



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR - CCTA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAS - PPSA**

ÍCARO RAMALHO DIONÍSIO

UTILIZAÇÃO DE ÍNDICE DE SECA COMO VETOR PARA ATUAÇÃO DO MINISTÉRIO PÚBLICO ANTE PRESERVAÇÃO DE RESERVATÓRIO HÍDRICO: Estudo de caso Açude Lagoa do Arroz no período 2008/2015.

**POMBAL-PB
2019**

ÍCARO RAMALHO DIONÍSIO

UTILIZAÇÃO DE ÍNDICE DE SECA COMO VETOR PARA ATUAÇÃO DO MINISTÉRIO PÚBLICO ANTE PRESERVAÇÃO DE RESERVATÓRIO HÍDRICO: Estudo de caso Açude Lagoa do Arroz no período 2008/2015.

Trabalho para obtenção de título de Mestre junto ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA, Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, na Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

Orientador: Dr. Jardel de Freitas Soares

**POMBAL-PB
2019**

D592u Dionísio, Ícaro Ramalho.
Utilização de índice de seca como vetor para atuação do ministério público ante preservação de reservatório hídrico: estudo de caso açude Lagoa do Arroz no período 2008/2015 / Ícaro Ramalho Dionísio. – Pombal, 2019. 32 f. : il. color.

Artigo (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2019. "Orientação: Prof. Dr. Jardel de Freitas Soares".
Referências.

1. Escassez hídrica. 2. Reservatório hídrico. 3. Recurso ambiental - Preservação. 4. Ministério público. I. Soares, Jardel de Freitas. II. Título.

CDU 551.577.38(043)



Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar



CAMPUS DE POMBAL

**“UTILIZAÇÃO DE ÍNDECE DE SECA COMO VETOR PARA ATUAÇÃO DO MINISTÉ-
RIO PÚBLICO ANTE PRESERVAÇÃO DE RESERVATÓRIO HÍDRICO: Estudo de caso
Açude Lagoa do Arroz no período 2008/2015”**

Artigo apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M. Sc.) em Sistemas Agroindustriais.

Aprovada em 04 / 12 / 2019

COMISSÃO EXAMINADORA

Jardel de Freitas Soares
Orientador

Patrício Borges Maracajá
Examinador Interno

Reginaldo Pereira de França Junior
Examinador Externo

André Japiassú
Examinador Externo

POMBAL-PB
2019

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS

RUA: JAIRO VIEIRA FEITOSA, 1770 - CEP.: 58840-000 - POMBAL - PB

SECRETARIA DO PPGSA: 3431-4016 COORDENAÇÃO DO PPGSA: 3431-4069



Scanned with
CamScanner

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS	8
3. JUSTIFICATIVA	9
4. ESTIAGEM: UMA CONDIÇÃO NATURAL DA REGIÃO SEMIÁRIDA	10
5. O SEMIÁRIDO BRASILEIRO	11
6. O MINISTÉRIO PÚBLICO E A TUTELA DO MEIO AMBIENTE	12
6.1 2ª Promotoria de Justiça de Cajazeiras/PB e sua atuação em matéria ambiental	13
7. RESERVATÓRIO LAGOA DO ARROZ E SUA IMPORTÂNCIA PARA O SERTÃO PARAIBANO	15
8. INDICADOR QUANTITATIVO	16
8.1 Índice de Secas pelo Mundo	17
8.2 Standard Precipitation Index (SPI) – Índice de Secas escolhido	17
8.2.1 – Dados e Resultados	19
8.3 – Macro fatores de consumo das reservas hídricas	21
8.3.1 – Consumo Humano	22
8.3.2 – Dessedentação Animal	23
8.3.3 – Produção Agrícola	24
8.3.4 – Análise Conjunta dos Macro Fatores de Consumo	25
9. MÉTODO	26
9.1 Tipo de Pesquisa	26
9.2 Local de Investigação	26
9.3 População/Amostra/Critério de Inclusão de Exclusão	26
9.4 Instrumentos e Técnicas	27
9.5 Procedimento de coleta de Dados	27
9.6 Como os dados foram processados e analisados	27
9.7 Procedimento Ético do Pesquisador	28
9.7.1 Riscos	28
9.7.2 Benefícios	28
10. CONCLUSÃO	28
12. REFERÊNCIAS	31

RESUMO

A escassez hídrica é tema de diversas discussões em todo mundo e identificar uma solução que atenda aos interesses da sociedade, mas com reduzido ou nenhum impacto ambiental é um grande desafio a ser alcançado. Este desafio provoca toda a comunidade acadêmica, mas desafio maior é exportar das universidades para os efetivos responsáveis em atuar na proteção ambiental, a exemplo do Ministério Público, técnicas que deem suporte no dia-a-dia de sua vida funcional. **Problema:** Portanto, é possível utilizar um critério quantitativo, estatisticamente fundamentado, que auxilie o Ministério Público da Paraíba, mais precisamente a 2ª Promotoria de Justiça de Cajazeiras-PB a atuar na preservação dos recursos hídricos disponíveis, a exemplo do Açude Lagoa do Arroz, na região onde a mesma encontra-se inserida? **Justificativa:** A pesquisa ora desenvolvida justifica-se pela necessidade de propor amparo técnico que auxilie a atuação do Órgão Ministerial na preservação de recurso hídrico e da população por ele afetada. **Objetivo geral:** Desta forma a pesquisa busca apresentar método estatístico que auxilie à 2ª Promotoria de Justiça de Cajazeiras a acompanhar os reservatórios hídricos da região por ela abrangida, tomando como referência o comportamento do reservatório hídrico Lagoa do Arroz entre os anos de 2008 a 2015, de forma que almeja-se, como **Objetivos específicos:** identificar um índice de seca e realizar comparativos com o comportamento volumétrico do reservatório e em seguida com os macro fatores de consumo hídrico (consumo humano, animal e agrícola), verificando a viabilidade na utilização deste critério pelo Ministério Público da Paraíba. Para a realização do trabalho utilizou-se **Método** quantitativo, documental e dedutivo, pois buscou-se através de coleta de dados em documentos formais, a realização de cálculos matemáticos que demonstrassem a eficácia na identificação de um índice de seca e o comparativo deste com a ocorrência de chuvas na área do reservatório Lagoa do Arroz entre os anos 2008 a 2015, comparando-o com os indicadores de consumo humano, pecuário e agrícola, de forma a identificar a necessidade de atuação da 2ª Promotoria de Justiça de Cajazeiras. **Resultados:** Após a análise observou-se que o índice *Standardized Precipitation Index (SPI)* foi o que melhor atendeu aos critérios estabelecidos na pesquisa ora desenvolvida, pois através dele foi possível realizar o comparativo com o comportamento do estoque hídrico do Reservatório Lagoa do Arroz, em um ciclo padrão de 12 meses, entre os anos de 2008 - 2015, bem como compará-lo com os demais fatores de consumo (humano, pecuário e agrícola), sendo constatado na pesquisa, que o estoque hídrico do reservatório Lagoa do Arroz não condiz com o estoque proposto pelo comportamento pluviométrico do período nem com os indicadores de consumo, sugerindo a necessidade de atuação do Ministério Público.

Palavras-Chave: escassez hídrica, Ministério Público, critério quantitativo, açude Lagoa do Arroz, índice de seca.

ABSTRACT

Water scarcity is the subject of many discussions around the world and identifying a solution that meets the interests of society but with little or no environmental impact is a major challenge to be met. This challenge provokes the entire academic community, but the biggest challenge is to export from universities to the effective ones responsible for acting in the environmental protection, like the Public Prosecution Service, techniques that support the daily life of their functional life. **Problem:** Therefore, it is possible to use a quantitative criterion, statistically based, that helps the Public Prosecutor of Paraíba, more precisely the 2nd District Attorney of Cajazeiras-PB to act in the preservation of available water resources, such as the Lagoa do Arroz Reservoir, in the region where it is inserted? **Rationale:** The research developed here is justified by the need to propose technical support that assists the action of the Ministerial Body in the preservation of water resources and the population affected by it. General objective: Thus, the research aims to present a statistical method that helps the 2nd Cajazeiras District Attorney's Office to follow the water reservoirs of the region covered by it, taking as reference the behavior of the Lagoa do Arroz water reservoir from 2008 to 2015, Specific Objectives: to identify a drought index and make comparisons with the volumetric behavior of the reservoir and then with the macro factors of water consumption (human, animal and agricultural consumption), verifying the viability of its use. criterion by the Public Prosecutor of Paraíba. Quantitative, documentary and deductive **methods** were used to perform the work, since it was sought through data collection in formal documents, to perform mathematical calculations that demonstrated the effectiveness in identifying a drought index and comparing it with occurrence of rainfall in the Lagoa do Arroz reservoir area between 2008 and 2015, comparing it with the indicators of human, livestock and agricultural consumption, in order to identify the need for action of the 2nd Cajazeiras Prosecutor. **Results:** After the analysis it was observed that the Standardized Precipitation Index (SPI) was the one that best met the criteria established in the research developed here, because it was possible to make a comparison with the water stock behavior of the Lagoa do Arroz Reservoir, in a standard 12-month cycle, between 2008 and 2015, as well as comparing it with the other consumption factors (human, livestock and agricultural), and it was found in the research that the water stock of the Lagoa do Arroz reservoir does not It is consistent with the inventory proposed by the rainfall behavior of the period and with the consumption indicators, suggesting the need for action by the Public Prosecution Service.

Key words: water scarcity, Public Prosecution Service, quantitative criteria, Lagoa do Arroz reservoir, drought index.

