



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

**AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA HÍDRICA: ESTUDO DE CASO, CURRAIS
NOVOS.**

Eloisa Ionara Silva Rocha

NATAL
2022

Eloisa Ionara Silva Rocha

**AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA HÍDRICA: ESTUDO DE CASO, CURRAIS
NOVOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Monografia, submetido ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dra. Joana Darc Freire de Medeiros

NATAL
2022

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Rocha, Eloisa Ionara Silva.

Avaliação da segurança hídrica: estudo de caso, Currais Novos / Eloisa Ionara Silva Rocha. - 2022.
34f.: il.

Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Engenharia Ambiental, Natal, 2022.

Orientadora: Dra. Joana Darc Freire de Medeiros.

1. Índice de segurança hídrica - Monografia. 2. Semiárido - Monografia. 3. Políticas públicas - Monografia. I. Medeiros, Joana Darc Freire de. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 628

Elaborado por Raimundo Muniz de Oliveira - CRB-15/429

ELOISA IONARA SILVA ROCHA

**AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA HÍDRICA: ESTUDO DE CASO, CURRAIS
NOVOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Rio Grande do Norte como
parte dos requisitos para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Ambiental.

Aprovada em: 14/02/2022

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Joana Darc Freira de Medeiros – Orientadora
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Profa. Dra. Adelena Gonçalves Maia – Membro interno
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Msc. Carmem Júlia Sant'Anna de Oliveira – Membro
externo - Universidade Federal do Ceará (UFC)

Natal
2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado forças nos momentos mais difíceis e principalmente por ter guiado os meus passos até aqui.

Agradeço aos meus pais Gilberto e Edilma por todos os esforços, incentivos e dedicação por eles realizados para que este momento chegasse; As minhas irmãs Mayara e Samara por todo apoio, amparo e conselhos nos momentos mais complicados.

Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, por todos os conhecimentos adquiridos desde a base no curso de Ciências e Tecnologia-C&T, até a engenharia. Estendo aqui meus agradecimentos a todos os professores que fizeram parte da minha formação.

Agradeço à minha orientadora Dra. Joana Darc Freire de Medeiros, por toda orientação, paciência, ensinamentos e leveza durante todo este período. Meu muitíssimo obrigada. Estendo aqui meus agradecimentos aos membros da banca.

Agradeço a todos os meus amigos que me apoiaram e me auxiliaram a chegar até aqui, em especial aos conquistados em C&T que passaram ao meu lado pelos momentos mais difíceis e desafiadores da formação.

E por fim, a todos que de alguma forma contribuíram para a minha formação acadêmica, meu muito obrigada!

AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA HÍDRICA: ESTUDO DE CASO, CURRAIS NOVOS.

RESUMO

A segurança hídrica tornou-se um tema de extrema importância na sociedade, pois ela determina as condições em que uma localidade encontra-se em relação à disponibilidade (quantidade e qualidade) de água para o abastecimento da sua população e das atividades que precisam de aporte hídrico. A região nordeste é uma região que apresenta elevada vulnerabilidade, sendo severamente castigada pelas secas extremas. Neste sentido, desenvolver medidas que torne a região semiárida uma região com estabilidade e baixa vulnerabilidade hídrica é um desafio que vem sendo enfrentado através de obras e políticas públicas que garantam o acesso à água a todos. Para auxiliar na definição de políticas pública, são utilizados índices que determinam a situação da segurança hídrica em relação a vários aspectos. No âmbito do Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) foi desenvolvido o Índice de Segurança Hídrica (ISH), formado a partir de quatro dimensões: humana, ecossistêmica, econômica e resiliência. Este índice procura retratar as diferentes dimensões da segurança hídrica, incorporando o conceito de risco aos usos da água. Neste sentido, o presente trabalho utilizou o índice de segurança hídrica (ISH) a nível municipal, em Currais Novos, no estado do Rio Grande do Norte, para a avaliação da segurança hídrica do município. Constatando que as dimensões apresentaram de baixo a mínimo grau de segurança, classificando assim o município com o grau de segurança hídrica de nível mínimo.

Palavras chaves: Índice de segurança hídrica; semiárido; políticas públicas.

WATER SECURITY ASSESSMENT: CASE STUDY, CURRAIS NOVOS

ABSTRACT

Water security has become an extremely important issue in society, as it determines the conditions in which a locality finds itself in relation to the availability (quantity and quality) of water for the supply of its population and the activities that require a contribution. water. The northeast region is a region with high vulnerability, being severely punished by extreme droughts. In this sense, developing measures that make the semiarid region a region with stability and low water vulnerability is a challenge that has been faced through public works and policies that guarantee access to water for all. To assist in the definition of public policies, indexes are used that determine the situation of water security in relation to various aspects. Within the scope of the National Water Security Plan (PNSH), the Water Security Index (ISH) was developed, based on four dimensions: human, ecosystem, economic and resilience. This index seeks to portray the different dimensions of water security, incorporating the concept of risk to water uses. In this sense, the present work used the water security index (ISH) at the municipal level, in Currais Novos, in the state of Rio Grande do Norte, to assess the water security of the municipality. Noting that the dimensions presented from low to minimum degree of security, thus classifying the municipality with the degree of water security of minimum level.

Keywords: Keywords: Water security index ;semi-arid; public policy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.Localização do Município de Currais Novos/RN.	14
Figura 2.As quatro dimensões utilizadas no ISH.....	18
Figura 3.Intervalos do Índice de segurança hídrica.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.Tipos de retiradas no reservatório Dourado.	17
Tabela 2.Tipos de retiradas no reservatório Marechal Dutra.	17
Tabela 3.Vazões regularizadas e garantias dos reservatórios Dourado e Marechal Dutra em m ³ /s.	17
Tabela 4. Grau de segurança municipal em função da população urbana em risco.....	21
Tabela 5.Grau de segurança municipal em função da cobertura da rede de abastecimento.	21
Tabela 6.Grau de segurança em relação ao percentual de vazão remanescente.....	23
Tabela 7.Classificação de segurança em relação à qualidade da água.....	24
Tabela 8.Classificação de segurança em função do volume potencial de reservação.....	25
Tabela 9.Grau de segurança em função da variabilidade pluviométrica.	26
Tabela 10. Intervalos do Índice de segurança hídrica.	29

SUMÁRIO

1.0	INTRODUÇÃO	10
2.0	METODOLOGIA	14
2.1	Área de estudo.....	14
2.2	Sistema de abastecimento de água potável do município	15
2.3	Índice de segurança hídrica	18
2.3.1	Dimensão Humana	20
2.3.2	Dimensão Econômica	22
2.3.3	Dimensão Ecosistêmica	23
2.3.4	Dimensão de Resiliência.....	24
3.0	RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
3.1	Dimensão Humana.....	27
3.2	Dimensão Econômica	27
3.3	Dimensão ecossistêmica.....	28
3.4	Dimensão resiliência	29
3.5	Índice de segurança Hídrica do Município	29
4.0	CONCLUSÃO	33
5.0	REFERÊNCIAS.....	34

1.0 INTRODUÇÃO

A disponibilidade da água em quantidade e qualidade suficiente para o desempenho das atividades que dependem da mesma tornou-se um item prioritário nas discussões ambientais e sociais por todo o globo. Ganhando uma ênfase especial em 2010 quando a Organização das Nações Unidas (ONU) reconheceu o acesso à água potável como um direito humano, alertando desta forma a necessidade de se obter segurança hídrica na estruturação da sociedade (BRITO, 2018).

