



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE CENTRO DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS**

**KATHARINE TAVEIRA DE BRITO MEDEIROS**

**DIAGNÓSTICO ESPAÇO-TEMPORAL DAS OUTORGAS DE ÁGUA PARA  
USO AGROINDUSTRIAL NA BACIA DO RIO PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU.**

**POMBAL- PB**

**2021**

**KATHARINE TAVEIRA DE BRITO MEDEIROS**

**DIAGNÓSTICO ESPAÇO-TEMPORAL DAS OUTORGAS DE ÁGUA PARA  
USO AGROINDUSTRIAL NA BACIA DO RIO PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Campus de Pombal-PB, como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais, com linha de ênfase em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Moises Ferreira de Queiroz.

**POMBAL-PB**

**2021**

M488d Medeiros, Katharine Taveira de Brito.  
Diagnóstico espaço-temporal das outorgas de água para uso agroindustrial na Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu / Katharine Taveira de Brito Medeiros. - Pombal, 2021.  
72 f. : il. Color

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2021.  
"Orientação: Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz".  
Referências.

1. Recursos Hídricos. 2. Outorgas. 3. Usos da Água. I. Queiroz, Manoel Moisés Ferreira de. II. Título.


CDU 556.18(043)

**KATHARINE TAVEIRA DE BRITO MEDEIROS**

**DIAGNÓSTICO ESPAÇO-TEMPORAL DAS OUTORGAS DE ÁGUA PARA  
USO AGROINDUSTRIAL NA BACIA DO RIO PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Campus de Pombal-PB, como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais, com linha de ênfase em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.


Orientador: Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz.

  
\_\_\_\_\_

Prof. D.Sc. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz – CCTA/UFCG (orientador)

  
\_\_\_\_\_

Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira -UFCG (examinador interno)

  
\_\_\_\_\_

Prof. D.Sc. Renato de Oliveira Fernandes -URCA (examinador externo)

POMBAL

2021

*Ao meu esposo Bruno e minhas filhas,  
Júlia e Pietra.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado força e coragem, sendo o meu suporte, para que eu não desistisse nos momentos mais difíceis.

Ao meu esposo Bruno, que foi o meu maior incentivador nesta jornada, desde o momento da inscrição até a finalização do trabalho, além de dividir arduamente as tarefas com nossas filhas, proporcionando-as momentos de lazer, enquanto eu estava bastante ocupada, sem poder compartilhar destes momentos, a ele sou só gratidão.

Aos meus pais, Maria Taveira de Brito e Francisco de Assis Pereira de Brito (*in memoriam*), que sempre me motivaram a estudar, sendo os maiores exemplos de amor, dedicação e encantamento pelo conhecimento.

Aos meus irmãos, Klinger, Patrícia e Emily Anne, pela união, amor e zelo que sempre tiveram comigo.

Ao meu orientador, professor Manoel Moisés, a quem tenho muita admiração, pela sua competência e capacidade de objetividade, sempre à disposição para colaborar e conduzir os trabalhos.

Aos professores do Programa de Pós-graduação da UFCG, ao prof. Luís Gustavo, a professora Roberlúcia, ao professor Ewerton e a professora Mycarla, pela dedicação e responsabilidades com as disciplinas, motivando e despertando os alunos para novos mundos.

A técnica do laboratório de Geoprocessamento da UFCG- Campus Pombal, Andréa Cavalcanti que esteve sempre disponível e com paciência, para sanar minhas dúvidas.

Ao Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte, o IGARN, pela disponibilidade dos dados para a pesquisa.

Aos professores da banca examinadora da qualificação e da defesa de dissertação, professor Renato e professora Virgínia, pelas excelentes contribuições.

As amigas do mestrado, Ruana, Bertheanne, Jallyne, Amanda e Waleska, pois com elas dividi os dias mais difíceis e as alegrias, agradeço aos intensos sorrisos ao longo desta nossa caminhada, no trajeto Cajazeiras-Pombal-Cajazeiras.

Enfim, agradeço a todos, que direta ou indiretamente, contribuíram para a finalização desta etapa na minha vida.

“Nenhum homem pode banhar-se duas vezes no mesmo rio... pois na segunda vez, o rio já não é o mesmo, nem tão pouco o homem!”

Heráclito de Éfeso.

## RESUMO

No Brasil, a Lei nº 9.433/97 foi sancionada no intuito de regulamentar o processo de gestão dos recursos hídricos onde instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, tendo como um dos objetivos assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, adotando como instrumentos os seguintes elementos: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos entre outros. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar temporal e espacialmente as concessões de outorga na Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, emitidas pelo Estado do Rio Grande do Norte, considerando os usos agroindustriais. O estudo tem uma abordagem metodológica quantitativa e exploratória e foi utilizada como técnica de pesquisa, a documental com análise de dados secundários, fornecidos pelo órgão concedente das outorgas no Estado do Rio Grande do Norte, o IGARN. Foram identificadas 488 outorgas, sendo o ano de 2017 com o maior número de outorgas, com a predominância do uso da irrigação, com 73,57% das emissões das outorgas, quanto aos tipos de captação foram emitidas 64% para fontes subterrâneas e 36% para fontes superficiais, enquanto para os valores de vazões, estes valores se invertem, 63,82% das vazões outorgadas foram para fontes superficiais e 36,18% para as vazões subterrâneas. Os usos diversificados destacam-se na região do Médio Piranhas Potiguar, concentrando a maior parte dos usos múltiplos, ocorrendo uma maior concentração do uso da irrigação.

**Palavras-Chave:** Recursos Hídricos. Outorgas. Usos da Água.



## ABSTRACT

In Brazil, the instruments provided by Law 9.433 / 97 was enacted in order to regulate the water resources management process, where it established the National Water Resources Policy, having as one of its objectives to ensure the necessary and current water availability for present and future generations, in quality standards appropriate to the respective uses, adopting the following elements as instruments: the Water Resources Plans; the classification of water in classes, according to the predominant uses of water; the granting of rights to use water resources; charging for the use of water resources, among others. In this sense, the present study aims to analyze temporally and spatially the Water permits granted in the Piancó-Piranhas-Açu River Basin, issued by the State of Rio Grande do Norte, considering their agro-industrial uses. The study has a quantitative and exploratory methodological approach and was used as a research technique, the documentary with analysis of secondary data, provided by the granting body of the Waters permits granted in the States of Rio Grande do Norte, IGARN. There were 488 water permits granted identified, the year 2017 with the largest number of grants, with the predominance of the use of irrigation, with 73.57% of the granting emissions, regarding the types of abstraction, 64% were issued to underground waters and 36% for surface waters, while for flow values, these values are inverted, 63.82% of the flows granted were for surface sources and 36.18% for underground flows. The diversified uses stand out in the Middle Piranhas Potiguar region, concentrating most of the multiple uses, with a greater concentration of the use of irrigation.

**Keywords:** Water resources. Granting of Water. Water Uses.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b>	Planos de Recursos Hídricos- características gerais e abrangência .....	19
<b>Figura 02:</b>	Disponibilidade Hídrica superficial -Bacia Piranhas-Açu.....	29
<b>Figura 03:</b>	Oferta hídrica da Bacia Piranhas-Açu .....	31
<b>Figura 04:</b>	Volume dos Açudes da Bacia Piranhas-Açu .....	32
<b>Figura 05:</b>	Eixo Norte e Eixo Leste do PISF .....	35
<b>Figura 06:</b>	Organograma do Sistema de Gestão do PISF com Bacias do Nordeste.....	36
<b>Figura 07:</b>	Estrutura Geral do Sistema de Informações Geográficas- SIG.....	41
<b>Figura 08:</b>	Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu.	43
<b>Figura 09:</b>	Mapa de Localização das Unidades de Planejamento Hidrográfica.....	44
<b>Figura 10:</b>	Sistemas de Aquíferos do Rio Grande do Norte .....	46
<b>Figura 11:</b>	Esquema dos itens analisados .....	47
<b>Figura 12:</b>	Número de Outorgas na Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu, emitidas pelo IGARN, no período de 2006 a 2020	48
<b>Figura 13:</b>	Número de Outorgas, por tipos de Usos, na Bacia do Rio Piancó-Piranhas- Açu, emitidas pelo IGARN, no período de 2006 a 2020	51
<b>Figura 14:</b>	Total de usos outorgados, na Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu, emitidas pelo IGARN, no período de 2006 a 2020	52
<b>Figura 15:</b>	Vazões Outorgadas, na Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu, emitidas pelo IGARN, no período de 2006 a 2020	54
<b>Figura 16:</b>	Total de outorgas por tipo de captação, no período de 2006 a 2020 .....	57
<b>Figura 17:</b>	Vazão outorgada, por tipo de captação, no período de 2006 a 2020 .....	58
<b>Figura 18:</b>	Outorgas por tipo de captação, no período de 2006 a 2020 .....	59
<b>Figura 19:</b>	Mapa do total dos usos outorgados, na Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu, emitidas pelo IGARN, no período de 2006 a 2020	64
<b>Figura 20:</b>	Espacialização das outorgas, no período de 2006 a 2020.....	65

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01:</b> Usos passíveis de Outorgas.....	<b>24</b>
<b>Quadro 02:</b> Outorgas emitidas na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco .....	<b>38</b>
<b>Quadro 03:</b> Outorgas por segmento de Usos .....	<b>53</b>
<b>Quadro 04:</b> Vazão outorgada, por segmento de uso, no período de 2006 a 2020, por tipo de captação	<b>56</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
2.1	GERAL .....	14
2.2	ESPECÍFICO.....	14
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
3.1	POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS.....	15
<b>3.1.1</b>	<b>Política Estadual de Recursos Hídricos .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Planos de Recursos Hídricos.....</b>	<b>18</b>
3.2	USOS MÚLTIPLOS .....	20
3.3	OUTORGAS DOS RECURSOS HÍDRICOS .....	22
<b>3.3.1</b>	<b>Conflitos de usos da água .....</b>	<b>29</b>
3.4	PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO .....	33
3.5	GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	39
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>42</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	42
4.2	LEVANTAMENTO DE MATERIAIS BIBLIOGRÁFICOS.....	46
4.3	LEVANTAMENTO DOS DADOS.....	46
4.4	TRATAMENTO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS .....	47
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>48</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>66</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em toda a história da humanidade, o Homem desenvolveu sua produção através da utilização da água. Para efetivar esta evolução é de fundamental importância que se tenha não só a disponibilidade hídrica em quantidade, mas deve-se garantir sua qualidade para a finalidade do uso.

No Brasil, a Lei 9.433/97 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos foi o grande marco regulatório para a gestão das águas, trazendo os seguintes fundamentos: a água sendo um bem de domínio público, dotada de valor econômico e sendo um recurso limitado, com isto trouxe a ótica da sustentabilidade ambiental, onde é preciso compreender a sua relevância nos modos de produção, ou seja garantir a população a sua utilização, porém com responsabilidade de consumo, uma vez que não é uma fonte inesgotável, ainda neste sentido sendo necessário garantir o fornecimento para as gerações futuras.

Os recursos utilizados para tornar a água potável, ainda são lentos, frágeis e limitados, isto é uma realidade tanto no Brasil, quanto em outros países (CAPELLARI; CAPELLARI, 2018). A necessidade de se ter uma gestão eficiente e eficaz não é um privilégio da área dos recursos hídricos. Porém, em que pese a água ser um bem essencial para a condição humana deve-se ter uma observância mais criteriosa. Sob a ótica da sustentabilidade é necessário garantir o consumo deste recurso para as presentes e futuras gerações.

Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA, 2013), o planejamento na gestão das águas é um processo onde se busca as alternativas para os melhores resultados na utilização dos recursos hídricos, nos âmbitos econômicos, sociais e ambientais. Ainda de acordo com a ANA (2013), este planejamento tem como um dos seus objetivos, minimizar conflitos pelos diversos usos da água e os múltiplos interesses dos usuários da água, seja o poder público, sociedade civil organizada ou até mesmo as metas estabelecidas pelos planos das bacias.

As demandas dos recursos hídricos na bacia tornam-se competitivas em que pese a disponibilidade hídrica. A maneira de se obter a sustentabilidade e equidade a essa competição foi bem definida pela Lei 9.433/97 onde ocorre por meio da instância de decisão local, tendo como responsáveis os Comitês de Bacia hidrográfica. Para gerenciar essa competição, isto implica em criar um conjunto de regras para a alocação da água,

portanto sendo necessários os instrumentos de gestão que as institucionalizam (PORTO; PORTO, 2008).

A outorga dos direitos de uso dos Recursos hídricos é um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos hídricos estabelecido no artigo 5º da Lei 9.433/1997.

De acordo com a legislação federal há três categorias de Outorgas, sendo elas: A outorga preventiva, prevista no art.6º da lei federal nº 9.984/2000; A outorga de direito de uso de recursos hídricos, estabelecidos pela lei federal nº 9.433/97 e a Declaração de reserva de disponibilidade hídrica.

Considerando que a Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu se encontra inserida em dois Estados da Federação Brasileira e, portanto, para concessão das outorgas da referida bacia há dois órgãos competentes para tal concessão, o Instituto de Gestão das águas do Rio Grande do Norte e a Agência Executiva de Gestão da Água da Paraíba.

Neste contexto, percebe-se a importância de se ter tomadas de decisões seguras e planejadas. Na fase de planejamento, há a necessidade de se conhecer a situação atual da bacia, realizando-se o diagnóstico para que se possa elaborar a previsão da situação desejada, monitorando suas ações para eventuais correções caso algo não esteja conforme o que fora planejado. Sob este aspecto, esta pesquisa teve como objetivo realizar um diagnóstico espacial e temporal das concessões de outorgas emitidas pelo Estado do Rio Grande do Norte, na Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, considerando seus usos. Além disso, quantificar a diversidade dos usos múltiplos na referida bacia através das outorgas concedidas, possibilitando direcionar as ações de políticas públicas necessárias no tocante a gestão de recursos hídricos.

De forma mais específica, a pesquisa ainda buscou realizar a quantificação das concessões de outorgas da bacia em estudo, nos limites do Estado do Rio Grande do Norte, identificando as demandas de usos da água no tempo e no espaço para a localidade em questão, gerar mapas temáticos da espacialização das outorgas na bacia e avaliar a relação entre as demandas hídrica, representadas pelas outorgas concedidas, com a disponibilidade hídrica.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Realizar um diagnóstico espacial e temporal das concessões de outorgas emitidas pelo Estado do Rio Grande do Norte, na Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, considerando seus usos.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- Quantificar as concessões de outorgas da bacia em estudo, emitidas pelo Estado do Rio Grande do Norte;
- Identificar as demandas de usos da água no tempo e no espaço;
- Gerar mapas temáticos das áreas outorgadas na bacia, dentro do limite do Estado do Rio Grande do Norte;
- Avaliar a relação entre as demandas hídrica, representadas pelas outorgas concedidas, com a disponibilidade hídrica.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

A Lei 9.433/97 que 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 estabeleceu que a água é um bem de domínio público, sendo um recurso natural limitado (BRASIL,1997), portanto desconstruindo a ideia de que se pode consumir sem limites.

Segundo SHIKLOMANOV (1997), temos que a disposição de água no Planeta Terra está em torno de 97% localizada nos oceanos, nas geleiras temos 2,2% e somente 0,8% é disponível em forma de água doce, em condições de consumo humano, entretanto dessa água doce, cerca de 97% localiza-se no subsolo e apenas 3% superficialmente. Com o intuito de despertar na sociedade o uso sustentável deste bem, a legislação adota a água como um recurso dotado de um valor econômico, através deste critério.

As reflexões em torno da governança da água expõem diferentes elementos, não ocorrendo na doutrina um único posicionamento para o alcance e comprometimento ético-político, os processos de transformação no setor ocorreram não só no Brasil, mas em diversos países. O alcance da gestão das águas abrange em suas metas o fortalecimento da democracia, a efetivação dos direitos humanos e procedimentos que incluam a atuação de diversos atores, conhecidos como *multi stakeholders* (WOLKMER; PIMMEL, 2013).

Relevante destacar que um dos fundamentos da Lei 9.433/97 é proporcionar o uso múltiplo das águas (BRASIL,1997). Segundo Silva, Souza e Aquino (2017) a alocação de água é um processo que apresenta conflitos em virtude da sua escassez, gerando muitas vezes, o desequilíbrio entre a oferta e a demanda. De acordo com Moreira et al. (2012) a quantidade e qualidade dos recursos hídricos estão interligados com a maior parte dos conflitos existentes pelo uso da água. Em relação ao uso da água em uma bacia, os órgãos gestores dispõem oficialmente da base de dados das vazões outorgadas, porém em diversas regiões há o uso da água sem o respectivo instrumento legal, ou seja, a concessão do uso através da outorga, comprometendo a equalização da utilização dos recursos hídricos. Portanto, é necessário um efetivo controle sobre os usos da água que estão sem o instrumento legal (MOREIRA; SILVA; PRUSKI, 2012).



O uso adequado da água relaciona-se no respeito à Legislação pertinente, constitui-se como uma obrigação jurídica a sua proteção onde não deve ser ignorada pelo Estado, por seus gestores públicos e pelos gestores privados, objetivando a manutenção e sobrevivência dos organismos vivos (CAPELLARI; CAPELLARI, 2018).

Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos é um dos objetivos da Lei 9.433/97, portanto deve-se atentar para um monitoramento desses usos. Para Porto e Porto (2008), uma gestão sustentável aplicada aos recursos hídricos deverá apresentar um conjunto mínimo de instrumentos prioritários, entre eles; uma base de dados e informações com fácil acesso; definições com mais clareza dos direitos de uso; controle dos impactos nos sistemas hídricos e processos de tomadas de decisões. Estes instrumentos devem satisfazer às necessidades e aos desejos da comunidade, seguindo as limitações impostas pela aptidão natural da bacia hidrográfica. A eficiência da sustentabilidade hídrica será avaliada a partir da efetividade de aplicação desses instrumentos na unidade territorial da bacia.

De acordo com Américo-Pinheiro et al. (2019), um dos grandes desafios para se alcançar uma gestão eficiente e eficaz dos recursos hídricos é a necessidade de harmonização dos critérios para se utilizar os instrumentos de gestão de recursos hídricos, bem como estratégias objetivando a sustentabilidade deste recurso, assegurando a quantidade e qualidade adequada para as gerações atuais e futuras. É prioritário que se busque uma gestão que maximize a eficiência no âmbito das questões ambientais envolvidas na utilização dos recursos hídricos para poder implementar os instrumentos normativos com mais segurança e aceitação da sociedade.

Ainda segundo Américo-Pinheiro et al. (2019), há a compreensão que os instrumentos da Política Nacional dos Recursos Hídricos têm relações entre si e que os Planos de Recursos Hídricos e o Enquadramento dos corpos d'água em classes são tomados como referências para as concessões de outorgas e cobranças pelo uso da água.

De acordo com Porto e Porto (2008) a experiência do governo de São Paulo na melhoria das condições sanitárias das bacias do Alto Tietê e Cubatão, em 1978 fez surgir a figura do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias hidrográficas (CEEIBH) e por seguinte a criação de diversos comitês executivos das bacias hidrográficas, como por exemplo a da bacia do São Francisco. Porém, estes comitês tinham apenas atribuições consultivas, sendo importantes para o crescimento das gestões das bacias hidrográficas. Sendo a partir da mobilização da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH)

solicitando um sistema organizado de gestão que “surge” os princípios básicos que seriam depois estabelecidos pela Política Nacional de Recursos Hídricos, como por exemplo: a Gestão integrada, a bacia como unidade de gestão, o reconhecimento do valor econômico da água e a gestão descentralizada e participativa (PORTO; PORTO, 2008)

Dentro desta perspectiva de gestão integrada é que o papel dos comitês das bacias se destaca, segundo Amorim et al. (2016) no estudo sobre bacias hidrográficas compartilhadas, como é o caso da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, no período de 2004 a 2014, houve o funcionamento do “Marco Regulatório”, adotado pela ANA, utilizado na citada bacia.

O Marco Regulatório tinha o intuito de gerenciar diversos conflitos existentes na bacia, por seus usos e usuários de água. Durante o processo de elaboração desse documento, o ambiente cooperativo ficou mais acentuado, contribuindo para a criação do comitê da bacia em 29/11/2006 e a partir deste momento, diversas discussões com outros entes institucionais foram firmadas. Este momento também proporcionou a inclusão de uma revisão deste Marco Regulatório ainda na fase de elaboração do Plano da Bacia. Com o fim da validade do documento em 2014, houve a incorporação deste novo Marco ao Plano da Bacia, objetivando a flexibilização da alocação de água sendo as tomadas de decisões consideradas no âmbito do Comitê da Bacia, mecanismos bastante úteis para implementação e fiscalização das ações planejadas.

### **3.1.1 Política Estadual de Recursos Hídricos**

A abordagem da gestão das águas foi regionalizada pela Política Nacional dos Recursos hídricos, sob esta ótica os Estados e o Distrito Federal possuem órgãos específicos, constituindo a estrutura do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos- SINGREH. Dessa forma, o objetivo desses órgãos é realizar o gerenciamento das águas do território, por meio de autorizações de usos dos recursos hídricos de domínio dos Estados, bem como de fiscalizar os usos múltiplos. Segundo a ANA (2013), os órgãos gestores devem ser responsáveis por planejar e sobretudo promover ações relacionadas à preservação da quantidade e da qualidade das águas.

Os Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba apresentam-se como estados pioneiros nas políticas de gestão das águas, promulgando antes da Lei Nacional da PNRH, as Leis Estaduais nº 6908/1996 e Lei nº 6308/1996 respectivamente a cada Estado, onde tratam da Política Estadual de Recursos Hídricos.