1 INTRODUÇÃO

A crise hídrica, entendida como oscilações negativas no abastecimento de água apropriada para o consumo humano, animal e agrícola, vem preocupando os moradores do Sertão Paraibano, dentre eles os da região de Cajazeiras, localizada a aproximadamente 500 (quinhentos) km da capital paraibana, mesmo sendo abastecida por dois reservatórios hídricos de grande porte, os açudes Engenheiro Ávidos e Lagoa do Arroz, sendo este último objeto deste estudo.

O açude Lagoa do Arroz teve sua construção concluída em 1987, com uma capacidade de armazenamento de aproximadamente 80 milhões de m³, e segundo o projeto desenvolvido pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS em 1981 (1981. p. 1 – 10), tinha como um dos principais objetivos a cultura de vazante, através da perenização, para irrigação, do Riacho Cacaré, porém atualmente abastece a população dos municípios de Bom Jesus, Cajazeiras, Santa Helena e São João do Rio do Peixe.

Segundo dados da Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs), em medições realizadas em julho de 2017, o reservatório contava com apenas 12% de sua capacidade, demonstrando que o açude Lagoa do Arroz vem sofrendo nestes últimos dez anos com perdas consideráveis no seu volume de armazenamento, saindo dos 80 milhões de m³ em 2008, para aproximadamente 9,6 milhões de m³ em 2017.

É comum o sertanejo associar a seca como resultante da ausência da chuva, mas entende-se que a condição de constante ameaça que vive a água pelo uso irracional do homem, o que transcende qualquer condição climática, além de sempre despertar a desconfiança torna indispensável a atuação do Estado na preservação deste recurso, e para isso a Constituição da República Federativa do Brasil estabelece em seu Art. 129, inciso III, que é função institucional do Ministério Público Brasileiro, dentre eles o Estadual, a proteção do patrimônio público e social, do meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos.

Na Comarca de Cajazeiras, o meio ambiente é tutelado através da 2ª Promotoria de Justiça, que tem como atribuição a atuação junto às questões ambientais, mas também em questões que envolvem direito da criança e do adolescente e àquelas voltadas à educação.

A complexidade na análise de questões ambientais, combinada com a falta de amparo técnico que fundamente a atuação do *parquet* paraibano, dificulta a execução de atividades por parte do Ministério Público do Estado da Paraíba quando a temática é o meio ambiente. Registre-se que esta omissão involuntária pode acarretar em danos irreparáveis para a produção econômica local e a sociedade de modo geral, principalmente quando este recai sobre um recurso indispensável para a sobrevivência humana como a água.

Uma alternativa que pode ser utilizada para auxiliar o órgão ministerial em perceber o momento necessário de iniciar sua atuação em combater possíveis danos ambientais, principalmente no tocante a dano a recurso hídrico, é através da utilização de índice que possa ser capaz de sinalizar para possíveis anomalias não climáticas.

Portanto, a problemática deste trabalho consiste em identificar se é possível propor um método operacional com a utilização de estatística, que seja capaz de auxiliar à 2ª Promotoria de Justiça de Cajazeiras a acompanhar os reservatórios hídricos da região por ela abrangida, tomando como referência o comportamento do reservatório Lagoa do Arroz.

Desta forma, buscaremos identificar um índice estatístico, cientificamente conhecido como índice de seca, que possa ser operacionalmente utilizado pelo Ministério Público do Estado da Paraíba, e em seguida realizar um comparativo entre este índice de seca e o comportamento do estoque hídrico do reservatório Lagoa do Arroz (volume armazenado) no período estudado, buscando identificar simetria entre os dois vetores, e identificando variação (tendências inversas), testar o comportamento volumétrico com o consumo de água por parte do ser humano, da produção animal e agrícola da região por ele abrangido, no intuito de constatar explicação para o comportamento adverso, ou sugerir a atuação do Ente Ministerial caso não se identifique explicação através dos macro fatores de consumo analisados.

2 OBJETIVOS

Geral:

Identificar se é possível propor um método operacional com a utilização de estatística, que seja capaz de auxiliar à 2ª Promotoria de Justiça de Cajazeiras a acompanhar os reservatórios hídricos da região por ela abrangida, tomando como referência o comportamento do reservatório Lagoa do Arroz entre os anos de 2008 a 2015.

Específicos:

♣ Identificar índice de seca que compare a ocorrência de chuvas, precipitações, no ciclo de 12 (doze) meses, ciclo climático padrão, entre os anos de 2008 a 2015, com o comportamento do volume de armazenamento do reservatório hídrico localizado na região de estudo (Lagoa do Arroz/PB);

♣ Realizar comparativo estatístico com as variáveis população, produção agrícola e produção pecuária da região abrangida pelo reservatório Lagoa do Arroz, objetivando explicar o comportamento do estoque hídrico deste reservatório entre os anos 2008 e 2015, após comparativo com o índice de seca selecionado;

3 JUSTIFICATIVA

O cenário de incerteza é por demais difícil de se conviver na vida privada, mas esta condição, quando apenas afeta o próprio indivíduo, tem a decisão de agir bastante facilitada, pois tem como princípio uma escolha individual e como principal efeito um impacto pessoal. Já para a Administração Pública a escolha de agir é bastante dificultada, pois a ação, além de surtir efeitos coletivos, até mesmo por regra constitucional, requer a utilização de diversos recursos públicos, dentre eles: mão de obra qualificada e disponibilidade financeira.

Destaca-se que quando a condição de incerteza é potencializada pela escassez de recursos públicos, o momento de agir na Administração Pública é ainda mais dificultado, o que resulta, na maioria dos casos, na restrição da atuação à denúncias oriundas da sociedade, condição esta que reveste-se de um grande risco, pois, involuntariamente, o órgão público competente pode estar deslocando recursos escassos para ações em situação de prioridade inferiores a outras bem mais importantes, tendo em vista que, muitas das vezes, o cidadão, principalmente em questões ambientais, quando vem demandar a atuação do poder público é porque ele está sendo, de alguma forma, diretamente afetado.

A partir do momento que a instituição pública passa a agir de forma independente, sem o vínculo exclusivo a demanda formal de um ou outro cidadão, buscando identificar os sinais que a própria natureza lhe apresenta, ela inicia um novo ciclo no combate aos delitos ecológicos, evoluindo da condição antropocêntrica para biocêntrica (SOARES, 2016).

Portanto, esta pesquisa se justifica pela tentativa de se identificar uma alternativa prática, estatisticamente fundamentada, através da observação dos sinais fornecidos pela própria natureza, que auxilie o Ministério Público do Estado da Paraíba a identificar o ponto de transição entre a incerteza e a necessidade de investigação na busca pela preservação de um recurso ambiental tão importante para a sobrevivência humana, como também para o desenvolvimento socioeconômico da região, a água.

4. ESTIAGEM: UMA CONDIÇÃO NATURAL DA REGIÃO SEMIÁRIDA

A seca é um fenômeno natural, caracterizado pela ausência de recursos hídricos em determinada região, geralmente associada a uma quantidade insuficiente de chuvas para atender a demanda hídrica, sendo a sua presença um dos fatores fundamentais para a classificação de algumas regiões brasileiras, como é o caso da região semiárida, bem como para o direcionamento de algumas projetos sociais, tais como o Projeto 1.000.000 de cisternas, instituído no ano de 2013 pelo Ministério da Cidadania.

As secas são classificadas em quatro tipos: **meteorológicas, hidrológicas, agrícolas e socioeconômicas**. A seca meteorológica é ocasionada pela ausência de chuvas em determinada região, podendo ser esta, inclusive, determinante para que as demais ocorram, quer seja através da redução do volume armazenado nos reservatórios, que é o caso da seca hidrológica, ou devido a baixa umidade do solo para manter as plantações (secas agrícolas), ou até mesmo pela ausência de água para atender a demanda da sociedade e de setores da economia, no caso das secas socioeconômicas (CARMO, 2018).

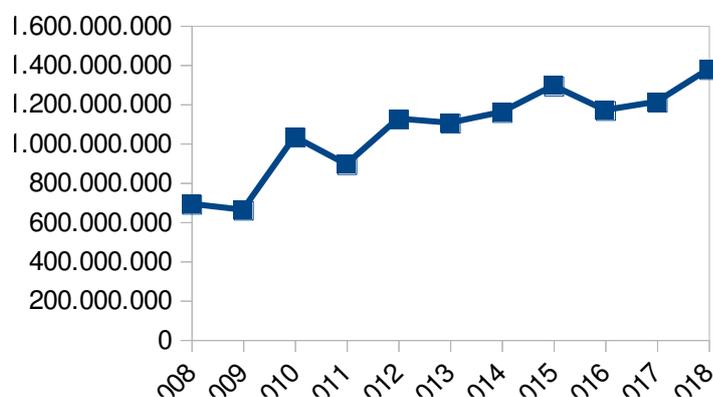
Diversos fatores, além da ausência de chuvas, podem provocar períodos de seca em uma determinada região, e geralmente tais fenômenos também são associados a outras variáveis climáticas, tais como elevadas taxas de evaporação. Mas, a intervenção do Estado, via direcionamento de recursos públicos, pode ser um fator atenuante para o combate aos impactos gerados pela escassez natural de recursos hídricos.

Ocorre que, no período de 10 (dez) anos (2008-2018), o valor direcionado pelo Governo Federal através do orçamento da União ao combate à seca, através do DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra a Seca, praticamente dobrou, conforme podemos observar na figura abaixo, porém a distribuição de recursos hídricos permanece irregular.

