

PEGADA HÍDRICA DOS ESTUDANTES DO CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO - CAMPUS MOSSORÓ/RN

Maythê Sttefany de Souza¹, Rudah Marques Manicoba², Silvanete Severino da Silva³

Resumo: A pegada hídrica trata do conteúdo de água acumulado e poluído resultante da produção de bens e serviços dos quais o ser humano se beneficia, sendo assim um importante indicador de consumo de água por considerar tanto seu uso direto como o indireto. O ambiente universitário se mostra muito diversificado, visto que os estudantes que o frequentam vêm de diferentes realidades, apresentando diferenças de faixa etária, renda, e consequentemente hábitos de consumo diferentes. Neste estudo, objetivou-se realizar a análise da pegada hídrica de estudantes do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Campus Mossoró/RN. A metodologia utilizada consistiu na aplicação de questionários semiestruturados adaptados da calculadora de Pegada Hídrica pessoal-estendida da plataforma *Water Footprint Network*, onde também foram inseridos os dados obtidos a partir dos 51 questionários coletados. Para a obtenção da pegada hídrica dos respondentes, fez-se o uso do valor da renda individual anual juntamente a dados acerca do consumo alimentício e uso doméstico da água, resultando em 1664 m³/ano para a amostra total de estudantes universitários, sendo este valor superior à média per capita anual mundial e inferior à média per capita anual do Brasil.

Palavras-chave: Consumo de água; Índice de sustentabilidade; Recursos hídricos.

1. INTRODUÇÃO

Plantas, animais, seres humanos, todos estes seres vivos necessitam de água para sobreviver, e à vista disso, por vários anos esta herança natural tem sido um tema muito debatido diante da problemática da escassez de recursos hídricos em que vários países do mundo se encontram atualmente. Por muito tempo, a água foi tida como um recurso ilimitado, tendo em vista a capacidade que o planeta Terra tem de fazer dela um recurso renovável por meio do ciclo hidrológico, porém, o constante aumento da população mundial trouxe à tona questionamentos acerca dos impactos do crescimento na demanda por água em meio aos seus múltiplos usos.

Juntamente ao crescimento populacional, a urbanização e a industrialização causam aumento na demanda por recursos hídricos, uma vez que a água se faz necessária nas mais diversas atividades, sejam elas domésticas, agrícolas ou industriais. Segundo [1], o fato de a água ter tantos usos acaba por gerar conflitos, posto que a água destinada à recreação não pode ser a mesma utilizada no abastecimento humano, por exemplo, e somado a isto tem-se ainda o elevado custo dos processos de tratamento dos recursos hídricos.

Enquanto a água se mostra abundante em certas regiões do planeta, outras regiões sofrem com a falta dela. Existe uma grande desigualdade em termos de distribuição da água pelo mundo, e no Brasil temos um grande exemplo disso. Os estados do Nordeste, especificamente aqueles localizados no chamado Polígono das Secas, sofrem com os efeitos da crise hídrica que tanto assola a região devido ao fato do regime pluviométrico ser irregular e mal distribuído, contribuindo para a escassez dos recursos hídricos, fator muito importante para o desenvolvimento econômico, social e para o sustento da população [2].

De acordo com [3], a água é um recurso essencial para o desenvolvimento de forma sustentável, e isso está intrinsecamente ligado a uma administração adequada dos recursos hídricos, tendo em vista que são de

¹ Graduanda em Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido. E-mail: maythesouza1310@gmail.com

² D.Sc. em Manejo de Solo e Água pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido. E-mail: rudah.manicoba@ufersa.edu.br

³ D.Sc. em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: silvanete.silva@ufersa.edu.br

extrema importância para o desenvolvimento social e econômico, e ainda para a redução da pobreza. Para [4], existem diversas variáveis na questão da gestão da água que acabam fazendo deste um processo complicado, já que engloba fatores naturais e humanos, aspectos socioeconômicos, impactos ambientais, características da localidade e também a demanda humana. Diante do exposto, [2] reforça a importância na utilização de indicadores de consumo na gestão de recursos hídricos, servindo como auxílio na identificação de obstáculos relacionados a políticas públicas que envolvam aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Contudo, a Pegada Hídrica (PH) se mostrou uma ferramenta de extrema eficácia para uma melhor administração dos recursos hídricos por se tratar de um indicador de consumo, podendo ser aplicado para um indivíduo, empresa, nação, produção de produtos e outros processos individuais, de modo que sirva de auxílio para a elaboração de estratégias para o uso da água de forma sustentável [5]. Este indicador é de extrema relevância para as regiões que já apresentam um histórico de escassez de recursos hídricos, e segundo [19], a introdução deste assunto é muito pertinente a vista de que não existem muitos estudos regionais acerca da pegada hídrica da população.

Compreendendo que os hábitos de consumo mudam com o passar dos anos, é essencial entender como se comportam as gerações que tiveram influência do progresso tecnológico e passaram por mudanças culturais [6]. Diante disso, neste trabalho objetivou-se realizar a análise da pegada hídrica dos estudantes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, especificamente do curso de Ciência e Tecnologia do Campus Mossoró/RN.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Água Virtual

A indispensabilidade da água é indiscutível, uma vez que esta é utilizada nas mais diversas atividades domésticas, servindo também como matéria-prima ou insumo para a produção de bens e serviços, além do abastecimento humano. No entanto, por ser parte essencial em tantos processos, sua disponibilidade tem diminuído cada vez mais, principalmente devido ao aumento da utilização de água para atividades agrícolas, atividades industriais e abastecimento público, onde o volume de água retirado é maior do que a recarga subterrânea [1]. [9] diz que cerca de 97% da água do mundo é salgada, tornando inviável a sua utilização na produção de alimentos por exemplo, sendo que dos 3% restantes que representam a água doce, apenas 1% está disponível em rios, lagos e reservatórios, estando acessível ao consumo humano, enquanto os outros 2% configuram a parcela de água que está aprisionada em calotas polares e também as águas subterrâneas.

De certa forma, é mais fácil quantificar a água consumida em procedimentos higiênicos e hidratação, por exemplo, do que a quantidade utilizada para produzir 1 kg de carne, e a esta água dá-se o nome de água virtual. Introduzido por A. J. Allan em meados dos anos 90, o termo “água virtual” levou cerca de uma década para receber o devido reconhecimento da comunidade global por ter sido apresentado inicialmente pelo mesmo como *embedded water* [7].

