dos dados encontrados, e após essas etapas, realizou-se a aplicação do método da Pegada Hídrica – e da Pegada Ecológica (DIAS, 2002, ANDRADE, 2006, SANTOS et al, 2008, FIRMINO et al, 2009, ALMEIDA et al, 2010, HOEKSTRA et al, 2011, CANTO et al, 2022); e finalmente a apresentação da avaliação final da pegada em metros cúbicos (m³), megalitros (mgl), hectare (ha) e global hectare (gha), da pressão exercida sobre esse recurso na localidade.

Água: um recurso necessário

Ao longo das últimas décadas vem se percebendo que o recurso hídrico está sendo explorado de forma predatória por todo o planeta. A quantidade disponível é inferior ao que a paisagem realmente mostra. Do total de 1.370.000.000 km³, 97% encontra-se nos mares, e apenas 3% é água doce. A sua maioria está distribuída em forma de gelo, e o restante, encontra-se na forma de água subterrânea; rios e lagos. Esses três últimos compõem 0,03% do volume de água potável, disponível para a atividade humana (DIAS, 2002).

Segundo Casarin & Santos (2011, p. 18); “é o agronegócio que coloca um peso cada vez maior sobre os recursos hídricos e ameaça causar falta de água e impactos sobre o ambiente”. Uma outra ideia sugerida por Dias (2002), é que o motivo da negligência com os recursos hídricos está relacionado a uma concepção histórica de abundância.

Para Carmo (et al., 2007) e Santarém Jr (2016) o Brasil dispõe de água concentrada principalmente na região Norte, que recentemente tem experimentado a implementação da produção de soja e da pecuária. Atualmente a carne bovina tem se tornado uma das preferências entre os consumidores na região Norte. Santos (et al., 2013) sugere em seu trabalho realizado na cidade de Parintins – AM, que o estímulo pelo consumo de carne bovina em uma cidade que possuía uma maior aptidão pelo consumo de pescado, tem indicado para uma maior demanda dessa proteína na localidade.

Hoekstra (et al., 2011) afirma que a água doce a cada dia vem se tornando um recurso global, e encontra-se subordinado ao mercado internacional de produtos que em seu ciclo de produção exigem uma quantidade elevada, como é caso de produtos provenientes da agricultura e da agropecuária. Oliveira (et al. 2016, p. 796) aponta que o “fluxo de água virtual divide os países em exportadores e importadores”. A China que tem se tornado um dos principais compradores da carne bovina brasileira, adquirindo 729.037.376 (kg) de carne bovina,

representando um faturamento de 3.917.613.407 (US\$); para o Brasil, no ano de 2021. Juntamente com essa carne que é exportada para fora; existe um elevado volume de água doce.

Para Dias (2002, p. 160) afirma que:

“A espécie humana é a recordista na aceleração do metabolismo da água no planeta. [...] A forma como uma comunidade trata os seus recursos hídricos é um espelho da sua consciência ambiental e da competência e comprometimento da sua administração.”

Diante de tal reflexão, surge algumas indagações provocadas pelo próprio método de análise da Pegada Ecológica (P.E) e também da Pegada Hídrica (P.H); já que estamos trabalhando com a associação desses indicadores. “Qual a área de terra ou de mar bioprodutiva necessária para suprir determinada população sem prejuízo ao ecossistema natural? ” (ANDRADE, 2006, p. 37). Desse modo, buscamos refletir sobre essa questão e seus desdobramentos na avaliação final apresentada no corpo desse trabalho.

Bases conceituais sobre a Pegada Hídrica e Pegada Ecológica

De acordo com Andrade (2006), os indicadores de sustentabilidade ambiental são utilizados como mecanismos capazes de auxiliar nas decisões governamentais, na elaboração de políticas públicas voltadas para o bem-estar social, seja em uma localidade, estado ou nação. A sua utilização por pesquisadores deve sempre atentar para a fase de coleta de dados e sua manipulação, não permitindo distorção da realidade estudada, e a apresentação da avaliação final mais próxima da realidade possível.

Iniciamos com o indicador de sustentabilidade ambiental criado por Arjen Y. Hoekstra, em 2002. Denominado de *Pegada Hídrica (P.H)*, expresso no *Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o Padrão Global*, traduzido pelo Instituto de Conservação Ambiental do Brasil (The Nature Conservancy) em parceria com a Water Footprint Network. Que define a “pegada hídrica é um indicador do uso da água que considera não apenas o seu uso direto por um consumidor ou produtor, mas, também, seu uso indireto. [...], pode ser considerada como um indicador abrangente da apropriação de recursos hídricos” (HOEKSTRA et al., 2011, p. 02). O termo foi introduzido no encontro sobre o comércio internacional de água virtual, em 2002, em Delf (Holanda) (MARACAJÁ, 2012).

