



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

SAVANNA BRANDÃO BERNARDO DE CASTRO

**PEGADA HÍDRICA PARA OS MORADORES DA ZONA RURAL NA REGIÃO
SEMIÁRIDA POTIGUAR**

MOSSORÓ

2021

SAVANNA BRANDÃO BERNARDO DE CASTRO

**PEGADA HÍDRICA PARA OS MORADORES DA ZONA RURAL NA REGIÃO
SEMIÁRIDA POTIGUAR**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientadora Dra.: Silvanete Severino da
Silva

MOSSORÓ

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C355p Castro, Savanna Brandão Bernardo de .
PEGADA HÍDRICA PARA OS MORADORES DA ZONA RURAL
NA REGIÃO SEMIÁRIDA POTIGUAR / Savanna Brandão
Bernardo de Castro. - 2021.
50 f. : il.

Orientadora: Silvanete Severino da Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Agrícola e Ambiental, 2021.

1. Consumo de água. 2. Déficit hídrico. 3.
Qualidade de vida. 4. Convivência com a seca. I.
Silva, Silvanete Severino da , orient. II. Título.

SAVANNA BRANDÃO BERNARDO DE CASTRO

**PEGADA HÍDRICA PARA OS MORADORES DA ZONA RURAL NA REGIÃO
SEMIÁRIDA POTIGUAR**

Monografia apresentada ao Departamento de
Ciências Ambientais e Tecnológicas para obtenção
do título de Engenheira Agrícola.

Data da Defesa: 27/05/2021

BANCA EXAMINADORA



Silvanete Severino da Silva, Prof. DSc. (UFERSA)
Presidente



Tereza Amelia Lopes Cizenando Guedes Rocha, MSc. em Ciências Ambientais (UFERSA)
Membro Examinador



Bárbara Davis Brito dos Santos, MSc. em Engenharia Agrícola (UFCG)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Quem me fez chegar até aqui foi Deus, Ele quem me sustentou e me deu muita força e coragem para enfrentar esse capítulo da minha vida. Não foi fácil, foram momentos perdidos longe das pessoas mais importantes da minha vida, foram momentos de solidão, momentos em que tive que descobrir sozinha a minha força, mas, não me arrependo e faria tudo novamente, foi bastante enriquecedor, sou imensamente grata a Ele por tudo que me proporcionou.

A minha mãe e meu irmão, que são as pessoas que mais amo nesse mundo. Minha mãe, que sempre acreditou em mim e mesmo sem saber me deu muita força, foi por ela que eu continuei e foi por ela que eu não desisti. Meu irmão, que me fez conhecer o amor em sua forma mais pura, não consigo descrever em palavras o quanto o amo e o quanto ele também me deu forças. Tudo nessa vida será por eles e para eles.

Ao meu namorado, Eduardo, que entrou na minha vida na hora que eu mais precisava, que sempre me ajudou, de todas as formas possíveis e impossíveis, me dando todo o amparo e se tornando a minha família em Mossoró. Todo o amor, cuidado, paciência, força e coragem que ele me deu, foram importantes para que não desistisse e para que me tornasse quem sou hoje.

Aos meus tios, Annibal e Jhonathan, e meu avô Jairo, vocês sabem o que fizeram por mim e eu não tenho palavras ou formas que sejam capazes de dizer a quão grata eu sou, esse diploma tem um pedaço de vocês nele. A minha avó, que sempre se preocupou comigo, sempre cuidou de mim e sempre esteve ao meu lado, sua participação foi indispensável na minha formação.

Aos meus amigos, que conviveram diariamente comigo, me sustentaram por diversas vezes e também me deram forças. Foram capazes de tornar os dias na UFERSA mais divertidos e menos cansativos, com nossas conversas na biblioteca, no RU, isso ficará marcado em meu coração.

A meu pai, que sem ele minha permanência em Mossoró não seria possível. Sou grata por toda ajuda que sempre me deu.

E por fim, a pessoa, que tornou tudo que vos escrevo, possível, minha orientadora Silvanete Silva. Sorte a minha por ter tido uma mulher incrível dessa como orientadora, que

me ajudou imensamente, me conduziu, que pegou na minha mão e acreditou na minha capacidade, me levando a formação deste trabalho.

RESUMO

A água é um recurso natural indispensável para a vida humana. No mundo atual, muito se tem debatido sobre a escassez de água tendo em vista ser um problema que interfere diretamente no futuro da humanidade. Sendo assim, a Pegada Hídrica surge como um indicador do consumo de água e que incentiva o seu uso responsável. Este trabalho objetivou estimar a pegada hídrica de moradores da zona rural no município de Angicos-RN, região semiárida potiguar. Tomou-se por base os valores de consumo de água para a zona rural determinados pela Organização das Nações Unidas para a zona urbana, enquanto que para a zona rural os dispostos pela Sudene, pelos quais estimou-se o consumo de água *per capita*, em ambos os cenários. Foi realizada a caracterização das comunidades através de levantamento fotográfico a fim de reconhecer a realidade local. Para melhor compreensão das imagens, também se conversou com moradores com intuito de fundamentar as particularidades dos cenários que foram estabelecidos, repetindo-se para a caracterização das residências onde buscou-se identificar quais os tipos de armazenamento da água para suprir as necessidades de consumo das famílias, conforme os cenários estabelecidos. Assim, estimou-se os valores de consumo de água, a fim de calcular a PH, que deu-se com o auxílio da ferramenta da calculadora disponível no site da *Water Footprint Network* e que resultou em 156.000 litros por pessoa por ano, o qual está abaixo do estimado pela Organização das Nações Unidas, 217.000 litros por pessoa por ano, ou seja, 28,11% menor.

Palavras-chave: Consumo de água, déficit hídrico, qualidade de vida, convivência com a seca.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Posição do Brasil na produção e exportação de produtos agropecuários e projeção para 2023-2024.....	19
Quadro 2 - Pegada hídrica de produtos agrícolas e de origem animal.....	20
Quadro 3 - Discriminação dos tipos de pegada hídrica por produto.....	21
Quadro 4 - Localidades do município de Angicos e suas respectivas formas de abastecimento.....	27
Quadro 5 - Demanda hídrica <i>per capita</i> da população rural e da estimativa da ONU.....	40
Quadro 6 - Percentual referente ao consumo de água na zona rural com base nos valores da ONU.....	41
Quadro 7 - Estimativas <i>per capita</i> das variantes para o cálculo da Pegada Hídrica.....	42
Quadro 8 - Resultado da Pegada Hídrica <i>per capita</i> da ONU e Zona Rural.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Divisões dos tipos de Pegada Hídrica	19
Figura 2 - Cisterna implantada pelo Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC)	23
Figura 3 - Abastecimento da cisterna através do carro pipa	24
Figura 4 - Localização do Município de Angicos no Estado do Rio Grande do Norte	25
Figura 5 - Vista frontal da cisterna: cisterna com capacidade de 16 mil litros (A); localização da cisterna próxima a moradia (B)	29
Figura 6 - Disponibilidade de água: por meio de caixa d'água (A); caixa d'água que recebe água da adutora (B)	32
Figura 7 - Tubulação da cozinha: saída da pia (A), (B); Saída de água que abastece o pote para armazenamento de água (C)	34
Figura 8 - Vaso sanitário com caixa de descarga	37
Figura 9 - Chuveiro	38
Figura 10 - Saídas de água não convencionais no exterior da residência	39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo geral.....	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 Gestão de Recursos Hídricos.....	14
3.2 Hidrologia no Rio Grande do Norte	15
3.3 O município de Angicos.....	16
3.4 Pegada Hídrica	17
3.5 Tecnologias de captação de água no semiárido.....	22
4. METODOLOGIA	25
4.1 Caracterização da área de estudo	25
4.2. Tipologia da pesquisa.....	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 Caracterização das comunidades.....	27
5.2 Caracterização das residências	28
5.3 Cálculo da Pegada Hídrica	40
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
REFERÊNCIAS	48

1. INTRODUÇÃO

A água é um elemento vital para a sobrevivência da humanidade e encontra-se presente tanto de forma direta como indireta na vida do homem. O acesso à água, além de promover crescimento econômico e social, é um direito comum a todo cidadão (SARGAONKAR; KAMBLE; RAO, 2013). A problemática encontra-se na sua disponibilidade, uma vez que, segundo estudos de Seixas (2011), Maracajá et al. (2012) a água é um recurso que está cada vez mais escasso e que sua demanda, devido ao crescimento populacional, só aumenta. Isso, faz com que haja a necessidade de um consumo racional e equilibrado, evitando ao máximo seu desperdício (PALMIER, 2003).