O conteúdo de água virtual de um produto diz respeito ao volume de água utilizado durante o processo de produção, sendo o volume realmente presente no produto insignificante quando comparado ao volume utilizado para produzi-lo [8]. Algumas regiões sofrem com a baixa disponibilidade de recursos hídricos, visto que a água não é distribuída de forma proporcional, e em certas ocasiões, a quantidade de água necessária para produzir um produto, seja ele um bem, serviço ou mercadoria, é tão elevado que, em meio aos problemas de escassez, é válido importa-lo de uma nação a qual se mostra abundante hídricamente, tendo este processo o nome de comércio de água virtual [7]. O Brasil se destaca como sendo um dos maiores exportadores de soja, carne e açúcar no mundo, produtos que requerem grandes quantidades de água em sua cadeia produtiva. Pode-se observar a exportação de água virtual no Brasil referente a estes produtos ao longo dos anos no Quadro 1:

Quadro 1. Exportação de água virtual (em bilhões de m³), Brasil (1997-2005). [11]

Produto	Ano									
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total
Soja	18,7	20,8	20,0	25,8	35,2	35,8	44,6	43,2	50,3	294,6
Carne	7,6	8,9	10,3	11,5	17,1	14,7	19,2	28,6	34,0	151,9
Açúcar	0,8	1,0	1,6	0,9	1,5	1,6	1,7	2,0	2,4	13,6
Total	27,1	30,8	32,0	38,2	53,7	52,2	65,5	73,8	86,8	460,1

2.2. Pegada Hídrica

O conceito da Pegada Hídrica foi criado por Hoekstra e Huang, e posteriormente apresentado formalmente por Arjen Hoekstra na Reunião Internacional de Especialistas em Comércio de Água Virtual sucedida em Delft, Países Baixos, em 2002 [8]. A Pegada Hídrica é definida como sendo todo o conteúdo de água virtual acumulado

que é resultante do consumo de bens e serviços por parte de um indivíduo ou um país [7], e de acordo com [5], o ponto forte da PH é o fato de ser um indicador que, em relação aos usos da água, pode considerar tanto seu uso direto como o indireto, possibilitando assim uma análise profunda do consumo de água em toda a cadeia produtiva. As demandas de alguns usos da água no Brasil são mostradas no Quadro 2:

Quadro 2. Demandas por finalidade no Brasil em 2019. [10]

Usos (m³/s)	Retirada	Consumo	Retorno
Irrigação	1.038,1	743,5	294,6
Abastecimento urbano	505,7	101,1	404,6
Indústria	202,3	108,7	93,6
Abastecimento rural	33,6	26,9	6,7
Mineração	36,0	10,5	25,5
Termelétrica	92,9	3,1	89,8
Uso animal	174,8	130,9	43,9

Nota-se que a quantidade de água retirada para os usos não retorna de forma completa, ou seja, há uma perda, e a este tipo de uso dá-se o nome de consuntivo, enquanto o uso não-consuntivo se trata do uso em que não há perda de volume de água. Vale destacar que existem subdivisões dentro do termo Pegada Hídrica que são definidas de acordo com a fonte e finalidade da água, são elas as Pegadas Hídricas: azul, verde e cinza, cores que indicam os diferentes tipos de incorporação da água, e tem-se ainda a Pegada Hídrica considerando o uso direto ou o uso indireto da água, onde o uso direto é a parcela da água consumida e poluída por meio do uso da água em atividades dentro de casa, como por exemplo lavar a louça, ou fora de casa, como regar as flores do jardim, já o uso indireto trata da parcela da água consumida e poluída por meio de bens e serviços dos quais o consumidor se beneficia, sendo a PH total de um consumidor ou produtor a soma destas [5].

Segundo [5], a PH azul trata da água azul (água doce) advinda da superfície ou do subsolo, servindo como indicador de consumo do uso consuntivo da água proveniente dessas fontes, onde o uso consuntivo diz respeito à água azul que, ao entrar numa cadeia produtiva, tem sua disponibilidade afetada, seja de forma espacial ou temporal, como acontece por exemplo quando há a evaporação, quando a água é acrescentada em um produto, quando a água é escoada para outra bacia ou oceano, e também quando a parcela de água retirada em um certo período não retorna no mesmo período. Geralmente, o uso consuntivo se relaciona mais à evaporação, enquanto as outras situações são mais específicas. A determinação da PH azul pode ser realizada por meio da Equação 1 [5]:

$$PH_{\text{proc,azul}} = \text{Evaporação da água azul} + \text{Incorporação da Água azul} + \text{Vazão de retorno perdida} \left[\frac{\text{volume}}{\text{tempo}} \right] \quad (1)$$

A PH verde está relacionada à parcela da água proveniente das precipitações que, ao chegar no continente, evapora, ou é consumida, no sentido de que ela é incorporada em processos de produção de produtos agrícolas e florestais, por exemplo. A PH verde pode ser calculada por meio da Equação 2 [5]:

$$PH_{\text{proc,verde}} = \text{Evaporação de água verde} + \text{Incorporação da Água azul} \left[\frac{\text{volume}}{\text{tempo}} \right] \quad (2)$$

Por fim, temos a PH cinza, definida como o indicador de consumo que mede o volume de água utilizado na diluição de poluentes da água que fora poluída em um processo de produção, de modo que se torne apta a ser reutilizada. O cálculo da PH cinza é dada pela Equação 3 [5]:

$$PH_{\text{proc,cinza}} = L/C_{\text{max}} - C_{\text{nat}} \left[\frac{\text{volume}}{\text{tempo}} \right] \quad (3)$$

De acordo com [5], apesar de similares, o conteúdo de água virtual e a água incorporada referem-se apenas ao volume de água contido no produto, enquanto na PH, além do volume, considera-se também o tipo de água utilizada (azul, cinza ou verde), e até mesmo quando e onde. Por ser tão abrangente, a Pegada Hídrica é considerada um indicador de consumo multidimensional.