### 3.1.2 Planos de Recursos Hídricos

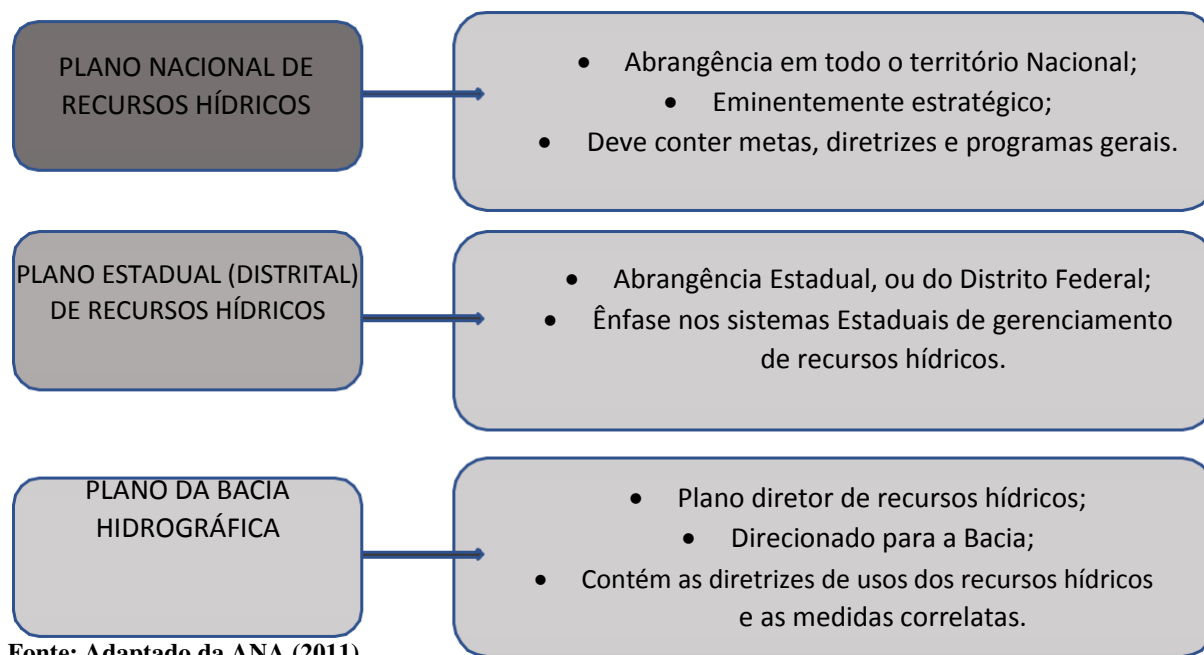
Um dos instrumentos de planejamento são os Planos de Recursos hídricos, que visam orientar a sociedade, sobretudo a atuação dos gestores no que diz respeito ao uso, recuperação, proteção, conservação e desenvolvimento dos recursos hídricos. Estes planos têm como objetivo fundamentar e orientar quanto à implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a gestão das águas. No geral, os Planos devem ser elaborados com propostas de longo prazo, normalmente entre dez e vinte anos, passando por periódicas revisões.

Dentro deste modelo, constitui-se um ciclo de planejar-agir-chechar-controlar-aperfeiçoar, sendo fundamental esta estratégia para que se possam identificar as devidas correções de orientações de metas e melhorias em termos da gestão das águas (ANA, 2013). Destacam-se alguns objetivos que devem conter no Plano de Recursos Hídricos, como por exemplo, a compatibilização do uso, controle e proteção dos recursos hídricos às aspirações sociais (ANA,2013), neste ponto ressalta-se a importância da gestão participativa, com articulação de diversos segmentos da sociedade.

Outro objetivo contido no Plano é o atendimento das demandas de água com foco no desenvolvimento sustentável, para tanto é fundamental a fase de diagnosticar as características econômicas, sociais e ambientais, garantindo assim um equilíbrio entre a oferta e a demanda de água, assegurando a disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade aos diversos usos alocados.

A elaboração dos Planos acontece em três níveis, Nacional, Estadual (Distrital) e o Plano da Bacia Hidrográfica com as características apresentadas na Figura 01.

**Figura 01: Planos de Recursos Hídricos- características gerais e abrangência.**



Fonte: Adaptado da ANA (2011).

O Plano de Bacia é um instrumento orientador para implementar os demais instrumentos previstos na legislação, ele estabelece e define as diretrizes para a elaboração das metas de qualidade através do processo de enquadramento dos corpos d'água. O plano de bacia deve ainda estabelecer as prioridades para outorgas de direito de uso dos recursos hídricos da bacia, bem como critérios para a cobrança por estes usos, todo o processamento deve ser elaborado com base em um sistema de informações (ANA, 2011).

A partir do interesse manifestado pelos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, foi criado o Comitê da Bacia hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, através do Decreto Presidencial de 29 de novembro de 2006, por conseguinte um conjunto de resoluções, deliberações, entre outros, culminando com a eleição e estruturação organizacional de todo o Comitê em 2009.

O Comitê é parte integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e vinculado ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos, bem como dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos dos Estados do RN e da PB, além de ser regido pela Lei 9.433/97 e por seu Regimento Interno.

Com poderes consultivos e deliberativos, o Comitê é um órgão colegiado, sendo a instância mais relevante de participação e integração do planejamento e das ações para os recursos hídricos no âmbito da Bacia.

### 3.2 USOS MÚLTIPLOS

O reconhecimento dos usos preponderantes e das fontes poluidoras acontece na fase do diagnóstico, é nesta fase ainda que se observa como as atividades interferem na qualidade da água. Importante também mapear a condição atual da qualidade da água e o regime dos corpos de água, pois isto implica na capacidade de assimilação de cargas poluentes ao longo do tempo. Além disso, é necessário conhecer os territórios que requerem tratamento especial, dentro dos limites da bacia, como é o caso por exemplo das unidades de conservação (ANA, 2013).

Para a outorga de lançamento de efluentes, de acordo com o que consta na Lei Federal nº. 9.433/97, permitindo que, posteriormente a uma descarga em um curso d'água, com carga máxima de poluentes, e sua diluição sob vazão mínima fixada como referência, precisa que tenha qualidade de água satisfatória no corpo receptor, conforme os objetivos de qualidade estabelecidos pela classe do uso.

Para a realização do enquadramento dos corpos d'água, este procedimento deve ser realizado segundo os usos preponderantes da água, objetivando indicar a meta de qualidade hídrica relacionada às classes dos tipos de usos, seguindo os parâmetros de qualidade da água para ser classificado de acordo com os parâmetros exigidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005), onde apresenta cinco classes: Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4. Segundo Machado et al. (2019) são vários os mecanismos envolvidos na elaboração do diagnóstico e prognóstico do enquadramento, levantando ainda muitas dúvidas tanto na definição como na sua efetivação. Machado et al. (2019) ainda citam a necessidade de se verificar os cadastros de captações e lançamentos de efluentes o mais fidedigno possível, pois alguns cadastros encontram-se incompletos nos órgãos gestores estaduais.

A ausência de uma definição mais efetiva para o processo de enquadramento pode gerar inúmeros prejuízos à sociedade, devido ao fato de não garantir os objetivos aos quais os enquadramentos se propõem. Deve ser uma atividade de ordem técnica, a proposta de enquadramento deve ser realizada pelas agências de água e discutidas no

âmbito dos Comitês das Bacias, onde este deve submeter à aprovação pelo Conselho de Recursos Hídricos (COSTA; ASSUMPÇÃO; AZEVEDO, 2019).

O procedimento de enquadramento é dividido em cinco etapas, segundo a Resolução do CNRH nº91/2008, sendo estas apresentadas como: diagnóstico, prognóstico, elaboração das alternativas de enquadramento, análise e deliberações do comitê e do conselho e implementação do programa de efetivação.

É perceptível que para realizar um programa de ações, com as metas definidas que se almeja alcançar, é primordial que se tenha detalhes mais precisos de como estes corpos d'água estão sendo utilizados e qual a atividade está envolvida, para assim com clareza ter um monitoramento dos padrões definidos e planejar as ações de intervenções necessárias para correções de impactos que possam ter em decorrência da atividade no uso do corpo d'água (ANA, 2013).

A efetivação da gestão de recursos hídricos é primordial, devendo esta ser pautada com o objetivo de promover os usos dos recursos hídricos de maneira racional, proporcionando um controle ambiental desses usos. Neste contexto, o comitê da bacia hidrográfica deve ter um papel notório em articular uma gestão descentralizada, integrada e participativa, promovendo educação ambiental, pulverizando uma conscientização e sensibilidade no aspecto ambiental de todos os atores envolvidos no âmbito da bacia, na perspectiva de preservar e conservar os recursos hídricos, nos aspectos qualitativos e quantitativos (JAQUES, 2017).

Um exemplo é a Bacia do Rio São Domingos, localizada no município de Pinheiros-ES, que foi identificado uma grande concentração de uso de sistema de irrigação por aspersão, com utilização de uso de pivô central, gerando uma grande demanda de recursos hídricos da bacia, nesse sentido, faz-se necessário implantar um manejo de uso sustentável no local de estudo (JAQUES, 2017). Em decorrência do desenvolvimento tecnológico, ocorreu um grande crescimento da agricultura irrigada em todo o país, ocasionando nas regiões rurais um aumento das demandas hídricas (JAQUES, 2017).

No Estado do Rio Grande do Norte, Mesquita (2018) revelou que na Bacia Hidrográfica Apodi/Mossoró, 38% das outorgas concedidas foram para fontes superficiais e 62% para fontes subterrâneas, motivado pela presença de extensos mananciais subterrâneos, por causa disso, há nessa região maiores investimentos para projetos de irrigação, principalmente por empresas agrícolas.

Quanto aos usos da água na Bacia citada, Mesquita (2018) caracterizou-os através das outorgas, onde a atividade de irrigação se confirma como predominante na região, com 68,25% das outorgas no período avaliado (1996 a 2018), seguido de 8,06% para uso humano; 7,90% para uso industrial; 7,11% para carcinicultura; 3% para uso animal; 2,69% para piscicultura e apenas 0,47% para diluição de efluentes. Resultados estes condizentes com o cenário econômico do local, onde a fruticultura irrigada tem grande destaque. Conforme apresentado, há um uso predominante pela irrigação, no entanto este uso requer uma maior demanda por água relacionada a atividade (MESQUITA,2018).

Segundo a ANA (2018), no seu Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos, é apresentado as demandas de retirada e o consumo de água no Brasil em 2017, o que pode-se observar é que houve um aumento em torno de 80% nos últimos 20 anos, a perspectiva é de aumentar ainda mais 24% até 2030, o que coincide com o marco temporal da Agenda 2030, isto mostra o quão é importante que se tenha compromisso com o ODS-6, inclusive uma das metas desse objetivo é : “aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água” (ONU, 2015).

### 3.3 OUTORGAS DOS RECURSOS HÍDRICOS

A outorga tem por objetivo garantir através do ato administrativo por parte do poder público de que o volume ou vazões outorgados estão reservados para o uso do solicitante e não serão alocados a terceiros, conferindo segurança ao investimento a ser feito, ou seja, uma segurança jurídica e hídrica ao empreendedor, por outro ponto isto permite que a administração pública tenha condições de gerenciar a forma como o bem público é usado, conhecendo seus usuários, aplicando critérios de prioridades de uso e articulando com outros instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (ANA,2019).

De acordo com a legislação, há três tipos de outorga: a outorga preventiva, a declaração de Reserva de disponibilidade hídrica e a outorga de direito de uso. A outorga preventiva se destina a reservar a vazão passível de outorga, mas não confere direito de uso dos recursos hídricos, o prazo de validade máximo deste tipo de outorga, quando emitido pela ANA está limitado a 3 anos.

A Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica- DRDH, será utilizada quando nos casos de concessões ou autorizações para o uso de potencial de energia

hidráulica ou outros dispositivos de transposições hidrovíarias, há outros órgãos envolvidos para a emissão da outorga, como a ANEEL, ANTAQ e Ministério da Infraestrutura, a DRDH precede a outorga de direito de uso dos recursos hídricos.

A outorga de direito de uso, confere ao usuário o direito do uso dos recursos hídricos e vale destacar que a legislação estabelece um prazo de dois anos até o início da implantação do empreendimento, e outro de seis anos para a conclusão desta implantação, segundo a ANA (2019).

O Decreto Estadual do Rio Grande do Norte, de nº 13283/97, que tem por objetivo a regulamentação da outorga do direito de uso dos recursos hídricos e do licenciamento de obras de oferta hídrica, traz como alguns dos princípios gerais; o aproveitamento dos recursos hídricos tendo como prioridade o abastecimento humano; o acesso à água como direito de todos para as primeiras necessidades da vida, a distribuição da água no território do Rio Grande do Norte obedecerá a critérios sociais, econômicos e ambientais e o uso da água será compatibilizado com as políticas federal e estadual do desenvolvimento urbano e rural.

A concessão, fiscalização e controle da outorga terão como objetivo planejar e gerenciar, de forma integrada, descentralizada e participativa, o uso múltiplo, o controle, a conservação, a proteção e a preservação dos recursos hídricos, este item é de extrema relevância, pois a gestão integrada possibilita focar nas variáveis necessárias para o desenvolvimento da região, além de incentivar para os usos múltiplos, evitando possíveis conflitos futuros e envolvendo uma maior participação social nas ações no âmbito da utilização dos recursos hídricos.

As finalidades de utilização dos recursos hídricos são os mais variados. Em uma bacia hidrográfica a necessidade de hoje por um uso poderá afetar a demanda de outro uso no futuro, portanto é preciso que se busque minimizar estes conflitos, garantindo a harmonia dos seus usos nas variações espaciais e temporais.

A caracterização dos usos dos recursos hídricos na bacia é importante, pois pode orientar quanto ao manejo hídrico. Segundo Jaques (2017) seu estudo na Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos, no município de Pinheiros/ES, revelou uma discrepância significativa em relação ao uso e vazão de retorno, com um registro de 94% do consumo hídrico sendo usos consuntivos e apenas 6% sendo de usos não consuntivos. O referido autor observou que na sua análise dos processos de outorga em algumas situações, se configuravam com uma demanda hídrica superior à oferta, podendo ocorrer um comprometimento hídrico na bacia em estudo. O autor ainda cita a importância da



especialização dessas informações de onde ocorrem os usos outorgados, sendo uma ferramenta de apoio às tomadas de decisão para a análise das autorizações e concessões de futuras outorgas com vistas nos termos quantitativos e qualitativos dos usos.

O procedimento de outorga de direito de uso dos recursos hídricos em uma bacia é um instrumento de gestão e de planejamento considerado como de comando, sendo essencial para a garantia da sustentabilidade hídrica da unidade territorial, considerado uma ferramenta de gestão, pois a partir do diagnóstico do que efetivamente está sendo praticado na bacia, como por exemplo quais usos estão formalizados, é de grande importância ampliar a regularização dos usos que estariam eventualmente com outorgas vencidas ou mesmo sem emissão. Essas ações possibilita uma análise e pode revelar quais pontos são passíveis ainda de ser outorgados ou os pontos conflitantes na unidade.

O procedimento de outorga é um ato administrativo, conforme a Lei 9.433/97, no artigo 12, é citado os usos que são passíveis ou não de outorga, conforme apresentado no Quadro 01.

#### **Quadro 01: Usos Passíveis de Outorgas**

<b>USOS PASSÍVEIS DE OUTORGAS</b>	<b>USOS QUE INDEPENDEM DE OUTORGAS</b>
I - Derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo	I - O uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural
II - Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;	II - As derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;
III - Lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;	III - As acumulações de volumes de água consideradas insignificantes
IV - Aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;	
V - Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.	

**Fonte: Adaptado da Lei 9433/97.**

O Decreto Estadual do Rio Grande do Norte de nº 13283/97, estabelece critérios para a necessidade da prévia outorga, quando do uso das águas dominiais do Estado, quando envolver: derivação ou captação de parcela de água existentes em um corpo d'água, para consumo final ou para insumo de processo produtivo, assim como diz a Lei 9.433/97; lançamento em um corpo d'água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final; qualquer outro tipo de uso que altere o regime, a quantidade e/ou a qualidade da água. Observa-se uma convergência para o que a Lei das águas estabelece também.

Serão dispensadas as outorgas para captação de água subterrânea, cuja vazão de exploração recomendada não exceda de 1.000 l/h (mil litros por hora), conforme artigo 7º, da Lei Estadual do Rio Grande do Norte. Em caso de captações e derivações da água superficial, com vazões inferiores ou igual a 2m<sup>3</sup>/h, por usuário, serão consideradas como usos insignificantes, segundo o Art.1º da Resolução 12/2012- CONERH.

Em nenhuma hipótese, será emitida outorga, segundo o Decreto citado, para o uso de água que se destine à: lançamento na água de resíduos sólidos, radioativos, metais pesados e outros resíduos tóxicos perigosos, assim definidos pela legislação pertinente; lançamento de contaminantes nas águas subterrâneas.

Para a concessão das outorgas, a ordem de prioridade estabelecida no art.9º do decreto estadual, prioriza nesta ordem: o consumo humano em residências, hospitais, estabelecimentos de ensino, quartéis, presídios e outros estabelecimentos coletivos; consumo humano em entidades públicas ou privadas; dessedentação animal; produção rural, incluindo irrigação, pecuária e piscicultura; produção industrial, comercial e prestação de serviços; encontrando-se em consonância com as Leis Federais.

No art.13 do decreto estadual, estabelece que a disponibilidade hídrica será avaliada em função das características hidrológicas ou hidrogeológicas da bacia superficial ou subterrânea, quando se tratar de água superficial será utilizada a vazão mínima natural e será nula ou estabelecida em portaria específica, fundamentada em estudo hidrológico; para o valor de referência será a descarga regularizada anual com garantia de 90% (noventa por cento), o decreto trata do referencial para águas subterrâneas o referencial quantitativo deverá levar em conta: a capacidade de recarga do aquífero, prevista em portaria, fundamentada em estudo hidrogeológico específico, bem como a interferência provocada pelo poço em poços circunvizinhos

Em relação aos critérios de quantificação no art. 17, o mesmo estabelece que a soma dos volumes d'água outorgados numa determinada bacia não poderá exceder 9/10 da vazão regularizada anual com 90% de garantia.

Os critérios de referência para os valores dos volumes considerados insignificantes devem ser estabelecidos nos planos das bacias hidrográficas, aprovados pelos seus comitês. Estes usos devem ser observados, pois em algumas situações os somatórios destes valores podem resultar em valores significativos, afetando a disponibilidade hídrica e ocasionando possíveis conflitos entre os usuários.

Alguns documentos e informações são necessários para a solicitação da outorga como por exemplo : Título de Propriedade, prova de posse regular, cessão ou autorização de uso da área de terra onde está localizado o projeto de uso da água; folha com a descrição do projeto de uso de água em geral e memória de cálculo das demandas de água do total de pessoas e/ou do número e tipo de animais que farão uso (bovinos, ovinos, caprinos, eqüinos, aves, animais menores), incluindo dados da vazão máxima diária requerida ( $m^3/dia$ ) a ser retirada da fonte de água, mapa ou croqui de localização do empreendimento, tempo médio de bombeamento diário ou de derivação de água; volume de água mensal requerido pelo projeto, e para os 12 meses do ano; documento técnico descritivo do projeto de irrigação, incluindo a memória de cálculo das demandas de água, o balanço hídrico mensal das culturas consideradas, método de irrigação; plantas do planejamento físico e hidráulico do projeto de irrigação; vazão máxima diária requerida ( $m^3/dia$ ) a ser retirada da fonte de água; as coordenadas geográficas do ponto de captação; gráficos, tabelas, e outros elementos pertinentes ao projeto que sejam esclarecedoras.

Segundo Oliveira (2015) em relação às dispensas de outorgas no Estado do Rio Grande do Norte, é notório que existe uma concentração maior na parte Sul do Estado, localizado justamente na Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, com predominância na região do Seridó, essas dispensas aparecem também na bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró e na mesorregião do Agreste Potiguar.

Ainda conforme Oliveira (2015), as informações sobre a vazão dos usos tidos como insignificantes no período de 2008 a 2013, houve uma tendência de evolução, um aumento contínuo nos volumes totais dispensados, servindo como um alerta para o fato de que a cada ano há uma oficialização desses usos insignificantes, sinalizando um cenário com necessidades de se reorganizar para tal procedimento, pois em 2013 esse volume dispensado chegou a  $15.332,64m^3/dia$ .

Outro motivo indicado por Oliveira (2015) para o grande número de dispensas no Estado, sobretudo para estas regiões é o forte ativismo político, contribuindo para esta grande concentração de dispensas. Essas regiões também são muito afetadas por longos períodos de estiagens, fazendo com que a população busque outras alternativas para sua sobrevivência.

Segundo Bof, Pruski e Souza (2009), em Bacias que se têm vários órgãos gestores envolvidos para conceder as outorgas, quando estes órgãos adotam critérios distintos das vazões máximas outorgáveis, isto ocasiona sérios problemas no tocante a gestão dos recursos hídricos, podendo ocorrer situações em que o volume de vazão permissível para a outorga seja excedido em razão da diferença de critérios adotados.

No Brasil há uma diversificação destes valores permitidos para as outorgas quando se trata de Rios de domínio da União e rios outorgados pelos Estados. De acordo com Bof et al. (2009) este contraste é bem acentuado em alguns Estados, como por exemplo no Tocantins, Bahia e Pernambuco, apresentando vazões permissíveis para outorga superiores que as vazões permitidas pela União.

Em que pese as características ambientais particulares de cada região, padronizar estes valores talvez induzisse a um desequilíbrio no balanço hídrico, portanto deve-se considerar a sazonalidade do regime hídrico de cada local avaliado. Bof et al (2009) afirmam que para a utilização dos índices de referência, utilizando-se das vazões mínimas mensais, dentro dos critérios de consentimento de outorgas, no lugar de utilizar as vazões mínimas calculadas em uma base anual, isto pode incrementar significativamente na disponibilidade de água, sem necessariamente significar um aumento no risco de ocorrências de vazões muito baixas, podendo trazer comprometimento ambiental quando do seu uso.

Na análise de Arai (2014) a utilização do critério da outorga sazonal foi possível observar um acréscimo de 61,08% na vazão outorgada, na região hidrográfica do Baixo Rio Grande. Considerando a disponibilidade hídrica, isto é importante para gestão no incentivo de novas concessões de outorga, cabe ressaltar que o instrumento de outorga tem a finalidade de assegurar a todos os usuários a condição de acesso ao bem, não implicando sua alienação, mas o simples direito de uso (BRASIL,1997).