Figura 01: Distribuição Orçamentária DNOCS
(2008 – 2018)

Gráfico 01: Distribuição Orçamentária DNOCS
(2008 - 2018)

Ano	Valore R\$	Fonte
2008	690.980.842,00	LOA 11647/2008
2009	660.828.045,00	LOA 11897/2008
2010	1.033.028.036,00	LOA 12214/2010
2011	892.830.660,00	LOA 12381/2011
2012	1.125.302.258,00	LOA 12595/2012
2013	1.103.949.246,00	LOA 12798/2013
2014	1.158.302.991,00	LOA 12952/2014
2015	1.293.144.518,00	LOA 13115/2015
2016	1.168.858.131,00	LOA 13255/2016
2017	1.211.122.088,00	LOA 13414/2017
2018	1.376.998.553,00	LOA 13587/2018



5 O SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Conforme a resolução CONDEL nº 107, de 27/07/2017, do Conselho Deliberativo da SUDENE, o semiárido brasileiro é formado por 1.262 (hum mil duzentos e sessenta e dois) municípios, abrangendo boa parte dos Estados Nordestinos, bem como o extremo norte e nordeste do Estado de Minas Gerais, e nele encontra-se o Polígono das Secas, sendo esta região marcada por escassez hídrica por um longo período de tempo.

Esta mesma resolução, em seu art. 2º, destaca que a condição de inserção de municípios neste ambiente climático ocorre através das seguintes características:

Art. 2º (...)

“I – Precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm;

II – Índice de Aridez de Thorntwaite igual ou inferior a 0,50;

III – Percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano.”

Os critérios técnicos estabelecidos na presente resolução já evidenciam o quanto os municípios enquadrados nesta condição climática enfrentam de desafios para a sobrevivência de seus povos em comparação com os habitantes das demais regiões brasileiras, tendo em vista que a escassez de recursos hídricos afeta a vida humana em todos os sentidos, inclusive o produtivo.

No transcorrer dos anos, diversas políticas governamentais foram instituídas com o objetivo de amenizar os efeitos negativos causados pela estiagem na região semiárida brasileira. A maioria destas políticas tinham como diretriz ampliar o estoque hídrico, a exemplo da construção do Reservatório Lagoa do Arroz, mas sem se preocupar com os demais motivos que levam ao desabastecimento, tais como uma logística democrática de distribuição mais eficiente.

Em meados do século XX, com a transição da Inspetoria de Obras contra a Seca (IOCS) para o atual Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), diversos açudes foram construídos com o objetivo de promover a ampliação da oferta de água para a região semiárida. Porém, tais reservatórios apesar de precisarem de planejamento no tocante a distribuição adequada do recurso hídrico armazenado, não o tiveram e isso provocou uma falha distributiva, tendo em vista que tais obras favoreciam principalmente as poucas propriedades ribeirinhas.

Esta falha distributiva agravou ainda mais a vida da população que residia no semiárido, pois além de conviver com a seca eles passaram a vivenciar grandes distorções sociais com a

concentração de poder nas mãos dos poucos detentores do recurso hídrico. Destaca-se que a precariedade destas políticas governamentais para amenizar os efeitos da estiagem, propiciou a implementação de práticas corruptas dos políticos da região semiárida, fazendo surgir a “indústria da seca”, sendo comum a prática de desvio de recursos públicos para proveito próprio, ampliando

11

ainda mais a desigualdade social da região, a exemplo do fisiologismo e patrimonialismo na indústria da seca, “currais” eleitorais do coronelismo.

Este histórico de práticas delituosas e a importância do recurso hídrico para a região semiárida brasileira, reforça, portanto, a necessidade do fortalecimento de métodos de controle ambiental estruturados e independentes da exclusiva queixa social, permitindo aos Órgãos Públicos responsáveis pela preservação dos mananciais, tais como o Ministério Público, agir efetivamente para a preservação do recurso ambiental e de todo ecossistema onde o mesmo está inserido.

6 O MINISTÉRIO PÚBLICO E A TUTELA DO MEIO AMBIENTE

A Constituição da República Federativa do Brasil (1988) nos apresenta o Ministério Público Brasileiro em seu Art. 127, definindo-o como uma instituição permanente, essencial a função jurisdicional do Estado, indivisível e funcionalmente independente. Dentre as diversas funções a ele atribuídas, dispõe o art. 129, inciso III, que são atribuições do Ministério Público promover, através dos instrumentos jurídicos inquérito civil e ação civil pública, a proteção do meio ambiente.

Importante destacar que operacionalmente os instrumentos jurídicos elencados no Art. 129 da Constituição Federal, tem uma característica de sucessividade, pois via de regra a ação civil pública é a judicialização da constatação da prática do ilícito, identificado através das investigações realizadas via inquérito civil no âmbito da atuação extrajudicial do Ministério Público.

A ilustre Prof^ª. Ada Pellegrine Grinover (1997, p 36) é bastante clara ao enfatizar a importância da participação do Ministério Público, bem como a eficácia da utilização dos instrumentos jurídicos como meios garantidores da defesa do meio ambiente, vejamos:

A notável quantidade de demandas e a adequada resposta jurisdicional iluminaram as novas técnicas processuais e demonstraram o empenho dos legitimados — primeiro dentre todos, o Ministério Público —, a ampla gama das ações ajuizadas, o reconhecimento do corpo social. Pode-se afirmar, por certo, que os processos coletivos transformaram todo o processo civil, hoje aderente à realidade social e política subjacente e às controvérsias que constituem seu objeto, conduzindo-o pela via da eficácia e da efetividade. E que, por intermédio dos processos coletivos, a sociedade brasileira tem exercido, de maneira mais articulada e eficaz, seus direitos de cidadania. Assim é que a defesa do meio ambiente em juízo se caracteriza como conquista da cidadania e como direito fundamental, não apenas assegurado, mas efetivamente fruído.

Destaca-se, porém, que o art. 128 da Magna Carta apresenta níveis de abrangência do Ministério Público Brasileiro, dividindo-o em dois grandes grupos, o Ministério Público da União e o Ministério Público dos Estados. Esta classificação para o ordenamento jurídico brasileiro reveste-se de grande importância, pois define, dentre outras coisas, a possibilidade de limitação da tutela, ou seja, sinaliza para a necessidade de se definir as atribuições de cada ente ministerial com bastante clareza.

No tocante aos recursos hídricos a Constituição Federal pratica indiretamente esta distribuição de atribuições quando expressamente define as regras de propriedade da água, onde, já no inciso III, do art. 20, estabelece que são de propriedade da união, e portanto competência do Ministério Público da União, “os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais”, e no inciso I, do art. 26 afirma que incluem-se aos bens dos Estados e, portanto, atribuição do Ministério Público Estadual, “as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.”.

Além da distribuição de propriedade a Constituição Federal estabelece, em seu art. 23, inciso XI, a seguinte regra: “registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos”, enfatizando que estas atividades são de atribuição comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, portanto tanto o Ministério Público da União como os Ministérios Públicos Estaduais podem atuar nos casos concretos.

No âmbito estadual, o Ministério Público da Paraíba é regido e organizado pela Lei Complementar nº 97 de 22 dezembro de 2010, e na alínea “b” do inciso IV, do art. 37 estabelece expressamente como função do *parquet* Estadual “a proteção, a prevenção e a reparação dos danos causados ao meio ambiente em todo Estado Paraibano”.

Em 28 de setembro de 2018, através da Resolução CPJ 21/2018, sua mais recente publicação, o Ministério Público do Estado da Paraíba, definiu as atribuições dos Membros do *parquet* Estadual, no inciso II, do art. 12 e estabeleceu como atribuição do 2º Promotor de Justiça de Cajazeiras a atuação em matéria do meio ambiente. Registre-se que a 2ª Promotoria de Justiça de Cajazeiras é o objeto deste estudo.

6.1 2ª Promotoria de Justiça de Cajazeiras/PB e sua atuação em matéria ambiental

A 2ª Promotoria de Justiça de Cajazeiras-PB, localizada na Avenida Comandante Vital Rolim, s/n, Centro, Município de Cajazeiras/PB, possui como Termos integrantes da Comarca os

Municípios de Cachoeira dos Índios e Bom Jesus e possui atribuição para atuar em matéria ambiental. Vejamos disposição do art. 12, inciso II, da Resolução CPJ nº. 21/2018:

13

Art. 12. Na Promotoria de Justiça de Cajazeiras, de 2ª entrância, as atribuições serão exercidas da seguinte forma:

[...]

II – 2º Promotor de Justiça: a) nos feitos da infância e da juventude, incluindo a fiscalização dos estabelecimentos a elas inerentes, a instauração de procedimento extrajudicial cível e a propositura da respectiva ação judicial necessária à remoção das irregularidades detectadas, acompanhando-a até seu final julgamento; b) extrajudicialmente: 1. em procedimento de investigação criminal que apure infração penal referida na alínea anterior, incluindo o requerimento de medidas cautelares e o oferecimento da denúncia; 2. em matérias da criança e do adolescente, da educação e do meio ambiente e patrimônio social, incluindo a instauração de procedimento cível e a propositura da respectiva ação para a defesa dos direitos difusos, coletivos, individuais homogêneos e indisponíveis àquelas relativos, com acompanhamento desta até seu final julgamento;

[...]