O setor que apresenta a maior PH dentre todos é o agrícola, de modo que cerca de 86% da PH da humanidade advém deste setor [5]. O Brasil, país que dispõe de uma extensa área territorial, foi também agraciado com abundância em certos recursos naturais, incluindo a água. Sendo um dos maiores exportadores de água virtual no mundo, o consumo de água no país se apresenta maior na agricultura, chegando a cerca de 60% do consumo

total dos recursos hídricos [11]. A Pegada Hídrica média de alguns produtos de origem animal e agrícola é representada no Quadro 3:

Quadro 3. Pegada Hídrica média de produtos de origem animal e produtos agrícolas. [5]

Produtos de origem animal	Volume de água (L×kg ⁻¹)	Cultura	Volume de água (L×kg ⁻¹)
Couro bovino	16.600	Arroz	3.400
Carne de boi	15.500	Amendoim (com casca)	3.100
Carne de carneiro	6.100	Trigo	1.300
Queijo	5.000	Milho	900
Porco	4.800	Maçã ou Pêra	700
Leite em pó	4.600	Laranja	460
Carne de cabra	4.000	Batata	250
Galinha	3.900	Repolho	200
Ovos	3.300	Tomate	180
Leite	1.000	Alface	130

A carne de boi e o couro bovino normalmente apresentam uma elevada PH devido à sua cadeia produtiva, e isso se dá, segundo [8], porque no cálculo da PH animal considera-se todo o volume de água presente em sua alimentação, higienização, o volume usado para dessedentação e aquele utilizado em outras atividades, desde seu nascimento até o abate. Segundo [16], o Brasil é um dos países que mais consome carne bovina, contribuindo assim para o aumento da PH média do país. Existem vários outros produtos que não são necessidades básicas do ser humano, mas apresentam uma PH muito alta, como por exemplo a produção do bioetanol, podendo vir a ser um problema caso boa parte da produção de milho seja direcionada à produção do bioetanol, resultando na escassez de alimentos devido a um possível aumento no preço deste grão [5].

O processo produtivo ligado aos produtos de origem animal afeta a disponibilidade e especialmente a qualidade da água, contribuindo com a PH cinza e, no ponto de vista econômico, acabando por elevar os custos de tratamento, além de, dependendo da sociedade, ter influência na saúde humana [1]. Somado a isto, com a intensificação nos usos da água e sem um planejamento adequado, a tendência é que a capacidade de água disponível para o consumo diminua. A Pegada Hídrica é uma importante ferramenta dentro dessa problemática, onde podemos, por meio dela, realizar uma melhor gestão dos recursos hídricos, visualizar os impactos causados pela produção de bens e serviços de modo que estratégias sejam elaboradas para a redução destes [5].

2.3. Consumo de água na diversidade do contexto universitário

As universidades são conhecidas como ambientes de formação de futuros profissionais, e por este motivo, desempenham uma importante função na questão da conscientização de consumo. É no ambiente universitário que se encontra pessoas com diferentes rendas, vindas de outras cidades e estados, de diferentes idades e realidades. T tamanha diversidade em um só lugar torna este um ambiente diferenciado para estudo, visto que são pessoas com diferentes hábitos de consumo. Segundo [17], apenas o fato da coexistência de estudantes que residem na moradia estudantil e daqueles que residem em sua própria casa já torna o ambiente universitário extremamente complexo, necessitando de uma investigação mais profunda acerca das influências do contexto universitário sobre o consumo de água dos estudantes.

De acordo com [6], por estas pessoas terem acesso ao ensino superior, há a possibilidade de, ao adentrarem o mercado de trabalho, suas rendas individuais aumentarem, adquirindo dessa forma um poder de consumo maior. Segundo [18], a pegada hídrica de um indivíduo é diretamente proporcional ao padrão de consumo deste. Isto destaca a importância da realização de estimativas quanto à influência de certos produtos e seus consumidores ao aumento no consumo de recursos hídricos, podendo servir como auxílio para a melhor administração destes por parte do governo e da própria população.

3. METODOLOGIA

3.1. Tipo da Pesquisa

O estudo realizado teve natureza exploratória, que se trata de um tipo de pesquisa de campo que tem como foco a ampliação do conhecimento do pesquisador acerca do campo de estudo por meio do desenvolvimento de hipóteses, possibilitando assim, um estudo mais preciso [12].

3.2. Instrumentos da Pesquisa

Os instrumentos da pesquisa resumiram-se na observação dos dados obtidos por meio da ferramenta *Google Forms*, plataforma na qual foi desenvolvido um questionário semiestruturado aplicado para uma amostra de conveniência. O questionário é uma ferramenta composta por sequências de perguntas arranjadas que devem ser respondidas por escrito, sem que o entrevistador esteja presente [12]. Segundo [12], a observação é uma técnica que auxilia o pesquisador no reconhecimento e obtenção de materiais relacionados a objetivos que orientam o comportamento dos indivíduos, mesmo estes não tendo a percepção disso.

3.3. Sujeitos e Campo da Pesquisa

A pesquisa foi realizada com 51 sujeitos, sendo estes estudantes do curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia no Campus Mossoró da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), instituição de ensino superior originada em agosto de 2005 a partir da transição da Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM) a uma Instituição Federal de Ensino Superior. Além do Campus localizado em Mossoró, o qual se faz sede, a UFERSA conta com outros três Campus nas cidades de Angicos, Caraúbas e Pau dos Ferros, onde são ofertados 42 cursos de graduação e 15 programas de pós-graduação para mais de 10 mil estudantes [13].

Conhecida como a terra do Sol e capital do Semi-Árido, Mossoró, a segunda cidade mais populosa do estado do Rio Grande do Norte e também uma das cidades com temperatura mais elevada, podendo alcançar 36 °C, com umidade relativa de 70%. Quanto às chuvas, Mossoró está localizada em uma região onde as precipitações são irregulares e mal distribuídas, sendo o período de fevereiro à abril o que mais chove, caracterizando o clima quente e semiárido no qual a cidade está inserida [14].

3.4. Análise dos Dados

Para a coleta de dados, fez-se o uso do *Google Forms*, onde foi aplicado virtualmente um questionário semiestruturado adaptado da calculadora de Pegada Hídrica pessoal-estendida da plataforma *Water Footprint Network*, desenvolvida por pesquisadores da UNESCO-IHE, baseando-se nas necessidades de água por unidade de produto em seu país de residência [15]. O período de aplicação do questionário estendeu-se de 21 de setembro a 06 de outubro de 2021, o qual consistiu de questionamentos acerca de dados pessoais, consumo de comida e uso da água dentro do ambiente doméstico, tendo o Brasil sido selecionado como país de residência, objetivando a análise da Pegada Hídrica dos sujeitos da pesquisa. Ressalta-se que o questionário foi adaptado à realidade dos estudantes universitários locais.