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2020) segurança hídrica se refere à disponibilidade de água de qualidade e em quantidade suficiente para satisfazer as necessidades humanas, atividades econômicas e conservação de ecossistemas aquáticos. A Associação Mundial para a Água (Global Water Partnership-GWP, 2000) traz o conceito de segurança hídrica sendo definido como, o acesso à água limpa em quantidade suficiente num custo acessível para cada indivíduo e garantindo que o meio ambiente esteja protegido. Johson e Melo (2017) defendem que a segurança hídrica está relacionada não apenas como quantidade e qualidade de água disponível, mas como uma melhor qualidade de vida, pois a mesma é a teia que une alimento, energia, clima, crescimento econômico e segurança humana, sendo, portanto, um dos desafios que o mundo encara.

A segurança hídrica está relacionada à gestão de riscos a que a população e o meio ambiente estão sujeitos, como as extremas secas e cheias ocasionadas tanto por condições naturais, quanto por falhas ou gestão ineficaz (ANA, 2019). Assim sendo a segurança hídrica está ainda intrinsecamente ligada a ações voltadas a melhoria da gestão dos recursos hídricos (MACHADO, 2018).

No relatório sobre as desigualdades no acesso a água, saneamento e higiene realizado pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) com parceria da Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2019, revelou que mais da metade do mundo não tem acesso a serviços de saneamento seguro, apontando que 1 em cada 3 pessoas no planeta não tem acesso a água potável. E no Brasil 20 a 25 milhões de pessoas vivem sem segurança hídrica

(MAPBIOMAS, 2019). O que mostra o quão grande e alarmante é o problema da água no mundo e no Brasil. Destacando a região nordeste onde está localizado o município do estudo, de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) em 2018, cerca de 25,8% da população não tinha acesso à água tratada. Sendo que a média do índice de atendimento total de água no Nordeste, 73,48% da população, é inferior à média nacional de 83,34% da população, fazendo desse modo com que o Nordeste seja a região com maior escassez de recursos hídricos disponíveis (SNIS,2018). Impulsionado pela seca prolongada que atingiu toda a região nos últimos anos, incluindo o município de Currais Novos, o qual foi severamente castigado pela baixa pluviosidade e o rebaixamento dos seus reservatórios de abastecimento (DANTAS, 2018).

Segundo Ceccherini (2021), apesar da escassez de água potável para consumo ser enfrentada há muito tempo em algumas regiões do País, onde a distribuição da água não chegou de forma totalitária, como no semiárido nordestino, nos últimos anos, alterações no regime de chuva levaram as regiões mais populosas do Brasil, sobretudo a região Sudeste, a também conviver com o drama da seca. Além do Sudeste, grandes capitais vivem hoje a incerteza da segurança hídrica. Se no Sertão o maior problema relatado é a seca extrema, causada por eventos críticos, nos grandes centros urbanos além desses eventos climáticos extremos que vem ocorrendo já em resultados das mudanças climáticas no planeta, outro contratempo são os efeitos negativos do desmatamento, da ocupação desordenada das cidades, da poluição dos rios e da falta de planejamento hídrico no país.

Indicadores ambientais têm sido extensivamente utilizados para diagnosticar o estado dos recursos hídricos e, posteriormente, para propor diretrizes de gestão ambiental (Chang, 2008; Tanaka et al., 2016). Desta forma a utilização de índices para avaliar e classificar a segurança hídrica tem sido defendido por diversos autores. Frota, Silva e Porto (2020) abordaram esta temática utilizando o índice de acessibilidade de água, que trata da segurança hídrica ligada à segurança financeira, relacionando conta da água com a renda da população. Este índice é muito utilizado para comparar à acessibilidade a

água entre os países. No estudo, os autores chegaram a conclusão que com o índice de acessibilidade é possível analisar quantitativamente esse acesso.

Machado (2018) aborda em seu estudo a seleção, validação e aplicação de indicadores de segurança hídrica, a fim de propor uma melhoria na capacidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos superficiais de uma determinada bacia hidrográfica. Em seu estudo o autor validou a utilização de indicadores para o estabelecimento de diretrizes de gestão ambiental sistematizadas, como o Índice de estado trófico, Indicador de segurança hídrica, Índice de Qualidade da Água, etc. Todos com o objetivo de melhorar a segurança hídrica da região do seu estudo.

Um indicador muito utilizado é o indicador de estresse social da água, (Ohlsson, 2000) o qual busca contabilizar a “capacidade de adaptação” de uma sociedade, ou seja, a capacidade que essa sociedade tem de se adaptar ao stress hídrico através de meios econômicos e tecnológicos.

Outro método que sistematiza e avalia o processo de garantia de segurança hídrica é o método analítico desenvolvido por Melo (2019), o qual utiliza os estressores hídricos associados aos riscos e impactos na gestão hídrica. No seu estudo, Melo utilizou o índice proposto a fim de avaliar a segurança hídrica para abastecimento urbano de uma cidade do estado de Minas Gerais e obteve resultados bastante satisfatórios para uma avaliação completa e assertiva.

O Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), desenvolvido pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) em parceria com a ANA (ANA, 2019), procurou definir as principais formas de intervenção na infraestrutura hídrica do País, a fim de traçar estratégias necessárias para a gestão dos riscos associados a eventos críticos, como cheias e secas. No âmbito do Plano foi proposto o Índice de Segurança Hídrica – ISH, para caracterizar as diferentes dimensões da segurança hídrica dentro do território brasileiro. Segundo a ANA (2019) “O Índice de Segurança Hídrica foi concebido para retratar, com simplicidade e clareza, as diferentes dimensões da segurança hídrica, incorporando o conceito de risco aos usos da água”, tendo sido estruturado em quatro dimensões, sendo elas: humana, ecossistêmica,

econômica e resiliência. O ISH procura representar graficamente as condições de segurança ou de insegurança hídrica no território nacional, expondo a diversidade climática, de ecossistemas e de uso e ocupação da terra, conduzindo e criando o elo entre as políticas públicas de infraestrutura hídrica e de gestão dos recursos hídricos (ANA; MDR, 2019).

O ISH tem se mostrado bastante eficiente no mapeamento da segurança hídrica de todo o Brasil. Rosa (2019) traz em seu estudo a demonstração da utilização do ISH na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, utilizando-o para definição dos principais estressores e determinando a dimensão do ISH com mais risco quanto a segurança hídrica a nível geral da bacia. Já Rodriguez e Rodriguez (2021) utilizou o ISH disponibilizado pela ANA, para analisar a situação hídrica aliada à municipalidade constatando que os planos desenvolvidos pelo PNSH são em sua grande parte realizados sem levar em consideração as pequenas bacias que são compartilhadas por pequenos municípios.

No presente trabalho o ISH será utilizado de forma local e adaptado para o desenvolvimento da avaliação hídrica a nível municipal. Desta forma a utilização do ISH busca representar com clareza a situação hídrica e o nível de segurança no município de Currais Novos, que enfrenta atualmente um longo e severo período de seca, com o objetivo de melhorar a capacidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos do município, a fim de minimizar os efeitos desses períodos críticos.