Em levantamento realizado junto a 2ª Promotoria de Justiça de Cajazeiras, observa-se que em matéria ambiental, entre os anos de 2015 a 2018, não foi instaurado nenhum procedimento por iniciativa própria da instituição, ou seja em atuação *ex officio* pelo Órgão de Execução, sendo todos os procedimentos instaurados neste mesmo período através de denúncias da própria sociedade, representando uma média de 20,23% (vinte virgula vinte e três por cento) de todos os procedimentos instaurados na 2ª Promotoria de Justiça de Cajazeiras durante o período destacado, conforme podemos observar na tabela abaixo:

Figura 02 – procedimentos extrajudiciais com a temática meio ambiente instaurados na 2º Promotoria de Justiça de Cajazeiras/PB

Ocorrências	Anos				
	2015	2016	2017	2018	Média
1 – Procedimento Ambiental Próprio	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2 – Denúncias Ambientais	13,25%	14,29%	15,15%	38,24%	20,23%
2.1 – Recurso Hídrico	1,99%	2,60%	1,52%	2,94%	2,26%
2.1.1 – Em Bom Jesus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2.1.1.1 – Com Impacto Pessoal	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2.1.1.2 – Sem Impacto Pessoal	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2.1.2 – Cachoeira dos Índios	1,99%	0,00%	1,52%	2,94%	1,61%
2.1.2.1 – Com Impacto Pessoal	1,99%	0,00%	1,52%	2,94%	1,61%
2.1.2.2 – Sem Impacto Pessoal	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2.1.3 – Cajazeiras	0,00%	2,60%	0,00%	0,00%	0,65%
2.1.3.1 – Com Impacto Pessoal	0,00%	1,30%	0,00%	0,00%	0,32%
2.1.3.2 – Sem Impacto Pessoal	0,00%	1,30%	0,00%	0,00%	0,32%
2.2 – Outras Matérias	11,26%	11,69%	13,64%	35,29%	17,97%

Fonte: 2ª Promotoria de Justiça de Cajazeiras – 2019

Na mesma tabela podemos observar também que entre os anos de 2015 a 2018, em média, apenas 2,26% (dois vírgula vinte e seis por cento) das denúncias estavam relacionadas com

14

recursos hídricos, sendo que nenhuma delas estava diretamente relacionada com o reservatório Lagoa do Arroz. Saliente-se que o município que mais apresentou denúncias com relação ao comportamento de recursos hídricos, foi o Município de Cachoeira dos Índios. Ocorre que, o referido município não tem seu abastecimento de água realizado pelo reservatório Lagoa do Arroz e destas representações, cerca 1,61% (um vírgula sessenta e um por cento) estão relacionadas à constatação de dano pessoal e não de dano ambiental, em decorrência da perda do volume hídrico, a Barragem Lagoa do Arroz em si.

7 RESERVATÓRIO LAGOA DO ARROZ E SUA IMPORTÂNCIA PARA O SERTÃO PARAIBANO

Situado as margens do Riacho Cacaré, no município de Cajazeiras/PB, o Açude Lagoa do Arroz está inserido na Bacia Hídrica do Alto Piranhas, teve suas obras iniciadas no ano de 1983 e sua inauguração no ano de 1987. Projetado para armazenar pouco mais de 80 milhões de m³, tinha como grande objetivo perenizar o Riacho Cacaré para promover a piscicultura e cultura de vazante, através da irrigação a jusante (DNOCS, 2000).

Por ser um açude construído pelo Governo Federal e sua perenização ser de um Riacho Estadual, tem seu acompanhamento realizado tanto pela União quanto pelo Estado da Paraíba, portanto com tutela de ambos os Ministérios Públicos (Ministério Público da União e Ministério Público do Estado da Paraíba).

A última sangria do reservatório Lagoa do Arroz aconteceu no ano de 2008 e desde então, com exceção do ano de 2011, o reservatório vem perdendo volume consideravelmente, consoante demonstra o gráfico abaixo:

Gráfico 02 – Demonstra a perda do volume Hídrico do Reservatório Lagoa do Arroz entre os anos 2008 a 2015



Fonte: Penaforte (2016., p. 51)

15

Apesar de ter sido idealizado com o objetivo de estimular a piscicultura e a produção agrícola da região, nos últimos anos, o reservatório vem servindo para abastecer o consumo humano das cidades de Bom Jesus, Cajazeiras, Santa Helena e São João do Rio do Peixe. Destaca-se, porém, que até o ano de 2015 o reservatório abastecia apenas as cidades de Bom Jesus e Santa Helena, e só a partir de 2016 passou a abastecer os municípios de Cajazeiras e São João do Rio do Peixe.

8 INDICADOR QUANTITATIVO

O desafio de traduzir em números todos os fenômenos que nos cerca já nos acompanha há bastante tempo. O Físico e Engenheiro William Thomson, em um de seus pensamentos, há mais de 100 (cem) anos atrás, já traduzia esta inquietação mesmo que de forma extrema, vejamos:

Afirmo muitas vezes que, se você medir aquilo de que está falando e o expressar em números, você conhece alguma coisa sobre o assunto; mas, quando você não o pode exprimir em números, seu conhecimento é pobre e insatisfatório; pode ser o início do conhecimento, mas dificilmente seu espírito terá progredido até o estágio da Ciência, qualquer que seja o assunto. (RESNICK; HALLIDAY, 1973, p. 1) .

A grande explicação para esta busca incessante pela quantificação é a recompensa a ela associada, pois foi através da exatidão dos números que a humanidade aprendeu a ver com maior clareza o comportamento dos fenômenos. Esta condição proporcionou maior conforto e confiança para as tomadas de decisão o que resultou no constante aprimoramento das escolhas mais eficientes, tendo em vista que os fenômenos foram agora associados a variáveis, e estas por sua vez passaram a fornecer informações em alguns casos na forma de *índices*, como será demonstrado a seguir.

8.1 Índices de Secas pelo Mundo

Existe um grande número de índices disponíveis que buscam demonstrar o comportamento da seca em determinado período de tempo, e escolher um deles depende de diversos fatores, que

podem variar desde a região que se busca analisar até a disponibilidade de dados para a realização dos cálculos.

Porém, alguns critérios podem ser estabelecidos para auxiliar na escolha, e o primeiro deles é o tipo de seca que se busca analisar; Este estudo se refere as secas meteorológicas. Outro fator importante é a disponibilidade de dados e sua consistência, fundamental para gerar confiança na análise, e por fim, o índice a ser escolhido deve ser de fácil interpretação e entendimento, principalmente para o destino que se pretende com este estudo, pois o mesmo servirá de base para tomada de decisão no ambiente jurídico (CARMO,2018).

16

Conforme relacionado por PENAFORTE (2016, p. 24, *apud* FERNANDES, 2009) diversos índices foram desenvolvidos para monitorar as secas, e abaixo extraímos de seu trabalho apenas aqueles associados exclusivamente as secas meteorológicas, então vejamos:

Figura 03: Índices de Secas Meteorológicos

Índice de seca	Aplicação	Vantagens	Desvantagens
Índice Porcentagem Normal (PN) "Percent of Normal"	Meteorológico	Um simples cálculo efetivo para comparação entre uma única região ou estação	Desde que a "normal é uma construção matemática baseada em um número limitado de anos, não pode sempre refletir tendências climáticas
Decis (D) "Deciles"	Meteorológico	Remove algumas fraquezas de aproximação do PN, fornecendo uma medida estatística exata da precipitação.	Exige no mínimo 30 anos de registro de dados
Índice de Precipitação Padronizada (SPI - "Standardized Precipitation Index")	Meteorológico	O SPI pode ser calculado para diferentes escalas de tempo. Possibilita o aviso prévio da seca e ajuda a avaliar a severidade da seca.	Os valores de SPI são baseados em dados preliminares e podem mudar.
Índice de Anomalia de Chuva (RAI) "Rainfall Anomaly Index"	Meteorológico	Difere do índice SWSI por adicionar o valor de temperatura. Diferenças entre o RAI e os mais complexos índices de Palmer são insignificantes	O indicativo de ano seco, nem sempre garante a ausência de cheias em uma região estudada
Índice de Seca de Bhalme & Mooley (BMDI) "Bhalme & Mooley Drought Index"	Meteorológico	O índice (Z) de umidade do algoritmo de Palmer foi substituído por um índice mais simples de precipitação mensal calculado somente com dados de precipitação. O índice é eficaz para analisar as regiões tropicais.	Como considera somente os dados de precipitação, não é um bom indicador regional de seca.
Índice de Severidade de Herbst (HSI) "Herbst Severity Index"	Meteorológico	O HSI é uma ferramenta que melhor se aplica em locais que tenham secas de longo períodos, como o nordeste brasileiro.	Como o total de precipitação varia de ano a ano, espera-se que as culturas típicas estejam ajustadas à variabilidade média de precipitação
Índice de Desvio de Chuva de Lamb (LRDI) "Lamb Rainfall Departure Index"	Meteorológico	Uma das principais vantagens desse índice é que todas as séries de precipitação, mesmo apresentando falhas, podem ser usadas na determinação do índice regional.	-
Índice de Seca Efetiva (EDI) "Effective Drought Index"	Meteorológico	O índice é calculado em escala diária e é uma função da precipitação necessária, ou seja, que está faltando para retornar para as condições normais (climatológicas). Os valores de EDI são normalizados, podendo comparar secas de diversas localidades.	Utiliza dados diários de precipitação, muitas vezes esses dados não estão disponíveis para as regiões que se pretende estudar.

Fonte: PENAFORTE (2016, p. 24, *apud* FERNANDES, 2009)

Um dos exemplos práticos da utilização de um índice de seca, sendo inclusive objeto desta pesquisa, é ter a capacidade de demonstrar a ocorrência de chuvas, precipitações, no ciclo de 12 (doze) meses, ciclo climático padrão, em um dado período de tempo e o comparar com o

comportamento do volume de armazenamento de um determinado reservatório hídrico localizado na região em estudo (PENAFORTE, 2016).