Tendo em vista que o consumo da água pode sofrer interferência de fatores físicos tais como, temperatura do ar, renda familiar, precipitação, entre outros (TSUTIYA, 2006), na região semiárida do Nordeste brasileiro, o cenário apresenta-se mais crítico, uma vez que é caracterizado pelo baixo índice pluviométrico e alta evapotranspiração. Assim, está inserida a zona rural da região de Angicos – RN, a qual é castigada com o fenômeno da seca, de tal forma que a própria população teve de aprender a contornar a situação através do processo de armazenamento de água.

Diante disso, a Pegada Hídrica (PH) surge como um indicador do consumo de água, no qual é utilizado tanto no individual quanto nas empresas, bem como para a produção de produtos e serviços, onde busca tornar explícito as relações entre o consumo humano e o uso da água (HOESKSTRA, 2008).

Pesquisas realizadas por Maracajá et al. (2013) evidenciou que a PH é diretamente proporcional à renda familiar, de tal forma que quanto maior a renda, maior será a PH. Já Silva et al. (2020) em sua pesquisa, concluiu que o sexo, em termos gerais, interferiu no resultado, onde a PH do público feminino foi superior ao do público masculino, ocorrendo o contrário quanto ao consumo de gordura, cereais, açúcares, estimulantes, carnes e ovos.

Entretanto, tem-se poucos estudos sobre a PH nas zonas rurais, provavelmente por se tratar de uma zona com baixo consumo de água ou devido a configuração de suas casas, que apresentam-se difusas. Santos Junior (2015) fez um estudo da aldeia Tramataia, localizada

na zona rural do Litoral Norte da Paraíba onde ao analisar o padrão de consumo de 57 pessoas, através da utilização de água potável para fins domésticos, consumo de alimentos, consumo de produtos industrializados entre outros, concluiu que a PH da aldeia foi de 2.285 m³/ano, podendo variar entre 728 m³/ano a 4.269 m³/ano.

Contudo, a falta de interesse pela área, justifica esta pesquisa onde, diferentemente das outras, faz uma análise da PH na residência da zona rural, ou seja, numa perspectiva de consumo direto da água. Diante disso, surgiu a pergunta: qual será a PH familiar em comunidades da zona rural no município de Angicos, região semiárida potiguar.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estimar a pegada hídrica de moradores da zona rural no município de Angicos-RN, região semiárida potiguar.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar as comunidades rurais do município de Angicos-RN quanto as formas de abastecimento de água;
- Caracterizar as residências rurais quanto a disponibilidade de água;
- Comparar os dados internacionais com dados relativos a Pegada Hídrica no Semiárido.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Gestão de Recursos Hídricos

A água doce, além de configurar-se como um bem essencial à vida do ser humano, é indispensável no setor industrial e agropecuário. Entretanto, apenas 3% da água presente no planeta é doce, dos quais 2,5% encontra-se armazenada em geleiras e calotas polares, enquanto que apenas 0,5% está disponível para consumo, onde a maior parte está retida em aquíferos subterrâneos; desses, a água disponível em superfície, como rios, lagos, mangues e outras fontes, totalizam 0,04%. Os 97% da água restante, é encontrada na forma salgada, ou seja, em mares e oceanos o que a torna imprópria para consumo (UN, 2006).

Diante desse cenário em que a disponibilidade de água é crítica, a desigualdade social atrelada ao seu uso de forma desequilibrada, se apresentam como duas variantes que contribuem para uma consequente escassez. E só, nos últimos cem anos o consumo mundial aumentou em seis vezes, logo, em virtude do crescimento populacional, das mudanças nos padrões de consumo e do crescimento econômico, o consumo de água tende a aumentar de forma constante em cerca de 1% ao ano (UNESCO, 2020).

A nível nacional, o Brasil possui um grande potencial hídrico, uma vez que é o país que dispõe do maior quantitativo de água doce do mundo. Contudo, a disponibilidade desse recurso apresenta-se distribuída de forma não igualitária, já que 80% da água superficial encontra-se na Região Hidrográfica Amazônica, região essa com baixa densidade demográfica e baixa demanda de água (ANA, 2017).

Nesse aspecto, além da distribuição, o consumo também é desproporcional, onde a irrigação lidera o ranking, com um consumo de 66,1%, sendo sucedida pela dessedentação animal com 11,6%, pela indústria com 9,5%, pelo abastecimento urbano com 9,1%, pelo abastecimento rural com 2,5%, pela mineração com 0,9% e por fim, com o menor consumo, a termelétrica com 0,3% (ANA, 2017). Além de todas essas formas de usos, os recursos hídricos, em específico as águas de rios, são aproveitadas como principal fonte de geração de energia elétrica do país. Assim, do total de 83% que o Brasil possui de matriz energética

originada de fontes renováveis, as usinas hidrelétricas são responsáveis por 63,8% da energia elétrica do país (GOVERNO DO BRASIL, 2020).

A nível regional, sendo responsável por uma ocupação de 980.133,079 km² (INSA, 2013), o semiárido brasileiro contempla a maior parte de todos os Estados do Nordeste, a região setentrional de Minas Gerais e o norte do Espírito Santo (CIRILO, 2008). Apesar de se destacar como um dos semiáridos mais chuvosos do planeta, apresenta uma grande variabilidade espacial da precipitação, de forma que há locais em que a média pluviométrica (800 mm/ano) não é atingida, enquanto em outros esse valor é ultrapassado (GHEYI et al., 2012).

Embora essa posição de destaque, o semiárido brasileiro já enfrentou grandes períodos de seca e ainda encontra-se suscetível a isso, essa característica, faz com que a região necessite de uma gestão personalizada dos recursos hídricos de tal forma que minimizem as perdas de água nos sistemas de transporte, forneçam uma melhoria na eficiência da irrigação, bem como no reuso das águas (GHEYI et al., 2012).

3.2 Hidrologia no Rio Grande do Norte

O estado do Rio Grande do Norte (RN) é composto por 15 bacias hidrográficas, nas quais apresentam-se com área de drenagem, morfologia e hierarquia pluvial distintas. Dentre elas, as que se destacam por maior abrangência territorial são a bacia do rio Piranhas-Açu e a bacia do rio Apodi-Mossoró, responsáveis pela drenagem, principalmente das áreas localizadas nas regiões Central e Oeste do estado, respectivamente (SILVA; TROLEIS, 2019).

A bacia Apodi-Mossoró, localizada na microrregião do oeste potiguar, é a maior bacia genuinamente potiguar, com drenagem exorréica (SOUZA et al., 2012). Além disso, é a segunda maior do estado, ocupando 26,8% do RN, configurando-se como um corpo hídrico de extrema importância econômica através das atividades de produção de sal marinho, pecuária extensiva, extração de petróleo, entre outras atividades socioeconômicas (CARVALHO et al., 2011).

Já, a bacia Piranhas-Açu, inserida totalmente no semiárido, abrange os estados do RN e da Paraíba (PB), apresentando-se como a maior bacia da região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental. Seguindo a mesma característica da maioria dos rios do semiárido

nordestino, o rio Piranhas-Açu é tido, em condições naturais, como intermitente, havendo a perenização através dos reservatórios Curema Mãe D'água, na Paraíba e Armando Ribeiro Gonçalves, no Rio Grande do Norte (MOREIRA, 2017). Com relação a Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, é através dela que a água do Canal Pataxó deriva onde o Sistema Adutor Sertão Central Cabugi (SASCC) possui tomada d'água, sendo esta a responsável pelo abastecimento do município de Angicos e algumas de suas comunidades.