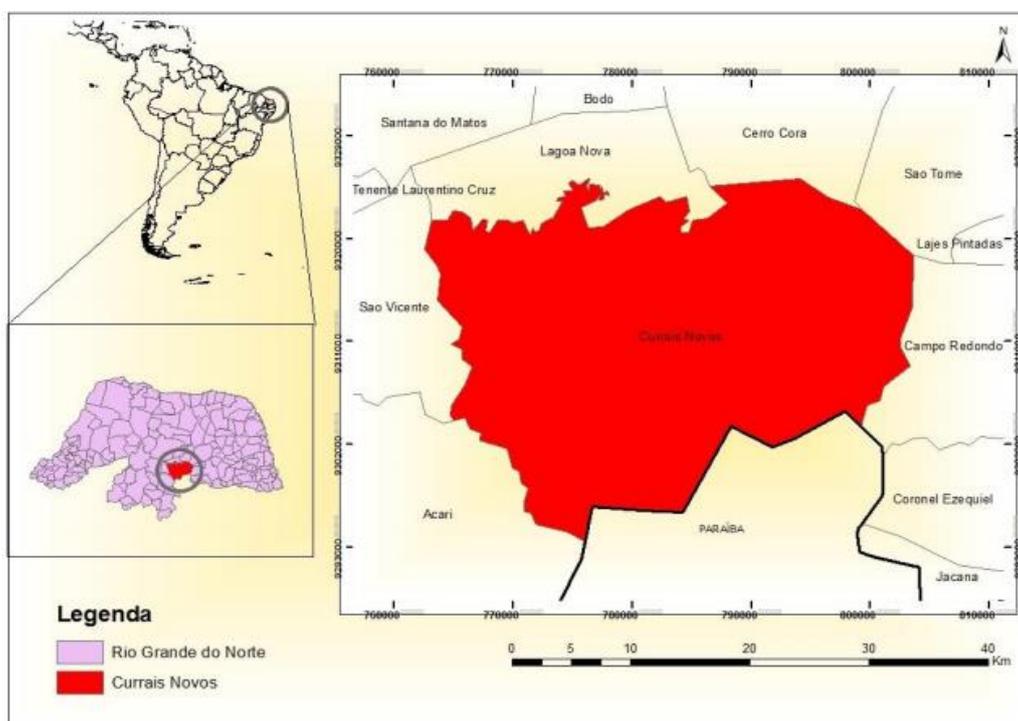
2.0 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

O estudo será realizado no município de Currais Novos, localizado na Mesorregião Central Potiguar mais especificamente na microrregião Seridó Oriental do estado do Rio Grande do Norte. Limitando-se com os municípios de Lagoa Nova, Cerro Corá, Acari, Campo Redondo, São Vicente e São Tomé e com o Estado da Paraíba (Figura 1), abrangendo uma área de 864,349 km² (IBGE, 2021).

De acordo com a estimativa realizada pelo IBGE o município contava, em 2021, com uma população de 45.022 habitantes. Dos quais 73,69% são atendidos com o abastecimento de água (IBGE, 2021).

Figura 1. Localização do Município de Currais Novos/RN.



Fonte: MEDEIROS, 2019.

A dinâmica de abastecimento do município utiliza-se de reservatórios, poços e adutoras (Dantas, 2018). Os dois principais mananciais de abastecimento da cidade são o açude Dourado com capacidade de armazenamento de 10 hm³, localizado no mesmo município e o reservatório

Marechal Dutra - conhecido como Gargalheiras - com capacidade de armazenamento de 40 hm³, localizado no município vizinho de Acari (Departamento Nacional de Obras Contra a Secas-DNOCS, 2021). No município predomina o clima árido a semiárido, com temperatura média anual de 27,5°C, o período chuvoso ocorre em poucos meses do ano, com uma precipitação média anual de 443,1 mm/ano (COSTA NETO; DINIZ, 201-). A cidade possui características como: a alta radiação solar, baixa nebulosidade, altas temperaturas anuais e baixas taxas de umidade relativa (REIS, 1976 Apud LEAL; SILVA, 2003). Nos últimos anos, um regime de seca se estabeleceu na região e a condição de um quadro muito seco foi instalado (EMPARN, 2017).

O solo presente na região classifica-se como os solos Litólicos Eutróficos que possui uma fertilidade natural alta, textura argilo/arenosa, argilosa ou arenosa e um relevo mais plano (CPRM, 2005). Na maioria dos casos é utilizado para a pecuária extensiva, criação de suínos e galináceos.

De acordo com Medeiros (2019) o município está geologicamente inserido no Domínio Rio Piranhas Seridó no segmento nordeste da Província da Borborema, sendo caracterizado por possuir terrenos antigos formados pelas rochas pré-cambrianas, onde encontram-se as serras e os picos mais altos.

A vegetação é típica do bioma da caatinga, este que apresenta caráter mais seco. Os tipos mais comuns são as cactáceas e árvores de baixo porte (Associação Caatinga, 2021). No município de Currais Novos temos a caatinga representada em duas das suas classificações, sendo elas a caatinga hiperxerófila e a caatinga sub desértica do Seridó (CPRM, 2005).

2.2 Sistema de abastecimento de água potável do município

De acordo com Dantas (2018), o abastecimento da zona urbana do município de Currais Novos ocorre por dois sistemas produtores, quando em situações normais de disponibilidade em ambos. Sendo esse abastecimento proveniente do Sistema Produtor Dourado, que capta água do manancial superficial Açude Dourado, bem como do Sistema Produtor Integrado Acari -

Currais Novos, o qual realiza captação no Açude Marechal Dutra (Gargalheiras).

O sistema de abastecimento possui duas estações de tratamentos (ETA), a estação de tratamento de água do Sistema Produtor Integrado Acari - Currais Novos (trata a água proveniente do Marechal Dutra), situada no município de Acari, inaugurada em 1969. E a Estação de Tratamento de Água do Sistema Dourado (trata a água proveniente do açude dourado), inaugurada em 1994.

A rede de abastecimento para distribuição pela zona urbana do município possui uma extensão de 78,72 km (SNIS, 2014). Os dois reservatórios que abastecem a cidade de Currais Novos estão inseridos na bacia dos rios Piancó-Piranhas-Açu, e compõe, de acordo com a ANA (2018), a Unidade de Planejamento Hidrológico (UPH) Seridó, esta que foi considerada a mais crítica da bacia, apresentando déficit em quase todos os seus reservatórios (ANA, 2018). Os reservatórios Dourado e Gargalheiras atuam com intensidade de uso classificada como alta e em estado de estresse hídrico, sendo reservatórios que operam isolados, sem perenizações do trecho a jusante (ANA, 2017).

Em toda a região semiárida do Nordeste ocorrem períodos de longa estiagem devido à seca. No último período de seca extrema, seis anos ininterrupta de intensa escassez hídrica entre os anos de 2012 e 2017, os mananciais responsáveis pelo abastecimento de Currais Novos (Gargalheiras e Dourado) entraram em colapso e a população do município ficou sem suprimento de água. Como solução emergencial em 2017 foi finalizada a construção de uma Adutora Emergencial de Engate Rápido que capta água da barragem Armando Ribeiro Gonçalves (DANTAS, 2018) até o reservatório elevado da cidade.