Para Hoekstra (et al., 2011), a pegada hídrica se propõe em reunir informações sobre a atividade humana e sua interação com o recurso hídrico. Como bem coloca Casarin & Santos (2011), deve-se buscar entender melhor sobre a água que consumimos, principalmente de forma indireta; através dos alimentos. Na maioria das vezes não são contabilizados os valores absolutos utilizados na produção de alimentos, principalmente oriundos da agropecuária.

A sustentabilidade da avaliação da pegada hídrica é influenciada pela disponibilidade de água doce presente na região geográfica, e no fluxo de água que é exportada e importada; na localidade. Segundo Dias (2002), foi determinado como volume médio de água doce mundial por pessoa de 1.000 m³/ano, disponível como recurso renovável, para a produção de alimentos na agricultura, produtos industrializados e serviços oriundos da indústria, e para o próprio uso doméstico.

Casarin & Santos (2011) considera que para a produção de 1 kg de carne bovina é estimado o valor médio de uso de 15.000 litros. Esse valor corresponde a 15 (m³); e representa 1,5% do total de água determinado por Genivaldo Dias. Desse modo, se um brasileiro consome 30,4 kg/pessoa/ano de carne bovina; são necessários 450 m³/pessoa/ano de água para sustentar esse padrão de consumo médio, restando 550 m³/ano para a realização das outras atividades.

Para Guedes (et al., 2020, p. 3) e Hoekstra (et al., 2011, p. 2), a pegada hídrica pode ser dividida em três subindicadores:

- “ (a) *Pegada Hídrica azul*, refere-se à água consumida; proveniente de fonte superficial e subterrânea; utilizada no ciclo de produção. Como consumo; entendemos a perda de água, que é retirada de uma bacia hidrográfica. Essa perda ocorre através da evaporação, deslocamento para outra bacia e sua incorporação em produtos;
- (b) *Pegada Hídrica verde*; considera-se o consumo de água que é oriundo da chuva, presente na camada superficial da terra; próximo da vegetação;
- (c) *Pegada Hídrica Cinza*; é considerado como a água requerida para assimilar a carga de poluentes. ”

A diferenciação entre a pegada hídrica e a pegada ecológica, como é explicitado pelo próprio Hoekstra (2011, p. 69) que considera: “a pegada hídrica é um indicador de água doce (em m³/ano), desenvolvido em analogia à pegada ecológica, que é um indicador do uso do espaço biologicamente produtivo (em ha)”. Segundo Maracajá (2012, p. 118) aponta; que essa ferramenta informa “espacialmente e temporalmente os volumes de água doce utilizados nas cadeias produtivas e de consumo humano”. Considerando também que para o item de consumo – água; adotado na pegada ecológica, existe uma determinada área responsável por manter a demanda sobre esse recurso (SANTOS, et al, 2008).

A *Pegada Ecológica (P.E)* ou Ecological Footprint; foi proposto por Mathis Wackernagel e Willian Rees, em 1996; através do lançamento do livro *Our Ecological Footprint*. Apresentando assim; o conceito de pegada ecológica que é definido como a capacidade de carga que um sistema aberto pode suportar, sem prejuízo ao ecossistema natural (DIAS, 2002, ANDRADE, 2006, SANTOS et al., 2008, FIRMINO et al., 2009, ALMEIDA et al., 2010, SANTOS et al., 2013).

De acordo com Santos (et al., 2008) e Andrade (2006) a avaliação da pegada ecológica serve como um medidor da sustentabilidade ambiental; de fácil compreensão do cálculo da

ferramenta. E também estima a área necessária para sustentar uma determinada população, considerando o fluxo de entrada e saída presente na área.

Para Andrade (2006, p. 38); alguns pontos devem ser esclarecidos sobre a avaliação da pegada ecológica (P.E); são eles:

“I) os dados referentes ao consumo da população devem estar em organizações nacionais ou internacionais. [...]. Para a determinação da PE de cidades ou regiões menores, deve-se procurar utilizar dados locais ou regionais; II) as comparações entre regiões a nível nacional e internacional devem ser realizadas utilizando uma unidade padrão de medida, [...]”

Santos (et al., 2013), endossa que a medida em global hectare (gha) é a própria pegada ecológica (P.E), sendo demonstrada a área requerida para manter o fluxo no sistema; em *per capita* e *absoluta*. E posteriormente serve de medida padrão para comparação com a de outros lugares, sendo eles nacionais ou não.