Com a obtenção dos dados dos respondentes, realizou-se a análise por meio da observação dos resultados coletados pelo *Google Forms* transformados em tabelas e gráficos no Excel, para que posteriormente, fosse possível o cálculo da Pegada Hídrica destes. Excepcionalmente para a renda bruta anual individual dos respondentes, fez-se necessária a conversão dos valores para dólares objetivando sua inserção na calculadora, tendo sido aplicada a cotação do dia 13/10/2021, onde R\$ 5,51 correspondia a US\$ 1,00.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Caracterização da amostra

A amostra desta pesquisa foi composta por 51 estudantes universitários, dos quais 35 correspondiam ao sexo masculino (68,6%) e 16 ao sexo feminino (31,4%). A faixa etária da amostra desta pesquisa variou de 18 a 49 anos, conforme exhibe a Figura 1:

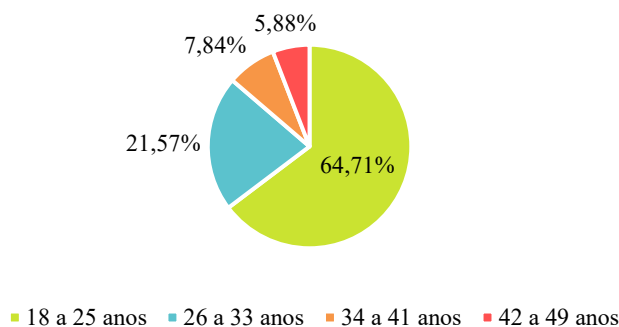


Figura 1. Faixa etária da amostra analisada. (Autoria própria)

Pode-se observar que a maioria dos respondentes se encontram entre 18 e 25 anos, a qual corresponde a 33 estudantes (64,71%), contudo, a faixa etária da amostra total é bastante variada, onde 21,57% corresponde a 11 estudantes, 7,84% corresponde a 4 estudantes e 5,88% a 3 estudantes. Por serem, em sua maioria, jovens, supõe-se que residem com familiares. A quantidade de pessoas que se encontram na mesma residência dos respondentes pode ser observada na Figura 2:

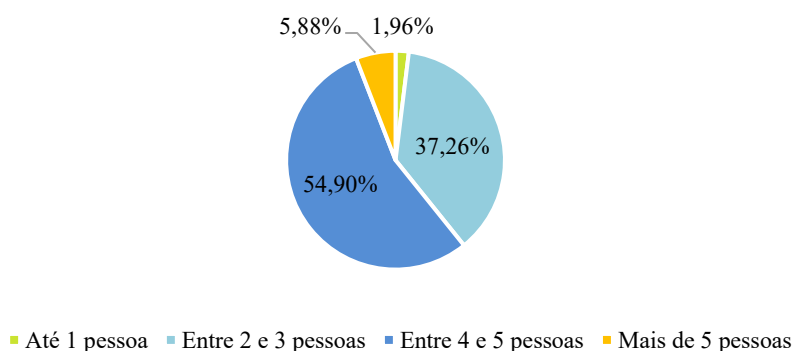


Figura 2. Quantidade de pessoas na residência dos estudantes da amostra. (Autoria própria)

Analisando a Figura 2, percebe-se que a maioria dos estudantes reside com cerca de 4 a 5 pessoas (54,90%), que corresponde a 28 estudantes, seguido de 19 estudantes (37,26%) que moram com 2 a 3 pessoas. Nota-se também que apenas 5,88% dos respondentes afirmaram morar com mais de 5 pessoas, sendo estes 3 estudantes e apenas um respondente dentre os 51 que participaram da pesquisa, mora com até 1 pessoa.

Segundo [16], a renda e a pegada hídrica são diretamente proporcionais, visto que quanto maior a renda do indivíduo, maior é o consumo. Além da renda, outro fator que influencia no valor da PH é o gênero. Os resultados obtidos a respeito da PH média anual dos estudantes universitários em função do gênero e da renda bruta anual individual podem ser observados na Tabela 1:

Tabela 1. Pegada hídrica média dos estudantes em função do gênero e da renda individual. (Autoria própria)

Consumidores				
Sexo	Renda (R\$/ano)	Renda (US\$/ano)	Desvio Padrão (Renda R\$)	PH (m³/ano)
Masculino	10.797,77	1959,67	10.389,23	1863,00
Feminino	15.315,25	2750,05	19.816,78	1232,00
Média Total	12.215,02	2216,88	13.988,91	1664,00

Nota: PH representa Pegada Hídrica.

A PH média anual da amostra masculina foi de 1863 m³, enquanto a PH média anual da amostra feminina foi de 1232 m³, resultado característico encontrado também por [16], onde o sexo masculino apresentou PH média anual superior à do sexo feminino em todas as classes e grupos de consumidores estudados. No geral, observa-se que a renda masculina é inferior à feminina, entretanto, o número de amostras dos dois gêneros não é a mesma, portanto, possivelmente devido à disparidade entre o número de respondentes de cada gênero e também a questões alimentares, a PH média anual dos estudantes homens é maior. Quanto ao desvio padrão (DV), observa-se que o gênero masculino apresentou o valor de R\$ 10.389,23, enquanto o gênero feminino obteve R\$ 19.816,78 como resultado.

A média total considera todo o grupo de estudantes, sendo a renda média obtida igual R\$ 12.215,02 com desvio padrão de R\$ 13.988,91, a qual foi inserida na calculadora (convertida em dólares) como US\$ 2216,88, que junto aos dados de consumo de comida e uso doméstico da água coletados, resultou no valor de PH média anual de 1664 m³. A partir do valor da renda anual, a renda média mensal individual foi estimada em R\$ 1017,91, valor abaixo de um salário mínimo, que em setembro de 2021 valia R\$ 1100,00.

4.2. Análise da Pegada Hídrica

A análise da Pegada Hídrica foi dividida em três etapas que consistiram na análise em relação aos dados pessoais dos respondentes, representada pela Tabela 1, o uso da água a partir do consumo de alimentos e o uso doméstico da água dentro de casa. Com relação ao consumo de água a partir dos hábitos alimentares, os respondentes foram questionados acerca da quantidade de alimentos consumidos dada em quilogramas (kg) por

semana, tais como produtos cereais, carne, laticínios, vegetais, frutas, raízes, e também dada em unidades, como ovos, e xícaras de café por dia. Outros dados utilizados diziam respeito ao teor de gordura presente na dieta dos estudantes e nível de consumo de açúcares.