As demandas hídricas de retirada dos reservatórios são de abastecimento humano, pecuária, irrigação e industrial. Os valores demandados para cada tipo de uso dos reservatórios, obtidas do Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu (ANA, 2016) estão nas Tabelas 1 e Tabela 2. As demandas prioritárias (abastecimento humana e pecuária animal)

no Dourado somam 0,031m³/s, sendo a demanda total de 0,31 m³/s. Já no Marechal Dutra as demandas prioritárias somam 0,158 m³/s, sendo a demanda total de 0,80 m³/s.

As vazões regularizadas e de garantias de cada um dos reservatórios são apresentadas abaixo na tabela 3 e serão posteriormente utilizadas em alguns dos cálculos dos indicadores do ISH.

Tabela 1. Tipos de retiradas no reservatório Dourado.

Uso	Vazão (m ³ /s)	Demanda (%)
Abastecimento urbano	0,012	3,89%
Pecuária	0,019	6,16%
Irrigação	0,242	78,57%
Industrial	0,035	11,36%
Aquicultura	0,0	0%

Fonte: ANA, 2016. Adaptado pelo autor

Tabela 2. Tipos de retiradas no reservatório Marechal Dutra.

Uso	Vazão (m ³ /s)	Demanda (%)
Abastecimento urbano	0,125	15,62%
Pecuária	0,013	1,62%
Irrigação	0,649	81,12%
Industrial	0,012	1,5%
Aquicultura	0,0	0%

Fonte: ANA, 2016. Adaptado pelo autor

Tabela 3. Vazões regularizadas e garantias dos reservatórios Dourado e Marechal Dutra em m³/s.

Reservatório	Q99%	Q95%	Q90%
Dourado	0,0	0,01	0,02
Marechal	0,0	0,02	0,08

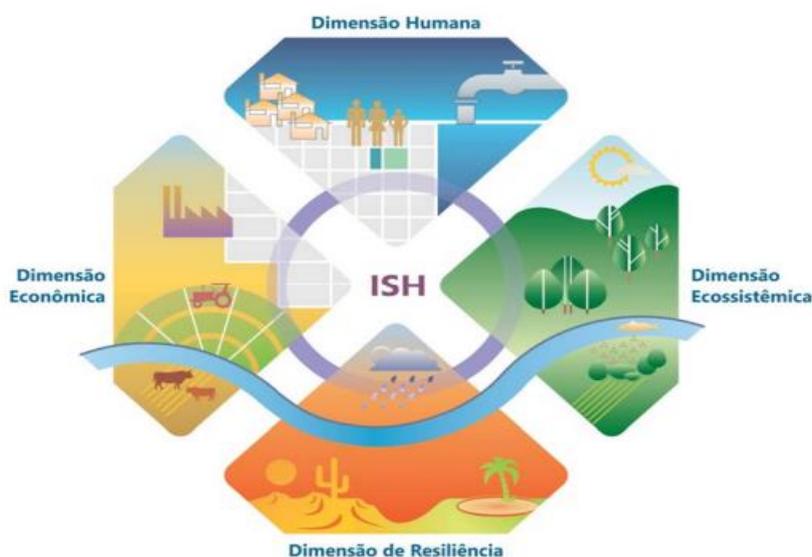
Fonte: ANA, 2016.

2.3 Índice de segurança hídrica

O índice de segurança hídrica (ISH) foi desenvolvido pela Agência Nacional da Água (ANA) no Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), com o objetivo de retratar com simplicidade e clareza as diferentes dimensões da segurança hídrica, incluindo o conceito de risco aos usos da água (ANA, 2021). O ISH é composto por indicadores que representam quatro dimensões (Figura 2): Humana, Econômica, Ecosistêmica e de Resiliência, consideradas em igualdade de condições (ANA, 2020).

Das quatro dimensões que compõem o ISH, a dimensão Humana e a Econômica são responsáveis por quantificar os déficits de atendimento das demandas efetivas, como o abastecimento humano e o setor produtivo. Já a dimensão Ecosistêmica e Resiliência são responsáveis pela identificação das áreas críticas e vulneráveis (ANA, 2020). Toda a metodologia utilizada foi retirada do manual metodológico do ISH (MANUAL METODOLÓGICO, 2021).

Figura 2. As quatro dimensões utilizadas no ISH.



Fonte: ANA, 2021

Cada uma dessas dimensões possui indicadores, que são capazes de quantificar os aspectos a ela pertinentes, e pesos são utilizados para o cálculo final da média ponderada (ANA, 2020).

INDICADORES DO ISH	
Dimensão	Indicador
HUMANA	<ul style="list-style-type: none"> • Garantia de água para abastecimento • Cobertura da rede de abastecimento urbano
ECONÔMICA	<ul style="list-style-type: none"> • Garantia de água para irrigação e pecuária • Garantia de água para atividade industrial
ECOSSISTÊMICA	<ul style="list-style-type: none"> • Quantidade adequada de água para usos naturais • Qualidade adequada de água para usos naturais • Segurança de barragens de rejeito de mineração
RESILIÊNCIA	<ul style="list-style-type: none"> • Reservação artificial • Reservação natural • Potencial de armazenamento subterrâneo • Variabilidade pluviométrica

Todos os valores encontrados nos indicadores e posteriormente nas dimensões devem ser analisados de acordo com a Figura 3, e assim determinado o grau no qual classificam-se.

Figura 3. Intervalos do Índice de segurança hídrica.

Símbolo	Intervalo	Grau
	1,00 - 1,5	Mínimo - 1
	1,51 - 2,5	Baixo - 2
	2,51 - 3,5	Médio - 3
	3,51 - 4,5	Alto - 4
	4,51 - 5,0	Máximo - 5

Fonte: PNSH, 2021.

Para a avaliação do município este estudo sofrerá algumas adaptações em relação aos cálculos dos indicadores. Onde primordialmente os dados utilizados serão dos dois reservatórios que abastecem o município. E todas as

equações aqui utilizadas e adaptadas foram retiradas do manual metodológico do ISH (ANA, 2020).

2.3.1 Dimensão Humana

A dimensão humana é o indicador responsável por avaliar a garantia da oferta de água para o abastecimento dos municípios. Identificando as áreas com maior criticidade.

Para esta avaliação são utilizados dois indicadores, sendo eles:

- **Garantia de água para Abastecimento da população urbana:** obtido com base na disponibilidade de água superficial e subterrânea para atender as demandas da população.