A pegada ecológica apresenta pontos positivos, como auxiliando na tomada de decisão sobre o gerenciamento dos recursos naturais, busca sensibilizar a população em geral sobre os níveis de consumo de determinado item, e visa compreender o curso da ação humana baseado na avaliação final. As críticas negativas sobre a ferramenta, podemos destacar algumas, como abordagem simplificada; utilizando premissas que favorecem a realização do cálculo. Isso ocorre somente devido a disponibilidade de dados, e fica a critério do pesquisador determinar o item a ser trabalhado na ferramenta.

CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS: Pegada Hídrica e Pegada Ecológica

A pesquisa é de natureza quantitativa pois trata da quantificação do consumo de água pelo rebanho bovino de corte do Estado do Amazonas. Desse modo, iniciamos com a revisão da literatura científica sobre o tema de estudo: pegada hídrica e pegada ecológica, que serviram de suporte para o aprofundamento nas bases conceituais e na associação das ferramentas.

Posteriormente houve a coleta de dados secundários, “através de levantamento bibliográfico e documental” (ANDRADE, 2006, p.75, CANTO et al, 2022); por meio eletrônico, no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), e na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), e na Associação Brasileira de Frigoríficos (ABRAFIGO), para o ano de 2021. No quadro 1 é demonstrado as etapas de coleta de dados utilizados no trabalho.

Quadro 01: Base de dados utilizados referentes ao rebanho bovino (cabeça).

Fonte (IBGE)	Variável	Unidade Territorial	(ano)
--------------	----------	---------------------	-------

Pesquisa da Pecuária Municipal	Efetivo dos rebanhos Bovinos	Município	2021
SIDRA - Pesquisa Trimestral do Abate de Animais	Rebanho Bovino Abatido (Boi)	UF- Amazonas	2021 (soma total dos 4 trimestres)
IBGE- Cidades e Estados	População Estimada (Pessoas)	UF- Amazonas	2021

Fonte: Elaborado pelos autores.

Através dos dados disponíveis ocorreu a aplicação do cálculo da pegada hídrica nos permitindo visualizar a água contida no produto. Desse modo, ao invés de finalizar a avaliação indicando a quantidade de água azul consumida (m^3 /ano) pelo rebanho bovino de corte do estado do Amazonas, no método da pegada hídrica. Foi estendido o cálculo até a quantidade de área (em global hectare) responsável por assegurar essa demanda de consumo de água na pegada ecológica.

Para estabelecer o valor de consumo absoluto pelo rebanho bovino de corte, foi necessário determinar o valor médio de consumo, indicado na literatura científica, adotamos o valor médio de consumo de 45,00 litros/dia/cabeça (Manual técnico de Outorgas - SUDERSHA, 2006). De acordo com a Agência nacional de Águas (ANA, 2019), o valor mínimo de consumo é de 20,00 litros/dia/cabeça e o valor máximo; corresponde a 80,00 litros/dia/cabeça. Já em comparação com a vaca ordenhada que o valor pode chegar a 150,00 litros/dia/cabeça. No quadro 02 é expresso o valor adotado no trabalho e as etapas de conversão.

Quadro 02: Etapas iniciais de conversão do volume de água (dessedentação).

1º	Valor médio de consumo de 45,00 litros/dia/cabeça (SUDERSHA, 2006).
2º	Multiplicação pela quantidade de dias da semana, 7 dias (7×45 (litros/dia/cabeça)= 315 l/semana/cabeça;
3º	Multiplicação pela quantidade de semanas em um mês, 4 semanas (4×315 (litros/semana/cabeça)= 1.260 litros/mês/cabeça)
4º	Multiplicação pela quantidade de meses em um ano, 12 meses (12×1.260 litros/mês/cabeça= 15.120 litros/ano/cabeça)

Fonte: Adaptado de MATOS, 2018.

A área total em global hectare é determinada pelo Fator de Equivalência; que corresponde: “a produtividade média mundial de um determinado tipo de terra bioprodutiva, A unidade do fator de equivalência é denominada de Global Hectar (gha)” (ANDRADE, 2006, p. 39). O fator de equivalência utilizado corresponde a área de floresta bioprodutiva, determinado por Mathis Wackernagel, Andrade (2006), Almeida (et al., 2010), Canto (et al., 2022); que corresponde a 1,37 (em global hectare).