3.3 O município de Angicos

A Política Nacional de Saneamento foi instituída pela Lei Federal nº 11.445, a qual define o saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2020).

Todavia, o município de Angicos é uma região que ainda configura-se com déficit quanto à regulação, fiscalização e controle social, tendo em vista a inexistência da política municipal de saneamento (ANGICOS, 2019). O saneamento, no qual sua vertente enfatizada é o abastecimento, tem o provimento da água na zona urbana pelo Sistema Adutora Sertão Central Cabugi, cujo também é fonte para algumas áreas da zona rural. Entretanto, para as demais áreas rurais que não possuem a Adutora como fonte, a disposição de água se dá por meio tanto de mananciais superficiais quanto subterrâneos.

Destaca-se que o município detém três tipos de aquíferos, Açu, Aluvião e Cristalino (IDEMA, 2008). O Açu possui maior relevância, uma vez que é o principal fornecedor das demandas hídricas do município. Entretanto, o abastecimento das águas nas comunidades rurais é fornecido também por outras fontes. Assim, o armazenamento de água pode ser feito por caminhão pipa. Para esse fornecimento não existe regularidade, pois vai depender da demanda e do planejamento da prefeitura municipal.

Contudo, os rios que são encontrados nas regiões rurais de Angicos são efêmeros, isso significa que só há volume de água quando ocorre chuva intensa. Essa condição faz com que a água seja captada de áreas mais profundas do solo, ou seja, do lençol freático, no qual é atingido por meio da escavação manual do solo, formando um poço raso, que por sua vez é conhecido como cacimba.

3.4 Pegada Hídrica

Diante do crescimento exponencial da população concomitante a uma alta demanda dos recursos naturais, o conceito da Pegada Hídrica (PH) surgiu como uma ferramenta que interliga os múltiplos usos da água. A PH originou-se em 2002, durante uma reunião de especialistas internacionais sobre o comércio da água virtual realizada em Delf, na Holanda, tendo o professor Arjen Hoekstra como responsável (SILVA et al., 2013).

O comércio virtual ocorre durante a produção dos alimentos e/ou produtos e também pela exportação dos mesmos. Na maioria das vezes, quando o país detém água, este, por sua vez, apresenta potencial agropecuário, como é o caso do Brasil. O país exporta cerca de 112 trilhões de litros de água doce por ano, sendo considerado o quarto maior exportador de água virtual (ANA, 2019), tendo como principais produtos de exportação, a soja, café e milho.

Em um determinado período grande parte da exportação do Brasil se deu principalmente para a China, tendo em vista sua escassez de água, o que a fez tornar dependente da água virtual do país onde desde 2006 o comércio entre ambas as nações aumentou 50% anualmente e multiplicou-se por dez desde 2002, atingindo um valor de cerca de US\$ 80 bilhões em 2011 (FAAP, 2012). Diante disso, pode-se afirmar que o país perde seu potencial em volume de água doce pela quantidade de produtos que são exportados.

Ao conceituar-se como o volume total de água doce utilizada para a produção e consumo de bens e serviços, a PH por linhas gerais, analisa o uso da água em uma perspectiva em que as atividades humanas, que engloba os consumidores e produtores, e os produtos atrelam-se a escassez de água e sua poluição. Além disso, é utilizada como um indicador do consumo de água com o intuito de minimizar os impactos ambientais, por meio do uso responsável da água (HOEKSTRA et al., 2011).

Cabe ressaltar que a PH é subdividida em três tipos de pegada: azul, cinza e verde e também, direta e indireta, de acordo com a sua fonte de consumo e destinação, respectivamente (HOEKSTRA et al., 2011). O que difere a PH direta da indireta é que, na primeira tem-se o consumo e poluição da água em local doméstico, enquanto que na segunda seu uso e poluição dão-se devido a produção de bens e serviços que serão comercializados (HOEKSTRA et al., 2011).

Assim, a designação da incorporação da água nos produtos, se dá por meio das cores, nas quais indicam a forma que a água foi incorporada, de acordo com sua fonte e destinação (SILVA et al., 2020). A PH azul está relacionada às águas subterrâneas ou superficiais que evaporam ou são agregadas em produtos, podendo também serem devolvidas ao mar ou lançadas em outra bacia. A sua determinação é conforme a Equação 1 descrita por Hoekstra et al. (2011):

$$\text{PH azul (volume/tempo)} = \text{evaporação de água azul} + \text{incorporação de água azul} + \text{vazão de retorno perdida} \quad (1)$$

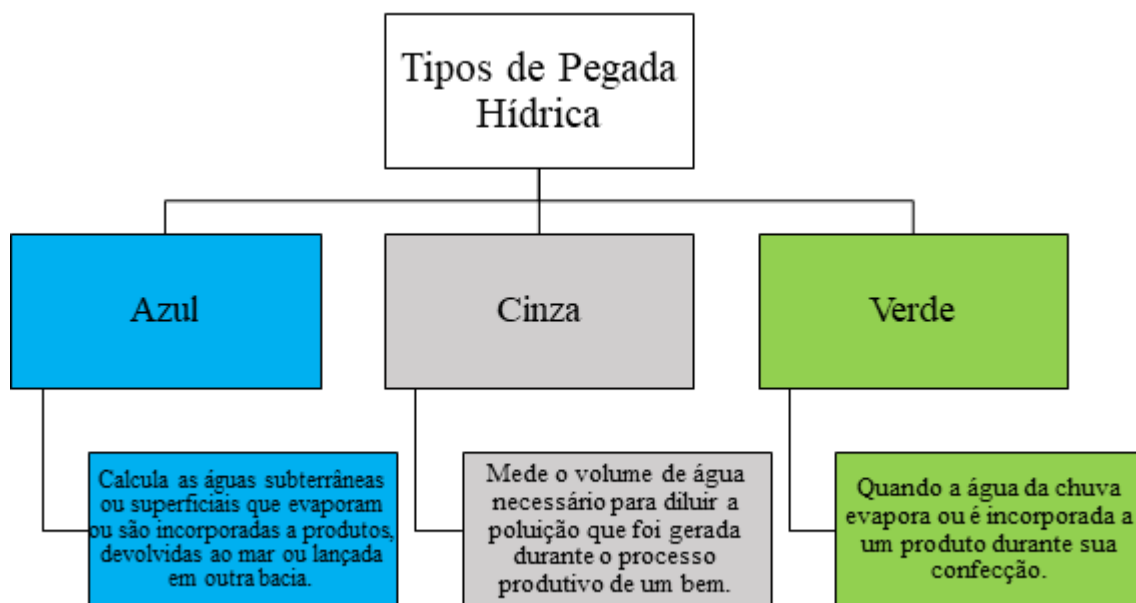
Já a PH cinza tem a finalidade de medir o quanto de água será necessário para que se possa diluir os poluentes gerados durante a produção de um bem. A determinação da PH cinza é através da carga poluente (L, em massa/tempo) pela diferença entre a concentração do padrão ambiental de qualidade da água de um determinado poluente (a concentração máxima aceitável, Cmax, em massa/volume) e sua concentração natural no corpo d'água receptor (Cnat, em massa/volume), conforme a Equação 2 descrita por Hoekstra et al. (2011):

$$\text{PH cinza (volume/tempo)} = L / (C_{\text{max}} - C_{\text{nat}}) \quad (2)$$

A PH verde refere-se ao volume de água da precipitação que é consumido ou o quanto evapora. Sua determinação é obtida através do somatório entre a evaporação e incorporação, conforme Equação 3 descrita por Hoekstra et al. (2011):

$$\text{PH verde (volume/tempo)} = \text{evaporação de água verde} + \text{incorporação de água verde} \quad (3)$$

Figura 1 - Divisões dos tipos de Pegada Hídrica.



Fonte: Autoria própria, 2021.

O Brasil é um país com vasta extensão territorial e com uma vasta disponibilidade de recursos naturais, o que o permite produzir alimentos em larga escala, sendo um dos responsáveis pelo aumento previsto na produção de alimentos ao longo dos anos. A projeção da participação brasileira no comércio mundial para os anos 2024-2025 é de 48,9% para carne de aves, 43% para a soja e 28,9% para carne bovina (BRASIL, 2014c).

