

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIENCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA  
CURSO ENGENHARIA DE AQUICULTURA

Izabella Alves Cordeiro de Farias

**ESTUDO DOS PARÂMETROS TÉCNICOS PARA OUTORGA DE DIREITO DE  
USO DA ÁGUA PARA AQUICULTURA NO ESTADO DE SANTA CATARINA**

Florianópolis

2020

Izabella Alves Cordeiro de Farias

**ESTUDO DOS PARÂMETROS TÉCNICOS PARA OUTORGA DE DIREITO DE  
USO DA ÁGUA PARA AQUICULTURA NO ESTADO DE SANTA CATARINA**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em  
Engenharia de Aquicultura do Centro de Ciências  
Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina  
como requisito para a obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia de Aquicultura  
Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Katt Regina Lapa.

Florianópolis

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Farias, Izabella  
ESTUDO DOS PARÂMETROS TÉCNICOS PARA  
OUTORGA DE DIREITO DE USO DA ÁGUA PARA  
AQUICULTURA NO ESTADO DE SANTA CATARINA / Izabella  
Farias ; orientadora, Katt Regina Lapa, 2020.  
50 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade  
Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em  
Engenharia de Aquicultura, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Engenharia de Aquicultura. 2. Aquicultura continental. 3. Gestão ambiental. 4. Demanda hídrica. 5. Piscicultura. I. Regina Lapa, Katt. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Aquicultura. III. Título.

Izabella Alves Cordeiro de Farias

**ESTUDO DOS PARÂMETROS TÉCNICOS PARA OUTORGA DE DIREITO DE  
USO DA ÁGUA PARA AQUICULTURA NO ESTADO DE SANTA CATARINA**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de **Bacharel em Engenharia de Aquicultura** e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina.

Local, 16 de dezembro de 2020.

---

Prof. Vinicius Rozani Cerqueira, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup> Katt Regina Lapa, Dra.  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Eng. de Aquicultura, Leonardo Schorcht Brachony Porto Ferreira, Mestre.  
Avaliador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Biólogo, Rodrigo do Nascimento e Silva, Mestre.  
Avaliador  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro a Deus, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho.

Sou grata à minha família pelo apoio que sempre me deram durante toda a minha vida, em especial a minha querida mãe que sempre me incentivou ir atrás dos meus sonhos e acreditou neles, meus irmãos Ricardo e Lucas que mesmo na distância permanecemos sempre unidos, e ao meu amado pai.

Agradeço a minha orientadora por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa, ao Rodrigo por aceitar o convite de compor a banca, e em especial ao Leonardo por me “apadrinhar” nos últimos anos da graduação e por todo conhecimento compartilhado.

Aos colegas e amigos que estiveram comigo em todos esses anos, na alegria dos bares ao final do dia e no desespero dos finais de semestre.

Também quero agradecer a todos os professores de Engenharia de Aquicultura, pela excelência no ensino oferecido. Ao pessoal do LAPAD pelos conhecimentos repassados durante o período de estágio.

Ao Raphael pelo companheirismo e ajuda nos cálculos.

Por último, mas não menos importante, ao pessoal da Ausyfish: família Sambell e ao Richard, pela temporada de *work experience* ter sido tão gratificante, tanto profissionalmente quanto pessoal.

“Se você traçar metas absurdamente altas e falhar, seu fracasso será muito melhor que o sucesso de todos.” (CAMERON, 2012)

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar os processos de outorga de direito de uso da água para a atividade de aquicultura no estado de Santa Catarina. O estado não possui os parâmetros técnicos definido para a atividade, sendo assim, no processo de licenciamento, os produtores passíveis de outorga são dispensados. Este trabalho foi realizado pelo método de pesquisa bibliográfica, a partir da análise dos dados apresentados em publicações científicas e relatórios técnicos. Dimensionar a quantidade de água para a produção é imprescindível para o planejamento da atividade, considerando todas as variáveis que demandam água para o sistema. Utilizando a base de dados da EPAGRI/CEDAP foi possível determinar as principais espécies cultivadas pelo estado e os sistemas de cultivo instaurados, sendo estas as tilápias (*Oreochromis niloticus*), espécies variadas de carpas e policultivo, camarão-branco (*Litopenaeus vannamei*) em sistema semi-intensivo, e trutas (*Oncorhynchus mykiss*) em sistema intensivo de produção. Os sistemas de cultivo empregados são majoritariamente desenvolvidas em viveiros escavados, sendo o sistema semi-intensivo de produção o mais usual, seguido pelo intensivo e extensivo, respectivamente. A demanda de água para abastecer a atividade dependerá da área de cultivo instalada, perdas por infiltração de acordo com o tipo de solo, pela taxa de evaporação e volume precipitado e as taxas de renovação. No sistema intensivo a espécie demanda grandes taxas de renovação (100% por hora), o sistema semi-intensivo demanda baixas renovações (5% ao dia). A partir destas, foram dimensionadas as vazões necessárias para a abastecimento e os limites de consistência para a atividade. As principais dificuldades relativas as implementações da outorga no estado de Santa Catarina envolvem tanto questões técnicas, administrativas e de disponibilidade de recursos hídricos.

**Palavras-chave:** Aquicultura continental. Gestão ambiental. Demanda hídrica. Piscicultura.

## ABSTRACT

This work aims to analyze the processes for granting the right to use water for aquaculture activities in the state of Santa Catarina. The state does not have the technical parameters defined for the activity, therefore, in the licensing process, producers eligible for grant are exempted. This work was carried out by the bibliographic research method, from the analysis of the data presented in scientific publications and technical reports. Dimensioning the amount of water for production is essential for planning the activity, considering all the variables that demand water for the system. Using the EPAGRI / CEDAP database, it was possible to determine the main species cultivated by the state and the cultivation systems established, these being the tilapia (*Oreochromis niloticus*), varied species of carp and polyculture, whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in a semi-intensive system, and trout (*Oncorhynchus mykiss*) in an intensive production system. The cultivation systems employed are mostly developed in excavated nurseries, with the semi-intensive production system being the most usual, followed by the intensive and extensive, respectively. The demand for water to supply the activity will depend on the installed cultivation area, infiltration loss according to the type of soil, the rate of evaporation and precipitated volume and the renewal rates. In the intensive system the species demands high rates of renewal (100% per hour), the semi-intensive system requires low renewals (5% per day). From these, the flow rates necessary for supply and the consistency limits for the activity were dimensioned. The main difficulties related to the implementation of the grant in the state of Santa Catarina involve both technical, administrative and availability of water resources.

**Keywords:** Continental aquaculture. Environmental management. Water demand. Pisciculture

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa das regiões hidrográficas do estado de Santa Catarina. ....	22
Figura 2 - Produção e participação da piscicultura em Santa Catarina nos anos 2018 e 2019. ....	29

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Regiões hidrográficas e bacias da Vertente do Interior. ....	23
Quadro 2 - Regiões hidrográficas e bacias da Vertente Atlântico. ....	23
Quadro 3 - Caracterização das principais espécies e sistemas de cultivos da aquicultura continental de Santa Catarina. ....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Volume de água dos viveiros de diferentes dimensões em sistema semi-intensivo. ....	33
Tabela 2 - Volume de água dos viveiros de diferentes dimensões em sistema intensivo. ....	33
Tabela 3 - Taxas de infiltração de solos em função da sua textura. ....	35
Tabela 4 - Volume de água infiltrada ( $m^3/dia$ ) por área de cultivo em solo de textura média. ....	36
Tabela 5 - Volume de água infiltrada ( $m^3/dia$ ) por área de cultivo em solo siltoso. ...	36
Tabela 6 - Volume de água ( $m^3$ ) de precipitação ( $V_p$ ) por ciclo de cultivo. ....	37
Tabela 7 - Volume de água evaporado ( $m^3$ ) ( $V_e$ ) por ciclo de cultivo. ....	38
Tabela 8 - Diferença do volume de água evaporado ( $V_e$ ) e volume ( $m^3$ ) precipitado ( $V_p$ ). ....	38
Tabela 9 - Demanda hídrica sazonal do sistema semi-intensivo. ....	39
Tabela 10 - Demanda hídrica sazonal sistema intensivo. ....	40
Tabela 11 - Vazão requerida diariamente ( $m^3/dia$ ) nos meses de cultivo em sistema semi-intensivo. ....	41
Tabela 12 - Vazão requerida diariamente ( $m^3/dia$ ) nos meses de cultivo em sistema intensivo. ....	42
Tabela 13 - Limite máximo individual ( $m^3/dia$ ) em sistema semi-intensivo. ....	43
Tabela 14 - Limite mínimo individual ( $m^3/dia$ ) em sistema semi-intensivo. ....	43
Tabela 15 - Limite máximo individual ( $m^3/dia$ ) em sistema intensivo. ....	44
Tabela 16 - Limite mínimo individual ( $m^3/dia$ ) em sistema intensivo. ....	44