Para o uso doméstico da água dentro de casa, foram considerados dados relacionados a quantidade de banhos por dia e por semana, bem como a duração de cada ducha dada em minutos. Outra questão frisada foi a higiene pessoal diária, que engloba as ações de escovar os dentes, barbear e lavar as mãos, como também o hábito de deixar a torneira aberta ou fechada durante a ação. Os respondentes foram perguntados acerca da frequência semanal com que as roupas são lavadas e também a frequência diária e duração da lavagem de louças.

É importante reforçar que a seção da calculadora estendida-pessoal de pegada hídrica destinada ao uso da água fora de casa, a quantidade de xícaras de chá por dia, fluxo do chuveiro, a lavagem de louças com uso da máquina de lavar louças e a presença do mecanismo *dual flush* nos banheiros dos estudantes não foram considerados nesta pesquisa, visto que não tomam parte na realidade da maioria dos estudantes universitários do Brasil, tornando o estudo fiel ao contexto atual.

4.2.1 Consumo de comida

Como observado na Tabela 1, os respondentes homens apresentaram PH média anual superior à PH média anual dos respondentes mulheres, sendo a alimentação um fator de extrema relevância neste resultado. Sabe-se que o homem geralmente consome maior volume de alimentos que a mulher, sendo este um fator natural, mencionado também por [6], que destaca a carne como um dos fatores decisivos para tal diferença, já que o homem é um grande consumidor de carnes, apresentando estas PH média extremamente elevada, principalmente a carne bovina, devido à intensificação do uso da água em sua cadeia produtiva. A análise dos dados obtidos acerca dos hábitos alimentares dos estudantes universitários quanto ao gênero está representada na Tabela 2:

Tabela 2. Análise do consumo alimentício dos estudantes universitários em função do gênero. (Autoria própria)

Consumo de comida	Masculino	DV	Feminino	DV	Média Total	DV
Produtos cereais (kg)	2,94	2,74	1,51	1,09	2,49	2,43
Carne (kg)	2,08	2,35	1,03	0,53	1,75	2,02
Laticínios (kg)	1,60	2,07	0,85	0,89	1,36	1,81
Ovos (und)	9	7	7	7	8	7
Vegetais (kg)	0,74	0,91	1,09	1,45	0,85	1,10
Frutas (kg)	1,24	1,17	1,23	1,89	1,24	1,41
Raízes (kg)	0,70	0,57	0,62	0,73	0,68	0,62
Xícaras de café (und)	2	3	1	1	2	2

Nota: DV representa o desvio padrão.

A amostra masculina apresentou valores de consumo superiores à amostra feminina, exceto pelos vegetais, demonstrando que as mulheres consomem mais deste alimento, apesar dos valores não serem tão distantes entre si. Em contrapartida, dois produtos se destacaram no consumo alimentício dos estudantes homens, sendo estes os produtos cereais e a carne, sendo o último o pico de consumo dentre todos os outros produtos, com 2,94 kg/semana, mais que o dobro da quantidade consumida pela amostra feminina. A carne é um dos produtos de origem animal com maior PH, como já frisado anteriormente, no entanto, os produtos cereais também necessitam de uma grande quantidade de água em sua produção, apresentando assim elevados níveis de PH dentre outros produtos provenientes da agricultura, como visto no Quadro 3. Tais resultados evidenciam a forte ligação entre a PH e os hábitos alimentares, visto que a população masculina apresentou PH média 51,22% maior que a feminina.

Nota-se que mesmo nos valores médios totais, o consumo de produtos cereais e carnes ainda apresentam os maiores valores, seguidos dos produtos de laticínios, frutas, vegetais e raízes. A quantidade de ovos por semana resultou em 8 unidades e o consumo de xícaras de café por dia foi de 2, se igualando ao valor da amostra masculina.

O consumo de alimentos envolve também o teor de gordura presente na dieta de um indivíduo. A preferência dos níveis de gordura na alimentação dos estudantes universitários pode ser vista na Figura 3:

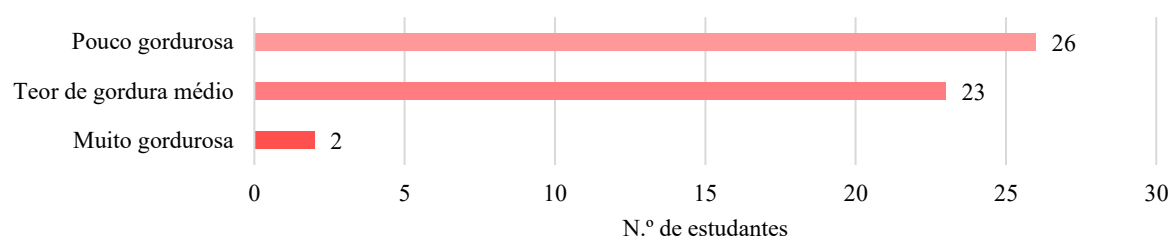


Figura 3. Preferência dos estudantes quanto ao nível de teor de gordura na alimentação. (Autoria própria)

Neste estudo, 26 respondentes, sendo 10 deles mulheres e 16 homens, afirmaram preferir sua comida com pouco teor de gordura. Outro grupo de 23 respondentes, composto por 5 mulheres e 18 homens declararam preferir sua comida com teor de gordura médio, enquanto apenas 2 respondentes, sendo 1 homem e 1 mulher, definiram sua alimentação como muito gordurosa. Pode-se notar que dos 51 respondentes, 50,98% têm dieta pouco gordurosa, revelando que aproximadamente metade dos respondentes optam por hábitos alimentares mais saudáveis.

Outro fator que interfere nos valores de pegada hídrica é o consumo de açúcar e outros doces, visto que o açúcar é proveniente da agricultura, o setor que mais consome água. A análise do nível de consumo dos estudantes quanto ao açúcar e outros doces pode ser observado na Figura 4:

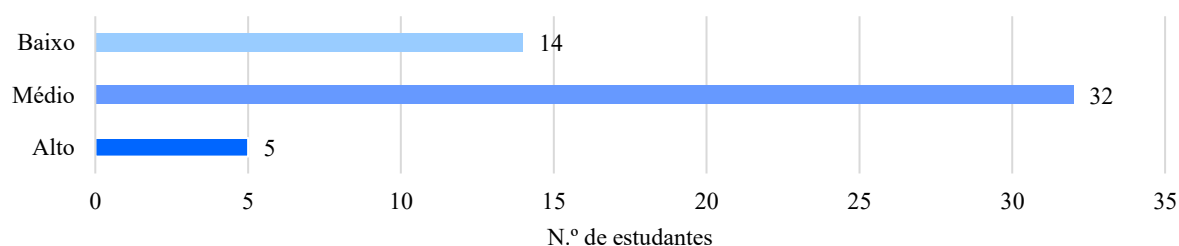


Figura 4. Nível de consumo dos estudantes quanto a açúcar e outros doces. (Autoria própria)

A maior parte dos respondentes afirmou consumir açúcares de forma mediana, sendo estes 24 homens e 8 mulheres. Um outro grupo afirmou que seu nível de consumo é baixo, sendo 8 homens e 6 mulheres, e por fim, apenas 5 estudantes declararam que seu nível de consumo é alto, sendo 3 homens e 2 mulheres. Nota-se que a grande maioria dos estudantes têm uma dieta com nível mediano de consumo de doces com uma parcela de 62,75%, resultado obtido também por [19], que ao analisar a pegada hídrica de estudantes da mesma universidade, porém de cursos variados, observou que estes apresentavam consumo mediano de açúcares.