Mesquita (2018) aborda a seguinte questão para a Bacia Hidrográfica Apodi/Mossoró, na relação de volume outorgado, foi observado que a maior demanda por água está ligada ao uso da irrigação, sendo neste caso ocorrendo uma maior utilização da água superficial do que as águas subterrâneas. Mesmo com um número maior de outorgas

para as águas subterrâneas, a soma da vazão de exploração dos açudes, riachos e rios para a referida bacia é superior ao somatório das vazões dos poços outorgados (MESQUITA,2018).

O planejamento da instalação de uma produção no setor de irrigação se baseia na garantia hídrica fornecida pelo Governo, tendo esta atividade necessidade de água para a sua execução, a redução dessa garantia pode ocasionar a desestruturação da cadeia produtiva e do modo de vida familiar às quais são dependentes da existência e uso desse setor para alcançar o desenvolvimento social e econômico (SILVA; SOUZA; AQUINO 2017).

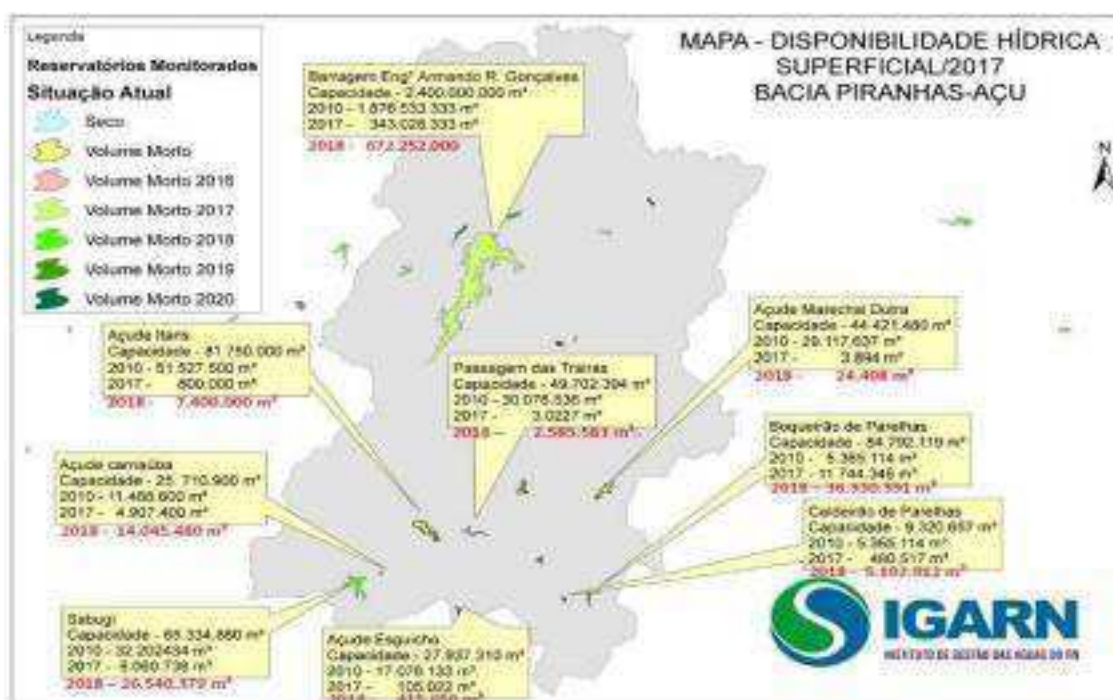
A criação de uma ferramenta ambiental, proposta por Calmon et al. (2019) exclusiva para a gestão e o uso da água aplicada, no intuito de fornecer incentivo para reduzir o consumo de água potável e utilizar fontes alternativas, diminuiria os efluentes líquidos. O consenso entre a comunidade científica é que não existe uma única ferramenta, o que deve se buscar como resultado é a aplicação conjunta de várias ferramentas para a gestão de águas, levando-se em consideração as características de cada comunidade, sua cultura entre outros aspectos. Toda cadeia de produção deve se empenhar para aplicar boas práticas de consumo e reutilização, com um uso mais eficiente da água (CALMON; BASTOS; GONÇALVES, 2019).

A alocação de água é o processo de repartição dos volumes existentes em rios ou reservatórios, por um período limitado, visando garantir os usos múltiplos da água e o atendimento a usos prioritários (ANA, 2017).

De acordo com o IGARN (2018), a capacidade hídrica do Estado é de 4.411.787.259 m<sup>3</sup> (100%), porém em 2010, sua capacidade hídrica se encontrava em 73,3%. A situação ficou bastante crítica em 2017, com apenas 13,57% da sua capacidade (596.301.258m<sup>3</sup>) e 2018 apresentando uma leve melhoria na sua capacidade hídrica, aumentando para 29,69%, com 1.307.916.864 m<sup>3</sup>.

A configuração da disponibilidade hídrica superficial, da bacia hidrográfica Piranhas-Açu está apresentada na figura 02, destaca-se o ano de 2017, sendo na maioria dos reservatórios apresentados, uma situação crítica para este ano de 2017, em relação aos outros anos demonstrados.

**Figura 02: Disponibilidade hídrica superficial- Bacia Piranhas- Açu**



Fonte: IGARN, 2018

Nas bacias hidrográficas existem as ocupações humanas e estas vão se intensificando com o tempo, em algumas bacias vão existir ocupações menos intensas em outras com acentuados usos.

À medida que as cidades vão crescendo e dependendo da vocação da bacia, os usos como por exemplo agricultura irrigada, indústria surgem com uma demanda maior de mais água, gerando conflitos em períodos de escassez hídrica.

### 3.3.1 Conflitos de usos da água

Uma análise crítica realizada por Murilo (2012), entre dois dos conflitos mais marcantes na área de gestão das águas na Espanha, ele conclui que a iniciativa de mediação social contribui para uma nova abordagem de governança na conciliação de conflitos, desvendando novos espaços de legitimidade através do consumo entre os conflitados interessados.

Segundo Mutiga (2010), os modelos de alocação dos recursos hídricos devem apresentar com precisão as características significativas da água dentro de qualquer bacia. Neste sentido, é necessário que seja simulado a disponibilidade da água e da demanda. As demandas devem ser definidas com base na verdadeira ordem de prioridades.

Braga (2020) afirma que as reduções significativas nos níveis de água são influenciadas por secas e demandas de água doce, principalmente em regiões semiáridas, onde o estresse hídrico é maior. Ainda segundo o autor, um número considerável desses reservatórios pode secar completamente durante secas intensas, em que resulta em grandes perdas agrícolas e socioeconômicas, além de problemas como o colapso do abastecimento de água, dando ênfase, portanto a importância que deve ser dada a gestão de recursos hídricos.

De acordo com Castro (2018), a região semiárida brasileira encontra-se em um dos piores momentos em termos de disponibilidade hídrica, nesses últimos anos. Além disso, o processo de eutrofização tem comprometido a qualidade de grande parte dos reservatórios também, isto reflete no aumento dos conflitos dos usos da água (CASTRO,2018).

Em 2017, a Agência Nacional de Águas (ANA) analisou 204 reservatórios no semiárido brasileiro, estas análises apontaram que somente 85 deles apresentavam condições de atender a novas demandas e dos 204, constava que 119 reservatórios se encontravam no limite de suas capacidades de armazenamento (ANA, 2017).

O estudo de Rocha Júnior et al. (2018) realizado em 16 reservatórios da região semiárida brasileira, concluiu que as distinções contrastantes de precipitação pluviométrica entre duas sub-bacias impactam na qualidade da água e o estado trófico dos reservatórios e esses resultados são potencializados com a diminuição do volume de água.

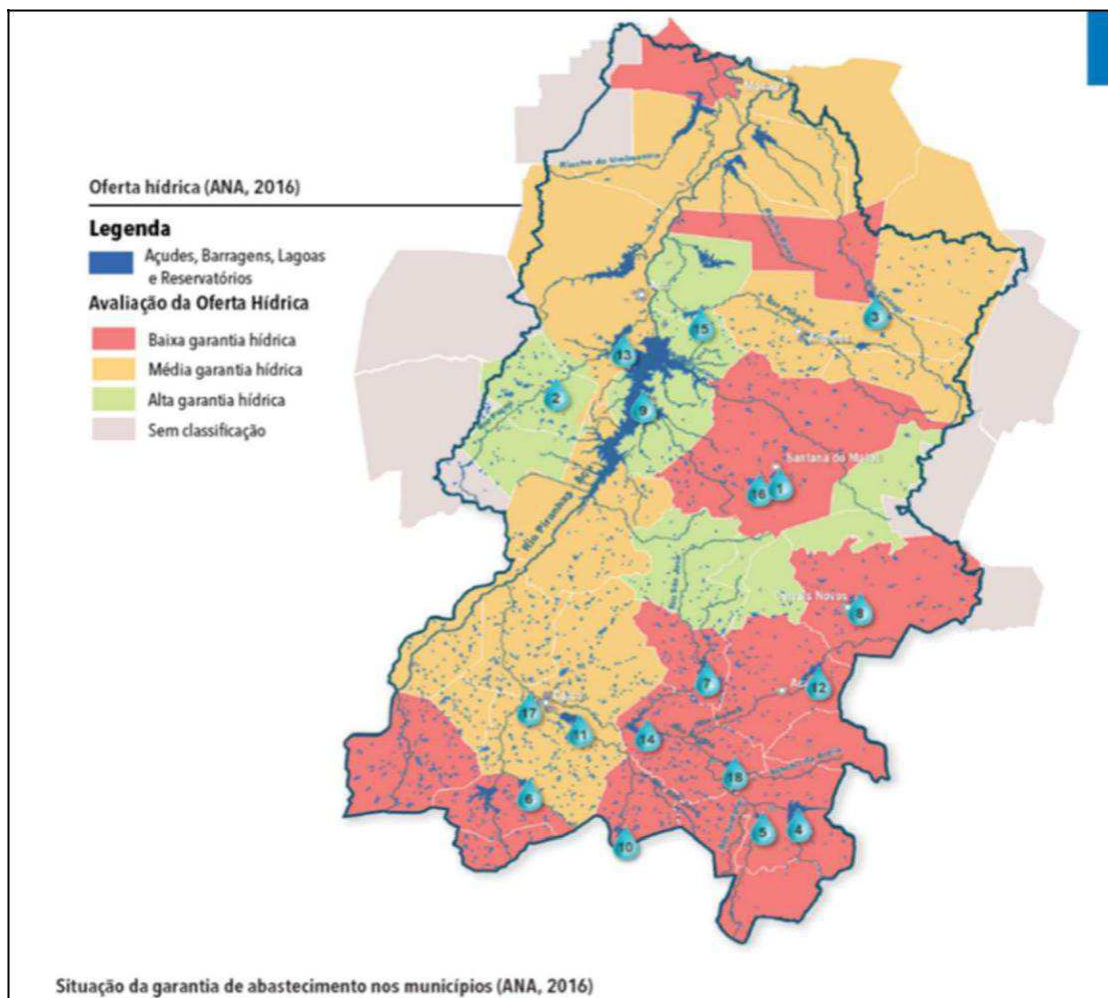
O grau de complexidade com a inserção do aspecto qualitativo no processo decisório de alocação de água tende a aumentar quando se tem maiores restrições incorporadas, seja nos aspectos de qualidade, social e econômica.

A conjuntura de variáveis como a questão climática, escassez de chuva, evaporação elevada, estiagens prolongadas, aumento da população, tudo isto servem de catalizador para a geração de conflitos pelo uso da água.

A figura 03 representa a oferta hídrica para a bacia Piranhas-Açu, entende-se como baixa garantia hídrica, municípios com necessidades de um novo manancial ou que, por motivos de eventos críticos de secas, possuam abastecimento de água crítico, com situação de alerta, para média garantia hídrica, compreende os municípios com captação em trechos de rios perenizados por açudes. Para alta garantia hídrica, entende-se municípios sem problema de abastecimento devido à seca ou que indicados pelo Atlas

Brasil, como satisfatórios ou apresentando apenas necessidade de ampliação de unidades do sistema produtor (ANA, 2016).

**Figura 03: Oferta hídrica da Bacia Piranhas-Açu**



**Fonte: Projeto de Macrozoneamento da Bacia do Piranhas-Açu/RN, 2021.**

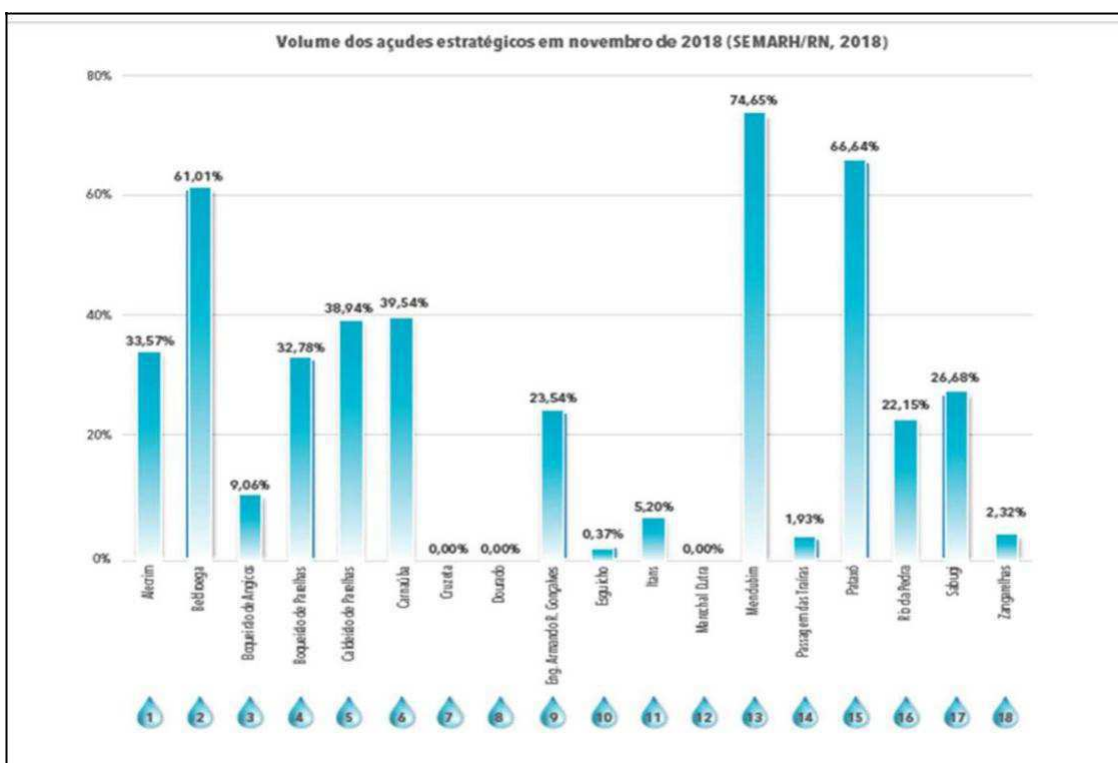
A figura 04 apresenta a situação do volume dos açudes estratégicos na bacia Piranhas- Açu, em 2018. Percebe-se que apenas três açudes possuíam volumes acima de 50%, deste total oito estavam com a capacidade comprometida, operando com menos de 10% do volume total.

Em torno de 19 açudes estratégicos, estes possuem uma maior capacidade de atender a necessidade hídrica na seca, e mais de 1500 açudes menores para suprir as necessidades das comunidades rurais em toda a extensão da bacia Piranhas-Açu.

O maior desses açudes, é o Açude Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves, que em 2018, como mostra na figura 04, estava com apenas 23,54% da sua capacidade.



**Figura 04: Volume dos açúdes da Bacia Piranhas-Açu em 2018**



**Fonte: Projeto de Macrozoneamento da Bacia do Piranhas-Açu/RN, 2021.**

Segundo Oliveira (2019) a bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu já amargou com alguns conflitos existentes relativos ao uso dos recursos hídricos, entre diversos setores. Um deles citado pelo autor, ocorreu em 2003, na barragem Armando Ribeiro Gonçalves, situada no Rio Grande do Norte, o conflito ocorreu entre os usuários de água para irrigação e os produtores de camarão (carcinicultores), bem como entre os poderes públicos dos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, para Amorim (2016) o aumento desses usos teve reflexo diretamente no incremento dos pedidos de outorga que ultrapassava a capacidade de regularização dos sistemas hídricos da bacia, obrigando a intervenção da União junto aos Estados para que fosse promovida uma gestão cooperativa e compartilhada.

Outro momento destacado pelo autor, ocorreu em 2012/2013, no Canal da Redenção, situado na região do alto Sertão Paraibano. O conflito em comento sucedeu entre os proprietários das terras que margeiam o canal, os trabalhadores do assentamento Acauã, as empresas do agronegócio, os usuários de água do Projeto de Irrigação de Várzeas de Sousa (PIVAS), a AESA e o TCE, representantes do estado da Paraíba, e o Ministério Público Federal- MPF, representante da União.

O problema foi solucionado após várias reuniões e audiências públicas, por fim com o Termo de Ajustamento de Conduta, o TAC emitido pelo MPF, no qual deveria ser intensificada a fiscalização por parte da AESA.

Por fim, outro conflito ocorrido na Bacia apresentado por Oliveira (2019), foi à jusante da barragem Mãe D'água no município de Coremas-PB, com o cenário hídrico bastante crítico, a ANA então oportunamente emitiu a Resolução nº 407/2016 para estabelecer as condições especiais de uso do Açude Mãe D'água, este reservatório tem uma importância estratégica para o abastecimento de várias cidades tanto na Paraíba, como no RN, o colapso do sistema provocaria uma situação complicada para estas cidades.

Os moradores da comunidade Mãe D'água estavam reivindicando a instalação imediata de um sistema de abastecimento de água e caso não fossem atendidos, ameaçaram alterar a solução técnica proposta pela ANA (no caso seria desligar um dos barriletes em funcionamento). No entanto, com a complexidade da situação ocorreu uma reunião organizada pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu (CBH- PPA) em João Pessoa, com várias entidades participantes entre elas, a ANA, AESA, IGARN, DNOCS, CAERN e CAGEPA, Secretarias de Recursos Hídricos dos Estados do RN e da PB, Ministério Público do Estado da Paraíba, entre outros. Ao final da reunião ficou acordado a instalação de um sistema emergencial de abastecimento de água na comunidade Mãe D'água, buscando minimizar o impacto e garantir o abastecimento para aproximadamente 400 mil pessoas nos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte.

Apesar da solução ter sido executado pelos órgãos CAGEPA e CAERN, ainda houve falhas no sistema e com isto a comunidade não ficou satisfeita, ocorrendo ainda vários protestos. O destaque dado pelo autor neste conflito, foi da presença constante do Comitê da Bacia, que seguindo os ditames legais arbitrou com excelência as mediações desse conflito.

### 3.4 PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

O projeto de integração do Rio São Francisco com as bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional tem como benefício esperado o alcance das demandas hídricas da população da região, estas demandas referem-se a áreas urbanas dos municípios beneficiados, distritos industriais, perímetros de irrigação e usos difusos ao longo dos

canais e rios perenizados por açudes existentes que receberão as águas do Rio São Francisco (IPEA, 2011).

A grande desigualdade na distribuição dos recursos hídricos na região Nordeste, associada a desigualdade nas densidades demográficas, justificou-se a realização do Projeto de Integração do Rio São Francisco.

Em relação a oferta hídrica, o semiárido brasileiro é dividido em dois: a bacia do São Francisco com aporte de 2 mil a 10 mil m<sup>3</sup>/hab/ano (tendo uma densidade demográfica de 10 hab/km<sup>2</sup>) e o semiárido do nordeste Setentrional, com pouco mais de 400m<sup>3</sup>/ hab/ano, abrangendo os Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e parte do Estado do Pernambuco com aproximadamente 50hab/Km<sup>2</sup> (IPEA,2011).

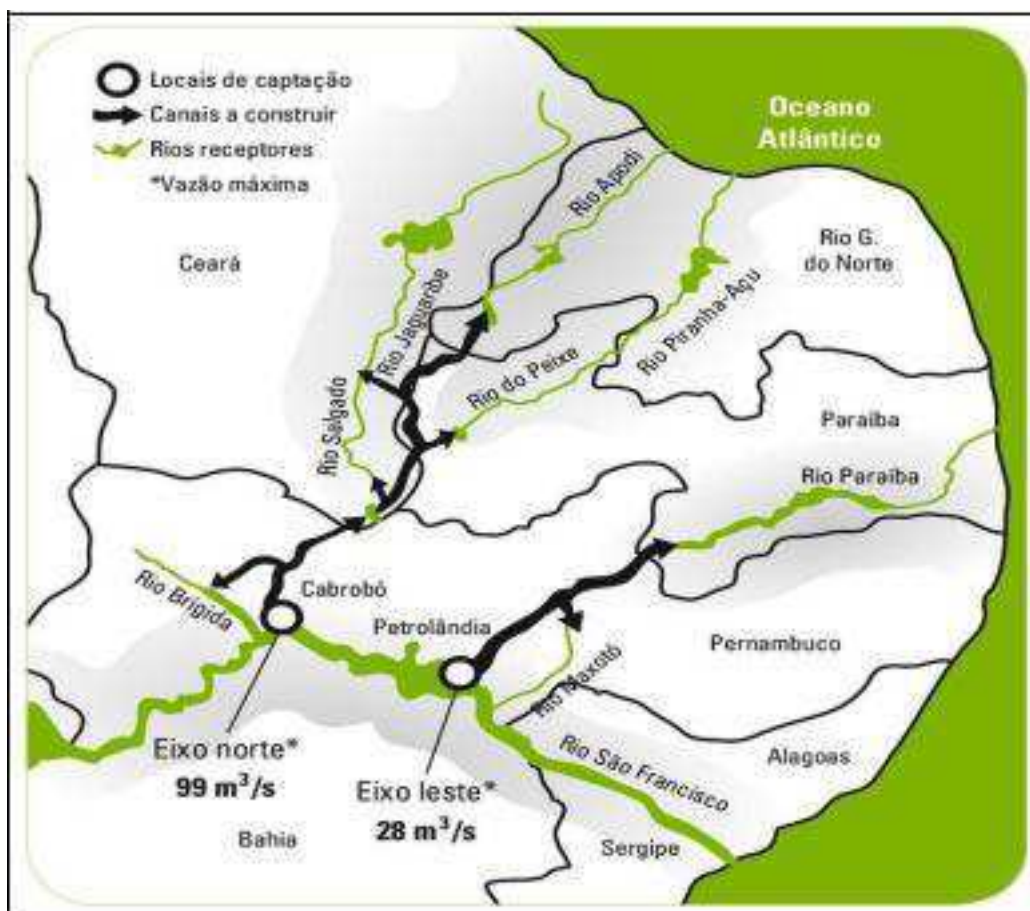
Uma obra estruturante que deve ter em seu gerenciamento, uma observância com muito mais critérios objetivos definidos, para que não haja comprometimento nas demandas já existentes e as que surgirão com o advento de incrementos de volumes nos reservatórios beneficiados.