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1	Outorga de direito de uso de recursos hídricos.....	17
1.2	Critérios de outorga .....	18
1.2.1	Vazões de referência.....	19
1.2.2	Vazão máxima outorgável .....	20
1.2.3	Usos com vazão insignificante .....	21
1.2.4	Prioridades de uso.....	21
1.3	Área de estudo .....	22
<b>1.4</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>24</b>
1.4.1	Objetivo geral .....	24
1.4.2	Objetivos específicos .....	24
<b>1.5</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>25</b>
<b>2</b>	<b>MATÉRIAS E MÉTODO .....</b>	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
3.1.1	Caracterização das espécies.....	28
3.1.2	Caracterização dos sistemas de cultivo.....	30
3.2	Demanda hídrica.....	32
3.2.1	Volume dos viveiros .....	32
3.2.2	Perdas por infiltração.....	34
3.2.3	Perdas por evaporação, precipitação e aspectos meteorológicos.....	37
3.2.4	Estimativa da demanda hídrica.....	39
3.3	Outorga de direito de uso da água em Santa Catarina .....	45
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>47</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Água é o recurso mais importante em todos os aspectos da vida; seu correto manejo conduz a excelentes resultados nas atividades humanas, porém seu mau uso pode provocar degeneração do meio físico natural (PAZ et al., 2000). A distribuição heterogênea dos recursos hídricos juntamente com a disponibilidade de água limpa é potencialmente um dos problemas mais importantes que a comunidade mundial terá de enfrentar nos próximos anos. A atenção para os recursos hídricos merece importância, uma vez que a água doce perfaz 2,5% do total presente no planeta (TUCCI, 2000; GLEICK, 2000). Em termos médios, entre os países em desenvolvimento e os desenvolvidos, estima-se que o uso da água seja em torno de 69,0% na agricultura (UNESCO, 2016).

Embora seja comum a percepção de que o Brasil é um país com água em abundância, para garantir uma equidade na distribuição de bem comum, deve ser considerada a disposição populacional e as projeções de incremento das diversas demandas setoriais, incluindo as demandas decorrentes do crescimento da população, como fatores de pressão sobre o recurso hídrico disponível. Segundo Guerra (1980), antes de ser planejada a utilização dos recursos naturais faz-se necessário o conhecimento prévio dos mesmos, ou seja, identificar as características qualitativas e quantitativas.

Com essa necessidade de planejamento territorial dos recursos hídricos, a gestão das águas foi determinada em unidades denominadas bacias hidrográficas: as regiões hidrográficas são divisões administrativas, compostas por águas superficiais e águas subterrâneas que não podem ser dissociadas facilmente e possuem importância conjunta, tendo em vista melhoria na gestão dos recursos hídricos, e, otimizar a aplicação dos recursos financeiros arrecadados com a cobrança pelo uso da água em cada região. O território definido como bacia hidrográfica é onde se desenvolvem as atividades humanas e econômicas: todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia (PORTO, 2008).

A realização da gestão de bacias hidrográficas envolve vários aspectos sociais e políticos de bases de dados distintas. Segundo PERES; SILVA (2013), a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei n. 9.433/1997) incentivou o advento dos Comitês de Bacias Hidrográficas; uma instância de gestão territorial que desde sua origem trouxe a característica de participação daqueles que também produzem, usam e habitam a determinada área. Planos de Bacia Hidrográfica e os Planos Diretores Municipais são instrumentos centrais no processo de

gerenciamento das regiões hidrográficas, contribuindo com o debate técnico-científico sobre a relação da dimensão ambiental com a gestão regional e urbana.

De acordo com o estudo de MESQUITA (2018), as crises hídricas em bacias não decorrem apenas da redução de precipitações que estão abaixo das médias históricas, e sim também, da ocupação desordenada do solo, do descumprimento da legislação ambiental e do planejamento precário no que se refere aos aspectos ecológicos, sociais e de interesse coletivo.

O uso de águas em uma bacia hidrográfica busca garantir o atendimento dos atuais e futuros usuários visando as necessidades ambientais para manutenção dos corpos hídricos, fornecendo diretrizes gerais para a outorga e o uso racional dos recursos hídricos por meio de indicadores dos valores disponíveis para consumo em uma determinada bacia hidrográfica, bem como as vazões mínimas necessárias à preservação ambiental, as demandas consuntivas da bacia e as demandas previstas para a projeção de crescimento da bacia (MORI, 2010).

Para que as decisões dos planejamentos sejam mais efetivas e condizentes com a necessidade, é fundamental que a outorga do uso da água seja realizada pelos usuários. Segundo CONEJO (1993), são nas análises das outorgas onde são delimitados a quantidade de água retirada e a quantidade devolvida pelo efluente, estando sujeitas as restrições sazonais ou condições de escoamento. Para que a implantação do instrumento da outorga possa ser realizada de maneira efetiva, é necessário o conhecimento do comportamento nas bacias hidrográficas, especialmente a determinação das vazões de referência, a fim de fundamentar o processo decisório e tomadas de decisões (DE OLIVEIRA; FIOREZE, 2011). Os estados da União são responsáveis pela outorga das águas subterrâneas, rios, lagos, reservatórios e açudes que tenham sua nascente e sua foz dentro de seu território (ANA, 2014).

No estado de Santa Catarina existe o SIRHESC (Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina); um departamento específico que garante o funcionamento, a descentralização, obtenção e produção de dados por meio de uma coordenação unificada do sistema e de acesso garantido a toda sociedade. No Portal de Informações do SIRHESC é possível obter informações das instituições aliadas no gerenciamento de Recursos Hídricos em Santa Catarina e, também, realizar o pedido de outorga de uso da água: importante instrumento previsto na Lei de Recursos Hídricos nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que permeia o processo de regularização para a póstera emissão da licença ambiental das atividades da aquicultura continental.

A aquicultura é uma atividade econômica que, do ponto de vista dos recursos hídricos, é caracterizada como uso não-consuntivo da água, ou seja, maior parte da água captada retorna

à fonte de suprimento em algum momento, podendo existir modificações no padrão temporal de disponibilidade e qualidade (ANA, 2014). Para que haja prosperidade da atividade aquícola, é necessário ter conhecimentos das espécies utilizadas (GODINHO, 2007), como também, deve haver um plano de desenvolvimento que contemple um mapeamento de áreas adequadas com base em informações do meio físico e biótico, caso contrário a atividade pode vir a se tornar ambientalmente impactante e ocasionar conflitos sociais por competição de recursos e espaços (BONETTI, 2015).

Entre os entraves que limitam o crescimento da atividade tem sido destacada a falta de licenciamento ambiental das propriedades, o que dificulta o acesso do produtor a políticas públicas de financiamento, dificultando investimento na operação que tem alto valor de custeio (LOUREIRO et al., 2018). O incentivo a implantação de projetos de compensação financeira para usuários que adotarem práticas de conservação de água e solo em suas propriedades, utilizar tecnologias que poupem água, regularização dos usuários, inserir critérios ambientais, sociais e de uso e ocupação do solo na concessão das outorgas de água são medidas que auxiliam a diminuir a degradação e manter a qualidade dos recursos provenientes das bacias (MESQUITA, 2018).