Partindo do cálculo do balanço hídrico superficial dos mananciais, obtém-se a relação de disponibilidade e demanda (Disp/Dem). Foi considerada como disponibilidade hídrica a vazão regularizada com 90% de garantia. A partir da relação disponibilidade/demanda foi calculado o fator de risco, utilizando as fórmulas de quando há déficit, ou seja, quando a relação de disponibilidade e demanda é menor que um. Para o cálculo do fator de risco total foi somado o valor do risco pós-déficit e o fator de risco iminente (Equação 1) para cada reservatório e a média entre eles, resultou no Fator do município. Este risco iminente representa o valor em risco que pode ocorrer no limiar do déficit, já o risco pós-déficit corresponde ao valor em risco quando uma parcela da demanda não está sendo suprida. Estes fatores foram calculados a partir das equações 2 e 3 (ANA, 2020):

$$FR_{total} = (Fator\ de\ risco\ pós_defict + Fator\ de\ risco\ iminente) \quad (1)$$

$$Fator\ de\ Risco\ Pós_{Defict} = 1 - \frac{disp}{dem} \quad (2)$$

$$Fator\ de\ Risco\ Iminente = \frac{1}{3} * \frac{disp}{dem} \quad (3)$$

A parcela da população em risco de abastecimento da cidade foi obtida pela multiplicação deste fator de risco total pela população urbana do município. Para o cálculo da população urbana foi utilizado a população do último senso do IBGE em 2010.

O valor total de população urbana em risco do município e seu respectivo valor percentual foram associados a um grau de segurança em função da matriz de classificação apresentada na metodologia do ISH (Tabela 4) (PNSH, 2021).

Tabela 4. Grau de segurança municipal em função da população urbana em risco.

<i>População Urbana em Risco (absoluta)</i>	<i>População Urbana em Risco (%)</i>				
	<i>0 - 20%</i>	<i>20 - 40%</i>	<i>40 - 60%</i>	<i>60 - 80%</i>	<i>80 - 100%</i>
< 2.000	5	5	4	4	3
2.000 - 5.000	5	4	3	3	2
5.000 - 10.000	4	3	3	2	2
10.000 - 50.000	4	3	2	2	1
> 50.000;	3	2	2	1	1

Fonte: PNSH, 2021

- **Cobertura da rede de abastecimento urbano:** Esta variável foi utilizada para capturar o grau de acesso à água pela população (PNSH, 2021). Os percentuais de cobertura de rede de abastecimento público urbano foram obtidos a partir do SNIS (2017). E de acordo com a Tabela 5 foi associado ao grau de segurança.

Tabela 5. Grau de segurança municipal em função da cobertura da rede de abastecimento.

<i>Grau de Segurança Adotada</i>	<i>Cobertura de Rede de Abastecimento (%)</i>	
	<i>Limite Inferior</i>	<i>Limite Superior (<=)</i>
1	0	80%
2	80%	90%
3	90%	95%
4	95%	98%
5	98%	100%

Fonte: PNSH, 2021

De posse dos dois indicadores, foi obtido o subíndice para a dimensão humana do município pela equação 4:

$$\frac{\text{Garantia de água para abastecimento} * 0,70 + \text{Cobertura da Rede de Abastecimento Urbano} * 0,30}{0,70 + 0,30}$$

2.3.2 Dimensão Econômica

A dimensão econômica é composta por dois indicadores que buscam valorar os riscos dos setores econômicos que fazem uso de recursos hídricos no território nacional. Estes indicadores são:

- **Garantia de Água para Agricultura e Pecuária:** Este indicador busca representar o valor econômico em risco associado à produção primária, focado na agricultura irrigada e na pecuária, dado que a necessidade de extração de água superficial para garantia de produção é mais bem definida e representativa nessas duas atividades do setor primário (ANA, 2019).

Para obtenção do índice de segurança hídrica de cada indicador foram obtidos diretamente os valores encontrados nos metadados do índice de segurança hídrica nacional para o município de Currais Novos (SNIRH, 2020), visto que os dados em sua forma individual não estão em sua totalidade disponíveis.

Para o resultado final do indicador Garantia de água para agricultura e pecuária, foi realizada a média entre os índices, considerando um peso de 70% para a agricultura e 30% para a pecuária.

- **Garantia de água para uso industrial**

O indicador de segurança hídrica na Indústria busca valorar o risco de não atendimento às demandas industriais por água, baseando-se no Valor Agregado Bruto - VAB Industrial calculado na pesquisa do Produto Interno Bruto dos Municípios - PIBMunic, (IBGE,2016). E para este indicador também foi utilizado os dados disponíveis nos metadados (SNIRH, 2020).

Para o cálculo final da dimensão econômica, foi adotado o valor mínimo dentre os graus dos indicadores Garantia de Água para Agricultura e Pecuária e Garantia de Água para uso Industrial.

2.3.3 Dimensão Ecológica

A dimensão ecológica é determinada por três indicadores, são eles: Quantidade de água adequada para usos naturais, Qualidade de água adequada para usos naturais e Segurança das barragens de rejeitos de mineração. No entanto, como no município em estudo não existem barragem de rejeitos, este último indicador não foi utilizado.

- Quantidade de água adequada para usos naturais

Foi elaborado como forma de contemplar a quantidade mínima de vazão necessária para usos naturais associados a um determinado trecho de rio, nas condições de ocorrência de vazões baixas. No caso deste estudo, ocorreram adaptações para o cálculo ser realizado através dos dados dos reservatórios.

Foram utilizados a relação da demanda e disponibilidade para o cálculo do comprometimento hídrico, e a partir deste resultado é possível avaliar o percentual de vazão remanescente, através da equação 5:

$$\%VazãoRemanescente = 100\% - \frac{demanda}{disponibilidade} * 100\% \quad (5)$$

A partir dos valores resultantes e da Tabela 6 foi obtido o grau de segurança em relação ao percentual de vazão remanescente para cada reservatório. E para o resultado final do indicador foi realizado uma média simples entre os valores das razões dos dois reservatórios estudados.

Tabela 6. Grau de segurança em relação ao percentual de vazão remanescente.

Grau de Segurança Adotada	Vazão Remanescente (razão de Q95%)
1	0 - 5%
2	5 - 10%
3	10 - 30%
4	30 - 50%
5	≥ 50%

Fonte: PNSH, 2021.

- Qualidade de água adequada para usos naturais

Para determinar este indicador foi utilizada a concentração da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) dos reservatórios, retirados do Programa Água

Azul, para a campanha de março a maio de 2016, realizado pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN (IDEMA) em parceria com outros órgãos estaduais e federais. Estes são os últimos dados divulgados pelo programa (IDEMA, 2016).

Para a obtenção do grau de segurança para este indicador foi realizado uma média simples entre os graus de segurança encontrados em ambos os reservatórios e o resultado comparado aos valores da Tabela 7, e adotado o grau de segurança representante.

Tabela 7. Classificação de segurança em relação à qualidade da água.

<i>Grau de Segurança Adotada</i>	<i>Concentração de DBO_{5,20} no trecho (mg/L)</i>
1	≥ 20
2	10 - 20
3	5 - 10
4	3 - 5
5	< 3

Fonte: PNSH, 2021

O valor do subíndice da dimensão ecossistêmica foi obtido pela média aritmética dos dois indicadores utilizados.

2.3.4 Dimensão de Resiliência

A dimensão de resiliência está relacionada a ocorrências de eventos críticos de secas. Através de indicadores naturais, considera-se que quanto menos suscetível é determinado local, maior é sua segurança hídrica. Para o cálculo da dimensão resiliência são determinados a utilização de quatro indicadores, que são eles: Reservação Natural, Potencial de Armazenamento Subterrâneo, Variabilidade da Chuva e Reservação Artificial. No entanto, como se trata de uma região com substrato cristalino, os indicadores de Reservação Natural e Potencial de Armazenamento Subterrâneo não foram utilizados.