Uma das maiores obras hídricas executadas no Brasil, um desafio enorme para a área de engenharia, que envolveu construções de estações elevatórias, perfuração de túneis, construção de aquedutos e canais, possibilitando transformar a paisagem e a vida no semiárido brasileiro, que pode ocasionar desenvolvimento da região e inclusão social.

O Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, consiste em dois eixos, Eixo Norte e Eixo Leste, como mostrado na figura 02.

O Eixo Norte ,indicado na figura 05, é composto por 5 trechos , onde tem sua captação no Rio São Francisco, localizada próxima a ilha de Assunção, município de Cabrobó (PE), com cerca de 500 Km de extensão total, e capacidade de adução de 99m<sup>3</sup>/s até o reservatório Mangueira, quando chega no reservatório Caiçaras, há uma trifurcação (ver figura 05), para atender os Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte (Bacia do Piranhas-Açu), com capacidade de adução de até 54m<sup>3</sup>/s; no Ceará, com capacidade de até 45m<sup>3</sup>/s e no Rio Grande do Norte, na bacia do Apodi, com capacidade de até 20m<sup>3</sup>/s (CONSÓRCIO TECHNE-PROJETEC,2015).

**Figura 05: Eixo Norte e Eixo Leste do PISF**



**Fonte: Lima, 2013.**

Segundo Molinas (2019), os Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, possuem arcabouços legais, bem como seus sistemas de gestão estão implantados, mesmo assim, apesar de mostrarem avanços na gestão de recursos hídricos, ainda possuem deficiência de recursos humanos e materiais. Outro ponto negativo que o mesmo autor destaca é a multiplicidade de órgãos responsáveis por diferentes formas da gestão e dos órgãos destinados como operadores Estaduais do PISF.

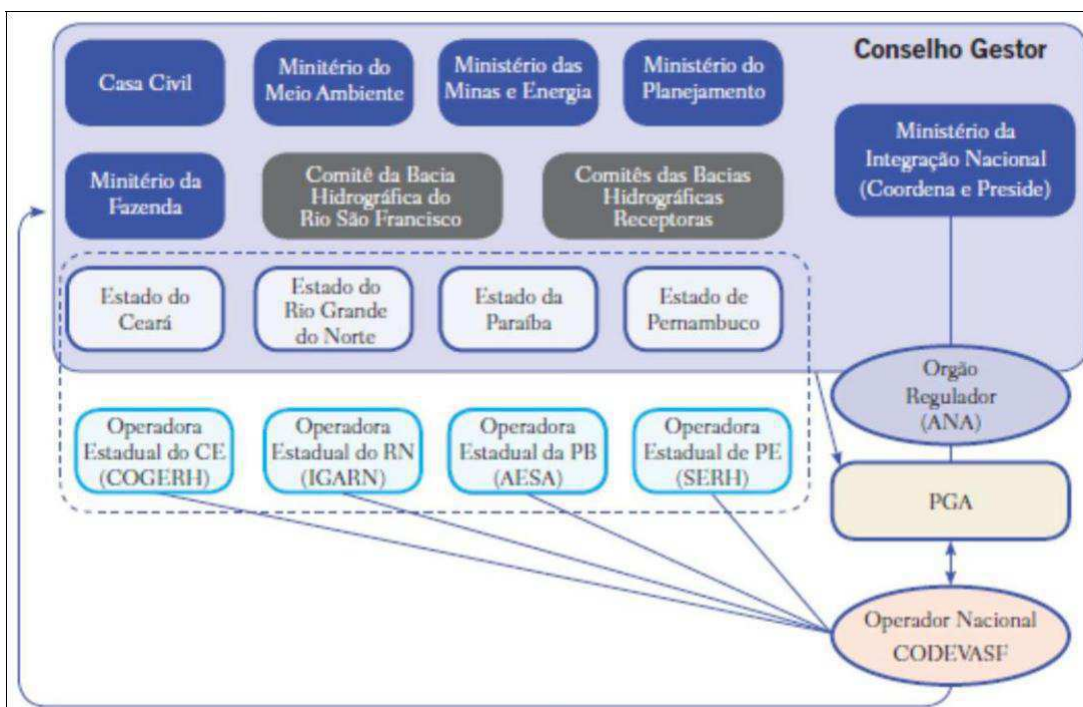
Molinas (2019) aborda no documento, que para se ter uma gestão efetiva dos serviços públicos, atrelados a parcela dos recursos hídricos de pelo menos quatro entes federativos envolvidos, isto implica em adotar procedimentos e técnicas, voltadas para a eficiência dos processos.

A entidade Gestora do PISF, foi criada pelo Decreto Federal nº 5995/2006, instituindo o Sistema de Gestão do PISF com as Bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional, configurando o Conselho Gestor como mostra a figura 06 tendo este, caráter

deliberativo e mediador, com a participação da União e dos Estados, conforme organograma apresentado na figura 06.

Possuindo o Conselho Gestor, as seguintes competências designadas: Estabelecimento de diretrizes para a elaboração do Plano de Gestão Anual do PISF; Proposição de padrões de qualidade e regras de alocação da água entre os Estados receptores; Proposição sistemática de alocação das vazões não contratadas; Articulação e solução de conflitos entre a Operadora Federal e os Estados e entre estes; Acompanhamento da execução do PISF; e proposição de programas que induzam ao uso eficiente e racional dos recursos hídricos disponibilizados pelo PISF e que potencializem o desenvolvimento econômico e social da região beneficiada.

**Figura 06: Organograma do Sistema de Gestão do PISF com Bacias do Nordeste**



Fonte: MOLINAS, 2019.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, é um órgão colegiado, integrado pelo poder público, sociedade civil e empresas usuárias de água, que tem por finalidade realizar a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos da bacia, na perspectiva de proteger os seus mananciais e contribuir para o seu desenvolvimento sustentável.

A aprovação do Plano de Recursos Hídricos da bacia é competência do Comitê, com novas fundamentações legais surgindo, houve a necessidade de se revisar o Plano da Bacia, bem como, adotar novas ações para se ter uma recuperação e preservação

ambiental, seguindo uma nova lógica de intervenção pública no âmbito dos recursos hídricos.

No Plano de Recursos Hídricos do Rio São Francisco – PRHSF/ 2016, a quantificação das demandas foi apresentada por sub-bacia, escala temporal mensal, tipo de uso e fonte hídrica associada (fontes subterrâneas ou superficiais).

A quantificação das demandas hídricas foi iniciada com uma análise dos cadastros de outorgas ao longo da bacia, para que se tenha uma visão espacial, setorial e quantificada da situação. Esta identificação é necessária para evidenciar conflitos atuais de usos ou de potenciais conflitos de usos que venham a surgir, buscando implantar regras de convivência para garantir os usos múltiplos.

As outorgas caracterizadas pelo Plano, considerou apenas as outorgas ativas, válidas em 2014 e tendo por base: As outorgas emitidas pela ANA entre 2001 e 2014; os bancos de dados de outorgas dos órgãos gestores estaduais (IGAM, APAC, INEMA, SEMARH-AL e SEMARH-SE) e o plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal – ECOPLAN/2012.

O fato é que para o Estado de Goiás, não se encontram disponíveis quaisquer dados de outorga na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

Segundo o PRHBSF-2016, as vazões máximas outorgadas em 2014 totalizavam 723,4 m<sup>3</sup>/s, sendo 559,1m<sup>3</sup>/s de origem superficial, 75,6m<sup>3</sup>/s de vazão outorgada de origem subterrânea e 88,7m<sup>3</sup>/s de vazão outorgada indeterminada pelo INEMA, perfazendo um total de 12.291 pontos de outorgas.

O PRHBSF apresenta os valores outorgados, segundo os usos, com a seguinte proporcionalidade: para a irrigação foram outorgados a vazão de 556,6 m<sup>3</sup>/s, correspondendo a 77% do total; para abastecimento público e consumo humano foram contabilizados 52,4m<sup>3</sup>/s, correspondendo a 7%; para a indústria e mineração 34,7m<sup>3</sup>/s, correspondendo a 5%; para a Pesca e aquicultura 3,5m<sup>3</sup>/s, o que corresponde a 1%; para a Criação de animais 1,8m<sup>3</sup>/s; diluição de efluentes 0,4m<sup>3</sup>/s ; Geração de Energia com 0,1m<sup>3</sup>/s e Outros usos ou usos indeterminados, com 73,8m<sup>3</sup>/s , o que corresponde a 10% do total.

De acordo com os dados disponíveis pelo PRHBSF, a distribuição das outorgas segundo as finalidades predominantes e a fonte de origem da outorga, com validade em 2014, ocorre conforme o quadro 02.

**Quadro 02: Outorgas emitidas na Bacia hidrográfica do Rio São Francisco**

Órgão responsável	N.º outorgas			Vazão outorgada (m <sup>3</sup> /s)			Finalidade predominante
	Sup.	Subt.	Ind.	Sup.	Subt.	Ind.	
ANA	2.411			250,9			Irrigação (176,4 m <sup>3</sup> /s)
INEMA	726	2.035	192	159,2	12,5	88,7	Irrigação (244,8 m <sup>3</sup> /s)
IGAM	1.514	4.897	-	129,6	27,6	-	Outorga superficial: Irrigação (87,7 m <sup>3</sup> /s) Outorga subterrânea: Abast. Públ. / Cons. Humano (3,7+3,8 m <sup>3</sup> /s)
APAC	284	n.d.	-	0,9	n.d.	-	Abast. Públ. (0,8 m <sup>3</sup> /s)
SEMARH-AL	156	64	-	10,6	35,5	-	Irrigação (38,4 m <sup>3</sup> /s)
SEMARH-SE	9	3	-	0,2	0,02	-	Outorga superficial: Irrigação (0,13 m <sup>3</sup> /s) Outorga subterrânea: Cons. Humano (0,02 m <sup>3</sup> /s)
ADASA	n.d.	n.d.	-	7,6	0,1	-	Irrigação (5,6 m <sup>3</sup> /s)

**Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia hidrográfica do Rio São Francisco, 2015.**

Este diagnóstico serve de base para definir a expansão de novas demandas dentro da bacia, dessa forma Molinas (2019) faz uma análise integrada da situação baseada no diagnóstico apresentado pelo PRHSF/2016, apontando algumas sugestões bastante pertinentes no âmbito da segurança hídrica, tais como:

- a) Priorizar totalmente o abastecimento humano, dando suporte à implantação de obras para melhorar este setor, incluindo componentes do PISF dedicado ao abastecimento humano;
- b) Promoção de intervenções para incrementar a eficiência no uso da água na agricultura irrigada;
- c) Promover eventuais aumentos da regularização de vazões na bacia, com novos reservatórios construídos para usos múltiplos e a melhoria e modernização de reservatórios já existentes;
- d) Aumentar a oferta hídrica a partir de uso de fontes alternativas.



O valor do uso consuntivo da água na bacia do São Francisco, era de  $90,9\text{m}^3/\text{s}$ , em 2003, segundo a ANA (2005), sendo o principal uso para a irrigação. A projeção para 2025 será de  $262,2\text{m}^3/\text{s}$ .

Conforme deliberação do Comitê da bacia, ficou recomendado o valor de  $360\text{m}^3/\text{s}$  como vazão máxima alocável para os usos consuntivos na bacia. Segundo a ANA (2005), para as bacias receptoras em 2025, foi estimada em  $98,3\text{m}^3/\text{s}$ , a oferta hídrica, com 100% de garantia, isto considerando-se somente disponibilidades hídricas superficiais, sobretudo açudes com capacidade de  $10\text{hm}^3$ .

A ANA (2005) estimou os valores de demandas, por bacia receptora, para a Bacia Piranhas-RN, a ANA estimou os seguintes valores :  $Q_{2005} - 9,43\text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q_{\text{piscicultura}} - 8,30\text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q_{\text{industrial}} - 0,29\text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q_{\text{irrigação}} - 19,23\text{m}^3/\text{s}$  e  $Q_{2025} - 29,96\text{m}^3/\text{s}$ .

Conforme França (2018), para o Estado do Rio Grande do Norte, a vazão fornecida será de  $2,95\text{m}^3/\text{s}$ , para o Ceará de  $11,41\text{m}^3/\text{s}$ , Pernambuco receberá  $6,09\text{m}^3/\text{s}$  e a Paraíba de  $2,95\text{m}^3/\text{s}$ .

Para o monitoramento na fase de operação, deverão ser instalados equipamentos de medição contínua de vazão nos pontos de entrega da água, além de medições de nível nos reservatórios do PISF, nos reservatórios interligados, além de Sobradinho.

### 3.5 GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA PARA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O homem interage com a natureza, realizando transformações e adaptando-a às suas necessidades. Situações de conflitos entre os usos estabelecidos pelo homem e a qualidade do ambiente natural, não tem sido harmônico, segundo Farina (2006), isto ocorre sobretudo pela urbanização e industrialização sem limites.

A dinâmica no âmbito econômico, social, administrativo e geopolítico está realizando consequências de grande magnitude para o desenvolvimento urbano. Essas consequências, por sua vez, implicam na transformação e renovação dos instrumentos tradicionais de planejamento e gestão urbana.

Farina (2006) cita como um importante instrumento viabilizador da nova proposta de planejamento é o desenvolvimento das técnicas de geração e análise de informação espacial, ou seja, as técnicas de geoprocessamento. Estas técnicas possibilitam, através de uma série de funções que imagens sejam geradas e possibilitem análises e interpretações, gerando mapeamento e quantificações. Ainda de acordo com Farina



(2006), a função dos sistemas de informação geográfica (SIG) traduz-se em reunir informações obtidas por sensoriamento remoto com outros dados espacialmente distribuídos.

O processamento informatizado de dados georreferenciados utilizando-se de programas de computador que permitam o uso de informações cartográficas (mapas, cartas topográficas e plantas) e informações a que se possa associar coordenadas desses mapas, cartas ou plantas é o conceito de geoprocessamento (ANA,2012).

A aplicação do geoprocessamento neste sentido torna-se essencial, pois seu conjunto de ferramentas viabiliza uma interpretação de dados e informações coletados com melhor qualidade, onde estes corroboram na identificação e caracterização da área de estudo dentro do espaço geográfico (ANDRADE et al. ,2019).

No entanto a eficácia da ferramenta na caracterização e percepção da organização do espaço, como base para a definição das bases para ações, permeia pela adequada estruturação e consolidação de um banco de dados e escolha de bases cartográficas em escalas compatíveis com o desempenho espaço-temporal dos eventos analisados (SILVA, 2005).

Segundo Tozzi (2010), a ferramenta do SIG, embora seja conceitualmente simples, possibilita um enorme ganho de instrumentações técnicas de qualidade, para os setores públicos ou privados.

Para Lima (2020) ferramentas computacionais de geoprocessamento, contribuem para um melhor entendimento dos elementos fundamentais para o meio ambiente, como recurso utilizado no estudo da bacia hidrográfica do Amazonas, onde possibilitou verificar o crescimento urbano, uso e ocupação do solo e análise morfométrica da bacia citada.

A escolha do sistema de informações Geográfica- SIG deve levar em consideração, pelo menos os seguintes aspectos segundo Câmara (2001) : o formato do arquivo, o conjunto de variáveis para se inserir no modelo, a resolução espacial e da seleção dos modelos.

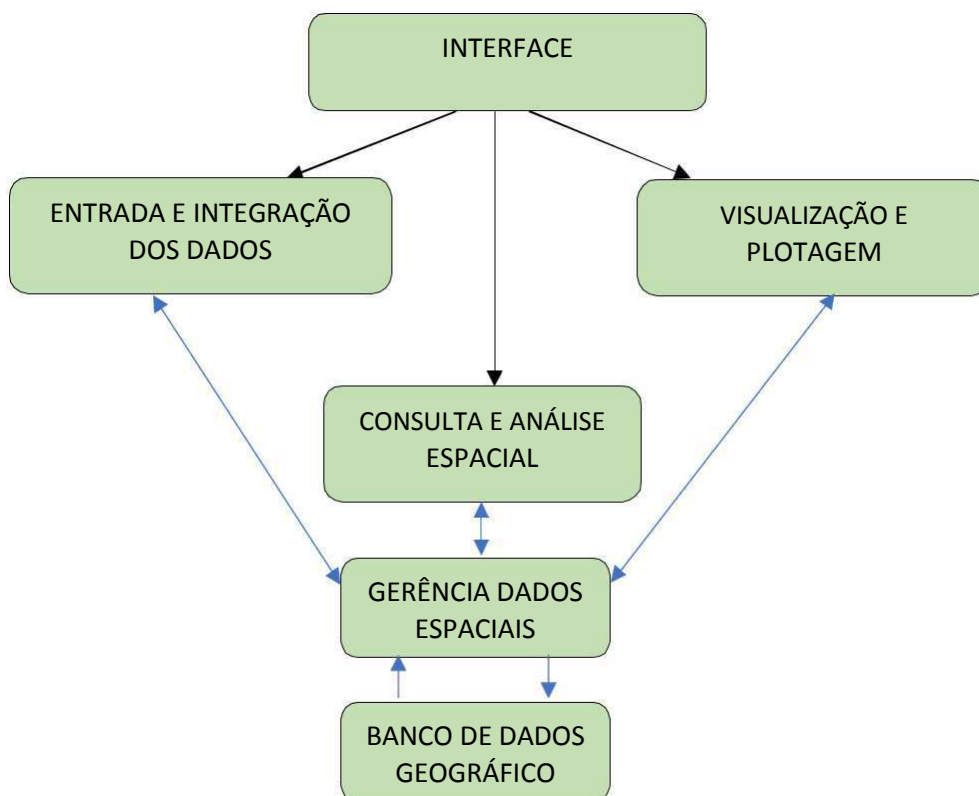
De acordo com Câmara (2001) o SIG é composto pelos seguintes elementos :

- ✓ Interface com o usuário
- ✓ Entrada e Integração de dados
- ✓ Funções de consulta e análise Espacial

- ✓ Visualizações e Plotagens
- ✓ Armazenamento e Recuperação de Dados

A figura 07 apresenta a estrutura geral do SIG. Estes elementos são interligados e seus resultados dependem muito da qualidade dos dados obtidos e das interpretações adequadas do usuário.

**Figura 07: Estrutura geral do Sistema de Informações Geográficas (SIG)**



**Fonte: Adaptado de Câmara (2001)**

Câmara (2001) afirma que estes componentes se apresentam de forma hierárquica, de modo mais próximo ao usuário tem-se a interface homem-máquina, onde o sistema é operado e controlado. Em um nível intermediário, o SIG apresenta mecanismos de processamento de dados espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída). No nível mais alto, há a gerência de dados espaciais e seus atributos.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa priorizou-se a abordagem metodológica quantitativa e exploratória. Segundo Gil (2010), os instrumentos de coleta de dados auxiliam nas informações dos fatos ocorridos durante o período da investigação científica. Foi utilizada como técnica de pesquisa a documental com análise de dados secundários, disponibilizados pelo IGARN, este que é o órgão competente para a emissão das Outorgas no Estado do Rio Grande do Norte. Esta análise de dados ocorreu de forma sistematizada, com as análises dos documentos.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Dentro do território brasileiro uma das áreas que é mais atingida com problemas referentes a disponibilidade hídrica, seja superficial ou subterrânea, seja em qualidade ou quantidade, é a região do semiárido nordestino.

Os biomas incluídos no Semiárido Brasileiro são divididos em oito regiões, o Agreste, a Caatinga, o Carrasco, o Seridó, as Serras, o Cariri, os Sertões e o Curimataú.

No Rio Grande do Norte, de modo geral, tem-se o Agreste, o Seridó, as Serras e os Sertões.

O Agreste está entre uma área úmida e outra seca, com chuvas ocorrendo de janeiro a agosto, com variações de 500 a 1000 mm anuais (KOEI, 2016).

O Seridó tem sua vegetação caracterizada por ser baixa, rala, com capim de permeio, solo de gnaiss, granito e micaxisto, arenoso e seco, com chuvas de janeiro a maio, variando de 125 a 900 mm/ano (KOEI, 2016).

As Serras têm elevações que podem ultrapassar 1000m de altitude. São úmidas e cobertas por vegetações de porte arbóreo.

O Sertão é a região mais quente, as chuvas são concentradas em um intervalo de curto período de quatro meses por ano, com média de 750 mm (KOEI, 2016).