Segundo PESCA; SPERA (2018), em pisciculturas a necessidade por água pode ser influenciada por vários fatores, como o do próprio de cultivo em si, fatores relacionados à construção dos viveiros e a aspectos hidromecânicos. Desta maneira, se faz necessário planejar a atividade, principalmente da perspectiva hidráulica, dimensionar a real necessidade de água para as produções, levando em consideração todos os aspectos físicos, químicos, biológicos e as legislações que influenciem no funcionamento do sistema aquícola.

## **1.1 OUTORGA DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS**

Conforme o SIRHESC (2019), a outorga de direito de uso dos recursos hídricos representa um instrumento que através do qual o Poder Público autoriza, concede ou ainda permite ao usuário fazer o uso deste bem público: é através deste ato que o Estado exerce efetivamente o domínio das águas preconizado pela Constituição Federal, regulando o compartilhamento entre os diversos usuários.

A Lei Estadual 9.748, de 30 de novembro de 1994, artigo 29, descreve que qualquer empreendimento ou atividade que alterar as condições quantitativas e/ou qualitativas das águas,

superficiais ou subterrâneas, observando o Plano estadual de Recursos Hídricos e os Planos de Bacia Hidrográfica, dependerá de outorga.

Para Meirelles (2006) “a outorga trata-se de manifestação unilateral de vontade da Administração Pública que tenha por finalidade adquirir, resguardar, transferir, modificar, extinguir e declarar direitos, ou impor obrigações aos administrados ou a si própria”. Nesse sentido, é o Poder Público que avalia o deferimento ou o indeferimento do pedido da autorização para a intervenção no corpo hídrico (DE DEUS; DE OLIVEIRA, 2019).

As atividades da aquicultura continental normalmente são praticadas em tanques escavados com volume significativo de água, sendo assim, são passíveis de outorga para captação de água para adução até os tanques, e de outorga para lançamento dos efluentes provenientes dos tanques (DE DEUS; DE OLIVEIRA, 2019).

Para estabelecer as demandas hídricas devem ser levadas em conta as características principais do sistema de produção, como a área de espelho d’água, o volume de armazenamento e a taxa de renovação diária de água, devendo também, considerar as perdas hídricas por infiltração e evaporação; o requerente deverá apresentar informações relativas ao empreendimento de acordo com o cultivo a ser praticado, como os estágios de produção, quais espécies animais, quantidades, e outras informações cabíveis, de modo que permitam ao analista a verificação do uso racional da água (DE DEUS; DE OLIVEIRA, 2019).

## **1.2 CRITÉRIOS DE OUTORGA**

Para análise criteriosa de um pedido de outorga, é necessário o conhecimento da realidade hídrica da bacia a partir das estações de monitoramento qualitativos e quantitativos, com séries históricas consistentes, de forma a permitir o cálculo da quantidade de água disponível máximo grau de certeza , ou seja, é necessário conhecimento da demanda por água, não só em termos quantitativos, mas também os tipos de usos preponderantes, pois dependendo das características dos usos, pode ser necessária maior garantia do acesso à água (ANA, 2014).

Quais são os instrumentos regradores dos usos das águas na bacia, tais como enquadramento, áreas de restrição de uso e prioridades para outorga: todas essas informações devem ser consideradas na determinação dos critérios para emissão das outorgas, pois estas devem garantir o acesso da água aos usuários, de acordo com os termos da outorga, inclusive em períodos de escassez hídrica (ANA, 2013).

Para o desenvolvimento de estratégias para gestão e tomadas de decisão referentes aos recursos hídricos, é imprescindível o fornecimento de informações de disponibilidade hídrica da forma mais detalhada possível (ARAI, 2014). Segundo BOF (2010), para a elaboração de um sistema de suporte ao gerenciamento das águas superficiais é necessário definir quais serão os índices ou critérios a serem utilizados como referência para a concessão de direito de uso da água.

Os critérios de outorga de direito de uso da água são específicos para cada bacia e aprovados pelo Conselho Estadual dos Recursos Hídricos. Estes devem ser definidos com base nos seus respectivos Planos, considerando os usos e metas pretendidos para a tomada de decisões (SIRHESC, 2019).

Os principais critérios de outorga são: vazão de referência, vazão máxima outorgável, usos com vazão insignificante e prioridades de uso.

### **1.2.1 Vazões de referência**

As vazões de referência são valores estatísticos que caracterizam uma condição de garantia de água no manancial; a partir dessa condição, são realizados os cálculos de alocação da água (ANA, 2013). Análise dos critérios de outorga de direito de usos consuntivos dos recursos hídricos baseados em vazões mínimas e em vazões de permanência (MORI, 2010).

Este modelo é adotado em vários estados do Brasil na legislação dos recursos hídricos; cada estado fixa um percentual da vazão de referência como a máxima vazão outorgável para usos consuntivos, e a parcela remanescente desempenha função de vazão ecológica, destinada à conservação ambiental (MENDES, 2007).

São utilizadas como vazão de referência as vazões mínimas ou a vazões de permanência:

- Vazão mínima ( $Q_{7,10}$ ): é associada a uma situação crítica do manancial. Caracterizada pela média histórica das vazões mínimas de 7 dias de duração com período de retorno de 10 anos;
- Vazão de permanência ( $Q_{95\%}$ ,  $Q_{90\%}$ ): indica um valor igualado ou superado durante 95% do tempo (ou um risco de não acontecer em 5% do tempo), e a  $Q_{90\%}$  de permanência durante 90% do tempo (ou um risco de não ocorrer em 10% do tempo) (MORI, 2010).

Para emissão de outorga de direito de uso das águas de domínio federal, a Agência Nacional das Águas, adota estes critérios de acordo com às resoluções dos respectivos Comitês e Planos de bacias hidrográficas.

O estabelecimento de um critério único representa a simplicidade em descrever o regime hidrológico, porém a curva de permanência apresenta alguns inconvenientes em sua utilização como critério de outorga, sendo:

- Não levar em consideração aspectos sazonais, que é um fator importante na avaliação da disponibilidade hídrica.
- As vazões médias diárias das curvas de duração não constituem variáveis independentes entre si, uma vez que se correlacionam ao deplecionamento fluvial (MORI, 2010).

Deste modo, quando o poder público analisa uma solicitação de outorga de um dado usuário, considerando uma captação a fio d'água em cursos d'água superficiais, ele deve considerar a vazão solicitada para o empreendimento frente ao percentual definido como outorgável em relação à vazão de referência adotada.

### **1.2.2 Vazão máxima outorgável**

De acordo com MENDES (2007), o estabelecimento de da vazão máxima outorgável é um sistema complexo; é comum estabelecer um teto para as derivações consuntivas baseados em valores fixos. A vazão outorgável constitui o valor máximo passível de outorga num corpo hídrico, composto pela soma das quantidades já outorgadas com as ainda disponíveis para novas outorgas (SILVA; PRUSKI, 2000).

Os critérios adotados pelas instituições outorgantes, em como os percentuais considerados outorgáveis, são diferentes para cada região brasileira. De acordo com o estudo da Agência Nacional das Águas (2013), a vazão máxima outorgável pela ANA é 70% da Q95, podendo variar em função das peculiaridades de cada região, e o limite máximo individual é de até 20% para cada usuário da água.

É importante que a vazão máxima a ser captada seja sustentável em termos de recarga, a retirada excessiva de água de uma bacia pode levar a disponibilidade hídrica à exaustão. Entende-se como vazão máxima sustentável que o volume retirado em determinado período não seja superior à capacidade da bacia se repor (ANA, 2013).