.- Reservação artificial

A componente de reservação artificial busca retratar a segurança hídrica pela oferta potencial de água fornecida. No caso do estudo vigente, os reservatórios que alimentam a rede de abastecimento do município. Pelo fato da cidade está localizada na região do semiárido brasileiro, a metodologia do

ISH indica a utilização da capacidade de recuperação anual em vez do volume máximo, por corresponder a um valor mais realista da reservação artificial. A porcentagem referente a capacidade de recuperação anual dos reservatórios foram retiradas do Anexo B- Reservatórios do Semiárido Brasileiro -Piancó-Piranhas-Açu - da ANA.

O volume potencial foi calculado a partir da equação 6:

$$VolPotencial = \frac{Vol.da\ capacidade\ de\ recuperação\ anual}{área\ da\ UPH\ Seridó} \quad (6)$$

E o resultado obtido aplicado na Tabela 8, e assim classificando o ISH para este indicador.

Tabela 8. Classificação de segurança em função do volume potencial de reservação.

Grau de Segurança Adotado	Volume Potencial por Ottobacia (hm ³ /km ²)	
	Limite Inferior	Limite Superior
1	0,000	1,000
2	1,000	1,9022
3	1,9022	4,0671
4	4,0671	16,2072
5	16,2072	-

Fonte: PNSH, 2021

- Variabilidade pluviométrica

Este indicador é representado pelo coeficiente de variação (CV) das séries de precipitação anual das estações pluviométricas. No presente estudo utilizou-se a estação pluviométrica do município de Currais Novos. A partir do valor de CV e da área dos reservatórios o grau de segurança foi obtido na Tabela 9.

A média histórica de chuva anual do município de Currais Novos foi retirada do website da EMPARN (Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte), que utilizou-se de dados pluviométricos medidos no município, em uma série histórica entre os anos de 1992 a 2015, e a partir desta série pluviométrica foi calculada a média e o desvio padrão dos dados, a qual foi utilizada juntamente com a área dos reservatórios, para a obtenção do resultado final.

Tabela 9. Grau de segurança em função da variabilidade pluviométrica.

Grau de Segurança Adotado	Variabilidade Pluviométrica	
	Limite Inferior	Limite Superior
1	0,25	-
2	0,21	0,25
3	0,19	0,21
4	0,17	0,19
5	0,00	0,17

Fonte: PNSH, 2021

Deste modo a dimensão resiliência também foi obtida pela média dos dois indicadores utilizados.

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Dimensão Humana

Para o indicador garantia de água para abastecimento o resultado do Fator de Risco total do município foi de 0,945. Totalizando deste modo em uma população urbana em risco de 94,5% e classificando o sub-índice de segurança igual a 2.

Já para o indicador de cobertura da rede de abastecimento, a porcentagem da população do município que é atendida é de 77,87%, porém o valor utilizado fez referência ao atendimento da área urbana, sendo este de 91,13% resultando em um subíndice de segurança igual a 3.

Ao calcular a média final dos indicadores para a dimensão humana, obteve-se o resultado entre o intervalo de 1,51 a 2,5, classificando-se assim a dimensão com grau 2, representando um nível baixo de segurança.

Comprovando a falta de garantia de abastecimento que o município detém, apesar de possuir uma boa cobertura de rede, a disponibilidade de água não é suficiente para suprir as demandas da população, o que pode ser analisado na porcentagem da população que está em risco, chegando a aproximadamente 95% da população urbana.

3.2 Dimensão Econômica

Na dimensão econômica os indicadores de Garantia de Água para Agricultura e Pecuária obtidos através dos metados foram de 2 para a irrigação e 1 para a pecuária, como cada um tem seu peso o resultado final deste indicador foi de 1,7. E como está no intervalo de 1,51 a 2,5 o seu grau de segurança foi considerado baixo.

Já para o indicador de garantia de água para uso industrial, o grau de segurança obtido foi de 1. E deste modo o resultado final para a dimensão foi o mínimo grau dentre os indicadores, portanto o subíndice da dimensão econômica resultou em 1. O que garantiu a dimensão um nível crítico de segurança hídrica. Resultado este que enfatiza que as demandas para os

setores econômicos da indústria, agricultura e pecuária não são classificadas como prioritárias. Fato este que resulta em grandes perdas econômicas para a receita do município.

3.3 Dimensão ecossistêmica

Para o indicador quantidade de água adequada para usos naturais o resultado obtido através do cálculo da porcentagem da vazão remanescente foi superior a 100% para ambos os reservatórios. Portanto como o comprometimento hídrico foi superior a 100%, o percentual de vazão remanescente, quando da ocorrência da Q95% é zero e o grau de segurança para este indicador igual a 1. A partir da classificação mínima de segurança para este indicador, nota-se que o município não possui a quantidade mínima de vazão necessária para usos naturais.

No indicador de qualidade de água adequada para usos naturais, os valores de níveis de DBO para os reservatórios Dourado e marechal Dutra são respectivamente 34,2 e 13 mg/L. Ao comparar os valores com os parâmetros da Tabela 7, classificou-se o reservatório Dourado com grau de segurança igual a 1, classe mais crítica (nível de segurança Muito Baixo), classe esta dada para as concentrações acima de 20mg/L de DBO e o reservatório Marechal Dutra com grau de segurança igual a 2 (DBO entre 10 e 20 mg/L). Para a obtenção do grau de segurança para este indicador foi realizada uma média simples entre os graus de segurança encontrados em ambos os reservatórios. Resultando no valor de grau adotado igual a 1. O que representa um nível crítico de qualidade da água.

Salientando que os dados utilizados neste parâmetro foram obtidos em períodos críticos de seca no semiárido, o que contribuiu para agravar os resultados aqui encontrados. Visto que a baixa acumulação de água nos reservatórios compromete diretamente a qualidade das mesmas.

Deste modo o grau de segurança para a dimensão ecossistêmica resultou em um nível mínimo de segurança, e o subíndice de segurança igual a 1, o grau mais crítico.

3.4 Dimensão resiliência

Para o indicador de reservação artificial o resultado obtido após aplicação na fórmula 6 de ambos reservatórios foi do volume potencial igual a: 0,0025, o que resulta em um grau de segurança para esse indicador de 1, o nível mais crítico de segurança. Ao ser utilizado a capacidade de recuperação hídrica dos reservatórios o resultado apresenta-se de forma mais realista, e por estar localizado no semiárido nordestino a área em estudo e seus reservatórios possuem esta “dificuldade” de recuperação anual, como mostrado nos resultados aqui apresentados.

Para o indicador da variabilidade pluviométrica o resultado foi de um coeficiente de variação igual a 2,13. Este CV ao ser dividido pela área dos reservatórios resulta em um grau de segurança igual a 1. Representando a grande variabilidade pluviométrica que o município possui.

Ao finalizar este indicador o resultado do subíndice de segurança foi igual a 1.

3.5 Índice de segurança Hídrica do Município

O índice de segurança hídrica do município de Currais Novos após o cálculo das quatro dimensões foi de 1,25(Tabela 10) por estar no intervalo entre 1 e 1,5 é considerado de grau 1. O nível mais crítico de segurança hídrica possível. Demonstrando que trata-se de uma cidade sem segurança hídrica.