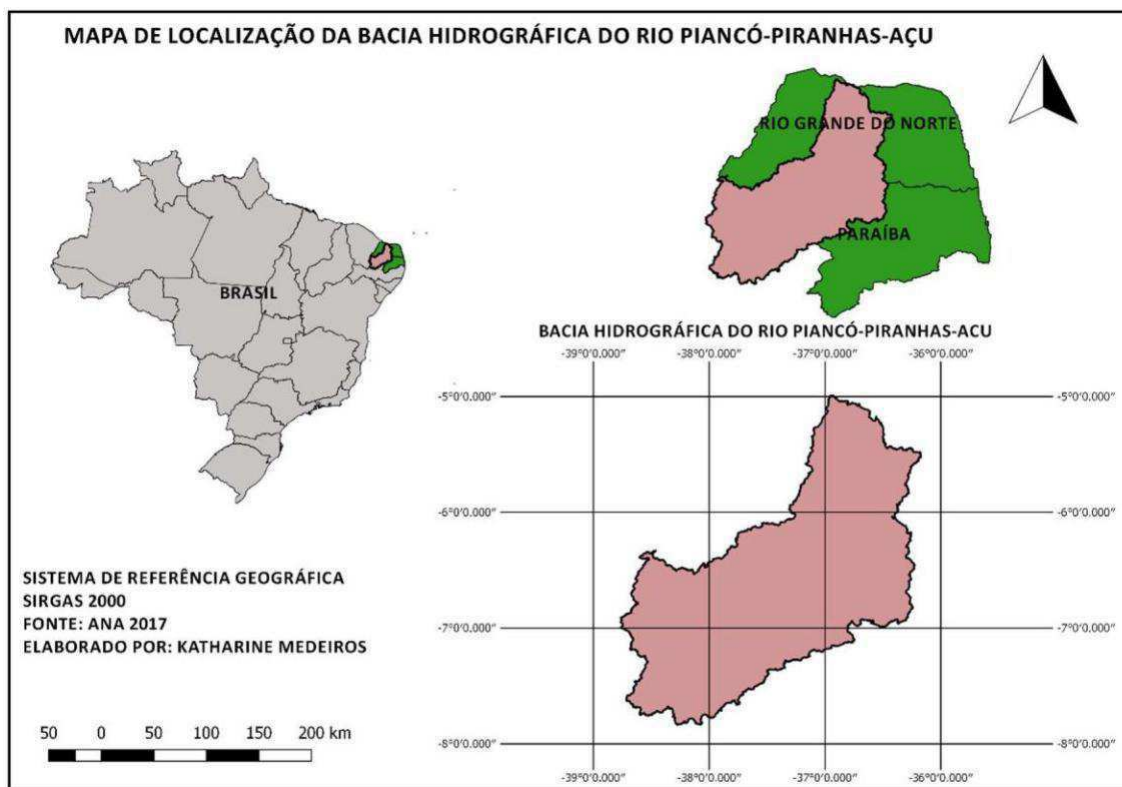
O semiárido brasileiro possui precipitações médias anuais de 750mm, sendo um dos mais chuvosos do planeta, mesmo em algumas áreas não ultrapassando 400mm anuais. No entanto, sua evapotranspiração potencial chega a atingir 2500mm/ano, causando elevados déficits hídricos, além de causar maiores concentrações de sais nas fontes hídricas superficiais, gerando comprometimento na qualidade da água (GHEYI et al, 2012).

Assim, o Semiárido Nordestino caracteriza-se por ser uma região de chuvas irregulares durante o ano e com elevadas temperaturas, colocando-o como uma área de extrema vulnerabilidade do ponto de vista hidrológico (GHEYI et al, 2012).

A divisão hidrográfica Nacional foi instituída pela Resolução CNRH nº 32/2003, visando orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos. A ANA considera como região hidrográfica o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com a finalidade de orientar o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos.

A Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu situa-se na região semiárida do Nordeste Brasileiro, possuindo 43.683 Km<sup>2</sup> de área de drenagem, localizada nos Estados do Rio Grande do Norte (40%) e no Estado da Paraíba (60%) como mostra a figura 08, ocupando cerca de 15% do território da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental.

**Figura 08: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu**

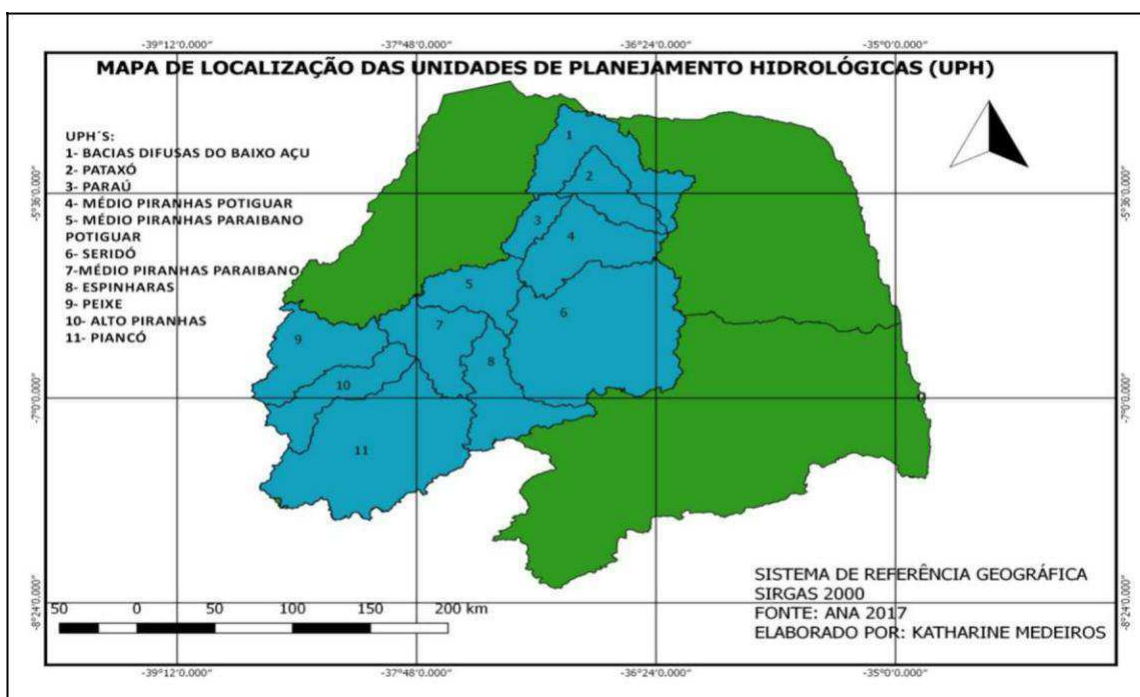


**Fonte: Autoria Própria (2021)**

A Bacia contempla 147 municípios, sendo 47 situado no Estado do Rio Grande do Norte e 100 no Estado da Paraíba e contabiliza uma população total de 1.406.808 habitantes, sendo 69% em centros urbanos e 31% em áreas rurais (ANA,2018).

A bacia foi dividida em 11 Unidades de Planejamento Hidrológico (Figura 09), onde estas são subdivisões da bacia, esta divisão ocorre baseada em diversos critérios, dentre eles, a hidrografia, a presença de reservatórios de grande porte, entre outros, como mostra a figura 09.

**Figura 09: Mapa de localização das Unidades de Planejamento Hidrológicas da Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu**



**Fonte: Autoria Própria,2021.**

A unidade de planejamento hidrológico Seridó concentra 40% do total de reservatórios da bacia, sendo que a maioria são de pequeno porte, com áreas ocupadas pelo espelho d'água, menores ou iguais a 10 ha.

As cidades de Caicó, Assú, Currais Novos e Macau, no estado do Rio Grande do Norte, e Patos, Cajazeiras e Sousa, no estado da Paraíba, constituem como os principais centros urbanos da bacia. Há diversas atividades econômicas desenvolvidas ao longo da bacia, como a agropecuária, especialmente a fruticultura irrigada, a produção de petróleo e a aquicultura, com destaque para a produção de camarão, na região do baixo Açu, próximo à foz (ANA, 2018).

O Rio Piancó é o principal curso d'água da bacia, desde a sua nascente no município de Santa Inês no Estado da Paraíba, até a confluência com o Rio Piranhas chegando no reservatório Armando ribeiro Gonçalves e pelo Rio Açu, seguindo até a foz na cidade de Macau, no Estado do Rio Grande do Norte.

O Rio Piancó-Piranhas-Açu é considerado um rio intermitente em condições naturais, este rio é perenizado por meio de dois reservatórios de regularização executados pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas- DNOCS: Curemas/Mãe D'água, na Paraíba e Armando Ribeiro Gonçalves, no Rio Grande do Norte.

Além desses importantes reservatórios, um conjunto significativo de açudes foram construídos ao longo do tempo para atender as diversas demandas de uso da água (ANA,2018).

De acordo com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia, os reservatórios estratégicos na área da Paraíba possuem 2398,6 hm<sup>3</sup> de capacidade, correspondendo a 44,8%, no Estado do Rio Grande do Norte este valor é de 2951,9hm<sup>3</sup>, representando 55,2% da capacidade máxima da bacia.

Os reservatórios de pequeno porte têm sua importância como fontes hídricas, sobretudo nos períodos de estiagem ou no início dos meses de secas mais intensas, mesmo sendo os reservatórios de grande porte que asseguram o atendimento aos diversos usos nesses períodos de estiagens.

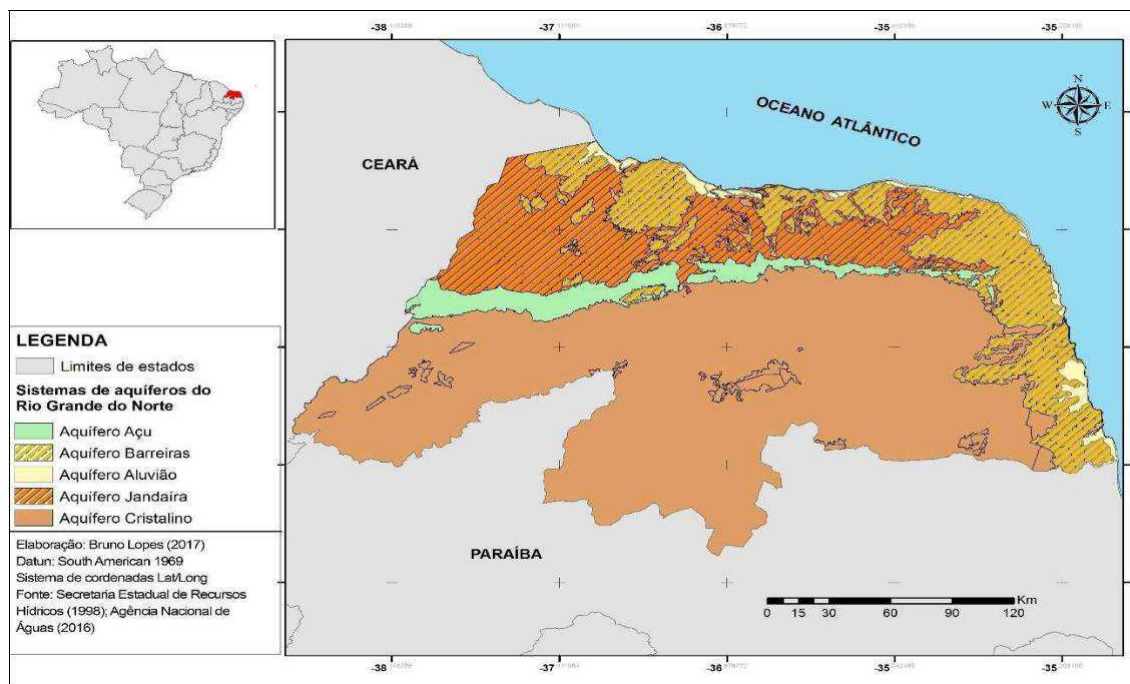
A partir de sua origem de captação, a água pode ser classificada: superficiais – constituída de cursos d'água, lagos naturais ou artificiais, entre outros, ou subterrâneas – poços, nascentes, etc.

Composto por cinco sistemas de aquíferos, exposto na figura 10, cada um possuindo características específicas distintas, o Estado do RN apresenta a seguinte configuração, conforme a figura 10.

No tocante a Bacia PPA, observa-se que é ocupada em sua maior parte, pelo aquífero Cristalino (ver figura 10), mas ainda dentro do limite da bacia constata-se também os aquíferos Açu, Jandaíra e Barreiras, conforme apresenta TROLEI (2018).

O aquífero Cristalino possui limitações quanto a sua vazão, variando de 2 a 16 m<sup>3</sup>/hora, diferindo do aquífero Jandaíra onde sua disponibilidade hídrica apresenta vazões de 10 a 100m<sup>3</sup>/hora, destacando-se também o Aquífero Açu, com vazões na ordem de 400m<sup>3</sup>/hora. Todos estes sistemas são utilizados prioritariamente para o abastecimento humano e para a prática da irrigação de culturas agrícolas (TROLEI E SILVA ,2018).

**Figura 10: Sistemas de Aquíferos do Rio Grande do Norte.**



**Fonte: ANA, 2016.**

#### 4.2 LEVANTAMENTO DE MATERIAIS BIBLIOGRÁFICOS

A pesquisa foi desenvolvida a partir de levantamento teórico conceitual e legislações sobre a gestão de recursos hídricos. O estudo utilizou de um portfólio de artigos extraídos de bibliotecas eletrônicas científicas online, como por exemplo Scielo, Scopus, Google Acadêmico, entre outros, além de dissertações, teses, livros e dados de instituições públicas oficiais, sendo utilizado na busca, palavras-chaves do tipo: gestão de recursos hídricos, outorgas, Bacia hidrográfica, demandas hídricas, usos da água, entre outros.

#### 4.3 LEVANTAMENTO DE DADOS

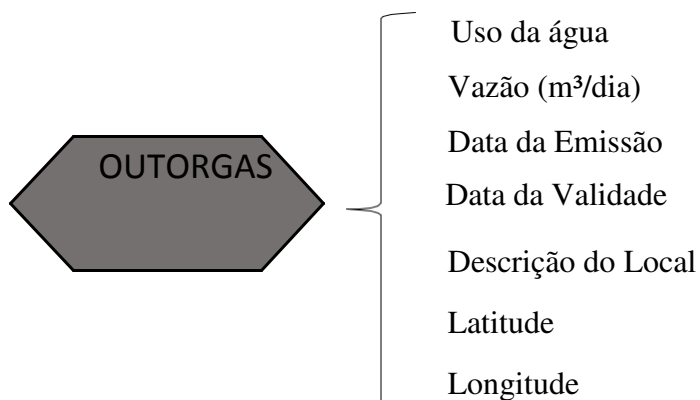
Os dados das concessões das Outorgas de direito de uso dos Recursos Hídricos foram obtidos no órgão concedente do Estado do Rio Grande do Norte.

No Rio Grande do Norte a outorga é concedida pelo Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte- IGARN, o órgão forneceu os dados, conforme solicitação em ofício ao Instituto, emitido pela UFCG, com a finalidade para a presente pesquisa, os dados foram fornecidos através de planilhas eletrônicas com as informações necessárias e suficientes para o desenvolvimento do trabalho.

Os critérios de inclusão são as outorgas oficialmente emitidas. As outorgas em análise, tramitação ou dispensadas foram excluídas do estudo. O recorte temporal foi de novembro de 2006 até julho de 2020, devido ao fato de 2006 ser o ano de criação do Comitê da Bacia Hidrográfica em estudo.

A análise dos dados foi realizada de forma sistemática e é composta pelos seguintes itens coletados, conforme mostra a figura 11.

**Figura 11: Esquema dos itens analisados.**



**Fonte: Autoria Própria (2020).**

#### 4.4 TRATAMENTO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Os dados foram organizados em tabelas e gráficos para que permitissem uma análise quantitativa mais apropriada.

Utilizando-se de programa computacional de geoprocessamento QGIS, o projeto foi desenvolvido em 4 etapas: a primeira etapa, foi a elaboração e organização espacial dos territórios, localização espacial dos Estados Federativos do Brasil, e da localização da Bacia Hidrográfica em estudo, a partir da base dos metadados da ANA; a segunda etapa, foi a transformação dos pontos que foram concedidos em coordenadas geográficas para a conversão em UTM, possibilitando a inserção de cada ponto para que fosse compatível no mapa; a quarta etapa foi realizado a geração das camadas em arquivos dos pontos outorgados, para cada tipo de uso, sendo atribuído uma marcação diferenciada, para possibilitar gerar uma visualização melhor; a última etapa foi a configuração e análise da localização destes pontos no limite da bacia, dentro do Estado do Rio Grande do Norte.

Os gráficos foram gerados a partir da organização dos dados, por ano, por usos, por tipos de captação, ainda foram estratificados os usos para cada ano selecionado, contabilizando cada item, para a realização da geração dos gráficos.



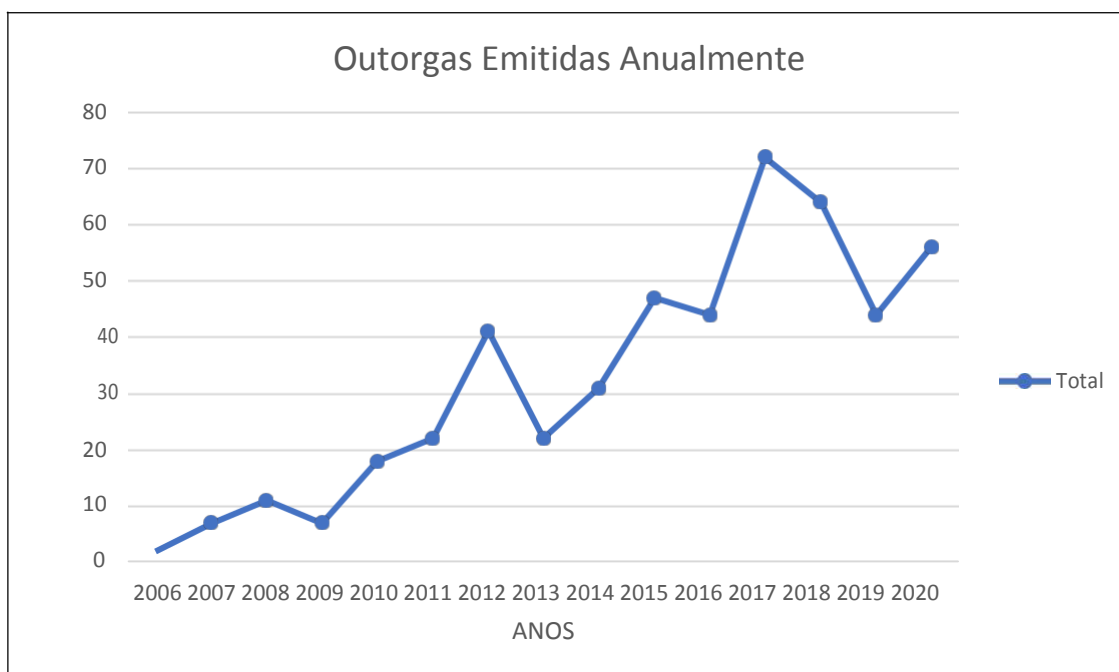
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do banco de dados do IGARN, foram avaliadas as outorgas na Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu nas escalas temporal e espacial, o que possibilitou também o diagnóstico dos tipos de usos, os volumes outorgados e os tipos de fontes de captação.

A figura 12 representa o número de outorgas emitidas ao longo do intervalo de 2006 a 2020, o resultado são 488 outorgas concedidas para os solicitantes.

O ano de 2006 é marcado pela criação formal do Comitê da Bacia PPA, a partir do Decreto Presidencial de novembro de 2006.

**Figura 12: Número de outorgas na Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu, emitidas pelo IGARN, no período de 2006 a 2020.**



**Fonte: Autoria Própria, 2021.**

Percebe-se que de 2009 a 2012 (figura 12) há um aumento considerável no número de emissões por ano, chegando a quase dobrar as emissões a cada ano. Em 2009 ocorreu a estruturação do comitê, com a eleição da primeira Diretoria Colegiada, onde houve a posse de 40 membros e inicia-se o processo de formação destes membros, com capacitação e disseminação da informação. Para o ano de 2011, o comitê recebeu recursos oriundos de um termo de parceria com a ANA, para apoiar a secretaria executiva do comitê, isto reflete no número de outorgas, pois há um intenso trabalho administrativo para o gerenciamento dos recursos hídricos no âmbito da bacia. Para 2012-2013 há uma queda de em torno de 53% nas emissões. Para os anos seguintes há um crescimento

gradual no número de outorgas e o destaque é para o ano de 2017, só neste ano foram emitidas em torno de 14,75% do total emitido em todo o período, provavelmente isto se deve a consolidação e o fortalecimento do órgão concedente, além da clara definição do órgão gestor, o IGARN como peça fundamental neste processo de gestão, além disto, em 2017 houve uma intensa campanha de regularização dos usos dos recursos hídricos promovido pela ANA, usuários que usavam ou planejavam utilizar as águas nas regiões de Açú, Carnaubais, Ipanguaçu e Alto dos Rodrigues foram orientados a regularizar a situação em escritórios itinerantes montados pela ANA em conjunto com o IGARN.

Devido a situação hidrológica crítica para alguns anos, como já mencionado anteriormente, percebe-se na figura 12, que há um declínio nas emissões de 2018 e 2019, mesmo assim são anos com percentuais elevados em relação aos outros anos, correspondendo a 13,11% e 9,02% respectivamente.

Este período, ficou sujeito a observação dos termos de alocação emitido pela ANA, conjuntamente em discussão com o comitê da bacia, para as condições dos usos e dos volumes neste período, que apesar de ter sido emitido um número menor de outorgas, houve um volume maior outorgado.

A importância da caracterização dos usos múltiplos dos recursos hídricos (ver figura 13) torna-se relevante, pois evidencia as potencialidades e as fragilidades das condições na bacia em análise. Esta análise possibilita caracterizar as maiores demandas pelo uso da água, dando condições para direcionar as políticas e programas focados na garantia de se ter a multiplicidade destes usos, como estabelece um dos fundamentos do Plano da bacia.

O valor dos recursos hídricos para a manutenção da sociedade, tanto para o equilíbrio ecológico quanto para a continuidade dos sistemas produtivos é primordial, nesta perspectiva é fundamental o papel dos comitês das bacias para a fiscalização do cumprimento das metas pré-estabelecidas pelos Planos das Bacia.

De acordo com a ANA (2019), um uso pode ser considerado como consultivo, quando a água retirada é consumida, parcial ou totalmente, não sendo retornada diretamente ao corpo d'água. Este consumo pode ocorrer de diversas formas, como por exemplo: por evaporação, incorporação em produtos, consumo por seres vivos, dentre outros.

Os principais usos consultivos da água no Brasil são: o abastecimento humano (urbano e rural), abastecimento animal, a indústria de transformações, a mineração, a irrigação e a evaporação líquida de reservatórios artificiais. Considerado um desafio, a

estimativa do uso da água é complexa, considerando a escala espacial, seja em âmbito nacional ou por município e na escala temporal (ANA,2019).

Útil para diversas aplicações, o inventário de cadastros e outorgas não garantem com precisão quanto aos volumes efetivamente utilizados. As vazões médias efetivas tendem a ser inferiores nos cadastros, sobretudo para os grandes usuários.