As etapas seguintes do cálculo da pegada hídrica (ecológica), encontra-se sistematizada nos trabalhos de Dias (2002), Wackernagel (et al., 2005) Andrade (2006), Santos

(et al, 2008), Almeida (et al, 2010), Hoekstra (et al, 2011), Maracajá (et al, 2012), Santos (et al, 2013), Guedes (et al, 2020) e Canto (et al, 2022). Segue abaixo as etapas apresentadas na literatura específica:

1. Levantamento do número de habitantes no IBGE (2021);
2. Estimativa do consumo de água doce absoluto, consumido pelo rebanho bovino (corte). Obtido através da multiplicação do número total de animais abatidos para o ano de 2021 (SIDRA, 2021); pelo valor médio de consumo anual, de 15.120 litros/ano/cabeça; ou 15,12 m³/ano/cabeça;
3. De acordo com as determinações Chambers (2000 apud ANDRADE, 2006), 1 litro de água corresponde a 0,001 m³; 1 megalitro corresponde a 1.000 m³. Desse modo é necessário realizar a conversão do valor de metros cúbicos (m³) para megalitros (mgl);
4. Para obter o total de gás carbono (CO₂) emitido para a atmosfera. Baseado no processo de captação, encanamento e distribuição de água até o destino final. Consideramos que o consumo de 1 (mgl) equivale a emissão de 370 kg (CO₂ para a atmosfera), e é correspondente a 0,37 tonelada (ton) de CO₂;
5. De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (PNUMA) (ALMEIDA et al, 2010); 1 hectare (ha) pode absorver 1 tonelada de gás carbono (CO₂) emitido para a atmosfera. Para obter a área total responsável por absorver CO₂ em hectare, é necessário dividir o total de CO₂ por 1 (ha);
6. Para estimar a pegada ecológica *per capita* (ha); é necessário dividir a área requerida (ha) (etapa 5) pelo número total de pessoas, presente no Estado (etapa 1);
7. A pegada ecológica absoluta em global hectare (gha) é obtida através da multiplicação da área total (ha) (etapa 5) pelo *fator de equivalência* de 1,37 (gha); que corresponde a área de floresta bioproductiva, responsável por manter o fluxo no sistema.
8. Quanto a pegada ecológica *per capita* (gha) é adquirida através da divisão da PE absoluta (gha) pelo número de habitantes (etapa 1) do Estado do Amazonas (AM).

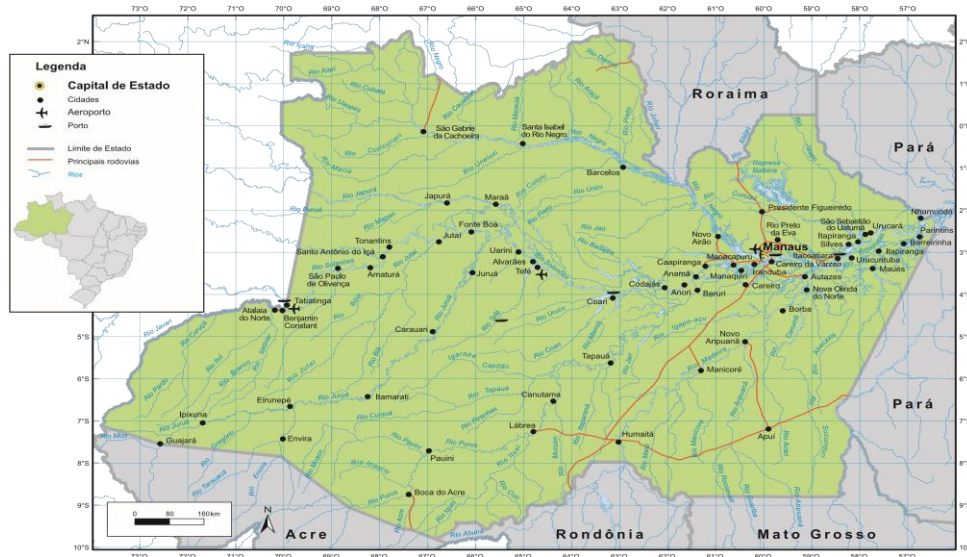
A partir da associação das ferramentas, foi possível demonstrar os valores de consumo direto pelo rebanho bovino de corte, e o seu consumo indireto pelo consumidor final. Sendo este último; o responsável por exercer tal pressão sobre o recurso hídrico. O panorama sobre o consumo e área necessária estão expressos na tabela 03.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Estado do Amazonas (AM) possui “ uma superfície de 1.570.746 km² e detentor de 28% da floresta Amazônica, o clima é o equatorial quente e úmido, com umidade relativa do ar

variando de 76 a 89% e temperaturas médias de 22,0 a 31,7°C” (CPRM, 2010, p. 47). O Estado vem se destacando como um potencial produtor de carne bovina, baseado em sua disponibilidade hídrica e em extensão territorial.