Tabela 10. Intervalos do Índice de segurança hídrica.

Dimensão	Grau de segurança
Humana	2
Econômica	1
Ecossistêmica	1
Resiliência	1
ISH Final	1,25

Ressaltado que os Valores das dimensões teriam variado caso fossem utilizados pesos diferentes em função das demandas de cada reservatório do estudo.

Analisando os subíndices de cada dimensão, tem-se que no município de Currais Novos a dimensão humana, que retrata a oferta de água para abastecimento da população, obteve o maior valor, diferente das demais que resultaram no mesmo índice com nível crítico de segurança. Porém mesmo sendo maior, ainda assim representa grande risco hídrico, visto que a sua classificação foi de nível baixo. Demonstrando assim que a cidade em estudo não possui uma grande oferta de água e sofre com o desabastecimento hídrico, causado pelo nível crítico de seus reservatórios (FRANÇA; MORENO, 2017). Já em relação a dimensão ecossistêmica, a cidade de Currais Novos obteve índice 1, classificando-se como grau mínimo. O que comprova um dos grandes desafios das cidades brasileiras como um todo e das cidades do semiárido nordestino em particular, o controle da poluição e da qualidade da água. Este problema está totalmente interligado com as soluções de esgotamento sanitário e também com a baixa acumulação de água nos reservatórios, devido as secas prolongadas o que compromete diretamente a perda da qualidade das mesmas, como comprovado por Azevedo et al.(2016) no seu estudo que analisou alguns reservatórios do semiárido nordestino.

A dimensão econômica, que está relacionada ao crescimento dos usos da água e os conflitos associados, gerou também o subíndice mínimo. A baixa disponibilidade hídrica do município restringe o desenvolvimento do setor econômico, principalmente das atividades de agricultura e pecuária, grandes consumidoras de água. O semiárido é uma região com grandes perdas econômicas devido ao clima, e ao mesmo tempo é uma região de destaque quanto as medidas adaptativas realizadas para a minimização destes problemas (CIRILO, 2008), como as adutoras que captam água em outras bacias e levam às mais necessitadas, até mesmo grandes projetos como a transposição do Rio São Francisco, que possui como finalidade atenuar a deficiência hídrica da região com uma vazão direcionada para a bacia dos rios Piancó-Piranhas-Açu definida em 54 m³/s (ANA, 2018).

E fechando as dimensões que apresentaram o grau mínimo de segurança, está a dimensão resiliência que está relacionada aos eventos críticos de seca, resultando também no subíndice igual a 1, o que representa a baixa capacidade de reserva artificial e a alta variabilidade pluviométrica, causada pelas extremas irregularidades da chuva. E deste modo o índice de segurança hídrica para o município resultou em 1, classificando assim Currais Novos com um grau mínimo de segurança hídrica.

Portanto, percebe-se que o resultado final obtido para o ISH do município, condiz com a realidade apresentada pelos reservatórios que foram utilizados como base para a composição deste índice, Marechal Dutra e Dourado. Visto que ambos apresentam condições mínimas de qualidade e quantidade para abastecer o município de forma a garantir a segurança hídrica da população que depende dos mesmos.

O baixo valor do ISH reforça a necessidade de intervenções atuais e futuras que favoreçam o abastecimento hídrico, a fim de tornar o município e sua população seguros hidricamente. Para isto é necessário a realização da gestão dos recursos hídricos de forma a orientar e sistematizar as ações que serão desenvolvidas. Uma solução que está sendo apresentada é o Projeto Seridó que tem por finalidade a construção de uma rede de sistemas adutores, e interligada-la com os sistemas já existentes, tendo como fonte supridora as Barragens de Oiticica e Armando Ribeiro Gonçalves, estas que serão abastecidas com as águas provenientes da transposição do Rio São Francisco (REVISTA ÁGUAS DO BRASIL, 2021). Oferecendo assim a garantia de abastecimento humano em toda a região do semiárido nordestino pelos próximos 50 anos. Outro viés trago pelo Projeto Seridó é a liberação dos reservatórios para os usos das atividades produtivas, representadas principalmente pela irrigação, a mineração e a indústria ceramista. O que elevará a dimensão econômica dos municípios, destacando Currais Novos que no presente estudo resultou em um estado crítico economicamente das atividades que necessitam de aporte hídrico.

Assim sendo, um dos possíveis caminhos a ser trilhado, na busca da segurança hídrica passa pela diversificação da matriz hídrica: seja por reuso, dessalinização e/ou por gestão de demandas, a fim de garantir um futuro

hídrico estável para os cidadãos. No semiárido em particular a diversificação das fontes hídricas pode ser uma alternativa viável em muitos casos, além da implementação dos programas e planos desenvolvidos com o intuito de levar a segurança hídrica a grande parte da população nordestina.

4.0 CONCLUSÃO

No município de Currais Novos, o ISH apresentou o mínimo nível de segurança, sendo resultado das suas quatro dimensões que apresentaram de mínimo a baixo grau de segurança hídrica. Evidenciando a necessidade da implementação de projetos de adutoras e/ou a construções de novos reservatórios que possam sanar a crise hídrica já instalada na região, impulsionando também o setor econômico do município.

Portanto, o ISH se apresentou como uma ferramenta importante de avaliação da segurança e deve ser utilizada com maior vigor, objetivando soluções eficazes no sistema hídrico brasileiro. Aliada a implementação de novos planos e projetos hídricos que sanem as crises hídricas vivenciadas pelas populações, enfatizando a do semiárido. Projetos esses, como o projeto Seridó, o qual espera-se um avanço na gestão dos recursos hídricos e um aumento na segurança hídrica da região semiárida, e deste modo objetivando que os resultados de futuras avaliações nos municípios da região apresentem uma elevada melhora.

Apesar dos projetos desenvolvidos e em desenvolvimento pelo nosso país, a segurança hídrica ainda está longe de ser uma realidade entre toda a população, sendo deste modo necessário seguir com o avanço de projetos e avaliações hídricas por todo o território, afim de que se obtenha para todos os povos a tão sonhada segurança hídrica.

5.0 REFERÊNCIAS

ANA. **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**. [2019]. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br>. Acesso em 12 de jun de 2021.

ANA. **Análise custo-benefício de medidas de adaptação à mudança do clima**- Trajetórias da aplicação na bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu. 2018. São Paulo, 2018.

ANA. **Segurança Hídrica: do conceito à aplicação prática no planejamento da infraestrutura hídrica estratégica do Brasil.[2020]** Disponível em: <https://pnsh.ana.gov.br/home>. Acesso em: 13 jun. 2021.

ASSOCIAÇÃO CAATINGA, Bioma Caatinga. Disponível em: <https://www.acaatinga.org.br/sobre-a-caatinga/>. Acesso em: 22 dez. 2021

AZEVÊDO, Daniele Jovem da Silva; AZEVÊDO, Evaldo de Lira; GOME, Wilma Izabelly Ananias; BEZERRA NETO, José Fernandes; MOLOZZ, Joseline. **QUALIDADE DE ÁGUA EM RESERVATÓRIOS NO SEMIÁRIDO DURANTE SECA PROLONGADA: UMA DISCUSSÃO PARA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS**. In: IV CONGRESSO BAIANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 4., 2016, Cruz das Almas. .. Cruz das Almas: ., 2016. p. 1-8.