Quadro 1 - Posição do Brasil na produção e exportação de produtos agropecuários e projeção para 2023-2024.

Produtos	Ranking em 2013	Ranking em 2013 por quantidade exportada	Número de países incluídos	Aumento projetado na produção até 2023-2024
Açúcar	1°	1°	132	39,7%-63,9%
Café	1°	1°	129	30,6%-74,0%
Suco de laranja	1°	1°	74	7,3%-57,6%
Soja	2°	1°	42	36,9%-61,6%

Carne bovina	2°	1°	143	22,8%-50,8%
Carne de aves	3°	1°	145	35,7%-57,4%
Milho	3°	1°	76	32,4%-78,0%
Carne suína	4°	4°	72	31,7%-67,4%

Fonte: Brasil (2014c).

Nesse panorama, o estado do Rio Grande do Norte possui uma ampla produção, principalmente, nos cultivos de fruticultura. A capital do semiárido, Mossoró, na qual recebeu esse título de em dezembro de 2017 de acordo com lei N° 13.568 (BRASIL, 2017), possui um grande destaque tanto regional quanto nacional, uma vez que lidera ambos os rankings no que diz respeito à produção de melão, que é de 216.940 toneladas (IBGE, 2019).

Outro alimento no qual a capital também consegue se sobressair é a melancia, ocupando o 3° lugar dentro do estado e o 5° perante todo o Brasil, com uma produção de 56.000 toneladas. Por linhas gerais, o município é um dos maiores produtores de fruticultura do país, ocupando o 24° nacional. Quanto à produção pecuária de camarão, Mossoró ocupa o 5° lugar no ranking perante as outras cidades do estado e o 6° diante o Brasil, tendo uma produção de 2.030.880 kg (IBGE, 2019).

Quadro 2 - Pegada hídrica de produtos agrícolas e de origem animal.

Produtos de origem animal	Litros.kg-1	Cultura	Litros.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

Fonte: Hoekstra et al., 2011.

Quadro 3 - Discriminação dos tipos de pegada hídrica por produto.

Produto	Litros.kg-1	PH azul	PH cinza	PH verde
Carne bovina	18.415	4%	3%	94%
Carne suína	5.988	1%	1%	82%
Carne de frango	4.325	7%	11%	82%
Manteiga	5.553	8%	7%	85%
Queijo	3.178	8%	7%	85%
Arroz	2.497	20%	11%	68%
Macarrão	1.849	19%	11%	70%
Milho	1.222	7%	16%	77%
Alface	237	12%	32%	56%
Tomate	214	30%	20%	50%

Fonte: Empresa Brasil de Comunicação (EBC).

Contudo, somente o conceito não consegue mensurar o quão grande é o consumo de água na esfera doméstica, industrial e agrícola.

Esse último, no Brasil, possui um dos maiores quantitativos de água utilizado, principalmente na irrigação, logo para se ter noção é necessário expressar em valores; com isso, tem-se que para a produção de 1 kg de carne bovina gasta-se em média 15.500 litros de água; já para a produção de arroz são gastos 2500 litros de água e, no ramo industrial um exemplo seria a confecção de uma blusa de algodão, que são necessários 2700 litros de água (FUNDAJ, 2018). Esses valores estão se referindo apenas a uma única quantidade, logo

devido à crescente populacional e pelo expansivo consumo, a tendência, caso não haja planejamento, é uma futura escassez.

3.5 Tecnologias de captação de água no semiárido

O semiárido brasileiro é caracterizado pela sua vulnerabilidade decorrente da instabilidade climática (CRUZ et al., 1999), na qual o torna sujeito de secas periódicas em detrimento da ocorrência de chuvas irregulares e da sua má distribuição geográfica (GALVÃO et al., 2012). Em virtude disso, a busca de tecnologias que pudessem amenizar essas questões e possibilitar o convívio com a seca, tornou-se imprescindível para a sobrevivência da população regional.

Nessa perspectiva, fez-se necessário a adoção da cultura do estoque, ou seja, para que o sertanejo pudesse passar pelo período de seca, ele haveria de ter água estocada. E, foi com esse objetivo que a Articulação Semiárido Brasileiro (ASA) no início dos anos 2000, desenvolveu o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), garantindo à população da região semiárida o acesso a água de qualidade. Esse acesso é fornecido por meio da construção de cisternas que são responsáveis pelo armazenamento das águas provenientes das chuvas (ASA, c2021).

É importante ressaltar que, além do acesso a água de qualidade, esse programa também possibilita a diminuição da incidência de doenças pelo consumo da água contaminada, aumento da frequência escolar, bem como, a diminuição da sobrecarga das atividades domésticas das mulheres (ASA, c2021).

Assim, garantindo maior flexibilização da mão de obra devido à sua localização, as cisternas construídas apresentam uma capacidade volumétrica de 16 mil litros, sendo capaz de suprir uma família de até seis pessoas durante o período de estiagem. Seu princípio de funcionamento é o mais simples, uma vez que capta a água das chuvas que através das calhas escoam para a cisterna (ASA, c2021) e, comparada às outras tecnologias, apresenta como vantagens seu baixo custo e a facilidade na sua construção. Tendo em vista a água da chuva apresentar boa qualidade, para seu consumo, é necessário que ela passe apenas pelos processos de filtração e cloração (BRITO, 2017).

Figura 2 - Cisterna implantada pelo Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC).



Fonte: Arquivo Articulação Semiárido Brasileiro (ASA).

Todavia, as cisternas são dependentes de um parâmetro oscilatório, ou seja, fica impossibilitado definir quando e quanto irá chover no ano, o que influencia diretamente o volume preenchido da cisterna. Isso implica, principalmente, nos períodos de estiagem, em que a cisterna pode se apresentar com um volume que não é capaz de suportar toda a demanda hídrica e, tendo em vista essa insuficiência, o carro-pipa surge como uma nova alternativa para driblar a falta do recurso hídrico.

Com isso, a Operação Carro-Pipa, criada em 1998, surgiu através de uma cooperação mútua entre os Ministérios do Desenvolvimento Regional e da Defesa (GOVERNO DO BRASIL, 2019), cujo objetivo é a distribuição de água potável no Polígono da Seca Nordeste, norte de Minas Gerais e Espírito Santo (EXÉRCITO, c2014). Essa estratégia, por mês, atende em média mais de dois milhões de pessoas em 657 cidades do semiárido, estando presente em dez estados brasileiros com um total de 4361 carros-pipas monitorados (GOVERNO DO BRASIL, 2019).

Figura 3 - Abastecimento da cisterna através do carro pipa.



Fonte: Arquivo Articulação Semiárido Brasileiro (ASA).

Comumente, nas regiões semiáridas a fonte de renda da família é tirada da própria terra, seja por meio de plantações ou por meio da criação de animais, onde sua mão de obra é o próprio núcleo familiar. Existem dois tipos de agricultura implantadas no semiárido, a agricultura de sequeiro e a agricultura irrigada, sendo a primeira a fonte da maioria da população semiárida (SILVA et al., 2011). Assim como as cisternas, a agricultura de sequeiro também é oscilatória tendo em vista sua dependência da regularidade e quantidade das chuvas bem como da sua variabilidade espacial e temporal (GRAEF E HAIGIS, 2001).

4. METODOLOGIA

4.1 Caracterização da área de estudo

Situada na mesorregião central do Estado do Rio Grande do Norte, Angicos localiza-se entre as coordenadas 5° 40' 18" S e 36° 36' 17" W, com altitude de 109 m, possuindo área total de 742 km², equivalente a 1,52% da superfície do estado, com população, de 11.549 onde 10.085 encontra-se na zona urbana concomitante a 1.464 que reside na zona rural, conforme censo IBGE (2010). A classificação climática de Köppen-Geiger é do tipo BSh, ou seja, clima semiárido. A precipitação média anual é de aproximadamente 525,61 mm (EMPARN, 2011).