Mapa 01: Localização do Estado do Amazonas – AM, Brasil.



Fonte: Adaptado de IBGE, 2022.

A população do Estado segundo o último censo é de 3.483.985 pessoas (2010), a estimativa para o ano de 2021 é de 4.269.995 pessoas. Apresentando uma densidade demográfica de 2,23 hab/km². A capital do Estado do Amazonas; é Manaus, tem 669,46 km² de sua área territorial urbanizada, que representa 0,04% (IBGE, 2022).

AVALIAÇÃO DA PEGADA HÍDRICA (ECOLÓGICA) DO AMAZONAS

Nesta parte do trabalho serão apresentados os resultados obtidos ao longo da pesquisa. Entende-se que houve um crescimento populacional no Estado do Amazonas, de 2010 para o ano 2021; representando um acréscimo de 700 mil habitantes. Quanto ao rebanho bovino houve um aumento de 135 mil (cabeças), em comparação ao mesmo ano (ver tabela 01).

Tabela 01: Evolução do Rebanho bovino (cabeça), 2000- 2021.

UF- Amazonas		
2000	2010	2021
843.254	1.360.800	1.496.165

Fonte: Adaptado de IBGE – Pesquisa da Pecuária Municipal, 2022.

Para o ano de 2020 o Amazonas exportou 6.940 (kg) de carne bovina, obtendo uma receita de 51.603 (US\$), igual a 263.691,33 (R\$), para o ano. Já em comparação com o ano de 2021; que a recita foi de 19.681 (US\$) (R\$100.569,51), para a exportação de 2.546 (kg) de

carne (Associação Brasileira de Frigoríficos – ABRAFIGO, 2021). Desse modo, houve uma diminuição nas exportações no ano de 2021.

Para Dias (2002), a carne bovina como um dos componentes da dieta alimentar humana, aponta para um setor com imensa pressão sobre os recursos da natureza. Na tabela 2 é explicitado os valores de água consumida pelo rebanho bovino de corte, dentro do Estado Amazonas. O volume de água doce consumido está distribuído em litros, metros cúbicos e megalitros. Esses valores refletem sobre a pressão direta que é exercida pelo rebanho sobre o recurso hídrico, e de forma indireta pelo consumidor final.

Hoekstra (et al, 2011) explica que apesar de a pegada hídrica direta ser o foco das pesquisas científicas; é a pegada hídrica indireta que revela o maior consumo. Na maioria das vezes a pressão maior é obtida pelos produtos que são comprados no supermercado, ou em outros lugares, do que a água que os usuários consomem em casa.

Tabela 02: Consumo de água pelo rebanho bovino de corte, AM (2021).

<i>Litros (l/ano)</i>	<i>Metros cúbicos (m³/ano)</i>	<i>Megalitros (mgl/ano)</i>
1.845.380.880	1.845.380,88	1.845,38

Fonte: Elaborado pelos autores.

A produção de carne bovina não tem impacto somente sobre o recurso hídrico, áreas de floresta são desmatada para a criação de novas áreas de pastos; devido à baixa produtividade desse setor produtivo, emissão de gases do efeito estufa (GE); como o gás carbono (CO₂) e metano que são responsáveis pelo aquecimento da terra. Como também o seu caráter propulsor de câncer, aumento da taxa de colesterol e entupidor de artérias (DIAS, 2002). É claro que a reposta do ambiente para essa atividade é acumulativa, e que na maioria das vezes não são imediatas. Principalmente em locais onde a disponibilidade dos recursos necessários para essa pratica parecem infinitos e longe de acabar.

De acordo com Santarém Jr (2016) houve um aumento no consumo de carne no Estado do Amazonas, passando de 14,934 kg/ano per capita; em 2002, para 19,034 kg/ano per capita; em 2008. No ano de 2018 o valor estimado foi de 17,736 kg/ano per capita; em comparação com o pescado que foi de 13,998 kg/ano per capita, para o mesmo ano (IBGE, 2018). Com isso, entendemos que houve uma pequena redução no consumo de carne no ano de 2018, mas o valor ainda é maior que o consumo de pescado na localidade.