Definido como uso prioritário, o consumo humano é importante pois se relaciona diretamente com a condição de existência da vida. O fornecimento de água captada e tratada, bem como o saneamento público possuem interfaces com as questões da saúde pública e com o indicativo de desenvolvimento da região.

A agricultura irrigada é responsável pelo uso de quase 70% de toda a água consumida no Brasil, de acordo com o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), o plano ainda aborda a incompatibilidade com a demanda das monoculturas e as regiões com escassez hídrica, como é o caso da região do semiárido do Nordeste, conforme (FERREIRA et al, 2016), o consumo de água por um hectare em um período anual, seria suficiente para o consumo de mais de 100 pessoas, considerando 250l/dia.

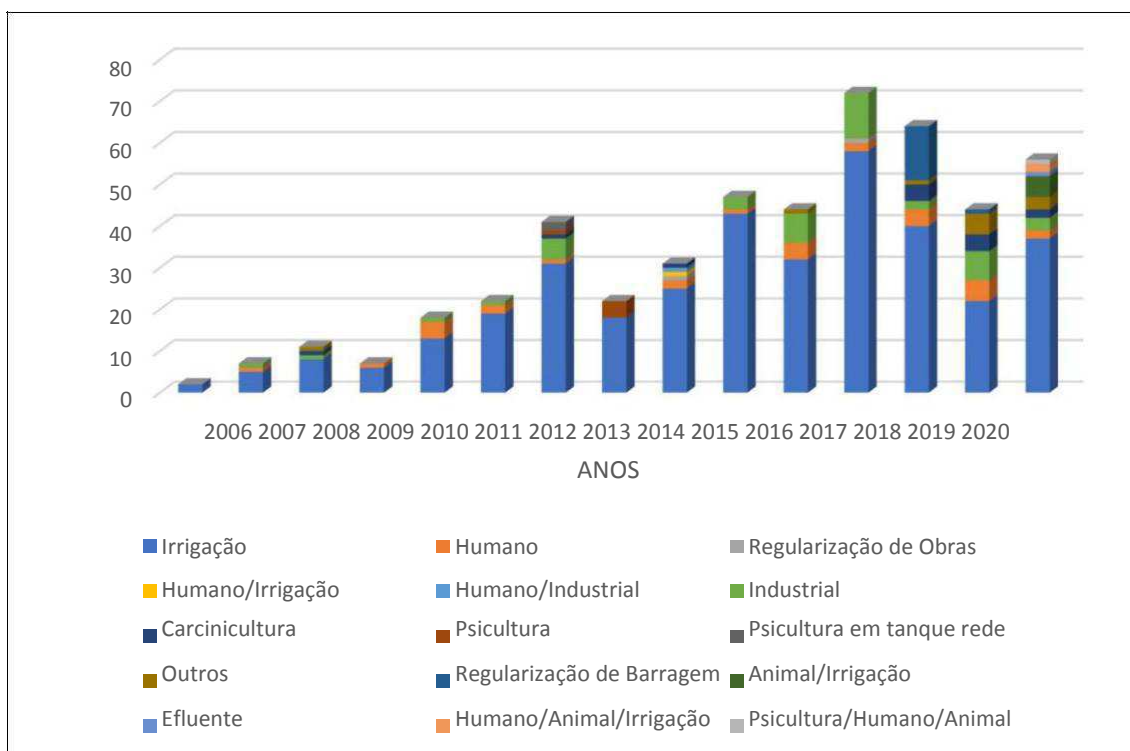
Para o uso industrial, a água pode ser utilizada de várias formas, a depender do seu processo produtivo e este consumo pode ter uma grande variação, devendo ser incentivado práticas de menor utilização.

Classificado como lançamento de efluentes para a emissão das outorgas, neste sentido é necessário prever o tratamento adequado à qualidade requerida no corpo hídrico de forma a não comprometer os usos da água, apenas uma emissão de outorga para esta categoria está presente no banco de dados.

Os usos outorgados emitidos pelo IGARN, nos anos de 2006 a 2020, segundo denominados pelos solicitantes, que constam no banco de dados e foram organizados, conforme apresentado na figura 13, são os seguintes: Irrigação, Humano, Carcinicultura, Lançamento de Efluentes, Piscicultura, Regularização de Barragens, Regularização de Obras, Industrial, Animal e Outros.

Há ainda classificações mais específicas, do tipo para piscicultura e piscicultura e tanque de rede, bem como agrupamento de usos, como por exemplo: Humano/Irrigação; Humano/ Industrial; Humano/animal/irrigação; Animal/irrigação; Piscicultura/humano/animal, ver figura 13.

**Figura 13: Número de Outorgas, por tipos de usos, na Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu, no período de 2006 a 2020.**



**Fonte: Autoria Própria, 2021.**

Na figura 13, nos chama a atenção, o fato das emissões de outorgas para irrigação, estarem presentes em todos os anos, o que não ocorre com os outros usos, sobretudo nos anos de 2015 e 2017, onde houve o maior número de emissão para este tipo de demanda.

O percentual de outorgas destinado para a irrigação é em torno de 73,57% (figura 14), o que condiz com o percentual analisado para o país, quando se trata de consumo dos recursos hídricos para o setor.

O volume de retirada refere-se à água total captada, para um uso, o volume de retorno refere-se à parte de água retirada, para um determinado uso que retorna para os corpos hídricos e o de consumo, sendo a diferença dos volumes de retirada e o volume de retorno (ANA,2018).

O impacto de retirada das águas pelo uso da agricultura é significativo, segundo a EMBRAPA, estudos mostraram que em 2016, o volume total de retirada de águas para os diversos setores foi de  $2.057\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ , enquanto o consumo foi de  $1.081\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ .

O setor agropecuário foi responsável por 78% do total do consumo e dentro deste valor, 67% foi para a irrigação e 11 % para abastecimento animal, no país.

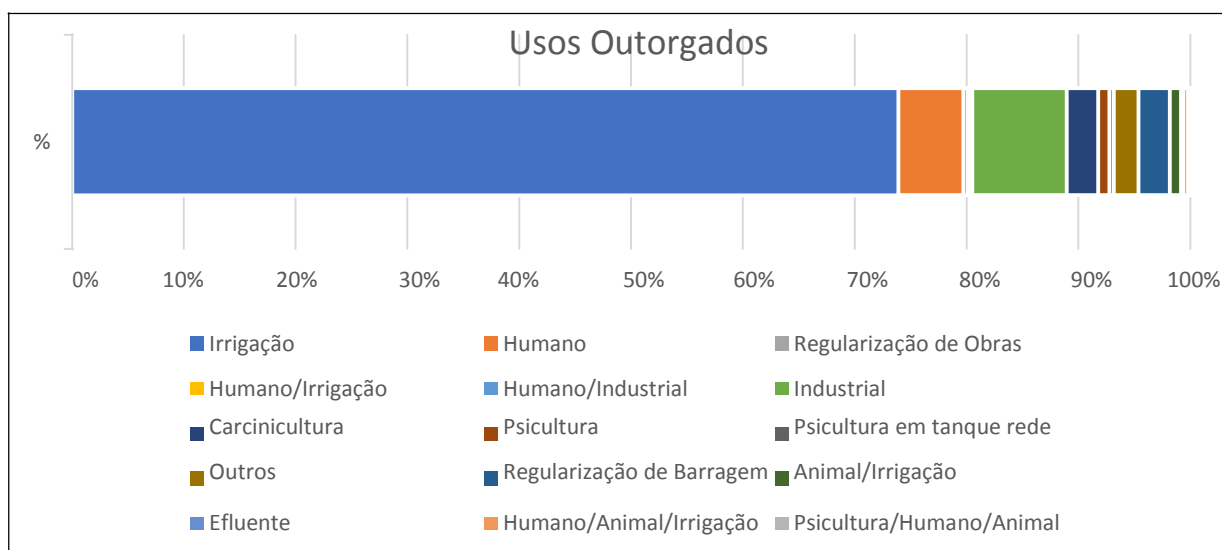
Percebe-se então, que além da irrigação outro uso que ganha destaque é o industrial, com um percentual em torno de 8,61% do total das outorgas emitidas, tendo o ano de 2017 com o maior número de emissões para este setor, seguidos dos anos de 2016 e 2019, com um percentual de 16% dos totais industriais (ver figura 13).

Realizando-se uma análise anual na figura 13, observa-se que em 2006 houve emissão de outorga apenas para irrigação, em 2007 houve para irrigação, humano e industrial, para 2008 foram outorgados os usos de irrigação, industrial, carcinicultura e outros. Em 2009, as emissões ocorrem apenas para irrigação e usos de abastecimento humano, já em 2010 além desses ocorre para o uso industrial, mesma configuração para 2011, já em 2012 ocorre emissões para além destes, usos da carcinicultura, piscicultura e piscicultura em tanque rede. No ano de 2013, foi quando ocorreu o maior número de emissão de outorgas para a piscicultura.

Quanto ao total dos usos outorgados, pode-se observar na figura 14, que houve uma classificação em 15 categorias, sendo elas: irrigação, humano/irrigação, carcinicultura, efluentes, humano, humano/industrial, piscicultura, regularização de barragens, humano/animal/irrigação, regularização de obras, industrial, piscicultura em tanque rede, animal/irrigação e piscicultura/humano/animal e outros.

A sua grande maioria é para a irrigação (73,57%), com parcelas significativas para o uso industrial (8,61%) e para o abastecimento humano (5,94%), mostrado proporcionalmente na figura 14.

**Figura 14: Total de usos outorgados, na Bacia do Rio Piacó-Piranhas-Açu, no período de 2006 a 2020.**



**Fonte: Autoria Própria, 2021.**

Os percentuais dos números totais de outorgas, conforme os segmentos de usos, estão expostos no quadro 03, sendo possível observar a discrepância para o uso de irrigação em detrimento dos outros usos, percebe-se também a relevância da atividade de carcinicultura, quando observado o valor da vazão que foi outorgada para o setor, sendo 59,87% da vazão total para a atividade citada, conforme o quadro 03 apresenta.

**Quadro 03: Outorgas por segmentos de usos.**

Segmento de Usos	Quantidade de Outorgas	% N° de outorgas	Vazão Total Outorgada (mt/dia)	% da Vazão Outorgada
Irrigação	359	73,57%	250.615,68	31,94
Humano	29	5,94%	42.677,21	5,44
Regularização de Obras	2	0,41%	0	0
Humano/Irrigação	1	0,20%	84,1	0,01
Humano/Industrial	1	0,20%	30,5	0,00
Industrial	42	8,61%	15.437,72	1,97
Carcinicultura	13	2,66%	469.738,92	59,87
Psicultura/ Piscicultura TQR	7	1,43%	257,41	0,03
Outros	11	2,25%	1172,6	0,15
Regularização de Barragem	14	2,87%	0	-
Animal/Irrigação	5	1,02%	651,58	0,08
Efluente	1	0,20%	3510,41	0,45
Humano/Animal/Irrigação	2	0,41%	228,1	0,03
Psicultura/Humano/Animal	1	0,20%	195,0	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>488</b>	<b>100,00%</b>	<b>784.599,23</b>	<b>100%</b>

**Fonte: Autoria Própria, 2021.**

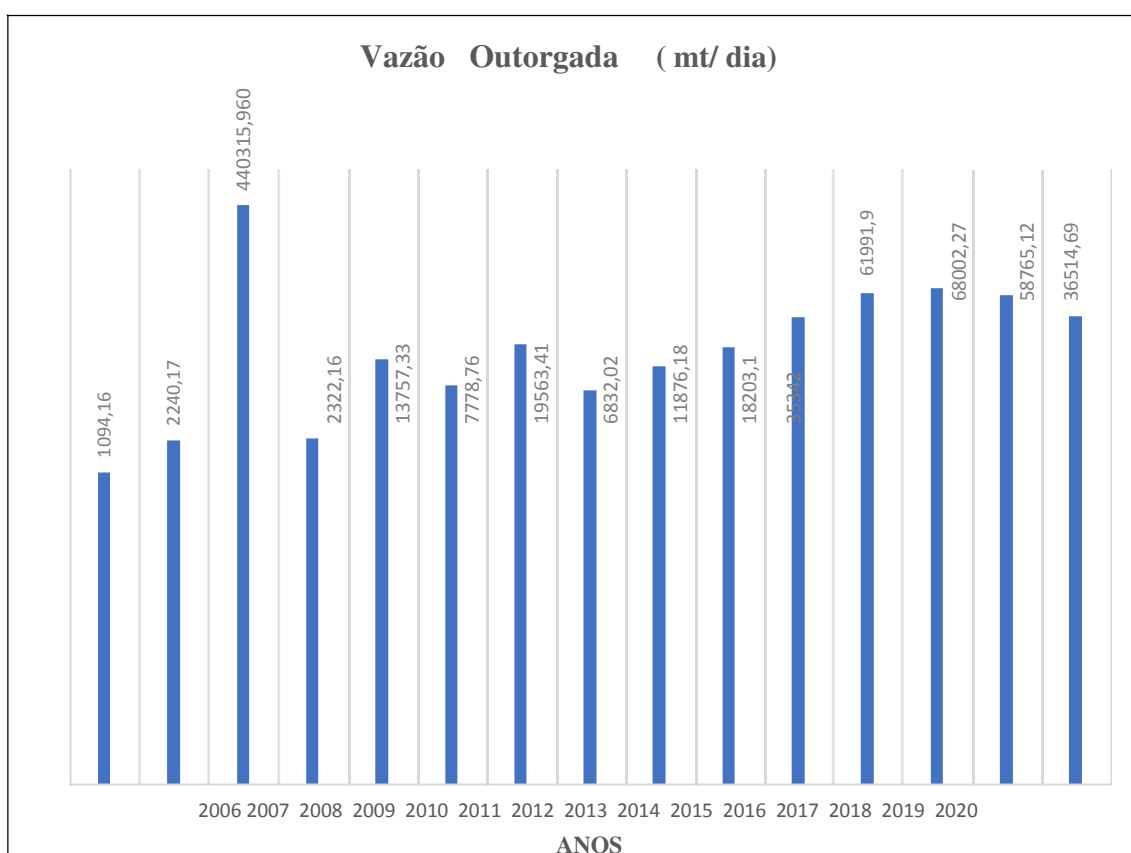
No Quadro 03 exposto, o percentual de vazão total outorgada é representado na sua maior parcela para o uso da carcinicultura como já mencionado anteriormente, no ponto extrapolado, sendo a outra parcela de vazão utilizada pela irrigação, seguido do abastecimento humano (5,44%), tendo este um número bem menor de emissões do que o uso industrial, porém um percentual maior nas vazões outorgadas.

O Rio Grande do Norte possui uma posição de destaque entre os estados da região Nordeste, no cenário do agronegócio, em que pese o crescimento da agricultura irrigada no Estado, o destaque é para a fruticultura, algumas dessas principais culturas são: o melão, sendo este bastante exportado (ARRUDA, FIGUEIREDO, LEVIEN, 2019).

Os volumes outorgados apresentam uma oscilação, conforme a figura 15, tendo o ano de 2008 com um ponto fora do comum, onde inclusive, cogitou a possibilidade de ter sido um erro no banco de dados, mas foi confirmado o volume citado, pelo servidor do órgão concedente dos dados, que estaria correto.

No entanto, para a figura 15, a escala logarítmica foi utilizada para reduzir a representação a uma escala mais apropriada de se visualizar, em virtude de um registro *outlier*, possuindo uma discrepância elevada em relação ao universo amostral das outorgas.

**Figura 15: Vazões outorgadas, na Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu, no período de 2006 a 2020.**



**Fonte: Autoria Própria, 2021.**

Este volume foi outorgado para o uso da carcinicultura, o que condiz com a grande expansão do setor na região Nordeste para o período, ganhando destaque nacional, porém neste mesmo ano de 2008, o setor da carcinicultura enfrentou sérios problemas, com as fortes chuvas que caíram na região, o fato é que segundo SANTOS (2015), houve muitos prejuízos nas fazendas de camarão, localizadas nos municípios de Porto do Mangue, Carnaubais e Pendências (este último, município para o qual a outorga em questão foi

emitida), ocorrendo a necessidade destes produtores investir em novas tecnologias e adaptar-se a novas técnicas de manejo, associando outras práticas mais seguras ambientalmente falando, também foi um período em que foi preciso investir em obras de recuperação da infraestrutura e dos próprios acessos aos empreendimentos.

Segundo Figueirêdo et al (2006), este afirma que a demanda hídrica como consumo diário de água, para a atividade da carcinicultura é, em média 262 m<sup>3</sup>/ ha podendo variar de 132m<sup>3</sup>/ha até 373 m<sup>3</sup>/ha, dependendo do tipo do solo onde o viveiro estiver instalado, bem como o sistema de cultivo. Figueirêdo (2006) cita ainda que o consumo médio hídrico anual de uma fazenda de camarão, com dois ciclos de produção é estimado em 58.874 m<sup>3</sup>/ha.

Quando comparada a demanda hídrica da atividade da carcinicultura com as atividades de irrigação para a banana, tem-se como estimativa do consumo hídrico anual, com valores em torno de 15.500m<sup>3</sup>/ ha, bem menor do que para o cultivo de camarão (FIGUEIREDO,2006).

Este valor outorgado no ano de 2008, como demonstrado na figura 15, para a atividade da carcinicultura merece destaque, pois estes valores influenciam diretamente na capacidade de suporte da bacia para atender as diversas demandas.

Os anos de 2007 e 2008, para o setor da carcinicultura, segundo SANTOS (2015), foram os anos com altos índices de exportação de camarão inteiro do Brasil, outra influência foi a Feira Internacional de Aquicultura, juntamente com a Feira Nacional do Camarão, que ocorreu em Natal/RN, no ano de 2008, levando a visibilidade da atividade para cenários internacionais, gerando uma procura maior para a regularização do setor, junto aos órgãos públicos.

Apesar de se ter em menor quantidade o número de outorgas para esta atividade, o volume outorgado é maior neste ano de 2008, portanto isto é um indicativo da importância de gerenciamento das atividades e suas demandas de recursos hídricos, na bacia, sobretudo quando da elaboração de ações estratégicas e integradas nos Planos.

Apesar de não ter sido o ano com o maior número de outorgas, o ano de 2018 destaca-se também pelo seu volume outorgado, mesmo sendo um ano crítico hidrologicamente em alguns reservatórios, seguido dos anos de 2017 e 2019, como mostra a figura 15. O cenário crítico de escassez de 2013, reflete no volume outorgado para aquele ano (ver figura 15).



Pode-se observar no quadro 04, que para o uso de abastecimento humano, utiliza-se muito mais o tipo de captação superficial, correspondendo a 57,19% da vazão outorgada neste tipo de fonte, o mesmo ocorre para o uso da carcinicultura, tendo um alto valor outorgado no tipo de fonte superficial, sendo 94% das vazões outorgadas para esta atividade, nas fontes superficiais.

Enquanto o uso industrial e irrigação são majoritariamente outorgados para a utilização de fontes subterrâneas, com 91,29% e 76,30% das vazões outorgadas com fontes subterrâneas, respectivamente, para estas atividades, conforme quadro 04.

**Quadro 04: Vazão outorgada por segmento de usos, no período de 2006 a 2020, por tipo de captação.**

<b>VAZÃO OUTORGADA POR SEGMENTO DE USOS, NO PERÍODO DE 2006 A 2020, POR TIPO DE CAPTAÇÃO</b>			
<b>SEGMENTO DE USOS</b>	<b>VAZÃO SUPERFICIAL (mt/dia)</b>	<b>VAZÃO SUBTERRÂNEA (mt/dia)</b>	<b>TOTAL (mt/dia)</b>
Irrigação	59391,49	191224,19	250.615,68
Humano	24407,21	18270	42.677,21
Regularização de Obras	-	-	0
Humano/Irrigação	0	84,10	84,10
Humano/Industrial	0	30,50	30,50
Industrial	1345,2	14092,52	15.437,72
Carcinicultura	441918,92	27820	469.738,92
Psicultura/ Piscicultura TQR	257,41	0	257,41
Outros	106	1066,60	1172,6
Regularização de Barragem	-	-	0
Animal/Irrigação	651,68	0	651,58
Efluente	3510,41	0	3510,41
Humano/Animal/Irrigação	228,10	0	228,10
Psicultura/Humano/Animal	195,00	0	195,00

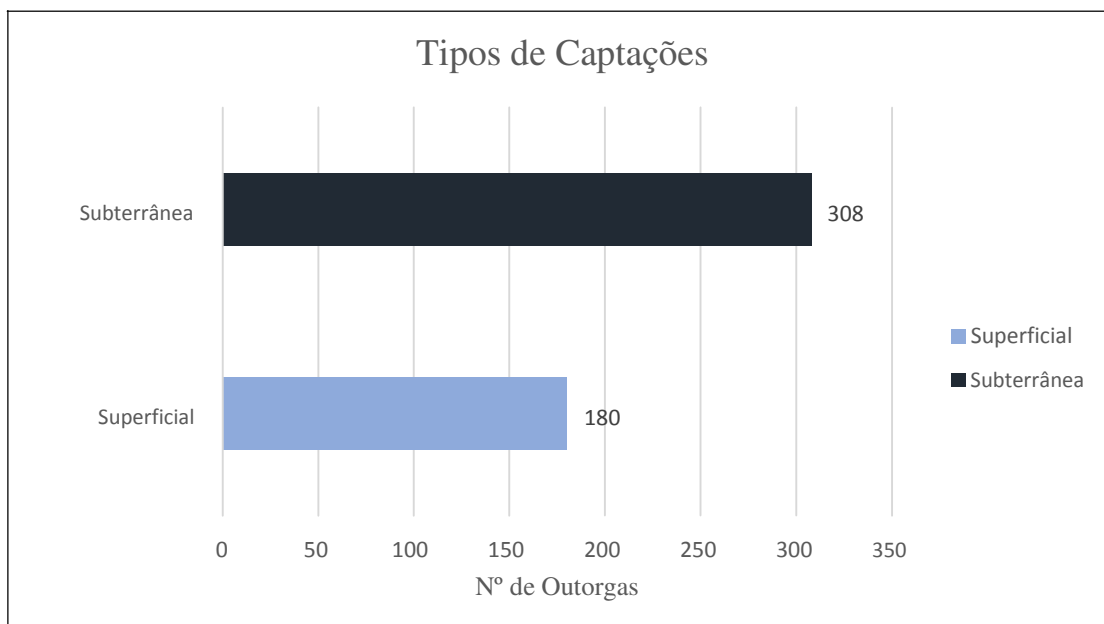
**Fonte: Autoria Própria, 2021**

Interessante observar, que o mesmo padrão apresentado no quadro 04, da utilização de fontes subterrâneas para uso da irrigação, ocorre na bacia Apodi-Mossoró, segundo a análise de MESQUITA (2018).