### **1.2.3 Usos com vazão insignificante**

São dispensados da outorga as acumulações, captações, derivações e lançamentos considerados insignificantes, tanto do ponto de vista de volume quanto de carga poluente (ANA, 2014).

Os Planos Diretores das bacias determinam qual a vazão de uso insignificante de acordo com os aspectos de cada bacia hidrográfica. Conforme a Portaria SDS N° 035 de 2006, Art. 7 – não são objetos de outorga de direito de uso de recursos hídricos, as vazões de captação máximas instantâneas inferiores a 1,0 L/s, quando não houver deliberação diferente do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH (MORI, 2010).

### **1.2.4 Prioridades de uso**

De acordo com a Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei 9.433):

Toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso.

No Brasil, a água captada é utilizada principalmente para irrigação, abastecimento, fins industriais, geração de energia, mineração, aquicultura, navegação, turismo e lazer, e cada uso tem particularidades ligadas à quantidade ou à qualidade da água (ANA, 2014). Em situações de escassez de água, os usos prioritários passam a ser o consumo humano e a dessedentação de animais.

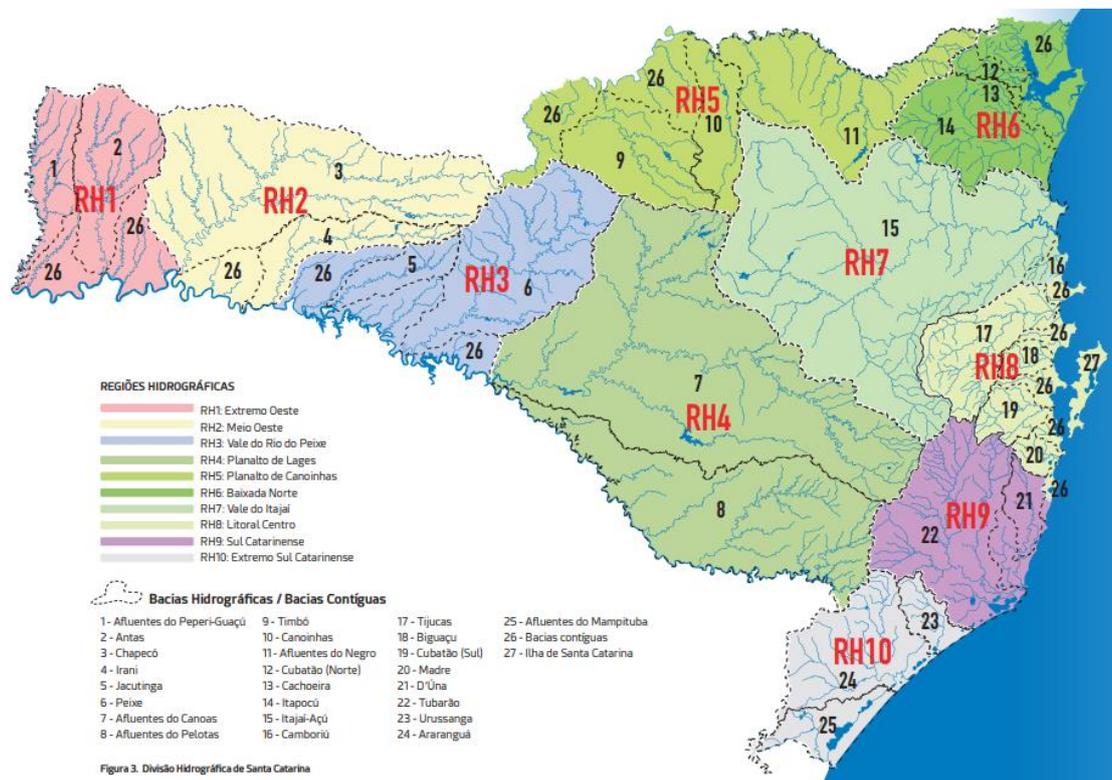
### 1.3 ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho tem por finalidade a caracterização do estado de Santa Catarina, localizado na região sul do Brasil.

O estado de Santa Catarina tem sua localização determinada pelas coordenadas geográficas 25°57'41"S e 29°23'55"S e 48°19'37"W e 53°50'00"W. Possui área total de 95.736,165 km<sup>2</sup>, que representa 1,12% da superfície do território nacional (SDS, 2018).

O estado é dividido em 10 regiões hidrográficas e 27 áreas de bacia hidrográfica, como mostra a figura 1.

**Figura 1** – mapa das regiões hidrográficas do estado de Santa Catarina.



Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina, 2018.

As regiões hidrográficas do estado são divididas em Vertente do Interior (quadro 1) e Vertente Atlântico (quadro 2).

**Quadro 1-** Regiões hidrográficas e bacias da Vertente do Interior.

<b>Região hidrográfica</b>	<b>Bacias</b>
RH 1- Extremo Oeste	Peperi-Guaçu e Antas
RH 2 – Meio Oeste	Chapecó e Irani
RH 3 – Vale do Rio do Peixe	Peixe e Jacutinga
RH 4 – Planalto de Lages	Canoas e Pelotas
RH 5 – Planalto de Canoinhas	Iguaçu, Negro e Canoinhas

Fonte: SDS (2018).

**Quadro 2 -** Regiões hidrográficas e bacias da Vertente Atlântico.

<b>Região hidrográfica</b>	<b>Bacias</b>
RH 6 – Baixada Norte	Cubatão e Itapocu
RH 7 – Vale do Itajaí	Itajaí-Açu
RH 8 – Litoral Centro	Tijucas, Biguaçu, Cubatão do Sul e Madre
RH 9 – Sul Catarinense	Tubarão e D'uma
RH 10 – Extremo Sul Catarinense	Bacias: Araranguá, Urussanga e Mampituba

Fonte: SDS (2018).

A aquicultura em Santa Catarina é bastante expressiva no cenário brasileiro; no ano de 2019 o estado foi 3º maior produtor de tilápia e o 2º maior produtor de carpas e trutas. De modo geral, Santa Catarina é o 4º estado maior produtor de peixes de cultivo do país. Os dados da PEIXEBR (2019) mostram a tendência de crescimento no setor para os anos futuros; no ano de 2019 o a região Sul teve um aumento de 15,51% da produção em relação ao ano de 2018, foi a região do país com maior crescimento no período.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo geral**

Realizar um estudo dos parâmetros técnicos nas análises das outorgas de direito de uso dos recursos hídricos das propriedades aquícolas continentais do estado de Santa Catarina.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- i. Avaliar as peculiaridades dos principais sistemas e espécies de cultivo implantados em Santa Catarina;
- ii. Calcular as necessidades de captação de água de acordo com as diferentes espécies e sistemas de cultivos;
- iii. Estabelecer uma proposta modelo de parâmetros para outorga da aquicultura no estado de Santa Catarina;
- iv. Identificar as problemáticas no processo de outorga para aquicultura.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos cada vez mais é visto e discutido a necessidade de possuir planejamento das atividades econômicas; uma vez que a tendência é o crescimento demográfico mundial. Neste modo, a gestão dos recursos naturais é imprescindível para que haja o desenvolvimento sustentável das atividades inseridas nas bacias hidrográficas, com o intuito de que os impactos negativos sejam mínimos ao meio ambiente e a população. Com o crescimento desordenado das atividades inseridas numa bacia hidrográfica, pode ser comum que haja crises hídricas, moderadas ou severas, que cause impactos negativos para as indústrias, agricultura e pecuária, abastecimento público e outras atividades.

A Política Nacional dos Recursos Hídricos nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, determina os órgãos responsáveis e os instrumentos legais para a gestão dos recursos hídricos, sendo a outorga de direito de uso dos recursos hídricos um dos instrumentos mais importantes para gestão dos reservatórios e corpos hídricos de uma bacia.

Atualmente no estado, os aquicultores continentais devem ser regularizados e cadastrados como usuários de água pelo SIRHESC, porém os critérios e os parâmetros técnicos das outorgas de direito de uso dos recursos hídricos não estão estabelecidos no estado de Santa Catarina para as atividades aquícolas. Desta maneira, no licenciamento ambiental das propriedades, os aquicultores são dispensados do processo de outorga da água.