O resultado da avaliação da pegada é demonstrado na tabela 03, onde é sanado a pergunta feita na parte teórica deste trabalho, sobre a determinação da área responsável por assegurar o fluxo nesse sistema. Para determinar a sustentabilidade da pegada hídrica, a partir

das colocações de Hoekstra (et al., 2011); devemos considera dois critérios: i) **contexto geográfico**; a pegada hídrica de um processo torna-se insustentável quando é realizada em uma determinada área e/ou período crítico do ano, causando impacto ambiental, social ou econômico, ii) **características do próprio processo**; a pegada é insustentável por si só (desconsiderando o critério 1), quando é possível reduzir a pegada durante o processo (a um ponto aceitável pela sociedade).

A análise da sustentabilidade ambiental dentro dos parâmetros estabelecidos pela pegada ecológica, descrito por Genivaldo Dias (2002) e Beatriz Andrade (2006). Deve-se considerar não somente a população presente no sistema, mas outros fatores; como a aplicação de tecnologia, exportação e importação de produtos, eficiência na produção e na administração. Diante de tal perspectiva, a apresentação do diagnóstico final da ferramenta é resultado exatamente da análise de todos esses pontos elencados pelos autores, e da eficiência na produção.

Tabela 03: Pegada do consumo de água pelo bovino de corte, AM (2021).

População (IBGE, 2010)	3.480.985
Pegada Hídrica (m ³ /ano)	1.845.380,88
Consumo de água total (mgl/ano)	1.845,38
Total de CO ₂ emitido (ton)	682,79
Área total requerida (ha)	682,79
Pegada Ecológica <i>per capita</i> (ha)	0,0001
Pegada Ecológica total (gha)	935,42
Pegada Ecológica <i>per capita</i> (gha)	0,0002

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados apresentados são referentes a área apropriada em hectare (ha) e global hectare (gha) (SANTOS et al., 2008). Desse modo, a pegada ecológica reflete sobre a quantidade de área necessária para desenvolver essa atividade (ANDRADE, 2006). Assim, a área apropriada pelo sistema pode ser entendida como o total responsável pela manutenção do sistema para aquele ano, e também para o próximo, com base no mesmo valor de consumo anual.

Para refletir melhor sobre os valores encontrados, que aparentemente parecem não demonstrar muito sobre os reais impactos ocasionados pelo consumo absoluto anual, em diferentes unidades de medida; e pela área apropriada em hectare e global hectare. Buscamos entender dentro de uma análise comparativa sobre o que cada resultado reflete, a área *per capita* (gha) do Estado do Amazonas se aproxima da pegada *per capita* (gha) da Região Norte (ver tabela 04), o que traduz em uma pegada *per capita* elevada para cada indivíduo do Estado. Já a

pegada total diverge significativamente, mas é claro, estamos trabalhando com agrupamentos administrativos diferente.

Tabela 04: Comparação das Pegadas Ecológicas do consumo de água (bovino corte).

UF/RG	População	GHA per capita	GHA absoluta	Ano
Centro-Oeste	13.698.112	0,0062	86.274,40	2020
Nordeste	57.374.243	0,0003	18.030,72	2020
Amazonas	3.480.985	0,0002	935,42	2021

Fonte: Adaptado de CANTO (et al., 2022)

Recorremos a interpretação de Santarém Jr (2016); que considera uma evolução na atividade pecuária no Estado (ver tabela 05). Sabe-se que a base da atividade no Amazonas ainda segue um modelo extensivo de produção, o que exige sempre novas áreas para a criação. Desse modo, podemos refletir que a implementação da pecuária no Estado, não está atrelada somente a quantidade de terra disponíveis para a criação do rebanho, mas também devido a existência de uma reserva hídrica que assegura o desenvolvimento da atividade.

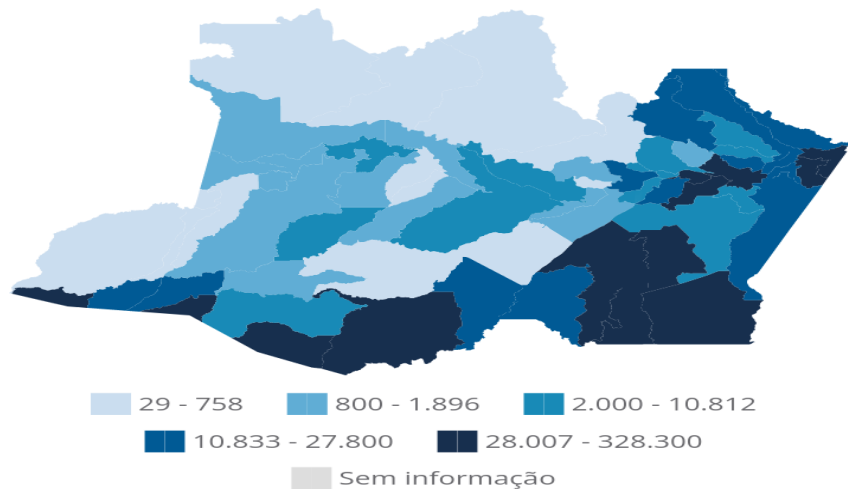
Tabela 05: Efetivo dos rebanhos bovinos (cabeças)