8.2 *Standardized Precipitation Index (SPI)* - Índice de Secas escolhido

Desenvolvido no ano de 1993, o SPI (*Standardized Precipitation Index*), traduzido como Índice de Precipitação Padronizada, foi o que melhor atendeu os objetivos deste estudo, pois, além de amplamente aceito pela comunidade científica, conforme pode ser observado em trabalhos como

17

Canamary (2015) e Brito *et al* (2018), sendo inclusive recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (WMO, *World Meteorological Organization*), é aquele que melhor se enquadra com a disponibilidade de dados, pois necessita apenas de dados de precipitação, e ao tipo de seca estudada, meteorológica, sendo a sua interpretação de fácil entendimento (CARMO, 2018).

Outro fator fundamental para a escolha do SPI é que já existem sistemas disponibilizados de forma gratuita que auxiliam no cálculo do referido indicador, como exemplo podemos citar aquele desenvolvido pelo Centro Nacional de Mitigação das Secas dos Estados Unidos (PENAFORTE, 2016) o que otimiza a atuação de qualquer Órgão de Controle Social, tais como o Ministério Público.

A métrica utilizada pelo SPI baseia-se no registro de precipitações em uma escala temporal (série histórica), portanto quanto maior o período melhor o resultado para análise, e em seguida ajustado a uma distribuição de probabilidade, e posteriormente transformada em uma distribuição normal, o que inclusive permite que se sejam analisados os déficits e os excessos de precipitação em diversas escalas de tempo, sendo que os valores positivos indicam excesso de água e os negativos escassez (PENAFORTE, p. 33 2016, *apud FERNANDES, 2009*).

As classificações climáticas apresentados pelo SPI seguem o seguinte padrão:

Tabela 01: Classificação climática SPI

SPI	Classificação
$\geq 2,00$	Chuva extrema
1,99 a 1,50	Chuva severa
1,49 a 1,00	Chuva moderada
0,99 a 0,50	Chuva fraca
0,49 a -0,49	Normal
-0,50 a -0,99	Seca fraca
-1 a -1,49	Seca moderada

-1,50 a -1,99	Seca severa
<= -2,00	Seca extrema

Fonte: PENAFORTE, p. 37, 2016, *apud* DOMINGOS (2006)

Verifica-se portanto que quanto mais negativo for o resultado encontrado no SPI, mais severa será a seca hidrológica identificada para o período e região em análise, e será este indicador utilizado como parâmetro de comparação com o volume armazenado no período e reservatório em estudo.

18

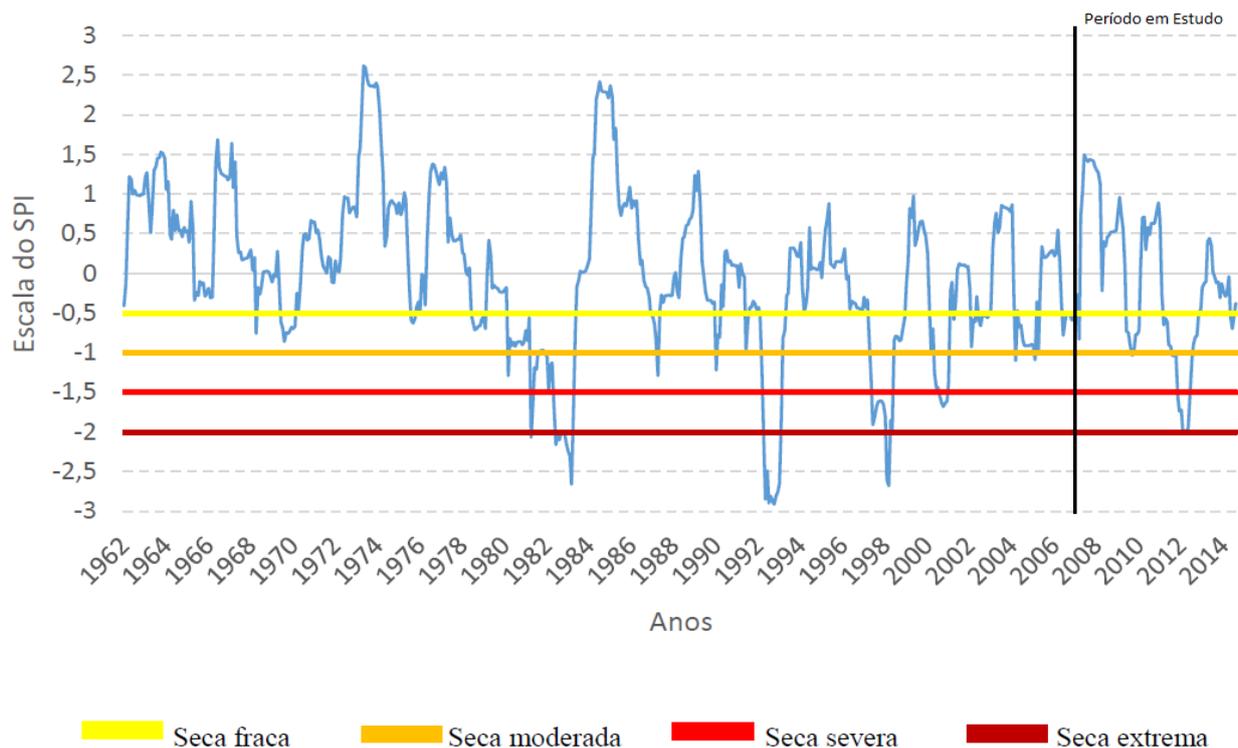
8.2.1 – Dados e Resultados

Os dados sobre pluviometria da região em estudo, Açude Lagoa do Arroz, foram extraídos diretamente do trabalho de pesquisa de PENAFORTE (2016) que utilizou o mesmo reservatório como objeto de sua pesquisa, e que também através destes dados realizou o cálculo do SPI para quatro escalas de tempo diferentes, 12, 18, 24 e 36 meses, sendo o SPI-12, que representa uma escala temporal de 12 meses, utilizado neste estudo.

O SPI-12 indica a severidade de precipitação acumulada nos últimos 12 meses relativamente a precipitação histórica do mesmo mês em causa, sendo este o que primeiro responde a seca e o seu grau de severidade (PENAFORTE, 2016).

PENAFORTE (2016) realizou seu cálculo de SPI-12 para o reservatório Lagoa do Arroz utilizando o sistema disponibilizado pelo Centro Nacional de Mitigação das Secas dos Estados Unidos e através de dados de pluviometria fornecidos pela AESA/PB, entre os anos de 1962 e 2015, identificando o seguinte comportamento:

Gráfico 03: SPI-12 Meses



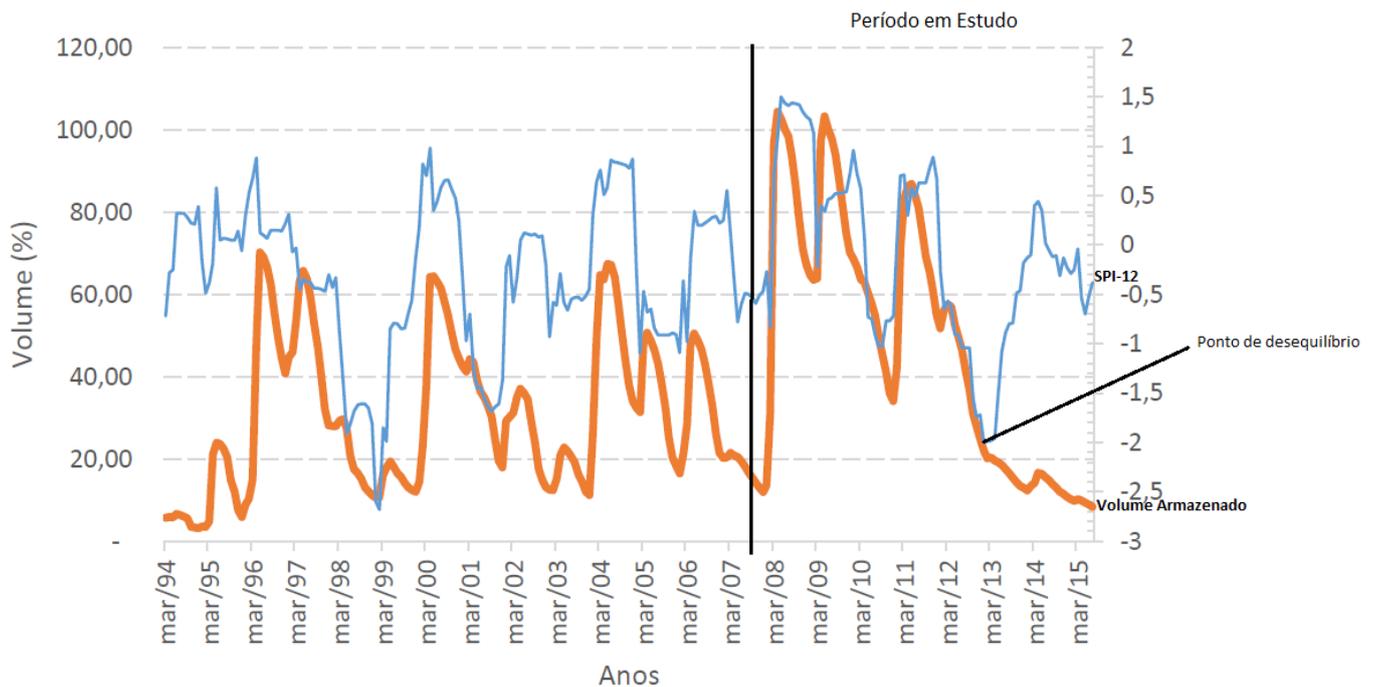
Fonte: PENAFORTE (p.43, 2016)

19

O Gráfico 03 demonstra que o cálculo do SPI-12 realizado por PENAFORTE (2016) sugere, a partir de 2008, ano que o reservatório atingiu sua capacidade máxima de armazenamento, após um longo período de estiagem, uma tendência à seca hidrológica, alcançando a condição extrema entre 2011 e 2012, só apresentando recuperação em seu índice em 2013.