4.2.2 Uso doméstico da água

O uso doméstico da água está relacionado ao consumo de água dentro de casa, não sendo considerado o consumo de produtos alimentícios. A análise dos usos domésticos da água dos estudantes universitários em função do sexo está descrita na Tabela 3:

Uso doméstico da água	Masculino	DV	Feminino	DV	Média Total	DV
Banho (dia)	2	1	2	1	2	1
Duração do banho (min)	12,17	14,78	9,53	8,84	11,34	13,17
Banho (semana)	15	8	15	7	15	7
Higiene Pessoal (dia)	7	7	8	6	7	6
Lavagem de roupas (semana)	1	1	2	2	2	1
Lavagem de louças (dia)	2	1	3	1	2	1
Duração da lavagem de louças (min)	7,68	10,04	11,97	11,30	9,02	10,53

Nota: DV representa o desvio padrão.

A princípio, percebe-se que a quantidade de banhos por dia e por semana de ambos os sexos é a mesma, onde a duração dos banhos destes difere em 2,24 minutos, sendo a população masculina a que mais consome água neste quesito. Quanto à higiene pessoal, que considera as ações de se barbear, lavar as mãos e escovar os dentes, observa-se que as mulheres apresentam um valor mais alto que os homens.

Algo interessante a ser ressaltado é que as mulheres demonstram consumir mais água que os homens quanto a atividades domésticas, por realiza-las com mais frequência e por mais tempo. No geral, nota-se que a média de banhos por dia e por semana da amostra total é igual às amostras de ambos os gêneros, tendo cada banho duração de 11,34 minutos. Com relação à higiene pessoal, a média é de 7 vezes ao dia, se igualando ao valor da amostra masculina, assim como a quantidade de vezes que se lava a louça ao dia, com duração de 9,02 minutos por lavagem. Tem-se também a quantidade de vezes que se lava roupas por semana, que assume o valor de 2 vezes, sendo assim, igual a amostra feminina e superior à masculina. Os usos domésticos totais médios se mostram muito semelhantes às amostras masculina e feminina no geral.

O simples e comum hábito de deixar a torneira aberta ao escovar os dentes se barbear ou lavar as mãos contribui para o aumento da PH média de um indivíduo, além de ser uma ação que vai contra à ideia do uso da água de forma sustentável. Dentre os 51 respondentes, podemos observar quantos deles fecham ou não a torneira enquanto realizam sua higiene pessoal conforme a Figura 5:

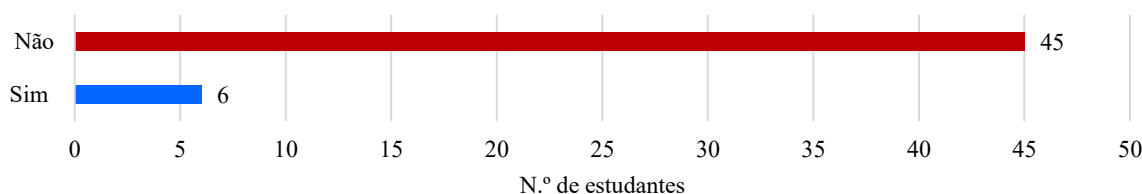


Figura 5. Prática cotidiana dos estudantes de manter a torneira aberta ou fechada durante atos como escovar os dentes, lavar as mãos e fazer a barba; Não = Torneira fechada, Sim = Torneira aberta. (Autoria própria)

É explícito que a maioria dos estudantes analisados demonstram consciência de consumo com o simples fechar da torneira. Da pequena quantia de 6 pessoas que optam por deixar a torneira aberta, 5 são homens e apenas 1 é mulher, contribuindo assim para a elevada PH média que o sexo masculino apresenta. Apesar disso, 88,25% dos estudantes universitários se mostraram conscientes com relação ao gasto desnecessário de água e isso pode estar ligado ao fato de pertencerem a uma região que sofre com problemas de escassez, gerando assim uma consciência coletiva em prol do não desperdício dos recursos hídricos disponíveis.

4.2.3. Análise geral

Como visto anteriormente, para alcançar o valor da PH média anual, são necessários dados acerca do consumo de comida, do consumo de água no meio doméstico e do consumo de água no meio industrial, que diz respeito apenas à renda do indivíduo. A PH média anual da amostra foi estimada em 1664 m³ e a influência dos dados em questão pode ser observada na Figura 6:

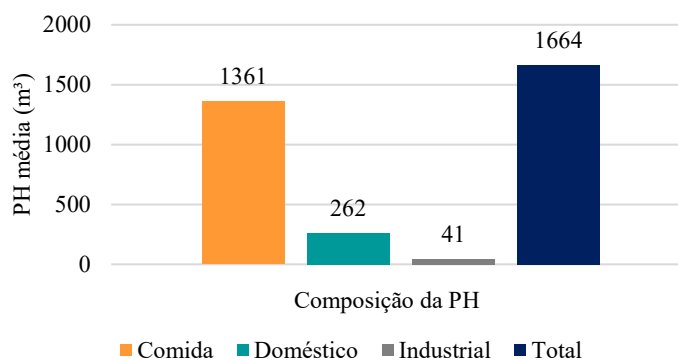


Figura 6. Caracterização dos componentes da Pegada Hídrica da amostra total. (Autoria própria)

Nota-se que a componente comida influencia cerca de 81,79% do valor de 1664 m³ resultante. Em seguida, tem-se o componente doméstico com o valor de 262 m³ e o componente industrial, com 41 m³/ano, que demonstra ter pouca influência no resultado, devido a renda individual da amostra total ser baixa. Como o consumo

alimentício se destaca dentre os outros, pode-se observar quais produtos alimentícios têm maior influência na componente comida na Figura 7:

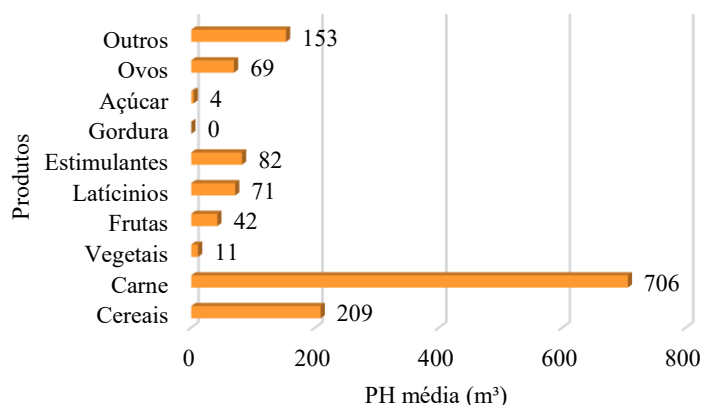


Figura 7. Contribuição de cada produto para o componente comida. (Autoria própria)

A carne se destaca com sua média anual de 706 m³, e segundo [18], se a carne for de origem bovina, quanto mais elevado o seu consumo, maior será a PH do indivíduo. Em contrapartida, a gordura se mostra praticamente insignificante neste caso, visto que a maioria dos estudantes opta por uma dieta com pouco ou médio teor de gordura, sendo aqueles que têm uma dieta gordurosa a minoria. Para se ter uma melhor visualização dos resultados, foi feita a comparação com dados nacionais e mundiais que pode ser vista na Figura 8:

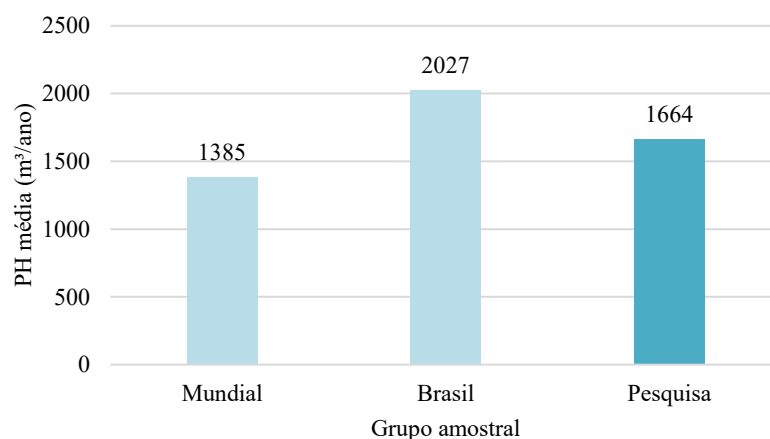


Figura 8. Comparação entre a Pegada Hídrica média per capita mundial, nacional e da pesquisa. (Giacomin e Ohnuma Jr., 2017)

De acordo com [18], a PH média anual mundial é composta em grande parte pela componente alimentar, que ocupa o valor de 1267 m³/ano, seguida do componente doméstico com 65 m³/ano e do componente industrial, com 53 m³/ano. Trazendo para o âmbito nacional, o Brasil apresentou PH média anual superior à média mundial e ao resultado desta pesquisa, com o componente alimentar sendo o mais influente neste valor, com 1926 m³/ano, seguido do componente doméstico, com 56 m³/ano, e do componente industrial, com 45 m³/ano. Os componentes comida e doméstico desta pesquisa se mostram superiores à média mundial, e no caso do Brasil, a PH média quanto ao consumo de comida é superior ao da pesquisa, o que não acontece na média mundial, e isto pode estar relacionado a um maior consumo de carne bovina no Brasil, sendo superior ao da pesquisa, e um menor consumo de carne bovina no âmbito mundial, sendo inferior ao da pesquisa. O componente doméstico por sua vez se apresentou maior que a média brasileira, resultado observado também por [18], que relaciona tal disparidade aos hábitos de higiene e até mesmo ao acesso à água.

A PH média anual dos estudantes universitários da UFERSA analisados se apresentou superior à média mundial em 34,51%, enquanto a média nacional é superior à média dos estudantes em 8,09%. Para mais comparações, pode-se ainda citar os valores de PH média anual das amostras masculina e feminina (Tabela 1), onde a amostra masculina com um valor de 1863 m³/ano é superior à média mundial e inferior à média nacional.

Por outro lado, a amostra feminina apresentou PH média anual de 1232 m³/ano, sendo inferior à média mundial e também à média nacional, revelando que os respondentes mulheres consomem menos que os homens.

5. CONCLUSÕES

A partir deste estudo, fez-se possível a análise da pegada hídrica dos estudantes do curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da UFERSA, a qual foi estimada em 1664 m³/ano, valor superior à média anual per capita mundial e inferior à média anual per capita brasileira. A componente mais influente neste valor foi a comida, onde a carne se apresentou como o produto com PH mais elevada, enquanto a componente industrial se apresentou como a menos influente, devido ao baixo valor de renda. Os homens apresentam PH média 51,22% maior que as mulheres, evidenciando a importância de o fator gênero ser considerado em estudos acerca de consumo.