Esta situação é uma problemática na gestão dos recursos hídricos e para o incremento da atividade no estado, sendo necessário investigar e analisar a interface das políticas públicas de recursos hídricos como critérios técnicos das pisciculturas e carciniculturas, permitindo assim, o avanço e consolidação das atividades de aquicultura no estado de Santa Catarina.

## 2 MATERIAIS E MÉTODO

Este trabalho foi realizado pelo método de pesquisas bibliográficas. De acordo com Gil (2008), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, com as investigações sobre fundamentos que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema.

Primeiramente foram caracterizados os principais sistemas de cultivo e as espécies aquícolas produzidas pelo estado de Santa Catarina pela base de dados do Centro de Desenvolvimento da Aquicultura e Pesca da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/CEDAP).

As estimativas de demanda hídrica pelos sistemas de cultivos mais usuais do estado, se deu através das seguintes fórmulas adaptadas do estudo de PESCA; SPERA (2018). Todos os cálculos foram realizados levando em consideração o tempo de cultivo de 8 meses (1,5 ciclo/ano).

$$i. \quad V_{ench} = A * p$$

$V_{ench}$ : Volume de enchimento do viveiro ( $m^3$ )

A: Área do viveiro ( $m^2$ )

p: Profundidade (m)

$$ii. \quad V_{real} = V_{ench} + V_{rep}$$

$V_{real}$ : Volume real do viveiro ( $m^3$ )

$V_{ench}$ : Volume de enchimento ( $m^3$ )

$V_{rep}$ : Volume repostado ( $m^3$ )

Para o sistema semi-intensivo, foi considerado baixa renovação de água diária, sendo repostado diariamente 5% do volume do viveiro, dando um total de 1.215% de reposição para cada viveiro. E, para o sistema intensivo foi considerado a troca de água de 100% do volume do viveiro por hora, dando uma renovação diária de 2.400% do volume do tanque, em 8 meses de cultivo o total é de 584.001,60%.

$$iii. \quad V_{inf} = i * A$$

$V_{inf}$ : Volume infiltrado: ( $m^3/t$ )

i: Taxa de infiltração (m/t)

A: Área do viveiro (m<sup>2</sup>)

iv. Volume evaporado (Ve) = Área de viveiro \*  $\Sigma$  Taxa de evaporação

Taxa evaporação = 0,46 m (460 mm)

v. Volume precipitado (Vp) = Área de viveiro \*  $\Sigma$  precipitação

Precipitação = 1,50 m (1050 mm)

Os valores das taxas de evaporação e precipitação (mm) foram obtidos através da média dos valores do estado a partir do Formulário de Aquicultura para requerimento de outorga da Agência Nacional das Águas (ANA).

A determinação da demanda hídrica por ciclo de produção, se dá pela seguinte fórmula:

$$\diamond \text{ Demanda hídrica} = V_{\text{real}} + V_{\text{inf}} + V_{\text{e}} - V_{\text{p}}$$

Para definir das vazões sazonais e diária, foi dividido o valor da demanda hídrica para cada mês de cultivo (30 dias); o enchimento foi considerado para 72h (3 dias) no “mês 1”, os outros meses são os volumes necessário para repor as perdas e renovar a água.

Os limites de consistência para as análises técnicas da outorga são:

- Limite mínimo individual outorgável: subtraído 20% do valor estimado;
- Limite máximo individual outorgável: somado 20% do valor estimado.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1.1 Caracterização das espécies

A aquicultura continental do estado de Santa Catarina está baseada na produção de espécies exóticas. Isto se dá pela falta de estudos de espécies nativas, em que as espécies exóticas possuem o pacote tecnológico estabelecido e mais explorado (SIDONIO et al., 2012).

O potencial de severidade das espécies é uma característica importante no processo de licenciamento ambiental, é baseado na característica ecológica da espécie e no sistema de cultivo a ser utilizado (PAZ et al., 2013). A classificação dos empreendimentos é feita de acordo com:

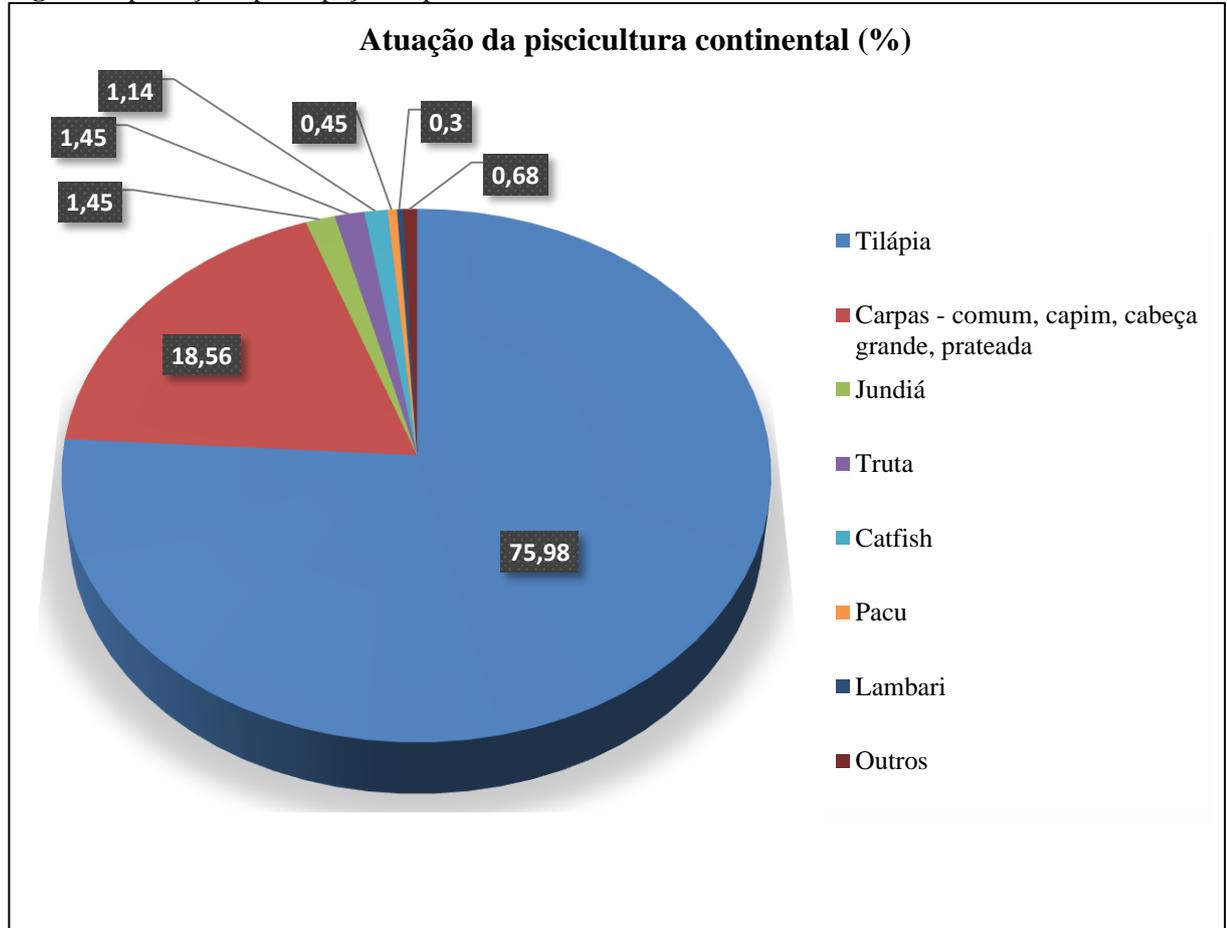
- A origem: autóctone ou nativa, alóctone ou exótica;
- O hábito alimentar da espécie utilizada: não-carnívora, onívora, autotrófica;
- O sistema de cultivo empregado: extensivo, semi-intensivo e intensivo.