A zona rural de Angicos por situar-se no semiárido brasileiro, enfrenta secas prolongadas que podem chegar a um período de até oito meses e, portanto, é necessário o uso de cisternas para o armazenamento da água.

Figura 4 - Localização geográfica do Município de Angicos no Estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Adaptado do www.google.com.br (2014).

4.2. Tipologia da pesquisa

A coleta de dados, no qual teve um grupo amostral de 2 famílias, cada uma com 4 membros, foi realizada através do modelo descritivo e exploratório, tendo em vista que o objetivo primordial é a definição da Pegada Hídrica da população rural do município de

Angicos. A delimitação do estudo foi produzida durante o mês de março de 2021 a maio de 2021.

Entre os dados obtidos para a pesquisa bibliográfica fez-se o uso do Relatório (Plano Municipal de Saneamento Básico de Angicos/RN) disponibilizado pela prefeitura para caracterização dos recursos disponíveis no município. Além desse, também se utilizou de artigos científicos, organizações não governamentais, como a Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), entre outros.

A amostra constitui-se de dois cenários, sendo o primeiro contendo pai, mãe e dois filhos, enquanto que o segundo é constituído por pai, mãe, filho e avó, totalizando assim oito pessoas, sendo uma família residente da comunidade rural do Riacho do Prato, enquanto que a outra corresponde a população difusa, porém residem próximo a comunidade.

Foi realizada a caracterização das comunidades através de levantamento fotográfico a fim de reconhecer a realidade geral das comunidades. Para melhor compreensão das imagens, também se conversou com moradores com intuito de fundamentar as particularidades dos cenários que foram estabelecidos, repetindo-se para a caracterização das residências onde buscou-se identificar quais os tipos de armazenamento da água para suprir as necessidades de consumo das famílias, conforme os cenários estabelecidos.

Para o cálculo do consumo de água das residências buscou-se a referência do padrão internacional, como a Organização das Nações Unidas (ONU), a qual busca estruturação de medidas coletivas. Já o padrão de consumo da água rural foi obtido pelo Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste (PLIRHINE), disposto pela Sudene, por se tratar da relação característica no semiárido, sendo que, alguns valores ainda foram adequados pois os mesmos eram agrupados em uma única categoria. Com a obtenção do consumo de água por residência por dia multiplicou-se o número de moradores pelo consumo diário de água e pela quantidade de dias do ano (365 dias).

Com os valores médios de consumo de água definidos, fez-se uso da calculadora disponível no site da *Water Footprint Network*, a qual busca a relação da PH pelo padrão de consumo da residência.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização das comunidades

Constatou-se neste estudo que ambas as residências não recebem água do Sistema Adutora Sertão Central Cabugi. A responsabilidade do abastecimento público na zona rural pode ser da Secretaria Municipal de Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente ou por meio de convênios com a Defesa Civil do Estado.

Na zona rural, os locais que recebem água da adutora são PA Bonfim, Rio Velho, Arco Íris, Bom Futuro, Canivete, Quixabeirinha, Riacho do Prata, Sombra, Cabugi, e São Miguel. A alternância nas formas de distribuição para o abastecimento ocorre entre cisterna, carro-pipa, rio, poço e açude (ANGICOS, 2019).

Quando não ocorre o implemento para o fornecimento da água por iniciativas públicas cabe aos próprios moradores rurais a contratação de um serviço terceirizado de fornecimento de água. No Quadro 4, observa-se as localidades e suas respectivas formas de abastecimento.

Quadro 4 - Localidades do município de Angicos e suas respectivas formas de abastecimento.

Setor de Mobilização	Localidade	Formas de Abastecimento de Águas
Rio Velho	PA Bonfim	Adutora Sertão Central Cabugi, cisterna
	Passagem	Carro-pipa, cisterna, rio
	Rio Velho	Adutora Sertão Central Cabugi, cisterna
	Santarém (assentamento)	Poço, carro-pipa, cisterna
	São Pedro	Carro-pipa, cisterna, açude
Riacho do Prata	Arco Íris	Adutora Sertão Central Cabugi, cisterna

	Bom Futuro	Adutora Sertão Central Cabugi, cisterna
	Canivete	Adutora Sertão Central Cabugi, cisterna, carro-pipa
	Esperança	Carro-pipa, cisterna
	Quixabeirinha	Adutora Sertão Central Cabugi, cisterna
	Riacho do Prata	Adutora Sertão Central Cabugi, cisterna
	Sombra	Adutora Sertão Central Cabugi, cisterna, carro-pipa
	Trapiá	Carro-pipa, cisterna
Cabugi	Barra da Cruz	Carro-pipa, cisterna, poço
	Cabugi	Adutora Sertão Central Cabugi, carro-pipa, cisterna
	Livramento	Carro-pipa, cisterna
	São Miguel	Adutora Sertão Central Cabugi
	Sítio São Luiz	Carro-pipa, cisterna, poço

Fonte: Adaptado de ANGICOS, 2019.

A realidade nas comunidades rurais não apresenta tanta distinção da realidade das zonas do estado.

5.2 Caracterização das residências

As áreas em condições precárias possuem em seu terreno, uma cisterna, a qual fica localizada próxima a residência. Essa, permite aos moradores o armazenamento da água, tanto a proveniente das chuvas, quanto a advinda dos rios. Observou-se que as cisternas são resultado da construção por iniciativas públicas, que permitiu através do P1MC, até o mês de maio, 628.416 cisternas no semiárido (ASA, c2021).

No cenário da residência difusa, a opção de abastecimento da cisterna é através do rio que se localiza próximo à propriedade e se faz o uso de um motor no qual puxa a água até a cisterna. No entanto, por ser efêmero, o rio depende de fatores externos, logo, ele encontra-se com volume nulo em determinados períodos. Quando isso ocorre, o abastecimento é terceirizado, ou seja, há a contratação de caminhões pipa para dispor de água na cisterna. Seu valor varia entre R\$150,00 a R\$200,00 a depender do tipo de caminhão e, essa carga d'água comprada pode possuir uma durabilidade entre 22 a 30 dias, variando de acordo com a cotação, tendo em vista que esse volume de água pode ser compartilhado entre os moradores. Nas moradias em que há somente a cisterna como fonte armazenadora, o seu consumo é pela retirada com baldes ou recipientes para sua utilização. Na Figura 5A, apresenta-se a configuração de uma cisterna em meio rural, e a 5B a localização da cisterna diante da moradia.

Figura 5 - Vista frontal da cisterna: cisterna com capacidade de 16 mil litros (A); localização da cisterna próxima a moradia (B).



Fonte: Autoria própria, 2021.

(B)

Fonte: Autoria própria, 2021.

No cenário que possuem cisterna e caixa d'água (comunidade Riacho do Prato), para que a água alcance a caixa, é feita a utilização de uma bomba submersa ou de drenagem, sendo conhecida popularmente por bomba sapo, na qual é encontrada dentro da cisterna, totalmente submersa, e por meio das vibrações, uma vez que trabalha à base de magnetismo, puxa a água e a empurra para a saída da bomba, seguindo caminho para caixa d'água.

Em suma, a água percorre um trajeto que depende dos recursos disponíveis na propriedade ou próximo a ela. Inicia-se pela captação da água do rio, que sucede para a cisterna e, posteriormente, para a caixa d'água. A variação ocorre quando o rio não dispõe de água, sendo substituído pelo caminhão pipa, e quando a propriedade não é detentora de uma caixa d'água, onde o recurso hídrico se estabelece apenas na cisterna.

Há uma semelhança entre as áreas estudadas quanto ao armazenamento, já que ambas dispõem de algum meio para tal. Na primeira, a depender da localidade, encontram-se tanto cisternas quanto caixa d'água, enquanto na segunda há apenas a caixa d'água que apresenta

água potável e tem sua captação realizada por meio de fornecimento público, sendo uma realidade possível para algumas áreas rurais.

A Figura 6 (A) e (B) apresentam as duas realidades, onde a (A) por se tratar da família difusa, possui a caixa d'água instalada em um gradiente de altura apenas para facilitar a utilização da água em áreas molhadas, enquanto que a (B) é da família que reside na comunidade do Riacho do Prato, onde possui abastecimento pela adutora possibilitando aos moradores o acesso à água potável. Com isso, é possível concluir que a existência de uma caixa d'água na propriedade não é sinônimo de acesso à água potável.