Após identificar o comportamento do SPI-12 PENAFORTE (2016) realiza o comparativo com a movimentação hídrica do estoque do reservatório Lagoa do Arroz, conforme pode ser visto no gráfico 04 a seguir:

Gráfico 04: Volume Armazenado x SPI-12



Fonte: PENAFORTE (p. 52, 2016)

Entre os anos de 2008 a 2012 o comportamento gráfico do estoque hídrico do reservatório Lagoa do Arroz acompanha os resultados do SPI-12, porém a partir de 2013 inicia-se um processo de desequilíbrio entre os dois indicadores, onde o estoque hídrico apresenta condição crítica não refletida pelo comportamento da curva do SPI-12.

Verifica-se, portanto, que os resultados identificados até o momento atendem o primeiro objetivo específico da pesquisa, pois foi possível identificar, com os dados acima expostos, um índice de seca que compara a ocorrência de chuvas, precipitações, no ciclo de 12 (doze) meses, 20 ciclo climático padrão, entre os anos de 2008 a 2015, com o comportamento do volume de armazenamento do reservatório hídrico localizado na região de estudo (Lagoa do Arroz/PB), pois foi constatado que o estoque hídrico não acompanhou o índice de precipitação utilizado.

Esta condição de desequilíbrio sugere para a necessidade no aprofundamento da análise de outros fatores que podem ter influenciado no comportamento do estoque hídrico do reservatório Lagoa do Arroz o que será abordado no tópico a seguir.

8.3 Macro fatores de consumo das reservas hídricas

Identificar um índice de seca é ter a possibilidade de construir um parâmetro na busca pela explicação de um fenômeno, mas em algumas situações só o índice não será suficiente para

justificar possíveis distorções apresentadas. Para tentar ampliar a possibilidade de análise, fundamental para tomada de decisão, principalmente no ambiente jurídico, se faz necessário a realização de outros testes que busquem explicar, dentro do parâmetro da legalidade, possíveis distorções, principalmente no tocante a disponibilidade hídrica.

A Lei nº. 9.433/97, de 08 de janeiro de 1997, conhecida como “Lei das Águas”, trás no inciso III, do seu artigo 1º que “em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais”.

Esta instrução normativa nos sugere à necessidade de se analisar o comportamento populacional, bem como a produção pecuária da região, e compará-los com o histórico de volume armazenado no reservatório hídrico, diretamente influenciado por estas variáveis, objetivando identificar explicação para possíveis distorções entre o índice de pluviometria utilizado e o comportamento do estoque hídrico.

Além das variáveis sugeridas pela instrução legal, no tocante a análise de recurso hídrico é indispensável à inclusão da variável produção agrícola no modelo, tendo em vista ser o segmento que mais demanda o recurso água, representando 70% de seu consumo no mundo (GOELLNER, 2019).

A grande importância na análise destes fatores é que, se por um lado eles afetam o consumo do recurso hídrico disponível, por outro eles são completamente inviabilizados pela falta deste recurso hídrico, principalmente em regiões com histórica escassez de água, como a região em análise, levando a um colapso socioeconômico da região. Assim, para a realização da análise desenvolveremos tabelas com o comportamento histórico de cada um dos fatores (Consumo humano, agricultura e pecuária), e também de forma acumulada, entre os anos de 2008 a 2015, e com isso procurou-se constatar se ocorreram variações de consumo que justifiquem o

21

comportamento da curva de armazenamento do reservatório, considerando que a variação acumulada positiva (> 0) justifica o desequilíbrio, pois refletem uma elevação de consumo por questões socioeconômicas, e a negativa ou nula (≤ 0) caracteriza a necessidade de intervenção, pois não apresentam justificativa no modelo proposto.

Segundo dados da Agência Nacional das Águas – ANA, em seu relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos, publicado em 2017, os três fatores juntos, consumo humano, produção pecuária e produção agrícola representam juntos, em média, 89,50% (oitenta e nove vírgula cinquenta por cento) de todo o consumo de água no Brasil.

8.3.1 – Consumo Humano

Conforme dados da Agência Nacional de Águas – ANA, em seu relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos, publicado em 2017, o abastecimento da população urbana e rural no Brasil equivale, em média, a 11,20% (onze vírgula vinte por cento) de todo o consumo de água nacional.

Neste estudo nos concentraremos no comportamento populacional de apenas 3 (três) municípios, Bom Jesus, Cajazeiras e Santa Helena, tendo em vista serem eles, até o ano de 2015, os únicos consumidores do recurso hídrico disponível no reservatório Lagoa do Arroz.

Dentre os municípios relacionados, apenas o município de Santa Helena não integra, até o momento, o Comarca de Cajazeiras, sendo termo integrante da Comarca de São João do Rio do Peixe, mas que por influenciar no comportamento do estoque do reservatório Lagoa do Arroz teve seu comportamento socioeconômico utilizado nesta pesquisa.

Através de dados coletados no sistema de estimativa populacional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, constatou-se que entre os anos de 2008 a 2015 a expansão populacional acumulada se deu na ordem de 5,75%, o que representa um crescimento populacional acumulado na ordem de 3.757 pessoas, conforme podemos observar na Tabela 02 abaixo:

Tabela 02: Comportamento populacional estimado entre 2008 – 2015 (Unidades)

Ano	Bom Jesus	Cajazeiras	Santa Helena	Total	Var. Absoluta	Var. %
2008	2.296	57.627	6.200	66.123	0	0
2009	2.305	57.875	6.198	66.378	255	0,39%
2010	2.398	58.319	5.369	66.086	-292	-0,44%
2011	2.416	58.793	5.352	66.561	475	0,72%
2012	2.432	59.130	5.886	67.448	887	1,33%
2013	2.495	60.612	5.949	69.056	1.608	2,38%
2014	2.514	61.030	5.933	69.477	421	0,61%
2015	2.532	61.431	5.917	69.880	403	0,58%
ACUMULADO					3.757	5,57%

Fonte:
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

o de Geografia e Estatística (IBGE) – Estimativa Populacional

22

Conforme podemos observar na tabela acima, a expansão populacional estimada pelo IBGE na região e no período em estudo, pode ser uma das justificativas naturais para o descompasso entre o índice pluviométrico e o estoque hídrico, porém a sua baixa variação (5,57%) bem como a representatividade deste fator (11,20%) por si só podem não justificar o descompasso entre o índice pluviométrico e a queda contínua do estoque do reservatório, restando a análise conjunta com os demais macro fatores de consumo.

8.3.2 – Dessedentação Animal

Os dados da Agência Nacional de Águas – ANA, em seu relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos, publicado em 2017, identifica que o abastecimento animal no Brasil equivale, em média, a 11,10% (onze vírgula dez por cento) de todo o consumo de água nacional.

Conforme já exposto no tópico anterior, utilizaremos os dados de produção pecuária apenas dos municípios de Bom Jesus, Cajazeiras e Santa Helena, entre os anos de 2008 e 2015, como referência para identificar as possíveis variações de consumo hídrico neste segmento.

Através de dados coletados no sistema de Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE, no período compreendido entre 2008 a 2015, observou-se uma expansão do rebanhos na ordem de 6,37% (seis vírgula trinta e sete por cento), conforme pode ser observado na Tabela 03 abaixo:

Ano	Bom Jesus	Cajazeiras	Santa Helena	Total	Var. Absoluta	Var. %
2008	6.000	50.770	17.900	74.670	0	0
2009	5.622	50.356	18.638	74.616	-54	-0,07%
2010	5.620	47.312	19.008	71.940	-2.676	-3,59%
2011	6.075	52.847	20.150	79.072	7.132	9,91%
2012	4.684	40.881	14.582	60.147	-18.925	-23,93%
2013	4.524	46.428	14.662	65.614	5.467	9,09%
2014	4.470	49.208	15.656	69.334	3.720	5,67%
2015	4.425	54.117	17.234	75.776	6.442	9,29%
ACUMULADA					1.106	6,37%

Tabela 03: Comportamento populacional de rebanhos entre 2008 – 2015 (Unidades)

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Pesquisa Pecuária Municipal (PPM)

Apesar da queda considerável na quantidade de rebanhos ocorrida no exercício de 2012 (23,93%), nos anos seguintes inicia-se uma política de expansão de rebanho que compensa a contração identificada nesse ano, opção que, juntamente com a expansão populacional, podem passar a comprometer a capacidade de armazenamento do reservatório, mas que devido a grandeza de representatividade destes fatores, onde juntos representam, em média 22,30% (vinte e dois

23

vírgula trinta por cento) do consumo de água no Brasil, conforme dados da ANA, este consumo pode ser compensador por variações negativas na produção agrícola, grande consumidor de recursos hídricos, o que analisaremos no tópico seguinte.

8.3.3 – Produção Agrícola

O fator produção agrícola representa, conforme dados da ANA, em média, 67,20% (sessenta e sete vírgula vinte por cento) do consumo de água no Brasil, portanto oscilações neste

segmento de consumo tem grande impacto no estoque hídrico do reservatório, quer positiva como negativamente, variando conforme o percentual de área plantada na região.