UF, Município	2015	2021
Lábrea	313.665	328.300
Apuí	160.000	168.000
Manicoré	100.837	133.250
Boca do Acre	99.586	235.000
Parintins	66.667	50.200
Itacoatiara	52.729	47.204

Fonte: Adaptado de Pesquisa da Pecuária Municipal- PPM (maior produtor, 2021).

No trabalho de Mast Herrera (2006); aponta que a estratégia produtiva adotada no Estado do Amazonas é de 50% da criação é de dupla aptidão, 27% para a produção de carne e 23% para a produção de leite. Com base no mesmo autor, a produção de dupla aptidão é aquela em que a produção pode ser destinada tanto para a produção de carne, como para a produção de leite. No mapa 02 é espacializado os maiores produtores de bovino no Estado do Amazonas, sendo eles; Apuí, Lábrea e Boca do Acre.

Mapa 02: Bovinos (Bois e Vacas) – Tamanho do Rebanho (Cabeças), AM, 2021.



Fonte: Adaptado Pesquisa da Pecuária Municipal- PPM (maior produtor, 2021).

O mapa acima demonstra um aumento na efetivo do rebanho em alguns municípios do estado do Amazonas. Desse modo, podemos entender que a atividade tem se intensificado na localidade. Obedecendo a lógica de que aumento no número de cabeça nos municípios; implica em uma maior demanda de água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS.

A PE serve como uma métrica de contabilidade do fluxo presente no sistema estudado, estimando e apontando a área bioprodutiva correspondente para manter o fluxo no sistema. É, portanto, uma ferramenta de contabilidade ambiental, um método de mensuração ecológica, que se baseia em quantificar a pressão que o ser humano exerce sobre a natureza. Destacamos que, como qualquer ferramenta resultado da criação humana, este método apresenta lacunas que devem ser preenchidas com novos trabalhos sobre esse item de consumo em especial.

Quanto a avaliação da sustentabilidade ambiental do Estado do Amazonas podemos considerar que este possui uma reserva de recursos naturais que garantem a promoção da atividade agropecuária por alguns anos. Mas, se existe uma forma de melhora tal sistema de produção, como pontua Arjen Hoekstra, é valido refletir sobre tal medida. Podemos entender que esta atividade é insustentável na região produtora. Principalmente porque este processo exige um grande volume de água, para uma atividade que é considerada de baixa produtividade.

Podemos compreender o resultado da avaliação da Pegada Hídrica do consumo direto de água na dessedentação do rebanho bovino de corte como um indicativo da pressão na

localidade, e também como o desencadeamento de problemas futuros, além da mudança na alimentação da população local e outras alterações. Considerando que a atividade pecuária no Estado está no seu início de desenvolvimento e o sistema de criação predominante é o sistema extensivo.

Portanto, a associação entre as ferramentas serve para oferecer uma análise mais aprofundada sobre o item de consumo – água. E também por seus os conceitos e funcionalidades convergirem para a apresentação de um diagnóstico mais completo sobre a sustentabilidade ambiental na localidade. Entendemos que as discussões aqui apresentadas não se encerram no corpo deste trabalho, e que as projeções feitas a partir do diagnóstico da pegada hídrica (PH) e pegada ecológica (PE), sobre a água incorporada na carne bovina e consumida de forma indireta por seus consumidores são apenas estimativas baseada no valor de consumo médio (ano), encontrado na literatura científica.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Beatriz. **Turismo e sustentabilidade no município de Florianópolis: uma aplicação do método da Pegada Ecológica.** – Florianópolis, 2006. 152f.

ALMEIDA, Milena, NETO, Carlos, REIS, Leci, SILVA, Valdenildo. **A Pegada Ecológica do consumo de água do Município de Caicó/RN.** HOLOS, vol, 5, 2010, pp. 91-104. Natal, Brasil.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil/ANA.** – Brasília; ANA, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FRIGORÍFICOS. **Exportação Brasileira de Carnes Bovina e Derivados.** - Curitiba – PR. Janeiro-Dezembro. 2021.