A produção de espécies de clima tropical é a mais expressiva no estado pois possibilita uma diversidade maior das espécies cultiváveis; a produção de espécies de águas frias é menos expressiva, concentrando-se na produção de trutas (*Oncorhynchus mykiss*), principalmente nas regiões de maiores altitudes (GIEHL et al., 2020).

O estado de Santa Catarina conta com 21 carcinicultores, com a produção total de 311,83 toneladas sendo a principal espécie cultivada é Camarão-Branco-do-Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) (GIEHL et al., 2020). Por mais que esta seja uma espécie de camarão marinho, o *L. vannamei* é tipicamente eurihalino suportando ampla variação de salinidade, característica esta, que favorece o cultivo de baixa salinidade (FONSECA et al., 2009).

Conforme os dados do Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/CEDAP 2019), as espécies mais significativas para a piscicultura no estado são as tilápias (*Oreochromis niloticus*) e diferentes espécies de carpa, como mostra a figura 2.

**Figura 2** - produção e participação da piscicultura em Santa Catarina nos anos 2018 e 2019.



Fonte: Epagri/CEDAP (2019).

Com a demanda crescente por pescado o estado passou a fornecer carpas para a região Sudeste do país, em principalmente para o abastecimento de pesque-pagues, a partir disto o policultivo de peixes se fortaleceu como uns dos principais sistemas de criação de peixes de água doce em Santa Catarina, com algumas variações entre as taxas de estocagem e as espécies principais, normalmente é a tilápia ou carpa comum (*Cyprinus carpio*). A utilização do sistema em policultivo é comumente empregada em pequenas propriedades rurais do estado pois diminui os custos de insumos, neste cultivo todas as espécies de carpas têm importante papel para o aproveitamento do alimento natural produzido no viveiro (CASACA, 2008; RITTER et al., 2013).

A tilápia é o peixe mais cultivado no Brasil, isso se dá principalmente pelas características zootécnicas da espécie, que possui elevada capacidade de adaptação, suporta

bem a situações ambientais adversas, possui alta conversão alimentar e grande resistência ao manuseio, além de ser economicamente rentável (BEZERRA, 2014).

Conforme SIMOES (2016), para a aquicultura ser produtiva e sustentável dependerá diretamente da manutenção da qualidade do sistema aquático; o produtor deve utilizar usar a água de forma racional sem deteriorar a qualidade e a disponibilidade. Adotar boas práticas de manejo diminui os riscos da produção e amplia aproveitamento dos recursos, tanto ambientais como materiais.

Nos casos das truticulturas, se trabalha com altas taxas de densidade e altas taxas de renovação, que ocasiona no não aproveitamento do alimento natural, deste modo, a ração é a principal fonte de poluição e confere com mais da metade do custo de produção; escolher uma ração de boa qualidade e arrazoar sem desperdícios tornam a atividade mais sustentável e auxilia na manutenção da qualidade de água (SIMOES, 2016).

### **3.1.2 Caracterização dos sistemas de cultivo**

A definição dos sistemas de produção serve como indicador do desenvolvimento tecnológico da atividade, quanto mais intensificada a produção maior tecnologia empregada e alto investimento, ao contrário do sistema extensivo que é mais rústico, com grande exploração da terra, menor uso de insumos e mão-de-obra pouco qualificada (ANDRADE, 2020).

A quantidade necessária de água para aquicultura depende de vários fatores, como: clima, solo, sistema de cultivo adotado, densidade, práticas de manejo, etc. Depende também do sistema adotado (intensivo, semi-intensivo ou extensivo) e a quantidade de renovação de água (CASACA, 2008).

Segundo o CONAMA 413/2009 as classificações dos sistemas de cultivo são:

XII - Sistema de Cultivo Extensivo: sistema de produção em que os espécimes cultivados dependem principalmente de alimento natural disponível, podendo receber complementarmente alimento artificial e tendo como característica a média ou baixa densidade de espécimes, variando de acordo com a espécie utilizada.

XIII - Sistema de Cultivo Intensivo: sistema de produção em que os espécimes cultivados dependem integralmente da oferta de alimento artificial, tendo como uma de suas características a alta densidade de espécimes, variando de acordo com a espécie utilizada;

XIV - Sistema de Cultivo Semi Intensivo: sistema de produção em que os espécimes cultivados dependem principalmente da oferta de alimento artificial, podendo buscar suplementarmente o alimento natural disponível, e tendo como característica a média ou baixa densidade de espécimes, variando de acordo com a espécie utilizada;

A implantação dos cultivos em viveiros escavados é o modelo de cultivo mais difundido pelos países. Segundo ANDRADE (2020), o estado de Santa Catarina representa 30,48% da aquicultura brasileira neste sistema, tendo o sistema mais usual o semi-intensivo seguido pelo intensivo e extensivo, respectivamente. A atividade no estado é desenvolvida por maioria em pequenas propriedades rurais, com média de 2 hectares de lâmina de água por propriedade, e mão de obra familiar (CEPA, 2019).

A intensificação do sistema de cultivo eleva os custos de produção mas aumenta a sua produtividade quando projetada e executada de maneira efetiva, um exemplo de modelo de produção superintensiva é a utilização de tanque *Raceway*: o princípio deste modelo é a alta troca de água dos tanques, o fluxo de água é permanente e a renovação de água é realizada várias vezes durante o dia (TABATA, 2006).

Considerando as principais espécies cultivadas e os sistemas de cultivo em Santa Catarina, temos os principais modelos de fazendas continentais do estado apresentados no quadro 3.

**Quadro 3** - Caracterização das principais espécies e sistemas de cultivos da aquicultura continental de Santa Catarina.

<b>Espécie</b>	<b>Sistema</b>	<b>Unidade de produção</b>	<b>Renovação de água</b>
Tilápia	Semi-intensivo	Viveiros escavados	Baixa
Carpas	Semi-intensivo	Viveiros escavados	Baixa
Camarão	Semi-intensivo	Viveiros escavados	Baixa
Trutas	Intensivo	<i>Raceway</i>	Alta/constante

Fonte: Autora, 2020.

Nas produções em sistema semi-intensivo e intensivo, quando se trabalha com maiores densidades de peixe por área, é necessário haver renovações da água do sistema para controlar os parâmetros físico-químicos. As taxas de renovação consideradas baixas é de 5% do volume do viveiro por dia (SENAR, 2018).

As trutas, por sua vez, precisam de água em abundância, limpa e com grande concentração de oxigênio dissolvido, deste modo, renovar a 100% da água nos viveiros em sistema *raceway* aumenta a capacidade de suporte e conseqüentemente a produtividade, quando executado de forma eficaz pode diminuir em meses o tempo de cultivo (TABATA, 2006).

## **3.2 DEMANDA HIDRICA**

Na aquicultura a demanda por água pode ser influenciada por vários fatores, como o do próprio de cultivo em si, fatores relacionados à construção dos viveiros, tipos de solo e as espécies cultivadas, e, a aspectos hidromecânicos (PESCA; SPERA, 2018).

Segundo SILVA (1988), na aquicultura convencional, a demanda hídrica é a quantidade de água necessária para o enchimento inicial e renovação dos tanques e viveiros, para compensar as perdas por evaporação, e nos casos de viveiros de terra, compensar a perdas por infiltração.

Levando em consideração o cultivo de tilápia, que é espécie mais significativa da aquicultura continental, temos que o tempo de cultivo é de 8 meses, deste modo, o estado de Santa Catarina opera 1,5 ciclos de cultivo durante o ano (EPAGRI/CEDAP, 2019).

### **3.2.1 Volume dos viveiros**

A água necessária para o enchimento de uma unidade de produção depende da capacidade de acumulação deste; o dimensionamento é realizado com base em sua área e profundidade média (SILVA, 1988).