Diante dos resultados obtidos, nota-se que falta sensibilização acerca de gastos desnecessários. Os índices de pegada hídrica podem ser reduzidos significativamente por meio da mudança de práticas habituais no que diz respeito à alimentação, por ser a principal componente a causar o aumento da PH, e ao uso doméstico da água, para que dessa forma, o padrão de consumo da população não afete sua qualidade e disponibilidade para as gerações futuras. Como proposta para trabalhos futuros, sugere-se o cálculo da pegada hídrica para outros cursos e até mesmo de toda a universidade, considerando a cidade de origem do estudante e outras questões que possam estar relacionadas aos hábitos de consumo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Recursos hídricos no Século XXII**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2011. 328p.
- [2] CARVALHO, J.R.M.; CURI, W. F. Sistema de indicadores para gestão de recursos hídricos em municípios: uma abordagem através de métodos multicritério e multidecisor. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 12, p. 374-398, mai-ago/2016, Taubaté, SP, Brasil. Disponível em: <<https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/2327/529>>. Acesso em: 12 de set. de 2021.
- [3] World Water Assessment Program (2009) **The United Nations World Water Development Report 3: Water in a changing world**. (UNESCO, London). Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000181993>> Acesso em: 09 de set. de 2021.
- [4] WENG, S.Q.; HUANG, G.H.; LI, Y.P. An integrated scenario-based multi-criteria decision support system for water resources management and planning – A case study in the Haihe River Basin. **Expert Systems With Applications**, [S.L.], v. 37, n. 12, p. 8242-8254, dez. 2010. Elsevier BV. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/223575800_An_integrated_scenario-based_multi-criteria_decision_support_system_for_water_resources_management_and_planning_-_A_case_study_in_the_Haihe_River_Basin>. Acesso em: 10 de set. de 2021.
- [5] HOEKSTRA, A. Y., CHAPAGAIN, A. K., ALADAYA, M. M., MEKONNEN, M. M. **Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o Padrão Global**. (2011). Disponível em: <<http://www.ayhoekstra.nl/>>. Acesso em: 15 de set. de 2021.
- [6] MIRANDA, J. B., VASCONCELOS, A. M., FERREIRA, D. D. M. PEGADA HÍDRICA DE ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS DE SANTA CATARINA. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 227, 1 ago. 2017. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320335387_PEGADA_HIDRICA_DE_ESTUDANTES_UNIVERSITARIOS_DE_SANTA_CATARINA>. Acesso em: 10 de set. de 2021.
- [7] HOEKSTRA, A.Y. **Virtual water**: An introduction. In: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Value of Water Research Report Series No. 12, 2003, IHE, Delft, the Netherlands. Disponível em: <<https://www.waterfootprint.org/media/downloads/Report12.pdf>>. Acesso em: 10 de set. de 2021.
- [8] SILVA, V. P. R. *et. al.* Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 100-105, jan. 2013. FapUNIFESP. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n1/v17n01a14.pdf>>. Acesso em: 15 de set. de 2021.
- [9] UNDP. 2006. **Human Development Report 2006: Beyond scarcity - Power, poverty and the global water crisis**. New York. <<http://hdr.undp.org/en/content/human-development-report-2006>> . Acesso em: 08 de set. de 2021.
- [10] Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: informe anual / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**. -- Brasília : ANA, 2020. <<http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.23309814.pdf>>. Acesso em: 14 de set. de 2021.
- [11] 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. X, n. 1 p. 83-96. jan.-jun. 2007.

Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/asoc/a/NvzFvhH57HQWjMKMKZLm4ph/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 09 de set. de 2021.

[12] MARCONI, M. de A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas 2003. 311p.

[13] **UFERSA: Universidade Federal Rural do Semiárido**. Disponível em: <https://ufersa.edu.br/> Acesso em: 15 de out. de 2021.

[14] **PMM: Prefeitura Municipal de Mossoró**. Disponível em: <<https://www.prefeiturademossoro.com.br/paginas/geografia>>. Acesso em: 20 de set. de 2021.

[15] HOEKSTRA, A. Y., CHAPAGAIN, A. K., ALADAYA, M. M., MEKONNEN, M. M. **Water Footprint Personal calculator-extended**. Disponível em: <<https://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator/personal-calculator-extended/>>. Acesso em: 13 out. de 2021.

[16] MARACAJÁ, K. F. B. *et. al.* Uma análise da Pegada Hídrica dos consumidores da Ilha de Sant'ana em Caicó/RN. **POLÊMICA**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 488 - 498, 2013. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/8017/5788>>. Acesso em: 20 de out. de 2021.

[17] BATISTA, G. S.; *et. al.* **ESTIMATIVA DA PEGADA HÍDRICA DOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**. In: IV Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, 2019, Campina Grande. Anais do IV CONAPESC, 2019. Disponível em: <<http://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/56806>>. Acesso em: 21 de out. de 2021.

[18] GIACOMIN, G. S.; OHNUMA JR; A. A. Estimativa da pegada hídrica de um grupo de alunos de uma instituição de ensino superior. **Rev. Internacional de Ciências**. Rio de Janeiro, RJ, v. 07, n.1, p.49-63, 2017. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/view/26113/21234>>. Acesso em: 21 de out. de 2021.

[19] PINTO, B. P. R. *et. al.* **PEGADA HÍDRICA DE ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS: ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO**. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC, 7., 2021, Brasília. Anais do Contecc 2021. Disponível em: <<https://www.confex.org.br/midias/uploads-imce/Contecc2021/Agronomia/PEGADA%20H%C3%8DDRICA%20DE%20ESTUDANTES%20UNIVERSIT%C3%81RIOS%20ESTUDO%20DE%20CASO%20NA%20UNIVERSIDADE%20FEDERAL%20RURAL%20DO%20SEMI%20RIDO.pdf>>. Acesso em: 06 de nov. de 2021.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Centro de Engenharias – CE
Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às 15h00min do dia cinco de novembro de dois mil e vinte e um, no Google Meet: DEFESA DE TCC - AVALIAÇÃO DA PEGADA HÍDRICA DOS ESTUDANTES DO CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO - CAMPUS MOSSORÓ/RN Sexta-feira, 05 de novembro - 15:00pm até 17:00pm. Informações de participação do Google Meet. Link da videochamada: <https://meet.google.com/xfz-cwyi-rvm>, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa de trabalho de conclusão de curso de autoria da discente MAYTHÊ STTEFANY DE SOUZA, aluna do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia desta universidade, N° de matrícula 2016020751, com o título **“PEGADA HÍDRICA DOS ESTUDANTES DO CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO - CAMPUS MOSSORÓ/RN”**. A Banca Examinadora ficou assim constituída por três membros: Prof. D.Sc. RUDAH MARQUES MANIÇOBA, presidente da banca e orientador do Trabalho de Conclusão de Curso; D.Sc. SILVANETE SEVERINO DA SILVA, M.Sc. TEREZA AMÉLIA LOPES CIZENANDO GUEDES ROCHA, como membros externos. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, tendo a aluna obtido as seguintes notas: 10,0; 10,0; 9,7. Apuradas as notas verificou-se que a aluna foi aprovada com 9,9 como nota final. E para constar, eu, Rudah Marques Maniçoba, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Mossoró, 05 de novembro de 2021.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.

Prof. D.Sc. RUDAH MARQUES MANIÇOBA – UFERSA
Presidente e orientador

D.Sc. SILVANETE SEVERINO DA SILVA – UFERSA
Primeiro Membro

M. Sc. Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha – IFRN
Segundo Membro