CANTO, Lenilton, SANTOS, Alem, RIBEIRO, Edinelza. **The Water Footprint of Beef Consumption in Brazilian Regions.** International Journal of Human Sciences Research. V. 2, n. 19.

CARMO, Roberto, OJIMA, Andréa, OJIMA, Ricardo, NASCIMENTO, Thais. **Água Virtual, Escassez e Gestão: o Brasil como grande “exportador” de água.** Ambiente & Sociedade. – Campinas. V. X, n. 1, p. 83-96, jan. – Jun. 2007.

CASARIN, Fatima, SANTOS, Monica. **Água: o ouro azul usos e abusos dos recursos hídricos.** – Rio de Janeiro: Geramond, 2011. 120p.

MAIA, Maria Adelaide, MARMOS, José (org.). **Geodiversidade do estado do Amazonas.** – Manaus: CPRM, 2010.

MATOS, Sayuri, SANTOS, Alem. **Pegada Hídrica da Cidade de Parintins.** 2018.

DIAS, Genivaldo. **Pegada Ecológica e Sustentabilidade Humana.** – São Paulo: Gaia, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Carne bovina**. Disponível em [http: www.embrapa.br/carnebovina](http://www.embrapa.br/carnebovina) Acesso em 13 de dez de 2022.

FIRMINO, Anaisa, SANTOS, Helaine, PINA, José, RODRIGUES, Patrícia, FEHR, Manfred. **A relação da Pegada Ecológica com o Desenvolvimento Sustentável/Cálculo da pegada ecológica de Toribaté**. Caminhos de Geografia. Uberlândia, v.10, n.32, dez/2009, p .41 – 46.

GUEDES, Flavio, OLVEIRA JR, Antônio, ALVES, Natanael, MARQUES, Jonathas, SILVA, Thamirys. **Avaliação da Pegada Hídrica do Arquipélago de Fernando de Noronha – PE, Brasil**. XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Vitória/ES – 23 a 26/11/2020.

HOEKSTRA, Arjen, CHAPAGAIN, Ashok, ALDAYA, Maite, MEKONNEM, Mesfin. **Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o Padrão Global**. Earthscan. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em [http: www.censo2010.ibge.gov.br/target="_blank">aqui](http://www.censo2010.ibge.gov.br/target=) Acesso em 06 dez de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Amazonas**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am.html>. Acesso em 13 dez de 2022.

MALAFAIA, Guilherme, BISCOLA, Paulo, DIAS, Fernando. **Projeções para o mercado mundial de carne bovino 2020-2029**. Boletim Citarne/EMBRAPA. 2020.

MARACAJÁ, Kettrin, SILVA, Vicente, NETO, José, ARAÚJO, Lincoln. **Pegada Hídrica como Indicador de Sustentabilidade Ambiental**. REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade – Vol. 2, nº 2- Edição Especial Rio + 20, jun., p. 113-125, 2012.

SUPERINTÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Manual Técnico de Outorgas**. Curitiba. SUDERSHA, 2006, 107 p.

MAST, JUAN. **Bovinocultura na Amazônia, evolução e suas implicações como atividade econômica no Amazonas: o caso nos eixos rodoviários AM-070 e AM-010 e a ilha do Careiro da Várzea**. Dissertação (mestrado) – INPA/UFAM, 2006.

_____. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017- 2018: Aquisição alimentar domiciliar per capita: Amazonas**. Brasil: IBGE, 2022. Disponível em <http://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/pesquisa/46/84498>. Acesso em 16 de nov. 2022.

SANTOS, Alem, LEONARDOS, Othon, MOTA, José. **Alimentação Urbana e a Pegada Ecológica do consumo de carne bovina na cidade de Parintins**. ACTA Geográfica, Boa Vista, v. 7, n. 14, jan./abr. de 2013. pp.45-53.

SANTOS, Marcia, XAVIER, Leydervan, PEIXOTO, José. **Estudo do indicador de sustentabilidade “Pegada Ecológica”: uma abordagem teórica-empírica**. Revista Gerencias, São Paulo, v.7, n.1, p.29-37, 2008.

SANTARÉM JR, Lauro. **Cálculo da Pegada Ecológica (PE) do consumo de carne bovina no Estado do Amazonas/AM.** XVIII Encontro Nacional de Geógrafos. A construção do Brasil: geografia, ação política e democracia. 24 a 30 de julho de 2026.- São Luís/MA.

WACKERNAGEL, Mathis, MORAN, Dan, GOLDFINGER, Steve. **National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: the underlying calculation method.** Maio 2005.