Para estabelecer o volume real dos viveiros é necessário contabilizar qual taxa de renovação de água durante o ciclo de cultivo. Este valor deve ser adicionado para estabelecer o efetivo volume de água necessário do abastecimento da produção (PESCA; SPERA, 2018).

Na produção com sistema semi-intensivo a taxa de renovação diária é consideravelmente baixa, podendo ser 5 a 20% do volume do tanque, dependendo da densidade de indivíduos utilizado e do uso de aeradores (SENAR, 2018). A tabela 2, dimensiona o volume dos viveiros considerando uma renovação diária de 5% em diferentes dimensões, levando em consideração 8 meses de ciclo de cultivo.

**Tabela 1** - Volume de água dos viveiros de diferentes dimensões em sistema semi-intensivo.

<b>Dimensões (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Profundidade média (m)</b>	<b>Volume enchimento (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Renovação diária (%)</b>	<b>Renovação por ciclo (%)</b>	<b>Volume real (m<sup>3</sup>)</b>
10 x 10	100	1,0	100	5,0	1.216,68	121.768
50 x 20	1.000	1,2	1.200	5,0	1.216,68	1.461.216
100 x 3	3.000	1,5	4.500	5,0	1.216,68	5.479.560
1000x10	10.000	1,0	10.000	5,0	1.216,68	12.176.800

Fonte: Adaptado PESCA; SPERA, 2018.

Os sistemas de cultivos intensivos requerem maior investimento e tem um alto custo de produção, tanto na construção dos viveiros quanto na oferta de ração de boa qualidade, uma vez que a disponibilidade de alimento natural é nula (TABATA, 2006). Deste modo, esses sistemas são mais recomendados para as espécies de maior valor econômico, que é o caso das trutas no estado.

Para se criar truta é fundamental a escolha adequada do local em que as condições ambientais sejam favoráveis ao bom desempenho da espécie: águas frias em abundância, limpas e com alto teor de oxigênio dissolvido. O fluxo de água deste sistema deve ser constante, de forma a permitir uma renovação completa do volume de água a cada hora (TABATA, 2006).

A tabela 3, dimensiona o volume real dos viveiros em sistema intensivo de produção.

**Tabela 2** - Volume de água dos viveiros de diferentes dimensões em sistema intensivo.

<b>Dimensões (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Profundidade média (m)</b>	<b>Volume enchimento (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Renovação diária (%)</b>	<b>Renovação por ciclo (%)</b>	<b>Volume real (m<sup>3</sup>)</b>
10 x 10	100	1,0	100	2.400	584.001,6	584.102
50 x 20	1.000	1,2	1.200	2.400	584.001,6	7.009.219
100 x 3	3.000	1,5	4.500	2.400	584.001,6	26.284.572
1000x10	10.000	1,0	10.000	2.400	584.001,6	58.410.160

Fonte: Autora (2020).

Do mesmo modo, no processo de outorga, deve ser informado o número de vezes por ano em que os viveiros são esvaziados. Essa informação é necessária para se calcular o volume

de reenchimento, ou seja, a quantidade de água usada todo ano para repor a água dos viveiros após estes terem sido esvaziados (ANA, 2013).

A despesca é o nome dado ao procedimento de retirada dos peixes de uma unidade de cultivo quando eles atingem o tamanho comercial desejado, podendo esta ser parcial ou total. Na parcial, apenas uma parte dos animais estocados são retirados com apetrechos específicos que não precisam do esvaziamento do viveiro, normalmente é realizado quando somente alguns peixes atingiram o peso comercial. A despesca total é quando se retira todos os peixes do viveiro, necessitando do esvaziamento de alguma parte do volume de água para facilitar o manejo (EMBRAPA, 2014). Desta maneira, deve ser especificado pelo produtor qual o procedimento adotado, e ser for necessário repor parte da água para o viveiro se faz necessário contabilizar o processo e os volumes repostos no dimensionamento da demanda hídrica (PESCA; SPERA, 2018).

### **3.2.2 Perdas por infiltração**

O processo de infiltração é relativo a porosidade, densidade, textura e grau de agregação do solo, bem como, dependerá da estrutura e região das unidades de cultivo no terreno; o termo “taxa de infiltração” é referente à quantidade de água que atravessa a unidade de área da superfície do solo por unidade de tempo (PANACHUKI et al., 2011).

Conhecer o solo em que se instalam os cultivos de aquicultura é fundamental tanto para o desempenho zootécnico da produção como para estabelecer a demanda de água necessária ao longo de um ciclo de cultivo. De acordo com PESCA; SPERA (2018), para estabelecer o volume de água perdido por infiltração é necessário saber qual taxa de infiltração, ou seja, a velocidade com que a água se infiltra no solo. Essa taxa varia conforme o tipo de solo do local, uma vez que a granulometria do solo exerce influência expressiva no processo hidráulico.

A tabela 3 demonstra a quantidade de água perdida por infiltração num viveiro escavado para aquicultura em função da granulometria do solo.

**Tabela 3** -Taxas de infiltração de solos em função da sua textura.

<b>Textura de solo</b>	<b>Proporção</b>	<b>Perdas por infiltração (mm/dia) *</b>
Textura grosseira – Arenoso	100 % de areia	20,0 a 40,0
Textura média	< 35 % de argila > 15% de areia	12,0 a 20,0
Textura fina – Argiloso	> 30% de argila < 60 % de argila	5,0 a 12,0
Textura fina – Siltoso	> 35 % de argila < 15 % de areia	5,0 a 12,0

\*solo em estado natural

Fonte: PESCA; SPERA, 2018.

Segundo o estudo de ROCHA (2020), os solos considerados arenosos (com mais de 90% de areia), são inadequados para a aquicultura, devido principalmente à baixa capacidade de interação física e química das partículas e à alta taxa de infiltração, assim como os solos argilosos (com mais de 40% de argila) também são considerados impróprios, porque são difíceis de se trabalhar durante a construção e manejo dos viveiros; desta forma, os solos que apresentam teores de argila entre 5 e 10% e quantidades balanceadas de areia e silte, são os mais adequados para a construção e manejo dos viveiros aquícolas.

A estimativa do volume de água infiltrada é realizada através da área dos viveiros em função da taxa de infiltração (i), as tabelas 4 e 5 demonstram o volume de água por área de cultivo, de acordo com os solos mais adequados para aquicultura, sendo o solo de textura fina (siltoso) e textura média, conforme apresentados na tabela 3.

**Tabela 4** - Volume de água infiltrada (m<sup>3</sup>/dia) por área de cultivo em solo de textura média.

<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>100</b>	<b>1.000</b>	<b>3.000</b>	<b>10.000</b>
<b>i (m/dia)</b>				
0,012	1,2	12	36	120
0,013	1,3	13	39	130
0,014	1,4	14	42	140
0,015	1,5	15	45	150
0,016	1,6	16	48	160
0,017	1,7	17	51	170
0,018	1,8	18	54	180
0,019	1,9	19	57	190
0,020	2,0	20	60	200

i: Taxa de infiltração

Fonte: Autora (2020)

**Tabela 5** - Volume de água infiltrada (m<sup>3</sup>/dia) por área de cultivo em solo siltoso.

<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>100</b>	<b>1.000</b>	<b>3.000</b>	<b>10.000</b>
<b>i (m/dia)</b>				
0,005	0,5	5	15	50
0,006	0,6	6	18	60
0,007	0,7	7	21	70
0,008	0,8	8	24	80
0,009	0,9	9	27	90
0,010	1,0	10	30	100
0,011	1,1	11	33	110
0,012	1,2	12	36	120

i: Taxa de infiltração

Fonte: Autora (2020).

Após a construção de viveiros, nos primeiros anos a perda de água por infiltração é maior, e com o passar do tempo, à medida que o peso da água desfaz a estrutura do solo e os poros são vedados pela matéria orgânica produzida no viveiro, a taxa de infiltração diminui até uma taxa constante cujo valor é dependente do tipo de solo (PESCA; SPERA, 2018).