No que diz respeito as outorgas emitidas por tipo de captação em todo o período considerado, como mostra a figura 16, observou-se que em torno de 36,89% das outorgas concedidas foram para as fontes superficiais, enquanto 63,11% para as fontes subterrâneas de água.

Isto ocorre devido à grande utilização de poços para a irrigação, conforme pode-se verificar no quadro 04.

**Figura 16: Total de outorgas emitidas, por tipo de captação, no período de 2006 a 2020.**



**Fonte: Autoria Própria, 2021.**

Qualquer região para se desenvolver, em especial aquelas que sofrem com a escassez dos recursos hídricos, necessita de ações para reduzir o desperdício desses recursos, e alternativas para garantir a qualidade dos mananciais, racionalizar o consumo e monitoramento da exploração hídrica, é um exemplo. Segundo o Instituto de Desenvolvimento do Rio Grande do Norte- IDEC, pode se considerar uma região sustentável hidricamente, quando do seu potencial hídrico, seja superficial ou subterrâneo, quando estes são suficientemente capazes de suprir as demandas de água, e esse balanço hídrico permanece mantido a longo prazo.

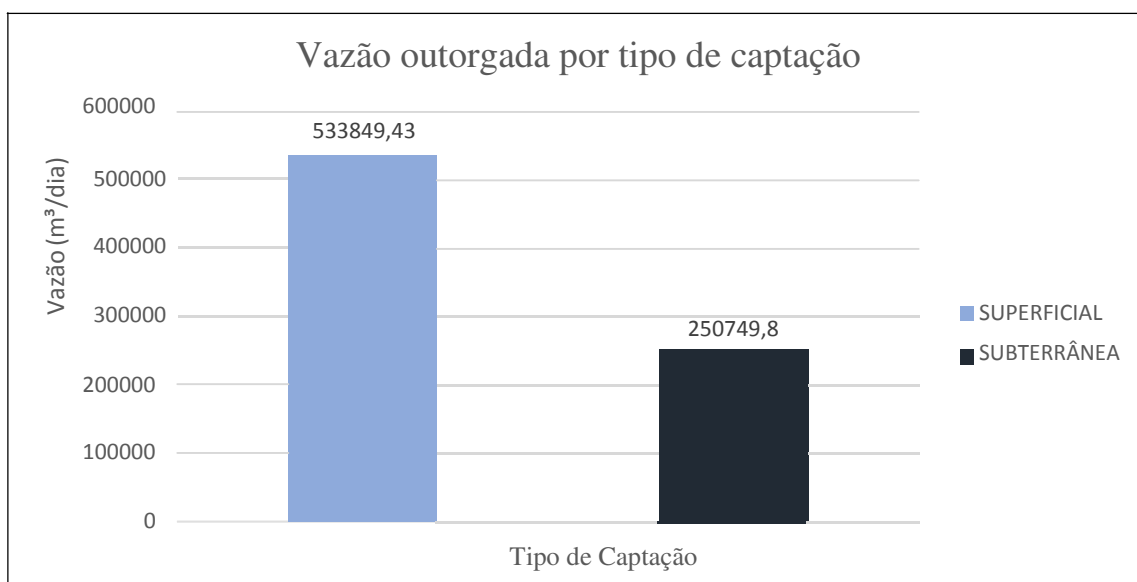
Para a bacia em estudo, a disponibilidade hídrica superficial estimada, a partir das capacidades de regularização dos principais açudes com garantia de 95%, é da ordem de  $41,1\text{m}^3/\text{s}$  representando um volume anual de regularização de  $1278\text{hm}^3/\text{ano}$  (ANA, 2018).

Segundo França (2018), o balanço hídrico superficial do Rio Grande do Norte, encontra-se com vazão anual disponível de  $226.933.056\text{ m}^3$  e a vazão demandada de  $255.557.194\text{m}^3$ , constando um déficit hídrico de  $28.624.1138\text{m}^3/\text{ano}$ . A vazão prevista pelo PISF para o Rio Grande do Norte é de  $91.454.400\text{m}^3/\text{ano}$ , ou  $2,95\text{m}^3/\text{s}$ , ocasionando um aumento de 40% na disponibilidade hídrica do Estado.

Contabilizando-se as vazões outorgadas por tipo de captação como mostra a figura 17, no total foram  $784.599,23\text{m}^3/\text{dia}$ , ao longo do período exposto pela pesquisa. É observado o fato de que o valor para outorgas de fontes superficiais é muito superior ao

das fontes subterrâneas, correspondem a 68,04% das vazões outorgadas, como mostra a figura 17. Mesmo com um número de emissões de outorgas sendo muito maior para as fontes subterrâneas, a vazão para este tipo de captação é 31,96% menor, quando comparada com a das fontes superficiais (ver figura17).

**Figura 17: Vazão outorgada por tipo de captação, no período de 2006 a 2020.**



**Fonte: Autoria Própria, 2021.**

Segundo Hirata (2019), dos 5.570 municípios brasileiros, 52% destes, são abastecidos totalmente (36%) ou parcialmente (16%) por fontes subterrâneas. A utilização das águas subterrâneas é como opção exclusiva para 48% dos municípios com menos de 10 mil habitantes e 30% para cidades com 10 a 50 mil habitantes.

As águas provenientes dos rios, açudes e lagos podem contribuir com a regulação de oferta de águas de fontes mais vulneráveis à estiagem, assim para se ter um negócio hidrologicamente mais seguros, poderia se adotar estratégias integradas, ou seja, incluir os usos e as distribuições de águas superficiais e subterrâneas.

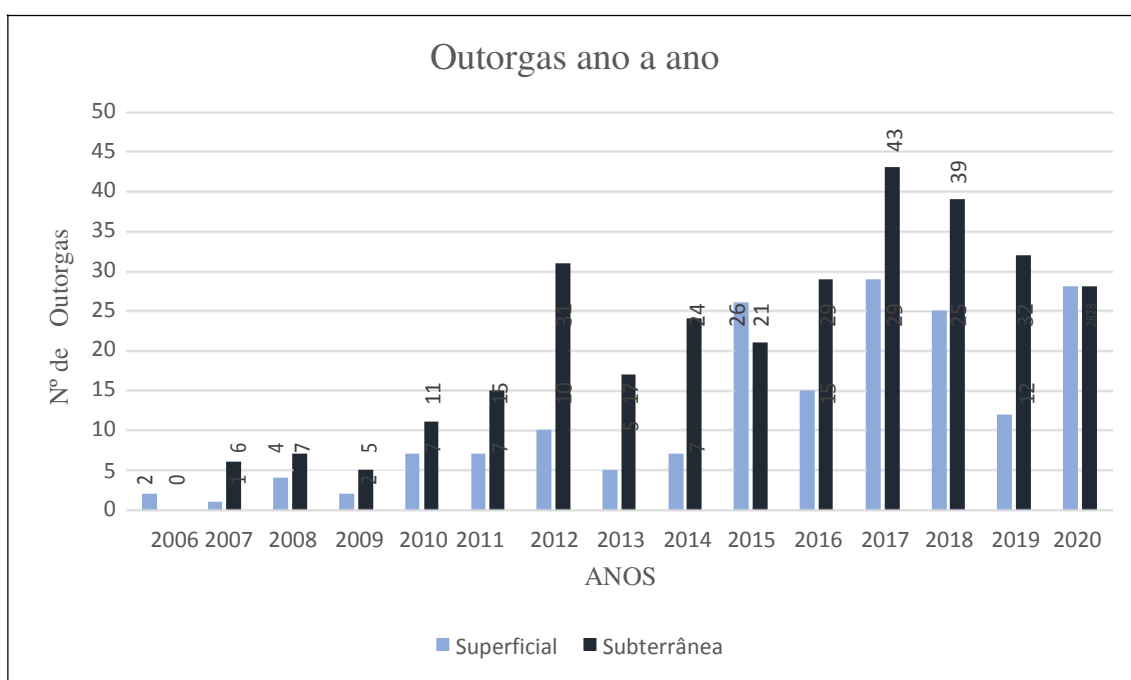
As unidades de planejamento hidrográfica que possui uma menor disponibilidade hídrica são as do Pataxó e Bacia difusa do Baixo Açu, situada a jusante do Açude Armando Ribeiro Gonçalves, sendo este o maior reservatório da bacia e com maior capacidade de regularização, ocorrendo também as maiores quantidades de demandas dos usos.

No período de cheia, poderia ser intensificado a utilização da extração de água superficial, e quando em tempos de estiagem a água subterrânea poderia ser a prioridade nas opções.

No resultado das outorgas emitidas ano a ano, apresentada na figura 18, há uma predominância na emissão das outorgas das fontes subterrâneas, excepcionalmente no ano de 2015, há um número maior de emissões para as águas superficiais.

Percebe-se um aumento considerável no ano de 2012 nas emissões de fontes subterrâneas (ver figura 18), muito provável, devido ao quadro da severa seca, marcado por precipitações espacialmente escassas naquele ano.

**Figura 18: Outorgas por tipo de captação, no período de 2006 a 2020.**



**Fonte: Autoria Própria, 2021.**

Segundo o Censo Agropecuário do IBGE (2017) foi contabilizado que 1,03 milhão de propriedades rurais declararam dispor de pelo menos um poço tubular, porém pouco mais de 1% dos usuários estão em situação regular, segundo HIRATA (2019) esse cenário é bastante preocupante porque pode impossibilitar a contabilização no balanço hídrico da bacia, interferindo nos volumes de água extraídos e alterando a realidade da disponibilidade hídrica para usos futuros.

Hirata (2019) cita que apesar da regularização dos usuários de poços ser considerada baixa, o autor observou um incremento considerável nas solicitações de outorgas nos anos de 2010 a 2015, ocorrendo este fato em todas as regiões brasileiras. Contudo, o Sudeste concentrou a maior parte das outorgas, apresentando um crescimento

de 62% entre 2014-2015, decorrente da crise hídrica enfrentada naquela região. Apesar de ter aumentado o número de solicitações, nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste apresentam um baixo número de outorgas concedidas para fontes subterrâneas, quando comparada com a região Sudeste, o autor informa que pode ser um desinteresse pela legalização da situação dos poços ou ainda dificuldades com o cadastro, bem como também com o repasse das informações para a ANA.

Em 2013, na crise hídrica que o semiárido nordestino enfrentou, fica claramente exposto a necessidade de se utilizar a alternativa de fonte subterrânea para suprir as demandas do uso da água.

O diagnóstico dos usos dos recursos hídricos em bacias hidrográficas, utilizando-se da análise espacial, mostrado na Figura 19, possibilita a visualização dos pontos outorgados e para quais usos estes foram emitidos, este diagnóstico é de fundamental importância para a análise integrada do sistema como um todo, com a finalidade de garantir acesso a uma maior multiplicidade de usuários, identificando as áreas com maiores demandas e com isto possam estar ocasionando maiores pressões do sistema, com consumo variados.

As atividades agroindustriais, assim definidos como os circuitos espaciais de produção, sendo um conjunto amplo de atividades de transformação de produtos agropecuários, incluindo processamento e beneficiamento, são de grande relevância para a dinâmica e desenvolvimento regional.

Observa-se pela Figura 19, uma altíssima densidade do uso da atividade de irrigação na região do vale do Açu, região esta compreendida entre a barragem Armando Ribeiro Gonçalves e a foz do Rio Açu, localizado em Macau.

Para a identificação do uso de abastecimento humano, foram agrupadas as outorgas para usos humano, humano/industrial, humano/animal/irrigação, percebe-se uma elevada taxa em três regiões para este uso (ver figura 19).

A bacia comporta vários reservatórios estratégicos, incluindo barragens e açudes, sendo os mais expressivos: o açude Mendobim, açude Pataxó, a barragem Armando Ribeiro Gonçalves, o açude Sabugi, açude Itans, açude Marechal Dutra (conhecido como Açude Gargalheiras), sendo a barragem Armando Ribeiro Gonçalves, com maior capacidade com 2.400.000.000 m<sup>3</sup>, seguido pelo açude Itans com 81.750 m<sup>3</sup> (ANA, 2018) A maioria desses reservatórios foram construídos em decorrência de políticas públicas para que nos períodos de estiagem, pudessem ser utilizadas para o abastecimento humano, bem como para a dessedentação de animais. A ainda a presença da rede de

adutoras, como solução técnica para abastecer as cidades que não estão localizadas próximas aos reservatórios, com aproximadamente 1600km de extensão de tubulações, a rede ainda encontra-se em ampliação. As redes de adutoras destacadas dentro da bacia são as redes de Piranha-Caicó; Acari-Currais-Novos; Serra de Santana e Guamaré-Macau (TROLEI, 2018).

A área irrigada do Estado do Rio Grande do Norte teve um acréscimo de 23,71% de 1996 a 2017, passando de 45.778 ha para 56.632 ha, o Estado ainda apresenta potencial de expansão efetiva para áreas irrigadas de 44.000ha (ARRUDA, FIGUEIREDO, LEVIEN, 2019).

De acordo com Arruda et al. (2019), no ano de 2017, os métodos de irrigação utilizados no Estado do RN, foram os seguintes: a utilização de irrigação localizada ou microirrigação, com utilização em torno de 57,67% do total dos métodos investigados, seguido de 36,19% pelo método de aspersão.

A região do Oeste Potiguar possui uma área de irrigação de 28.183 ha, com representação de 49,77% da área irrigada do Estado. A produção de fruticultura irrigada utiliza mais do método de irrigação localizada, destacando-se nesta região de Ipangaçu e Açú.

O setor da agroindústria no RN contribuiu com 3,4% do PIB Estadual em 2016, além disso, mais de 30% da sua população ativa, estavam envolvidas no setor, seja com empregos formais ou informais (LOCATEL, 2018).

O perímetro irrigado nesta região é em torno de 10 mil hectares aproximadamente, destacando-se três grandes empreendimentos agrícolas, Del Mont, Finobrasa e o Distrito irrigado do Baixo-Açu (DIBA), que ocupam somados, em torno de 5.500 hectares, segundo Oliveira (2019), há também a presença de pequenos produtores ocupando cerca de 4500 hectares.

Este importante segmento da agroindústria, a produção irrigada de frutas, é um destaque nesta região, devido as condições naturais, como a insolação, a captação de águas superficiais e subterrâneas com mais facilidades, clima semiárido, possibilitando um controle maior na quantidade de água utilizada na cultura. Em 2011, conforme Andrade (2018) indica nos seus estudos, há um fortalecimento do setor, com a concessão do registro de indicação geográfica de procedência, ou seja, agregando valor ao produto, se consolidando no mercado de exportação sobretudo, para a Europa.

Locatel (2018) também afirma que as características naturais do solo e do clima propiciam as realizações das atividades agrícolas e com o clima semiárido predominante,

este impõe a necessidade da utilização de sistemas técnicos mais complexos voltados para a irrigação, isto é refletido com a reestruturação hidráulica, observado na construção da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, quando houve uma maior diversificação das técnicas utilizadas na irrigação, métodos como: aspersão por pivô central; gotejamento; microaspersão e superfície em sulcos.

Contudo, Locatel (2018) confirma que apenas 8,1% da quantidade de unidades agrícolas do Estado, utilizam algum sistema de irrigação, essa seletividade é ainda mais evidenciada nos municípios do Baixo-Açu e a baixa utilização em municípios mais distantes dos grandes reservatórios.

No Rio Grande do Norte, as frutas cultivadas são melão, manga, banana, abacaxi e mamão, sendo expressivos na participação Brasileira de exportação, movimentando milhões de dólares no setor (ANDRADE, 2018).

Na região do Seridó a predominância é a agricultura de sequeiro (ver figura 20), voltada para subsistência dos agricultores, há também o destaque para o abastecimento animal, onde há rebanhos bovinos, ovinos, caprinos e suínos, sendo os mais expressivos nesta região.

De uso industrial, a produção mais significativa no território é o beneficiamento do Sal marinho, a exploração de petróleo e gás natural, ainda com presença de indústrias têxteis, de cerâmica vermelha e mineração, ver as concentrações demonstradas na figura 20.

A atividade da piscicultura na bacia, regularizada e outorgada pelo IGARN, é localizada com predominância em quatro municípios, em Afonso Bezerra, Jardim do Seridó, São João do Sabugi e Timbaúba dos Batistas, como mostra a figura 20.

O Estado do Rio Grande do Norte produziu 2410t de peixes em 2018, sendo a espécie Tilápia, as que tiveram maiores produções (SCORVO et al., 2019).

A piscicultura no Estado está estabelecida em Açudes, em tanque redes e em viveiros, a atividade teve início em 1997, através do programa Pró-peixe da EMPARN, trazendo uma opção para o agricultor familiar.

O SEBRAE forneceu um grande suporte ao setor, estimulando a utilização de um sistema integrado de criação de peixes com a agropecuária, como por exemplo, a utilização do reuso da água dos tanques rede para a plantação e pastagem, reduzindo o consumo de água em até 50% (SCORVO et al, 2019).

A carcinicultura está presente sobretudo próximo à foz (ver figura 20), dada as condições de salinidade da água, esses locais são mais favoráveis para o desenvolvimento

da atividade, bem como é marcante também na região do Vale do Açu, com a introdução da espécie *L. Vannamei*, que é capaz de tolerar amplas variações de salinidades, consagrando-se como a espécie popular para cultivos em águas doces, isto possibilitou a expansão do setor para o interior do Estado.

A região tem como principais consumidores do seu produto, os Estados do Rio de Janeiro, São Paulo, frequentemente também Bahia, Paraná, Paraíba e o próprio Rio Grande do Norte (CARVALHO,2017).

Quando realizada a setorização das Unidades de Planejamento Hidrológica, vista na figura 20, evidencia-se uma maior aglutinação nas UPH's da Bacia difusas do Baixo Açu e da Pataxó, conforme figura 20, quando comparada com as outras UPH's que se caracterizam com pontos mais dispersos.

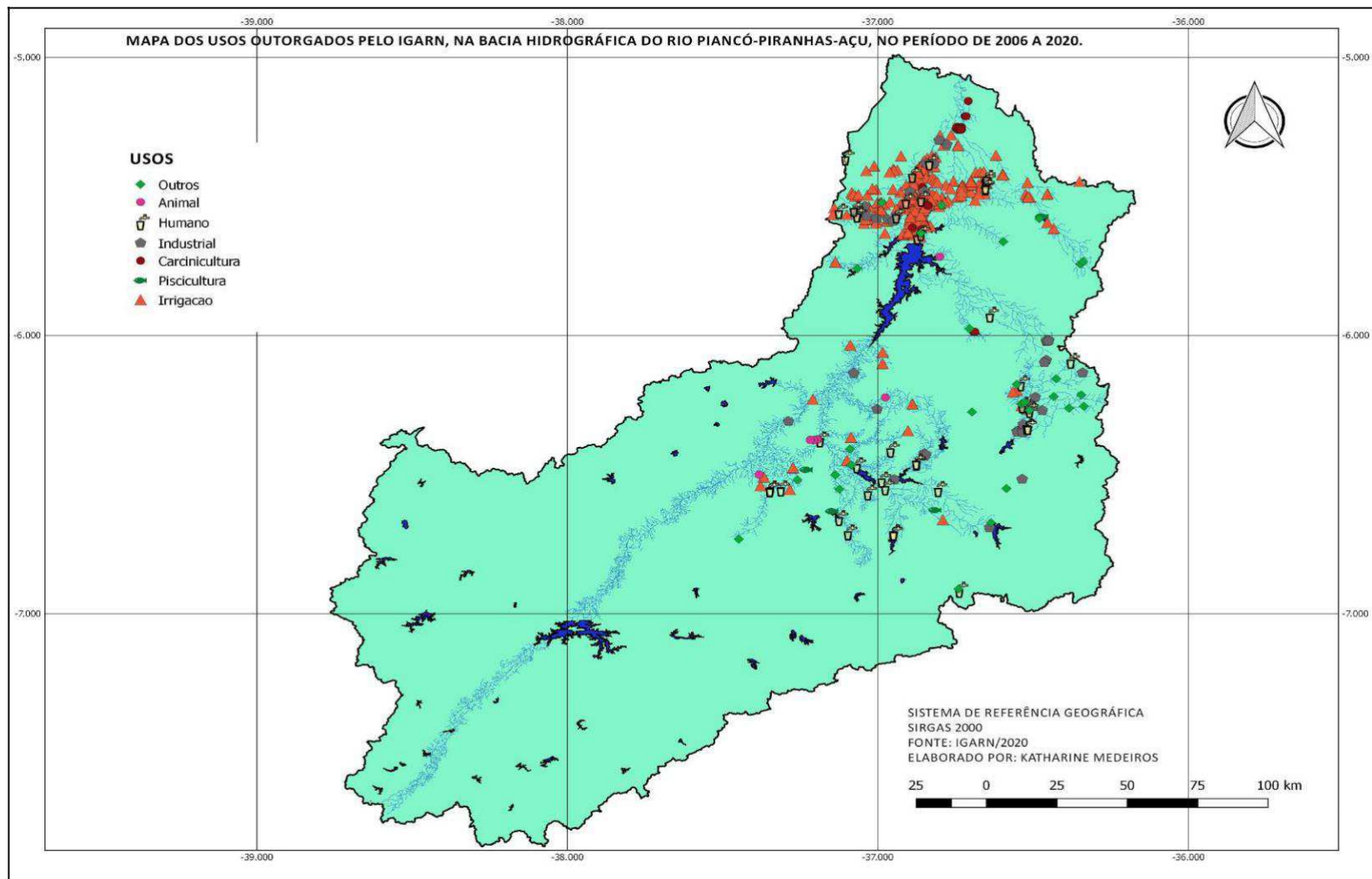
Contudo, segundo Oliveira (2019), a taxa de urbanização média para a bacia é inferior a taxa do Rio Grande do Norte, isto indica que ainda há possibilidade de expansão para a bacia.