Figura 6 - Disponibilidade de água: por meio de caixa d'água (A); caixa d'água que recebe água da adutora (B).



Fonte: Autoria própria, 2021.



Fonte: Autoria própria, 2021.

É importante ressaltar que, independentemente da forma de armazenamento e distribuição, no período de inverno as cisternas só captam água das chuvas, enquanto que no período de estiagem algumas comunidades possuem o privilégio de receber água da adutora e outros apenas da operação pipa.

Diante disso, observa-se que a restrição de recursos hídricos interfere nos cômodos que exigem o uso da água, de tal forma que de onde vem a água para lavar a louça, para dar descarga no banheiro e para tomar banho também vem a água que abastece o pote (bebedouro) de água para consumo.

Quanto a tubulação da cozinha, observa-se na Figura 7A e 7C que da mesma fonte que vem a água da torneira da pia utilizada para preparo de alimentos e lavagem de louça, advém a água que abastece o pote, diferentemente da Figura 7B, que contém isoladamente a torneira da pia, de tal forma que ambos os cenários, representam as condições distintas das comunidades rurais.



Fonte: Autoria própria, 2021.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Dando continuidade a essa restrição, de todas as áreas com saída d'água, o vaso sanitário, observado na Figura 8, é a que representa menor preocupação uma vez que a pessoa não tem contato direto com a água, divergindo da Figura 9, onde para a pessoa tomar banho, é necessário o contato direto com a queda d'água do chuveiro.

Destaca-se que a existência da caixa de descarga no banheiro, das torneiras na cozinha, bem como do chuveiro, só são possíveis devido a existência de uma caixa d'água na propriedade, uma vez que para utilizar esses é necessário que a água venha de um gradiente mais alto, para que por gravidade chegue ao local requisitado.

Figura 8 - Vaso sanitário com caixa de descarga.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 9 - Chuveiro.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Em determinadas propriedades, ainda é possível observar saídas de água não convencionais, como a que é retratada na Figura 10, onde se tem um chuveiro e uma torneira na parte externa da casa.

Figura 10 - Saídas de água não convencionais no exterior da residência.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Entretanto, este abastecimento também pode ser feito através da Secretaria da Agricultura do Município de acordo com alguns Programas e/ou de iniciativa própria da prefeitura. A cidade, por sua vez, recebe o tratamento e distribuição da água pela Companhia de Águas e Esgoto do Rio Grande do Norte (CAERN), sendo a barragem Armando Ribeiro Gonçalves responsável pelo abastecimento provinda da bacia do Piranhas-Açú. Boa parte da zona rural também recebe água por encanação, mas isto se aplica apenas para as casas mais próximas da tubulação da adutora e/ou quando foram adotadas iniciativas públicas, à parte, mas isso só se aplica nas comunidades rurais de maior população. É o exemplo do que ocorreu nas comunidades do Riacho do Prato e no Rio Velho.

Destaca-se que a água disponível na cisterna das residências sem acesso à água encanada é dividida para as quatro pessoas residentes na casa, englobando as atividades de preparo de alimentos, higiene (banho, escovar os dentes e descarga), limpeza de casa, lavagem de roupas, lavagem de louça e para ingestão. Logo, este consumo é variável, uma vez que não há o controle exato da quantidade de água destinada a cada ação, bem como o quanto cada morador consome.

5.3 Cálculo da Pegada Hídrica

Buscou-se caracterizar as comunidades, a fim de demonstrar que a quantidade de água utilizada anualmente é estritamente limitada, de tal forma que a população local já aprendeu a consumir menos água, e conseqüentemente apresentam sua PH inferior àquela que poderia ser considerada no município.

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), a demanda adequada por pessoa por dia seria de 2 litros para ingestão de água, 12 litros para o banho, 2,7 litros para escovar os dentes, 12 litros para descarga, 55,2 litros para lavagem de louça, 5 litros para o preparo de alimentos, 19 litros para lavagem de roupas e 2 litros para limpeza. Isso implica que para uma pessoa é necessário cerca de 3,3 mil litros de água por mês, ou seja, cerca de 110 litros por dia. Esses valores são tidos para a zona urbana, uma vez que a disposição de água na zona rural é menor e dificultada, por depender das águas das chuvas captadas pelas cisternas. A Organização Mundial da Saúde (OMS) afirma que, visando ter uma boa saúde, o acesso mínimo diário de água é de 50 litros por pessoa.

Já segundo os dados da Sudene, do total desta água disponível para consumo por pessoa, tem-se 2 litros destinados à ingestão de água, 15 litros para o banho, 1 litro para escovar os dentes, 9 litros para a descarga, 10 litros para lavar louça, 3 litros para o preparo de alimentos, 20 litros para lavagem de roupas e 10 litros para limpeza no geral.

Conforme o Quadro 5, a demanda hídrica *per capita* da população está distribuída de acordo com a ONU, que diz respeito ao consumo independente da área, e da Sudene que abrange somente a população rural.

Quadro 5 - Demanda hídrica *per capita* da população rural e da estimativa da ONU.

Discriminação	ONU (litros/dia.pessoa)	Sudene - Zona Rural (litros/dia.pessoa)
Ingestão de água	2	2
Tomar banho	12	15
Escovar os dentes	2,7	1
Descarga	12	9
Lavagem da louça	55,2	10
Preparo de alimentos	5	3
Lavagem de roupas	19	20
Limpeza	2	10
Total	109,9	70

Fonte: ADAPTADA de PLIRHINE (SUDENE, 1980).

Os parâmetros de mínimo e máximo da demanda hídrica *per capita* da população rural, foram determinados por PLIRHINE (SUDENE, 1980) , no qual para o estudo foram adotados os valores mínimos, tendo em vista se tratar de uma região que a disposição de água varia de acordo com a precipitação e abastecimento do caminhão pipa. Os dados dos discriminantes “tomar banho, escovar os dentes e descarga” referem-se à categoria higiene, na qual apresenta um valor mínimo por pessoa de 25 litros por dia, nos quais foram distribuídos, de forma não igualitária entre as variantes. O mesmo ocorreu para os discriminantes “lavagem de louça e limpeza” que são atribuídos na categoria de limpeza de casa e utensílios de cozinha que possuem uma necessidade mínima por pessoa de 20 litros por dia, logo, tendo adotando o mesmo consumo para ambos, tem-se por ação 10 litros por dia por pessoa. Os discriminantes restantes, apresentaram uma categoria específica para cada.

Tomando como base os dados dispostos pela ONU, a discrepância em níveis de disposição de água é melhor observada em termos percentuais. Vale ressaltar que, os valores definidos pela ONU, não levam em consideração as diferenças de realidade no que diz

respeito à disponibilidade de recursos econômicos e hídricos da população, bem como os valores atribuídos à zona rural são uma estimativa no qual precisou passar por um processo de segregação entre os discriminantes. Isso justifica os resultados percentuais obtidos para as ações de “ingestão de água, tomar banho, lavagem de roupas e limpeza”, onde apresentam-se com percentual igual ou acima da média.

Quadro 6 - Percentual referente ao consumo de água na zona rural com base nos valores da ONU.

Discriminante	Percentual (%) da zona rural com base na média da ONU
Ingestão de água	100
Tomar banho	125
Escovar os dentes	37,04
Descarga	75
Lavagem da louça	18,12
Preparo de alimentos	60
Lavagem de roupas	105,26
Limpeza	500

Fonte: Autoria própria, 2021.

Entretanto, apesar de alguns valores distarem do convencional, o que em termos lógicos não faria sentido haver uma maior disposição de água em determinados discriminantes, na zona rural do que na zona urbana, tendo em vista a disponibilidade de água ser mais deficiente na zona rural, essa precariedade ainda ocorre, prova que tem-se para um morador da zona rural 70 litros de água por dia, ou seja, 36,36% de água a menos que o definido pela ONU. Apesar disso, o resultado apresentado pela zona rural (70 litros/dia.pessoa) corrobora com o valor mínimo, para se ter uma boa saúde, disposto pela OMS (50 litros/dia.pessoa).