Para analisar o fator produção agrícola utilizaremos como referência as variações no percentual de área plantada no período e municípios já previamente estabelecidos. Optamos por utilizar este vetor de análise (área plantada) pois ele representa o consumo hídrico em todas as etapas de produção (do plantio a colheita) e em cada ciclo climático padrão (12 meses), e para tanto utilizamos os dados disponibilizados pelo Sistema de Recuperação Automática – SIDRA do IBGE.

A Tabela 04 demonstra que para este fator de consumo tivemos uma contração acumulada na ordem de -13,97% (menos treze vírgula noventa e sete por cento), demonstrando que este segmento não afetou a divergência entre o índice pluviométrico e o volume armazenado no reservatório, ocorrendo, possivelmente, o inverso, onde a produção agrícola pode ter sido afetada pela escassez hídrica.

Ano	Bom Jesus	Cajazeiras	Santa Helena	Total	Var. Absoluta	Var. %
2008	311	2.297	1.314	3.922	0	0
2009	309	2.023	1.388	3.720	-202	-5,15%
2010	560	1.394	468	2.422	-1.298	-34,89%
2011	309	3.477	973	4.759	2.337	96,49%
2012	134	1.394	993	2.521	-2.238	-47,03%
2013	271	1.471	1.245	2.987	466	18,48%
2014	245	1.085	558	1.888	-1.099	-36,79%
2015	199	1.125	468	1.792	-96	-5,08%
ACUMULADA					-2.130	-13,97%

Tabela 04: Comportamento da área plantada entre 2008 – 2015 (Hectares)

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Sistema Recuperação Automática (SIDRA)

Verifica-se portanto que o fator de consumo mais relevante de recurso hídrico, produção agrícola, apresentou uma possível redução em seu consumo, devido a queda na área plantada no período e região em estudo, o que nos remete a realização da análise acumulada dos macro fatores

de consumo, buscando balancear as variações, tendo em vista que os demais fatores, consumo humano e dessedentação animal, apresentaram variações positivas.

8.3.4 – Análise Conjunta dos Macro Fatores de Consumo

Como já exposto anteriormente cada fator de consumo apresenta, conforme dados da ANA, impactos distintos na demanda por recurso hídrico, pois, enquanto o consumo humano representa 11,20% (onze vírgula vinte por cento) e o consumo animal 11,10% (onze vírgula dez por cento), o consumo agrícola equivale a 67,20% (sessenta e sete vírgula vinte por cento) de tudo que é consumido de água, por padrão, no Brasil.

Esta condição, associada ao objetivo central da pesquisa, que é desenvolver um método operacional para atuação de órgãos de controle, como o Ministério Público, bem como as alternâncias de variações positivas para os fatores consumo da população (5,57%) e da pecuária (6,37%), e negativas para o consumo da agricultura (-13,97%), identificadas nesta pesquisa, verifica-se a necessidade do desenvolvimento de métrica (forma de medir) capaz de sinalizar para a variação acumulada dos macro fatores de consumo, o que resultou na seguinte equação:

$$VCac = VCpe + VCan + VCag$$

onde:

VCac = Variação de Consumo Acumulado

VCpe = Variação de Consumo populacional, resultante da equação: {[Participação % População ANA * (1 + Variação % de Consumo Populacional)] - Participação % População ANA};

VCan = Variação de Consumo animal, resultante da equação: {[Participação % Rebanho ANA * (1 + Variação % de Consumo Animal)] - Participação % Rebanho ANA};

VCag = Variação de Consumo agrícola, resultante da equação: {[Participação % Agrícola ANA * (1 + Variação % de Área Plantada)] - Participação % Agrícola ANA}.

A aplicação desta equação resultou na Tabela 05 abaixo, que apresenta uma variação de consumo acumulado negativo na ordem de -8,06% (menos oito vírgula seis por cento), demonstrando que os macro fatores de consumo, por si só, conforme método utilizado, não justifica o desequilíbrio entre o SPI-12 e as variações no estoque hídrico do reservatório Lagoa do Arroz para o período estudado.

Tabela 05: Variação acumulada dos macro fatores de consumo

Indicador	Variação	Consumo Padrão ANA	Consumo Ajustado	Variação
VCpe	5,57%	11,20%	11,82%	0,62%
VCan	6,37%	11,10%	11,81%	0,71%
VCag	-13,97%	67,20%	57,81%	-9,39%
TOTAL		89,50%	81,44%	-8,06%

Entende-se portanto que neste ponto, onde a variação entre o índice pluviométrico e o estoque do reservatório hídrico não foi justificado pela variação acumulada dos macro fatores de consumo, conforme pretendido pelo segundo objetivo específico desta pesquisa, cabe ao Ministério Público indagar aos Órgãos responsáveis pela guarda do recurso hídrico, tais como os Comitês de Bacias, a Agência Nacional das Águas (ANA), Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs), a Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA) dentre outros, quais as possíveis explicações que justificam a variação identificada, conforme pretendido pelo terceiro objetivo desta pesquisa.

9. MÉTODO

9.1 Tipo de Pesquisa

Trata-se de uma pesquisa quantitativa e documental pois tem como objetivo identificar, através de coleta de dados em documentos formais, tais como outros trabalhos acadêmicos e dados de Órgãos Oficiais (IBGE) e em seguida a realização de cálculos matemáticos, capazes de possibilitar a constatação de indicador que auxilie a 2ª Promotoria de Justiça a atuar frente a preservação do reservatório hídrico Lagoa do Arroz.

Segundo RICHARDSON, (1989) In: DALFOVO; LANA; SILVEIRA (2008) o método quantitativo pode ser caracterizado pelo emprego de variáveis numéricas tanto para a coleta de dados quanto para o tratamento destas através da estatística.

9.2 Local de Investigação

O estudo proposto foi realizado no Reservatório Hídrico Lagoa do Arroz, no Município de Cajazeiras/PB, com a colaboração da 2º Promotoria de Justiça de Cajazeiras/PB.

9.3 População/Amostra/Critério de Inclusão e Exclusão

A população utilizada na pesquisa compreendeu os cidadãos residentes nos municípios de Cajazeiras, Bom Jesus e Santa Helena, tendo em vista que até o ano de 2015 serem estes afetados diretamente por oscilações no estoque hídrico do reservatório Lagoa do Arroz, mesmo estando o

município de Santa Helena fora da jurisdição da 2ª Promotoria de Justiça de Cajazeiras.

Adotou-se como critério de inclusão os dados fornecidos pelas instituições responsáveis pelo levantamento estatístico, sendo: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Agência Nacional das Águas (ANA), Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) e Companhia de Águas e Esgoto da Paraíba (CAGEPA).

Como critério de exclusão não foram utilizados os dados de cidadãos não residentes nos municípios fora da área de impacto do reservatório Lagoa do Arroz até o ano de 2015, mesmo que estes municípios estivessem dentro dos limites de jurisdição da 2ª Promotoria de Justiça de Cajazeiras-PB, uma vez que não são abastecidos pelo referido reservatório.

9.4 Instrumentos e Técnicas

Entre o período de agosto a novembro de 2019, foram realizadas pesquisa documental, referentes aos procedimentos identificados na Promotoria de Justiça, tabulações estatísticas, referente aos dados coletados no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pesquisa bibliográfica no intuito de identificar um indicador estatístico (índice de seca) que facilite a atuação do Ministério Público como órgão fiscalizador.

9.5 Procedimento de coleta de Dados

Durante o período de agosto a novembro de 2019 foram realizadas pesquisas junto a 2ª Promotoria de Justiça de Cajazeiras, no intuito de identificar procedimentos associados à preservação do reservatório hídrico objeto de estudo, bem como pesquisa bibliográfica para identificar um índice de seca de aplicação cientificamente recomendada, além de realizadas coletas de dados junto ao IBGE.

9.6 Como os dados foram processados e analisados

Após a coleta dos dados estes foram tabulados, e analisados, segundo Mynaio (2008), em três etapas, sendo: pré-análise, etapa onde ocorreram formulação e reformulação dos objetivos, com a constituição das palavras chaves; exploração do material, buscando a identificação de categorias teóricas que represente as informações identificadas; e tratamento dos resultados obtidos e interpretação, que consiste em contextualizar através de literatura pertinente o significado dos resultados obtidos.

9.7 Procedimento Ético do Pesquisador

9.7.1 Riscos

Esta pesquisa teve como risco a impossibilidade de se identificar um indicador capaz de abranger fatores que sinalizem para o comportamento hídrico do reservatório em estudo, quer pela ausência de dados, quer pela omissão do Estado mediante a intervenção de seus Órgão Administrativos, ou até mesmo pela inexistência de outras pesquisas científicas que o fundamentasse.

Destaca-se que, a ideia central do trabalho é identificar indicador que desperte para a necessidade de questionamento do Órgão Ministerial, portando a ausência de informação por si só, caracterizará necessidade de atuação do *Parquet*.

Verificou-se porém, não só a existência de dados, mas também de sistemas de monitoramento e outros trabalhos científicos que fundamentaram esta pesquisa.

9.7.2 Benefícios

A presente pesquisa além de gerar novos conhecimentos no mundo acadêmico e científico, forneceu um indicador estatístico como método que pode ser utilizado e aprimorado pelo Ministério Público da Paraíba, para favorecer a atuação desta instituição no combate a crimes e danos ambientais, principalmente hídricos, não só na região de Cajazeiras/PB, como em todo o Estado da Paraíba.

10 – CONCLUSÃO

A pesquisa demonstrou que entre os anos de 2008 e 2015 o reservatório Lagoa do Arroz apresentou quedas em seu volume de armazenamento em desacordo com a tendência do indicador pluviométrico utilizado, conforme calculado através do SPI-12, sendo esta constatação o primeiro objetivo específico desta pesquisa.