BELTRÃO, Breno Augusto; ROCHA, Dunaldson Eliezer G. A. da; MASCARENHAS, João de Castro; SOUZA JUNIOR, Luiz Carlos de; PIRES, Saulo de Tarso Monteiro; CARVALHO, Valdecí Lio Galvão Duarte de. **DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE CURRAIS NOVOS**. Recife: CPRM, 2005.

BRITO, Débora. **A água no Brasil: da abundância à escassez**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-10/agua-no-brasil-da-abundancia-escassez>. Acesso em: 25 out. 2018.

CARDOSO, F B F . **MAPA DAS ÁREAS AFLORANTES DOS AQUÍFEROS E SISTEMAS AQUÍFEROS DO BRASIL**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E XVIII ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 17°. Bonito, 2012. p. 1-6.

CECCHERINI, Mauro (ed.). **Crise hídrica: falta d'água chega ao Sudeste; como tudo começou?** Disponível em: <https://www.camara.leg.br/radio/programas/449532-cri-se-hidrica-falta-dagua-chega-ao-sudeste-como-tudo-comecou/>. Acesso em: 29 ago. 2021.

CHANG, H. **Spatial analysis of water quality trends in the Han River basin, South Korea**. Water Research, v. 42, n. 13, p. 3285-3304, 2008. ISSN 0043-1354.

CIRILO, José Almir. **Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido**. 2008. 22 f. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Pernambuco, 2008.

COSTA NETO, Leão Xavier da; DINIZ, Ronaldo Fernandes. **Potencialidades naturais para o desenvolvimento do turismo no município de currais novos-rn: uma alternativa para o turismo sustentável**. Geoturismo Brasil, natal, 201-.

DANTAS, Dr. Aldo. **Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB Diagnóstico Técnico-Participativo**. Currais Novos: Fundação Nacional de Saúde – Funasa, 2018

DNOCS. Reservatórios do semi árido. Disponível em: <https://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos_hidricos/fic_tec_estado.php?sigla_estado=RN> Acesso em 10 de novembro de 2021.

EMPARN[2017], Notícia Currais Novos. Disponível em : <<http://www.emparn.rn.gov.br/>>. Acesso em 22 de dezembro de 2021.

FRANÇA, José Mairton Figueiredo de; MORENO, Josivan Cardoso. **Uma reflexão sobre os impactos causados pela seca no Rio Grande do Norte de 2012 a 2016**. 2017. 20 f. Parc. Estrat, A Seca nos Estados, Brasília, 2017.

FROTA, Renata Locarno; SILVA, Samíria Maria Oliveira; PORTO, Victor Costa. **APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE ACESSIBILIDADE DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO FORTALEZA, CEARÁ**. In: XV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, Fortaleza 2020.

Global Water Partnership (GWP). (2000). **Towards Water Security: A Framework for Action**. Mobilising Political Will to Act Stockholm, Sweden.

IBGE. **Dados da cidade de Currais Novos**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/currais-novos.html>. Acesso em 02 de agosto de 2021.

INMET, 2021. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/>>._Acesso em: 21 de agosto de 2021.

LUCAS FILHO, Manoel; MACÊDO, Sérgio Luiz; SANTOS, Nelson Césio Fernandes. **PROGRAMA ÁGUA AZUL : qualidade das águas dos principais corpos d'água interiores norte-riograndenses com vistas ao consumo humano e preservação ambiental**:. Natal.Governo do Estado do Rio Grande do Norte, 2017.

MACHADO, Fernando Henrique. **PROPOSIÇÃO DE INDICADORES DE SEGURANÇA HÍDRICA: SELEÇÃO, VALIDAÇÃO E APLICAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JUNDIAÍ-MIRIM, JUNDIAÍ - SP, BRASIL**. 2018. 255 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Sorocaba, 2018.

MANUAL METODOLÓGICO DO ISH. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/c349dc5a-0c01-4f14-9519-e3340fef2c66/attachments/Metodologia_ISH.pdf. Acesso em: 01 set. 2021

MAPBIOMAS. **Segurança hídrica no Brasil [2019]**. Disponível em :< <https://mapbiomas.org/>> .Acesso em 02 de julho de 2021.

MEDEIROS, Romeu Rilley Bezerra de. **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MEIO URBANO DO MUNICÍPIO DE CURRAIS NOVOS/RN, SOB A PERSPECTIVA DAS RELAÇÕES COM AS CONCENTRAÇÕES DE NITRATO**. 2019. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

MEDEIROS, Romeu Rilley Bezerra de. **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MEIO URBANO DO MUNICÍPIO DE CURRAIS NOVOS/RN, SOB A PERSPECTIVA DAS RELAÇÕES COM AS CONCENTRAÇÕES DE NITRATO**. 2019. 62 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

MELO, Marília Carvalho de; JOHNSON, Rosa Maria Formiga. O CONCEITO EMERGENTE DE SEGURANÇA HÍDRICA. **Sustentare**, Três Corações, v. 1, n. 1, p. 72-92, ago. 2017.

MELO, Marília. **SEGURANÇA HÍDRICA PARA ABASTECIMENTO DE ÁREAS URBANAS: Proposta de um modelo analítico e aplicação na Bacia do rio das Velhas, MG**. 2019. Sisema, Brasília, 2019.

OLIVEIRA, J.N.P. **A influência da poluição difusa e do regime hidrológico peculiar do semiárido na qualidade da água de um reservatório tropical**. Dissertação de mestrado, UFRN, 114p. Natal/RN. 2012.

REVISTA ÁGUAS DO BRASIL. 2021: Rebob Rede Brasil de Organismos de Bacia, v. 28, 2021.

RODRIGUEZ, Fernando Antonio; RODRIGUEZ, Renata del Giudice. **SEGURANÇA HÍDRICA & MUNICIPALIDADE – GOVERNANÇA E**

CIDADANIA PELA ÁGUA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, Não use números Romanos ou letras, use somente números Arábicos., 2021, Belo Horizonte. .. Belo Horizonte: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2021. p. 1-11.

Rosa, Larissa Alves da Silva. **Segurança Hídrica: Um olhar sobre a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco/** Larissa Alves da Silva Rosa. Brasília, 2019. 190 p.: il.

SNIRH. **Metadados do ISH.** Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/c349dc5a-0c01-4f14-9519-e3340fef2c66>. Acesso em: 01 dez. 2021

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014 e 2018.** Disponível em <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anualagua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-água-e-esgotos>. Acesso em: 13 de novembro de 2021.

TANAKA, M. O.; DE SOUZA, A. L. T.; MOSCHINI, L. E.; DE OLIVEIRA, A. K. **Influence of watershed land use and riparian characteristics on biological indicators of stream water quality in southeastern Brazil.** Agriculture Ecosystems & Environment, v. 216, p. 333-339, 2016. ISSN 0167-8809.

UNICEF e OMS. **Acesso à água potável-2019.** Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-agua-potavel-dizem-unicef-oms>. Acesso em 21 de ago. de 2021.