O tratamento dos dados seguiu a ordenação e classificação. Posteriormente, alguns dados foram submetidos a calculadora (*Water Footprint Network*) a fim de determinar a

pegada hídrica. Para essa, foi necessário estimar alguns dados mais específicos e, por tratar-se de condições distintas, cada categoria (ONU e Sudene) foi calculada com dados diferentes. Para a ONU, foram adotados 3 banhos por dia com uma duração de 2 minutos, totalizando 21 banhos por semana, com o uso de chuveiro padrão. Foi considerado sem descarga dupla, escovação de dentes durante 3 vezes ao dia sem deixar a torneira aberta durante concomitante a lavagem de roupa durante 4 vezes na semana, lavação dos pratos durante 3 vezes ao dia deixando durante cada lavagem a água cair por um período de 5 minutos. Não foi considerada a máquina de lavar louças.

Comumente, as comunidades rurais possuem poucas pessoas, tendo predominância de idosos e jovens, que em sua maioria, passam grande parte do dia na zona urbana. Com isso, estimou-se para higiene pessoal 2 banhos por dia cada um com uma duração também de 2 minutos e com o uso do chuveiro padrão, totalizando 14 banhos por semana; a higiene bucal foi tida durante 2 vezes ao dia sem deixar a torneira ligada durante. Não há descarga dupla, a lavagem de roupa foi adotada por 2 dias na semana, a louça é lavada 3 vezes ao dia com 2 minutos de água corrente durante cada lavagem. Quanto à máquina de lavar louça, não foi considerada, uma vez que é inexistente nessas áreas.

Quadro 7 - Estimativa *per capita* das variantes para o cálculo da Pegada Hídrica.

Variantes	ONU	Sudene - Zona Rural
Banhos (por dia)	3	2
Duração de cada banho (por dia)	2	2
Banhos (por semana)	21	14
Tipo de chuveiro	Padrão	Padrão
Tipo de descarga	Sem descarga dupla	Sem descarga dupla
Lavatório do banheiro (por dia)	3	2
Torneira durante uso da pia do banheiro	Fechada	Fechada
Lavagem de roupas (por	4	2

semana)		
Lavagem da louça (por dia)	3	3
Tempo da água caindo durante cada lavagem da louça (minuto)	5	2
Uso máquina de lavar louça	Sem	Sem

Fonte: Autoria própria, 2021.

Como se sabe o acesso à água e a disponibilidade hídrica da população da zona urbana é maior do que o acesso e a disponibilidade hídrica da zona rural e, consequentemente, o consumo de água, bem como a PH, como apresentado no Quadro 8. No caso deste estudo, o consumo de água da população rural é menor do que o consumo sugerido pela ONU, já que, identificou-se que a média do consumo anual rural do município de Angicos chega apenas a 102.200 litros de água por ano por residência.

Assim, o consumo de água da zona rural corresponde a 63,69% do resultado daquele que é sugerido pela ONU, ou seja, 36,31% menor que o tido como o consumo necessário para atender as necessidades básicas de higiene e limpeza. De fato, as comunidades rurais, contornam a situação, pois aprenderam a dosar a quantidade de água devido à disposição de água restrita e a convivência com períodos de seca fruto da região.

É importante ressaltar que no estudo não se observou possíveis gastos com irrigação e/ou cultivos que demandem utilização de água uma vez que o plantio familiar depende das chuvas. Durante o estudo observou-se ainda que, o município não foi contemplado com o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2) no qual dispõe de tecnologias que guardam água para a produção de alimentos, de forma a garantir segurança hídrica e nutricional. Essa outra forma do uso da água confere uma demanda maior do recurso e, consequentemente, promove o aumento do consumo hídrico local.

O valor numérico da PH na zona rural foi de 156.000 litros por ano por pessoa e está apresentado no Quadro 8. Como já se era esperado o valor da PH ficou abaixo do valor médio sugerido pela ONU (217.000 litros por ano por pessoa), o que implica em um menor consumo de água, ainda mais quando analisado num panorama mundial, onde a situação hídrica encontra-se crítica. Esse resultado traz consigo a realidade da vida nas comunidades mais

carentes, onde tem-se a preocupação se a chuva será suficiente para suprir o período de seca, se haverá necessidade da contratação de um carro pipa e se haverá água no rio, quando existe. É notável a necessidade de motivação política para efetivar a disponibilidade hídrica nas áreas mais afastadas e pontuais no município, já que, isto melhora a qualidade de vida das famílias rurais, podendo diminuir o êxodo rural para a zona urbana.

Quadro 8 - Resultado da Pegada Hídrica *per capita* da ONU e Zona Rural.

	ONU (litros/ano)	Sudene - Zona Rural (litros/ano)
Pegada Hídrica	217.000	156.000

Fonte: Autoria própria, 2021.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização do consumo de água dos moradores de residências na zona rural revelou um padrão oscilatório, onde, a depender da categoria, configurou-se acima, igual ou abaixo do valor médio estimado pela ONU. Para tanto, do total os discriminantes, “tomar banho, lavagem de roupa e limpeza” apresentaram-se acima, “ingestão de água” igual, enquanto que “escovar os dentes, descarga, lavagem de louça, preparo de alimentos” apresentaram valores abaixo da média, revelando assim uma vulnerabilidade quanto ao abastecimento de água, tendo em vista que esse resultado se dá devido a um comportamento condizente com a realidade na qual vivem, onde há instabilidades quanto à disponibilidade do recurso hídrico.

A PH dos moradores foi de 156.000 litro por pessoa por ano, comprovando que devido a água disponível na zona rural ser mais dificultada, acaba que seu consumo é mais regrado, tornando-o inferior as demais áreas de forma a apresentar-se abaixo dos 217.000 mil por pessoa por ano estimados pela ONU, ou seja, representa um consumo de 28,11% menor. Entretanto, a PH apresentar-se pequena, em áreas com escassez de água, pode comprometer a sustentabilidade.

Quando se caracterizou as residências padrões da zona rural no município de Angicos/RN, notou-se que há uma distinção entre aquelas que são abastecidas pela adutora e as que não. É perceptível que ambas as moradias apresentam configuração simples, no entanto, aquela abastecida pela Adutora, configura-se como uma residência mais completa, no sentido de apresentar máquina de lavar, a canalização ser embutida e apresentarem água potável. É importante ressaltar que as comunidades que recebem água da Adutora possuem água de melhor qualidade, enquanto que as demais podem também possuir a caixa d'água que servirá, juntamente com a cisterna, como fonte de armazenamento, bem como para o fornecimento da água por meio da gravidade.

Ante o exposto, cabe às autoridades um olhar mais crítico para as zonas rurais a fim de criar medidas que garantam estabilidade quanto ao recurso hídrico. Tal estabilidade traz consigo uma melhoria na qualidade de vida dos moradores de tal forma que implica

diretamente no êxodo rural, ou seja, quando adota-se, por exemplo, uma regularização na disponibilidade de água por caminhão pipa, o homem da zona rural não sente necessidade de migrar para a zona urbana em busca de melhorias, tendo em vista que a água é um recurso que permite tirar o sustento de sua terra.

Para trabalhos futuros, tem-se como sugestão o cálculo da PH em cada comunidade para fins de comparação, bem como fornecer a PH da zona rural do município de Angicos, comparação entre as comunidades rurais de diferentes municípios e, o cálculo da PH levando em consideração a produção agrícola e pecuária da comunidade.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **Brasil exporta cerca de 112 trilhões de litros de água doce por ano**. 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/brasil-exporta-cerca-de-112-trilhaes-de-litros-de.2019-03-15.0186272020>. Acesso em: 02 mar. 2021.

ANA- Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos Brasil**. Brasília: ANA, 2017.

ANGICOS. **Produto K - Relatório Final**. 2019. Disponível em: <https://angicos.mn.gov.br/index.php/saneamento-basico/647-produto-k-relatorio-final>. Acesso em: 19 abr. 2021.