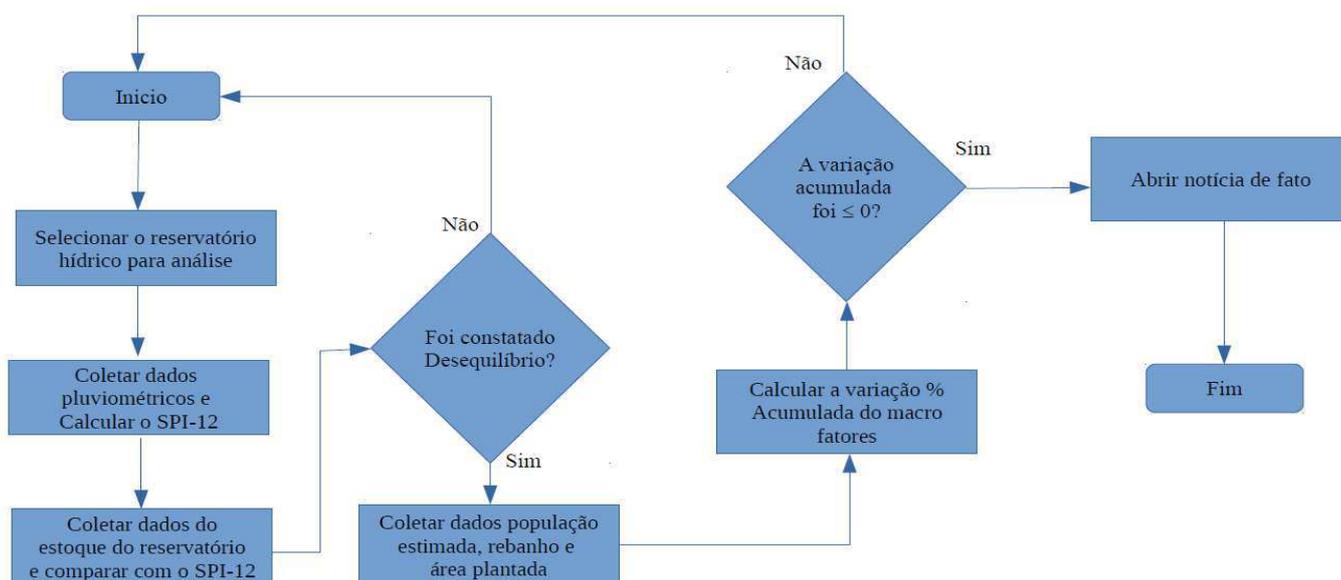
Em seguida verificou-se que os fatores humano, pecuário e agrícola, aqui intitulado de macro fatores de consumo hídrico, apresentaram variações em seus comportamentos de consumo que não justifica esta variação negativa no estoque do reservatório, situação evidenciada após análise da variação acumulada, pois, conforme demonstrado, ocorreu na verdade uma contração acumulada quando da análise conjunta dos macro fatores de consumo (-8,06%), sendo esta

constatação o segundo objetivo específico da pesquisa.

Diante dos resultados identificados, a pesquisa sugere à necessidade de intervenção de órgão de controle social, tais como o Ministério Público, pois a hipótese de fatores não climáticos, tais como vazamentos, liberação irregular de vazão, dentre outros, ganham força, e podem está comprometendo o estoque do reservatório.

Como forma de facilitar o entendimento do método utilizado na pesquisa, bem como demonstrar que é possível atender o objetivo geral que a fundamenta, foi desenvolvido fluxo operacional que pode servir de referência para a tomada de decisão do órgão de controle social (Ministério Público da Paraíba), conforme podemos observar abaixo:

Fluxograma 01: Fluxo operacional da pesquisa



Infer-se através do fluxo proposto que, constatado o desequilíbrio entre o índice de seca e o estoque do reservatório e verificada as variações acumuladas dos macro fatores de consumo inferiores a 0 (zero), surge a necessidade de atuação do Ministério Público do Estado da Paraíba, sendo a resposta por parte do Ente Ministerial a apuração de possível dano através de Notícia de Fato (espécie de procedimento instaurado no Ministério Público).

É competência dos poderes públicos constituídos, em todas as suas esferas, a preservação dos recursos hídricos, destacando que ao Poder Executivo incumbe-se a grande responsabilidade de atuar de forma ativa no uso regular deste recurso, portanto desvios de conduta ou práticas irregulares na utilização dos mesmos pode acarretar enormes danos a sociedade dele dependente, podendo impactar, inclusive, na reprodução da vida.

Assim demonstra-se como motivo que fortalece a necessidade de atuação do Estado para garantir a segurança hídrica e ter a sensação de monitoramento permanente por parte do Ente Ministerial como um dos grandes ganhos surgidos com a aplicação prática deste trabalho.

Por fim, interessante destacar que esta pesquisa não buscou identificar o possível motivo da seca na região em estudo, mas sim apresentar um método simples que possa ser utilizado por órgãos de controle social para combater possível dano a reservatório hídrico provocado por fatores não climáticos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Jucilaine Aparecida; NUNES, Marcos Antônio. **Acesso à água no Semiárido Brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região.** Disponível em: <<http://www.revistaespinhaco.com/index.php/journal/article/download/60/58>>. Acesso em: 19 mar 2019.

ARAUJO, Alana Ramos; SILVA, Luciano Nascimento. **Tutela Jurídica da Água, Direito e Desenvolvimento: da Teoria Pura do Direito de Hans Kelsen à Teoria da Comunicação de Raffaele de Giorgi.** Disponível em: <<http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=88cc8890c7a0d462>>. Acesso em: 25 abr 2019.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF, Senado, 1998.

_____. **Resolução nº 107/2017.** CONSELHO DELIBERATIVO DA SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência. Disponível em: <<http://sudene.gov.br/images/2017/arquivos/Resolucao-107-2017.pdf>>. Acesso em: 03 mar 2019.

_____. **Lei nº 9.433/97.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 05 abr 2019.

CARMO, Maria Vitória Nava Silva. **Análise e Previsão Estatística do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) para o Nordeste do Brasil.** Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/32290/1/2018_MariaVit%C3%B3riaNavaSilvadoCarmo.pdf>. Acesso em: 21 mar 2019.

DALFOVO, Michele Samir; LANA, Rogério Adilson; SILVEIRA, Amélia. **Métodos Quantitativos e Qualitativos: Um Resgate Teórico.** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277098690_METODOS_QUANTITATIVOS_E_QUALITATIVOS_UM_RESGATE_TEORICO>. Acesso em: 28 abr 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA À SECA. **Açude Lagoa do Arroz.** Disponível em: <https://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/barragens/Barragem%20da%20Paraiba/lagoa_do_arroz.htm>. Acesso em: 15 mar 2019.

DORNELES, Ana Cláudia Bertoglio; FLORES, Andiará. **A Ocupação e o Homem: uma Análise Biocêntrica e Antropocêntrica do Meio Ambiente.** Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/csaemrevista/article/download/6510/5020>>. Acesso em: 20 abr 2019.

GERHARDT, T. E.; RAMOS, I. C. A.; RIQUELME, D. L.; et al. A Estrutura do Projeto de Pesquisa. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009, p. 65-88;

GOELLNER, Claud. **O Uso da Água e a Agricultura.** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267373079_O_USO_DA_AGUA_E_A_AGRICULTURA>. Acesso em: 25 abr 2019.

GRINOVER, Ada Pellegrini. **Defesa do Meio Ambiente em Juízo como Conquista da Cidadania**. Disponível em: <<https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:redede.virtual.bibliotecas:artigo.revista:2000;2000569784>>. Acesso em: 23 mar 2019.

PARAIBA. **Lei Complementar nº. 97/2010**. Dispõe sobre a organização do Ministério Público do Estado da Paraíba. Disponível em: <http://arquivos.mppb.mp.br/relatorios/lomp_atual_lc98_100.pdf>. Acesso em: 05 abr 2019.

PENAFORTE, Rômulo Vieira. **Análise das Secas na Bacia do Rio do Peixe através do Índice Padronizado de Precipitação (SPI)**. Disponível em: <<http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2015.2/analise-das-secas-na-bacia-do-rio-do-peixe-atraves-do-indice-padronizado-de-precipitacao-spi.pdf>>. Acesso em: 05 de abr 2019.

ROCHA, Julio Cesar de Sá; KHOURY, Luciana Espinheira da Costa; DAMASCENO, Ângela Patrícia Deiró Damasceno. **Direito das Águas – Trajetória Legal, Conflitos e Participação Social**. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rdisan/article/download/144653/138955/>>. Acesso em: 02 abr 2019.

SELL, Isair. **Utilização da regressão linear como ferramenta de decisão na gestão de custos**. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/viewFile/2762/2762>>. Acesso em: 10 maio 2019.

SILVEIRA, D T.; CÓRDOVA, F. P. A pesquisa científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009, p. 31-42.

SOARES, Jardel de Freitas. **Ecoterrorismo e a Responsabilidade Penal das Empresas por Danos Ecológicos**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/322620999_Ecoterrorismo_e_a_Responsabilidade_Penal_das_Empresas_por_Danos_Ecologicos>. Acesso em: 19 mar 2019.

TRZESNIAK, Piotr. **Indicadores quantitativos: reflexões que antecedem seu estabelecimento**. Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~tite/dw/Artigos/trzesniak-Indicadores.pdf>>. Acesso em: 08 maio 2019.

VASCONCELLOS. Emanuelli Berrueta. **O Ministério Público na Tutela do Meio Ambiente**. Disponível em: <https://www.amprs.com.br/public/arquivos/revista_artigo/arquivo_1246468935.pdf>. Acesso em 08 abr 2019.