Quanto ao balanço hídrico da bacia, há um estresse hídrico em virtude da combinação de baixa disponibilidade e altas demandas desses recursos.

Segundo informações contidas no Plano de Recursos Hídricos da Bacia (2018), os resultados do balanço hídrico, dentro da realidade da região do semiárido, sinalizam que há uma necessidade de melhoramento da gestão de demanda e indicam a importância das práticas de uso racional da água, induzindo ações para reduções das perdas nas redes de abastecimento urbano, bem como adoção de práticas e métodos de irrigação mais eficientes.

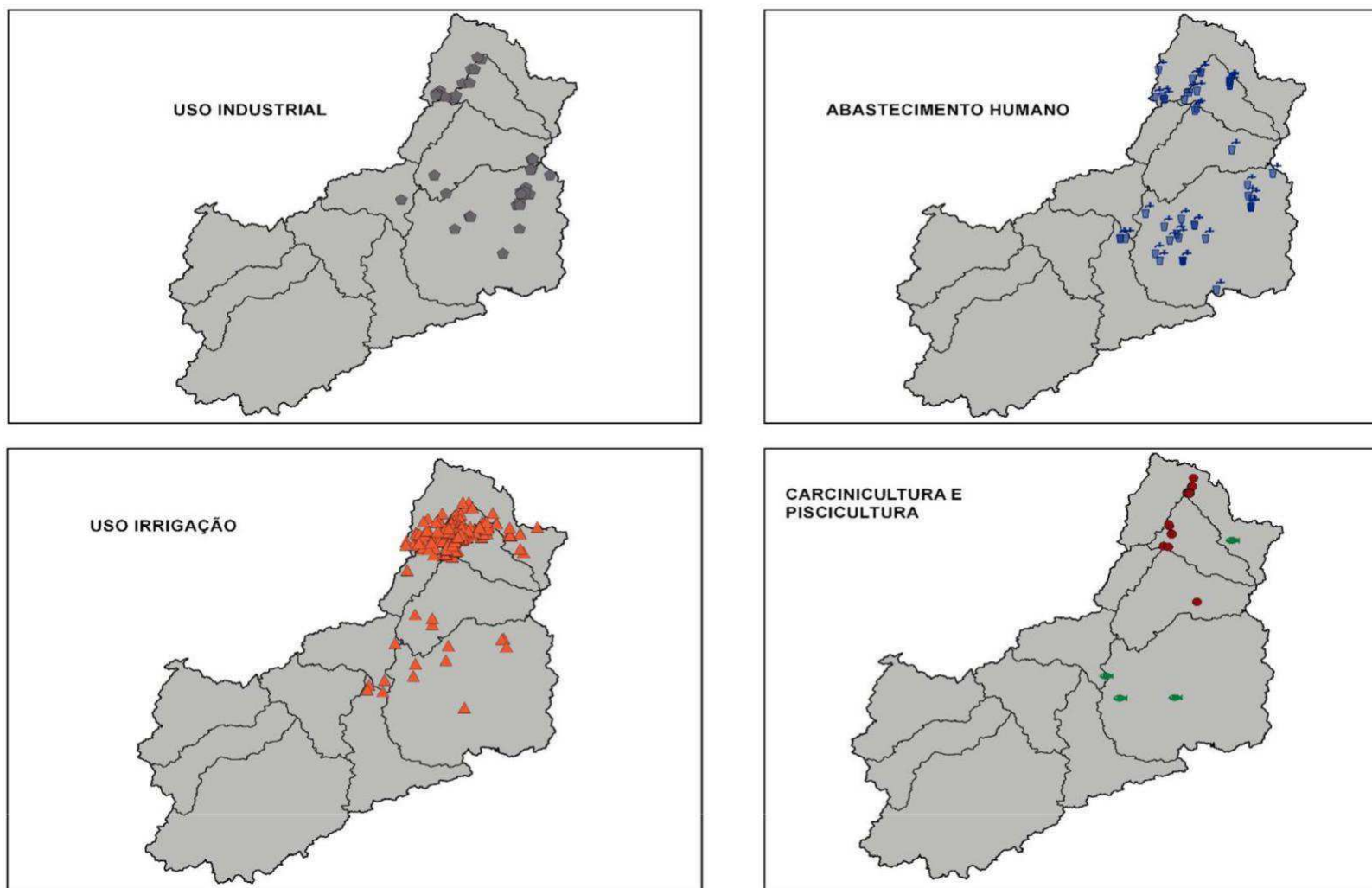


**Figura 19: Mapa dos usos outorgados pelo IGARN, no período de 2006 a 2020**



Fonte: Autoria Própria, 2021

**Figura 20: Espacialização das outorgas emitidas pelo IGARN, no período de 2006 a 2020.**



**Fonte: Autoria Própria, 2021**

## 6 CONCLUSÃO

O diagnóstico das outorgas emitidas em uma bacia hidrográfica seja pelo seu quantitativo, ou seja, pela sua localização, tem como objetivo aferir as demandas pelo uso dos recursos hídricos, tendo como finalidade o planejamento para garantir o atendimento aos diversos usuários, garantindo o direito do acesso à água, como preconiza a legislação.

No total, foram emitidas 488 outorgas, no período de 2006 a 2020, sendo o ano de 2017 com o maior número de emissões, representando 14,75% do total. O ano de 2020, foi o ano com a maior diversidade de usos outorgados, com 9 categorias, na maioria dos anos esta variabilidade ficou em torno de 6 categorias, sendo a irrigação presente em todos os anos.

Existe uma maior demanda pelo uso dos recursos hídricos nas UPH's da Bacia difusas do Baixo Açu e da Pataxó, sobretudo pelo uso da irrigação e na UPH Seridó pelo uso do abastecimento humano e industrial, porém com uma grande diversidade de usos presentes.

Quanto ao tipo de captação, ocorre um maior número de emissão para fontes subterrâneas, com 63,11% e 36,89% para as fontes superficiais, porém constata-se que em relação a vazão outorgada para as fontes superficiais, estas influenciam em vazões muito superior ao das fontes subterrâneas, correspondendo a 68,04% das vazões outorgadas, embora o número de outorgas sejam maiores para a irrigação, a carcinicultura representa a maior demanda de água da bacia, devido a vocação do local para este tipo de atividade.

Constatou-se que o ano de 2017, foi o ano com o maior numero de emissão de outorgas, dentre os segmentos de usos, a parcela mais significativa é para a agricultura irrigada, com 73,57% do total das emissões das outorgas, seguido pelo uso industrial e abastecimento humano, com 8,61% e 5,94% respectivamente.

Considerando os resultados deste trabalho, percebe-se a importância de gestão dos Recursos Hídricos, através do instrumento de outorga, sobretudo para a região do Semiárido, em que pese a utilização dos recursos hídricos tanto nos processos produtivos quanto na manutenção da vida, a gestão dos recursos hídricos torna-se estratégica para o desenvolvimento das regiões e qualidade de vida da sociedade.

## REFERÊNCIAS

- AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Comitê da Bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu**. Disponível em : <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/comite-de-bacias/piranhas-acu/> . Acesso em: 09 de julho de 2020.
- AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê et al. **A gestão das águas no Brasil: uma abordagem sobre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos**. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 7, p. 30-44, 2019.
- AMORIM, A. L. ; RIBEIRO, M. M. R. ; BRAGA, C. F. C. **Conflitos em bacias hidrográficas compartilhadas: o caso da bacia do rio Piranhas-Açu/PB-RN**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 21, p. 36-45, 2016.
- ANA. **Plano de Recursos Hídricos da bacia do rio Piancó-Piranhas-Açu**: resumo executivo. Brasília: ANA, 2018a. Disponível em: [https://www.ana.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/publicacoes#planos\\_de\\_recursos\\_hidricos](https://www.ana.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/publicacoes#planos_de_recursos_hidricos) . Acesso em: 07 de junho de 2020.
- ANA. **Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos: Plano de Recursos Hídricos e Enquadramento dos Corpos de Água**. Vol.5 Brasília: ANA, 2013. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/publicacoes>. Acesso em: 07 de junho de 2020.
- ANA. **Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos: Outorga de direito de uso de recursos hídricos**. Vol.6 Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/publicacoes>. Acesso em: 08 de junho de 2020.
- ANA. **Outorga dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos**. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2019. Disponível em : [http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/ana\\_encarte\\_outorga\\_conjuntura2019.pdf](http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/ana_encarte_outorga_conjuntura2019.pdf) Acesso em: 08 de fevereiro de 2021.
- ANA. **Nota Técnica nº 390/2005/SOC**. Analisa o pedido de outorga para o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.
- Agência Nacional De Águas (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos: informes 2012**. Brasília: ANA, 2012.
- Agência Nacional De Águas (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos: informes 2018**. Brasília: ANA, 2018.
- Agência Nacional de Águas. **Reservatórios do Semiárido Brasileiro: Hidrologia, Balanço Hídrico e Operação**. Relatório síntese. Brasília: ANA, 2017. Disponível em : [https://www.ana.gov.br/noticias/estudo-reservatorios/reservatorios-do-semiarido-brasileiro\\_hidrologia-balanco-hidrico-e-operacao-1.pdf](https://www.ana.gov.br/noticias/estudo-reservatorios/reservatorios-do-semiarido-brasileiro_hidrologia-balanco-hidrico-e-operacao-1.pdf) Acesso em :10 de dezembro de 2020.

AGENDA 2030. Acompanhando o desenvolvimento sustentável até 2030. 2018. Disponível em <http://www.agenda2030.org.br/sobre/> Acesso em: 01.mar.2021.

ANDRADE, A. L. M.; GOMES, A. C. A.; CRUZ, M. L. B. **A importância do geoprocessamento na análise do uso e ocupação da lagoa do portinho localizada entre os municípios de Luís Correia e Parnaíba-PI.** Revista CC&T – Centro de Ciências e Tecnologia da UECE Fortaleza/CE, v. 1, nº especial, p. 144- 158, 2019.

ANDRADE, Alexandre Alves de. **Economia Regional e soberania Nacional: Dinâmicas e processos da fruticultura do Rio Grande do Norte- Brasil.** Revista Política e Planejamento Regional. 2018

ARAI, Fabiane Kazue. **Critérios para concessão de outorga e eficiência do uso dos recursos hídricos pela irrigação.** 2014. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, MS. 2014.

ARRUDA, Luiz Eduardo Vieira de; FIGUEIREDO, Vladimir Batista; LEVIEN, Sérgio Luiz Aguilar. **Evolução da agricultura irrigada no Estado do Rio Grande do Norte.** V INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING. Fortaleza/CE. 2019.

BRAGA, Gustavo G.; BECKER, Vanessa. **Influence of Water volume reduction on the phytoplankton dynamics in a semiarid man-made lake: A comparison of two morphofunctional approaches.** Anais da Academia Brasileira de Ciências. 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.433 de 08 de janeiro 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: Governo Federal, 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm). Acesso em: 05 de junho de 2020.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução nº 91, de 05 de novembro de 2008.** Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Disponível em : <http://www.sema.df.gov.br/wpconteudo/uploads/2017/09/Resolu%C3%A7%C3%A3o-CNRH-n%C2%BA-91-de-2008.pdf> . Acesso em:05 de junho de 2020.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em < [http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO\\_CONAMA\\_n\\_357.pdf](http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf)>. Acesso em:06 de junho de 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **“Análise territorial para o desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil”** - FEALQ ,IICA/BRA/08/002, 2015

BOF, L. H. N.; PRUSKI, F. F. ; SOUZA, W. A. M. Impacto do uso de diversos critérios para a concessão de outorga. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS,18., 2009, Campo Grande- MS. **Anais eletrônicos...**Campo Grande- MS. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2009. Disponível em: [https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=3&ID=110&SUMARIO=1638&ST=impacto\\_do\\_uso\\_de\\_diversos\\_criterios\\_para\\_a\\_concessao\\_de\\_outorga](https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=3&ID=110&SUMARIO=1638&ST=impacto_do_uso_de_diversos_criterios_para_a_concessao_de_outorga). Acesso em: 27 jun. 2020.

CALMON, João Luiz; BASTOS, Celso Silva; GONÇALVES, Ricardo Franci. **Water management from the environmental certification perspective: a new proposal of criteria and weight rates for application in Brazilian regions**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 24, p.655-666, 2019.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. **Introdução à ciências da Geoinformação**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília. 2001.

CAPELLARI, A.; CAPELLARI, M. B. . **A água como bem jurídico, econômico e social: a necessidade de proteção das nascentes**. CIDADES, COMUNIDADES E TERRITÓRIOS, v. 36, p. 83-94, 2018.

CASAJÚS-MURILO, L. **Conflictos del agua em Aragón**. Ambiente y Desarrollo. P.9-24. COLÔMBIA.2012.

CASTRO, Maria Helena Faustino Martins de. **Alocação Quali-Quantitativa de água em reservatórios de Regiões Semiáridas**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.UFRN.2018

CONSÓRCIO TECHNE-PROJETEC-BR. **Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional- Eixo Leste**; Projeto Executivo do Lote C- Relatório Final dos Projetos Executivos do Lote C- Volume 1. Recife-PE. 2015.

CONSÓRCIO NIPPON KOEI LAC- **Diagnóstico e Planejamento Estratégico para o desenvolvimento de atividades produtivas agrícolas do RN**. Diagnóstico consolidado. Grupo Banco Mundial. Governo do Estado do Rio Grande do Norte.2016.

COSTA, David de Andrade; ASSUMPÇÃO, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes; AZEVEDO, José Paulo Soares de; Santos, Marco Aurélio dos. **Dos instrumentos de gestão de recursos hídricos - o Enquadramento - como ferramenta para reabilitação de rios**. SAÚDE EM DEBATE, v. 43, p. 35-50, 2019.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável- ODS-6, Contribuições da EMBRAPA**. Brasília: 2018.

FARINA, Flávia C. **Abordagem sobre as técnicas de Geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana**. Cadernos EBAPEA.BR, p1-13, 2006.

FERREIRA, Marcelo José Monteiro; JÚNIOR, Mário Martins Viana; PONTES, Andreza Graziela Veríssimo; RIGOTTO, Raquel Maria; GADELHA, Diego. **Gestão e uso dos Recursos Hídricos e a expansão do agronegócio: água para quem e para quem?** Revista Ciência e Saúde Coletiva, ed. 21, 2016.

FIGUEIRÊDO, Maria Célia Brito; ARAÚJO, Lúcia de Fátima Pereira; ROSA, Morsyleide de Freitas; MORAIS, Lúcia de Fátima Sabóia. **Impactos ambientais da carcinicultura de águas interiores**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol. II. p.231-240. 2006.

FRANÇA, José Mairton Figueiredo de. **Projeto de Integração do Rio São Francisco e Rio Grande do Norte**. SEMARH. Natal.2018

GHEYI, Hans Raj; PAZ, Vital Pedro da Silva; MEDEIROS, Salomão de Sousa; GALVÃO, Carlos de Oliveira. **Recursos Hídricos em regiões semiáridas- estudos e aplicações**. UFRB.2012.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HIRATA, Ricardo; SUHOGUSOFF, Alexandra; MARCELLINI, Silvana Susko; VILLAR, Pilar Carolina; MARCELLINI, Laura. **As águas subterrâneas e sua importância ambiental e socioeconômica para o Brasil**. São Paulo. Universidade de São Paulo/ Instituto de Geociências, 2019.

**IGARN - INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO RIO GRANDE DO NORTE**. Disponível em:

<http://www.portal.rn.gov.br/content/aplicacao/igarn/principal/enviados/index.asp>

Acesso em: 23 de junho 2020.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Ministério da Economia. **Transposição do Rio São Francisco: Análise de Oportunidade do projeto**. Texto para discussão. Brasília: IPEA, 2011.

JAQUES, Jonatha Liprandi. **Outorgas Superficiais na Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos, Pinheiros/ ES**. 2017.110 f. Monografia (Bacharelado em Geografia). Universidade Federal do Espírito Santo, UFES/ ES, 2017.

JAQUES, Jonatha Liprandi; COELHO, André Luiz Nascentes. Outorgas superficiais na Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos, Pinheiros/ ES. *In: SIMPÓSIO DE GESTÃO AMBIENTAL E BIODIVERSIDADE*,6., Três Rios/ RJ. 2017. **Anais eletrônicos...**Três Rios: UFRRJ. 2017. p. 494-503. Disponível em : <http://itr.ufrj.br/sigabi/6o-anais-simposio-de-gestao-ambiental-e-biodiversidade-issn-2525-4928/>. Acesso em: 28 jun.2020.

LIMA, Layse R. F.; MORAES, Rodrigo F.; RODRIGUES, Rodrigo S.S. **Spatial analysis of a small hydrographic basin in the Amozan**. Journal of Hyperspectral Remote Sensing. 2020.

LIMA, Sérgio M.Q.; RAMOS, Telton Pedro A.; LEVIS,Carolina. **A disputa desigual entre peixes nativos e exóticos do semiárido**. Editora UFRN. Natal.2013

LOACATEL, Celso Donizete. **Uso do território e agricultura no RN: materialidades e estruturas**. Revista Franco-Brasileira de Geografia.n.34.2018

MACHADO, Enéas Souza; KNAPIK, Heloise Garcia; BITTENCOURT, Camila de Carvalho Almeida. **Considerações sobre o processo de enquadramento de corpos de água**. Engenharia Sanitária e Ambiental. V.24, n.2, p.261-269, 2019.

MESQUITA, Roberto Felipe. **Avaliação das outorgas de direito de uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró**. 2018. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Centro de Tecnologia,



Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

MOLINAS, Pedro Antônio. **Gestão e Operação do Projeto de Integração do Rio São Francisco com bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional**. PISF, 2019.

MOREIRA, Michel Castro; SILVA, Demetrius David; PRUSKI, Fernando Falco; LARA, Marcelo dos Santos. **Índices para identificação de conflitos pelo uso da água: proposição metodológica e estudo de caso**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 17, p. 7-15, 2012.

MUTIGA, Jeniffer Kinoti; MAVENGANO, Shadrack T.; ZHONGBO, Su; WOLDAI, Tsehaie; BECHT. **Water Allocation as a Planning Tool to Minimise Water use conflicts in the Upper Ewaso Ng'iro North Basin, Kenya**. Holanda. 2010

OLIVEIRA, Radimilla Fernanda Avelino; PEREIRA, Roberto; CASTRO, Vera Lúcia Lopes de. **Gestão dos Recursos Hídricos no Rio Grande do Norte: Usos Insignificantes**. XVIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2015

OLIVEIRA, Marcos Antônio de; BARBOSA, Erivaldo Moreira; BARBOSA, Maria de Fátima Nóbrega. **Gestão Ambiental e conservação dos recursos hídricos: Aspectos relevantes para a governança das águas na bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, no Rio Grande do Norte**. Cap.23. Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia- Atena Editora. 2019

OLIVEIRA, Paulo Abrantes. **Mensurando a governança da água em bacias hidrográficas compartilhadas no Brasil: proposta metodológica e aplicação à bacia do Rio Piranhas- Açu**. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. 2019.

PARAÍBA. **Lei Estadual nº 6308/1996**, de 02 de julho de 1996. Disponível em : [http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/lei\\_E\\_11.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/lei_E_11.pdf) . Acessado em: 10 de junho de 2020.

PORTO, Monica F A; PORTO, R. L. L. **Gestão de bacias hidrográficas**. Estudos Avançados, v. 22, p. 43-60, 2008.

RIO GRANDE DO NORTE. **Lei Estadual nº 6.908**, de 01 de julho de 1996.

Disponível em:

<http://www.igarn.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=PASTAC&TARG=1173&ACT=&PAGE=&PARM=&LBL=> . Acessado em: 10 de junho de 2020

RIO GRANDE DO NORTE. **Decreto 13283**, 22 de março de 1997. regulamenta a Outorga de Direito de Uso da Água e Licenciamento de Obra Hídrica.

RIO GRANDE DO NORTE. **Projeto Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Piranhas-Açu/RN**. Governo do Estado do Rio Grande do Norte. 2021

ROCHA JÚNIOR, Carlos Alberto Nascimento da; COSTA, Mariana Rodrigues Amaral da; MENEZES, Rosemberg Fernandes; ATTAYDE, José Luiz; BECKER,



Vanessa. **Water volume reduction increases eutrophication risk in a tropical semi-arid reservoirs.** Acta Limnologica Brasiliensia. Vol.30, ed. 106, 2018.

SANTOS, Christianne de Sena; ARAÚJO, Maria Valéria Pereira de; ALMEIDA, Sônia Trigueiro. **A carcinicultura no Rio Grande do Norte: Perspectivas e desafios.** Revista de Gestão do Unilasalle. Canoas.v.4.n.2. 2015.

SILVA, S. M. O.; SOUZA FILHO, F. A; AQUINO, S. H. S. **Avaliação do risco da alocação de água em período de escassez hídrica: o caso do Sistema Jaguaribe-Metropolitano.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 22, p. 749-760, 2017.

SHIKLOMANOV, I.A., **Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World**, Assessment of Water Resources and Water Availability in the World, WMO/SEI, 1997. 85p;

TOZZI, R.F.; POLIDORI, M.C.L; PEREIRA, C.A.A.O. **Sistema de Informação Geográfica para gestão dos recursos hídricos no estado do Paraná/Brasil.** 4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável. Faro- Portugal.2010.

TROLEI, Adriano Lima; SILVA, Bruno Lopes da. **Os recursos hídricos do Rio Grande do Norte: Uma análise da vulnerabilidade territorial ao colapso no abastecimento de água.** Dossiê Cartografias Ambientais do RN. n 34.2018

WOLKMER, Maria de Fátima S.; PIMMEL, Nicole Freiburger. **Política Nacional De Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental.** Sequência, Florianópolis, n. 67, p. 165-198, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/2177-7055.2013v34n67p165>. Acesso em: 16 de junho de 2020.