ASA - Articulação Semiárido Brasileiro. **Programa Um Milhão de Cisternas**. c2021. Disponível em: https://www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc#categoria_img. Acesso em: 20 mar. 2021.

BRASIL. 2020. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 29 mar. 2021.

BRASIL. 2017. Lei nº 13.568, de 21 de dezembro de 2017. Confere o título de Capital do Semiárido à Mossoró. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13568.htm. Acesso em: 29 mar. 2021.

BRITO, L. T. de L. **A água de chuva como potencial para aumentar a disponibilidade hídrica no semiárido brasileiro**. 2017. Disponível em: <http://www.ipa.br/novo/pdf/cadernos-do-semiarido/11---a-agua-de-chuva-como-potencial-para-aumentar-a-disponibilidade-hidrica-nosemiarido-brasileiro...pdf>. Acesso em: 11 abr. 2021.

Calculator Water Footprint Network. Disponível em: <https://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator/personal-calculator-extended/>. Acesso em: 13 abr. 2021.

CARVALHO, R. G., et al. Indicadores socioeconômicos e gestão ambiental nos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN. **Revista Sociedade e Natureza** (Online), v. 23, n.1. 2011.

CIRILO, J. A. C. **Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido**. Estudos Avançados, v.22, p.61-82, 2008.

CRUZ, P. H. COIMBRA, R. M., FREITAS, M. A. V. Vulnerabilidade climática e recursos hídricos no Nordeste. In.: O ESTADO DAS ÁGUAS NO BRASIL/ org. Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas " Brasília, DF: ANEEL, SIH; MMH, SRH; MME, 1999. 334p.

EBC - Empresa Brasil de Comunicação. **Água invisível**. Disponível em: <https://www.ebc.com.br/especiais-agua/agua-invisivel/>. Acesso em: 8 abr. 2021.

EMPARN. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S.A. vinculada à Secretaria de Estado da Agricultura, da Pecuária e da Pesca. 2011.

EXÉRCITO. **Operação carro-pipa**. c2014. Disponível em: <http://www.28bc.eb.mil.br/index.php/operacao-pipa>. Acesso em: 5 maio 2021.

FAAP - Fundação Armando Alvares Penteado. N. 47, 2012. Disponível em: http://www.normangall.com/bp47_pt_agua_china.pdf. Acesso em: 14 mar. 2021.

Fontes de energias renováveis representam 83% da matriz elétrica brasileira. Governo do Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2020/01/fontes-de-energia-renovaveis-representam-83-da-matriz-eletrica-brasileira>. Acesso em: 28 abr. 2021.

FUNDAJ - Fundação Joaquim Nabuco. Pegada hídrica. **Termo chave para garantir a nossa sobrevivência**. 2018. Disponível em: <https://www.fundaj.gov.br/index.php/ultimas-noticias/207-observafundaj/educacao-contextualizada/7336-pegada-hidrica-termo-chave-para-garantir-a-nossa-sobrevivencia>. Acesso em: 28 mar. 2021.

GHEYI, H. R. et al. **Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas**: estudos e aplicações. 1. Ed. Salvador, 2012. 282 p.

GRAEF, F.; HAIGIS, J. Spatial and temporal rainfall variability in the sahel and it's effects on for men management strategies. **Journal of Arid Environments**, v.48, p.221- 231, 2001.

HOEKSTRA, A. Y. 'Human appropriation of natural capital: a comparison of ecological footprint and water footprint analysis', 2008. **Ecological Economics**, 2009. Disponível em: <https://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra2008-Ecological-versusWaterFootprint.pdf>. Acesso em: 30. abr. 2021.

HOEKSTRA, A. Y. et al. The water footprint assessment manual. 1.ed. London: **Water Footprint Network**, 2011. 224p.

HOEKSTRA, A. Y. et al. **Manual de Avaliação da Pegada Hídrica** - Estabelecendo o Padrão Global. Earthscan, 2011. Disponível em: <http://www.ayhoekstra.nl/>. Acesso em: 17 de abr. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Cidades, **Angicos-RN**. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/pesquisa/14/10193?tipo=grafico&indicador=10347>. Acesso em: 19 abr. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Angicos-RN**. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/angicos/pesquisa/23/25207?indicador=25191&ano=2010&tipo=ranking>. Acesso em: 19 abr. 2021.

INSA. **Estiagem e seca no semiárido brasileiro**. Campina Grande, 2013.

JÚNIOR, J. dos S. **Pegada hídrica da comunidade indígena de Tramataia, Paraíba, Brasil**. 2015. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal da Paraíba, Rio Tinto, 2015.

MARACAJÁ, K. F. B. et al. **Pegada Hídrica como Indicador de Sustentabilidade Ambiental**. REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade, v. 2, nº 2, Edição Especial Rio +20, Jun., p.113-125, 2012.

MARACAJÁ, K. F. B. et al. Uma análise da pegada hídrica dos consumidores da Ilha de Sant'ana em Caicó/RN. **Polêm!ca**, v. 12, n.3 , julho/ agosto/ setembro de 2013. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/8017/5859>. Acesso em: 22 mar. 2021.

MOREIRA, J. F. **Direito ao acesso à água: conflitos socioambientais na Bacia Hidrográfica Piranhas-Açu**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Associação Plena em Rede) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, p.87. 2017.

Operação carro-pipa federal garante abastecimento a mais de dois milhões de pessoas. Governo do Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/assistencia-social/2019/12/operacao-carro-pipa-federal-garante-abastecimento-a-mais-de-2-milhoes-de-pessoas>. Acesso em: 12 abr. 2021.

PALMIER, L. **Uso de técnicas de captação de água da chuva: causas de insucessos e tendências futuras**. 4º Simpósio brasileiro de captação e manejo de água da chuva, Juazeiro, 2003. Disponível em: http://www.abcmac.org.br/files/simpósio/4simp_luizpalmier_usodetecnicasdecaptacaoedaqua.pdf . Acesso em: 06 de maio de 2021.

Perfil do Seu Município – Angicos. Natal/RN: IDEMA, 2008.

PLIRHINE – SUDENE. Plano de aproveitamento integrado dos recursos hídricos do Nordeste do Brasil. 15 v., 1980.

Projeções do Agronegócio: Brasil 2013/2014 a 2023/2024: projeções de longo prazo. Brasília, 2014c.

SARGAONKAR, A.; KAMBLE, S.; RAO, R. (2013). Model study for rehabilitation planning of water supply network. **Computers, Environment and Urban Systems**, v.39, p. 172-181.

SEIXAS, V.S.C. **Análise da Pegada Hídrica de um Conjunto de Produtos Agrícolas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente, perfil de Gestão e Sistemas Ambientais) – Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa, Portugal 2011. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/6576/1/Seixas_2011.pdf . Acesso em: 24 de abr. de 2021.

SILVA, V. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO, P. V.; SOUSA, R. A. S.; SOUSA, I. F. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 2, p. 131-138, 2011.

SILVA, Y. F. et al. Pegada hídrica dos acadêmicos do curso de ciências contábeis da UNEMAT de Tangará da Serra MT. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p.947-962, jul/set 2020. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/9850/5416. Acesso em: 25 maio 2021.

SILVA, V. de P. R. da. et al. Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.1, p.100 - 105, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n1/v17n01a14.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2021.

SILVA, B. L. da.; TROLEIS, A. L. A estrutura hídrica do território do Rio Grande do Norte: uma análise sistêmica. **Sociedade e Território**, Natal, Vol. 31, n. 2, p. 73–96, jul./dez. de 2019. Disponível em: <https://www.periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/16517/12406>. Acesso em: 14 abr. 2021.

SOUZA, A. C. M. et al. Gestão de recursos hídricos: o caso da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (RN). **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p.280 - 296, 2012. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/453/250>. Acesso em: 14 abr. 2021.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. São Paulo, Escola Politécnica da USP. 3ª Edição, 2006.

UN - União Nacional. 2006. Disponível em: <https://www.unwater.org/>. Acesso em: 4 abr. 2021.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Água e mudança climática**. 2020. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372882_por. Acesso em: 2 mar. 2021.