Nos casos de tanques de alvenaria ou viveiros revestidos, a perda de água pela infiltração é insignificante, uma vez que estes não estão em contato diretamente com o solo a infiltração não possui influência sobre estes (SILVA, 1988).

As principais classes de solo do estado são os tipos de Latossolo, Podzólico, Terra Bruna, Cambissolo e Litólico (BERTOL; ALMEIDA, 2000). Caso haja preferência por um maior detalhamento da infiltração, amostras de solo do local podem ser enviadas a um laboratório especializado, que determinará essas perdas em condições controladas (PESCA; SPERA, 2018).

### 3.2.3 Perdas por evaporação, precipitação e aspectos meteorológicos

A evaporação da água dos viveiros varia de acordo com a localidade, os meses e estações do ano, e é acentuada pelas altas temperaturas, pela baixa umidade do ar e pela ação contínua dos ventos (ONO; KUBITZA, 2002).

A Agência Nacional das Águas (ANA) disponibiliza no Formulário de Requerimento para Outorga da Aquicultura os dados de evaporação e precipitação média para cada localidade do país. A partir desta, a média de precipitação geral do estado de Santa Catarina é 687 mm/ano e a média da evaporação é de 1573 mm/ano, considerando o tempo de cultivo de 8 meses, por ciclo produtivo temos que a taxa da precipitação é 458 mm (tabela 6), e a taxa de evaporação é de 1.048,67 mm no período (tabela 7).

**Tabela 6** - Volume de água (m<sup>3</sup>) de precipitação (Vp) por ciclo de cultivo.

	Área (m <sup>2</sup> )	100	1.000	3.000	10.000
Precipitação (m)					
0,46		46	460	1380	4600

Fonte: Autora, 2020.

**Tabela 7** - Volume de água evaporado ( $m^3$ ) ( $V_e$ ) por ciclo de cultivo.

Taxa evaporação (m)	Área ( $m^2$ )	100	1.000	3.000	10.000
1,05		150	1500	4500	15000

Fonte: Autora, 2020.

Por sua vez, o volume de reposição é a quantidade de água necessária para repor as perdas por evaporação e infiltração, descontando-se os ganhos de água advindos das chuvas. Existem empreendimentos em que não há renovação de água, mas apenas reposição. Nesses casos, a demanda anual de água dependerá principalmente do volume de reposição (ANA, 2014).

Para GONÇALVES (2017), o estado de Santa Catarina é afetado por uma diversidade de eventos, que podem estar relacionados tanto a severas estiagens como a grandes inundações e enxurradas. Para considerar a real demanda hídrica da aquicultura, é preciso considerar que o volume da precipitação na região e descontar o escoamento nos viveiros, pois estes colaboram com o volume de água, como mostra a tabela 8.

**Tabela 8** - Diferença do volume de água evaporado ( $V_e$ ) e volume ( $m^3$ ) precipitado ( $V_p$ ).

Área ( $m^2$ )	$V_e - V_p$
100	104
1.000	1.040
3.000	3.120
10.000	10.400

Fonte: Autora, 2020.

Os viveiros de aquicultura são formas de acumulação de água das bacias hidrográficas, contribuindo para regularização das vazões dos rios. De acordo com estudo de QUEIROZ; SILVEIRA (2006), é recomendado projetar os viveiros nos vales das bacias e construir viveiros adicionais para aumentar o armazenamento de água nas bacias hidrográficas.

### 3.2.4 Estimativa da demanda hídrica

Para PESCA; SPERA (2018), um projeto imperito para aquicultura tem a tendência de considerar que a demanda hídrica necessária para abastecimento ao longo do ciclo do cultivo é apenas para encher o volume dos viveiros, desta maneira, a demanda real é subestimada, uma vez que grande parte da água é usada para repor as perdas, tanto por infiltração quanto evaporação.

A tabela 9 demonstra a real necessidade de água ao longo do ciclo de cultivo de 8 meses, em sistema semi-intensivo com baixa renovação hídrica com base nas informações anteriores, e considerando a perda por infiltração de um solo com a taxa de infiltração de 0,012 m/dia.

**Tabela 9** - Demanda hídrica sazonal do sistema semi-intensivo.

<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V. real (m<sup>3</sup>)</b>	<b>V. infiltrado* (m<sup>3</sup>)</b>	<b>V.e - V.p (m<sup>3</sup>)</b>	<b>DEMANDA HÍDRICA (m<sup>3</sup>/ciclo)</b>
100	2.500	292,00	104	2.896
1.000	30.000	2.920,01	1.040	33.960
3.000	112.500	8.760,02	3.120	124.380
10.000	250.000	29.200,08	10.400	289.600

i: taxa de infiltração = 0,012 m/dia.

Fonte: Autora (2020).

Com base nas informações anteriores e considerando a perda por infiltração de um solo com a taxa de infiltração de 0,012 m/dia, a tabela 10 demonstra a real necessidade de água ao longo do ciclo de cultivo de 8 meses, em sistema intensivo com renovação hídrica constante.

**Tabela 10** - Demanda hídrica sazonal sistema intensivo.

<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V. real (m<sup>3</sup>)</b>	<b>V. infiltrado* (m<sup>3</sup>)</b>	<b>V.e - V.p (m<sup>3</sup>)</b>	<b>DEMANDA HÍDRICA (m<sup>3</sup>/ciclo)</b>
100	584.102	292,00	104	584.498
1.000	7.009.219	2.920,01	1.040	7.013.179
3.000	26.284.572	8.760,02	3.120	26.296.452
10.000	58.410.160	29.200,08	10.400	58.449.760

i: taxa de infiltração = 0,012 m/dia.

Fonte: Autora, (2020).

A quantidade de água que se utiliza durante o ciclo é chamada demanda sazonal, podendo variar com as condições climáticas da região onde o cultivo está instalado (RAMOS, 2016).

A agricultura através da irrigação é a atividade que mais consome água em nível mundial. O arroz irrigado no sul do Brasil consome uma quantidade considerável quando comparada com os outros usos da água (LORENSI, 2010). Desta maneira, para não sobrecarregar a disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica, é necessário reconhecer os períodos com maior disponibilidade de água e os períodos de escassez, considerando todas as atividades previstas pelo Plano Diretor das Bacias Hidrográficas.

Em Santa Catarina, os períodos favoráveis de semeadura do arroz são de agosto até janeiro (STEINMETZ; BRAGA, 2001). Deste modo, é aconselhado que os períodos de início das safras para aquicultura sejam entre os meses de setembro e outubro, para que a disponibilidade hídrica das bacias supra a demanda de água para o enchimento dos viveiros, sem competir com outras atividades por recursos hídricos, uma vez que após o enchimento dos viveiros a demanda de água é consideravelmente menor, usada para repor as perdas.

Levando em consideração o modelo de SILVA (1988) para a vazão de enchimento de viveiros, a tabela 11 demonstra as vazões diárias em sistema semi-intensivo para cada mês de produção, com início em setembro, levando em consideração o enchimento das unidades de produção nos 3 primeiros dias (72 horas ou 259.200 segundos).

**Tabela 11** - Vazão requerida diariamente (m<sup>3</sup>/dia) nos meses de cultivo em sistema semi-intensivo.

<b>Mês</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>100</b>	<b>1.000</b>	<b>3.000</b>	<b>10.000</b>
1 (Setembro)		414,11	4.880,38	1.7967,76	41.411,29
2 (Outubro)		360,65	4.225,62	1.5462,98	36.064,81
3 (Novembro)		349,01	4.089,31	14.964,17	34.901,43
4 (Dezembro)		360,65	4.225,62	15.462,98	36.064,81
5 (Janeiro)		360,65	4.225,62	15.462,98	36.064,81
6 (Fevereiro)		325,75	3.816,69	13.966,56	32.574,67
7 (Março)		360,65	4.225,62	15.462,98	36.064,81
8 (Abril)		349,01	4.089,31	14.964,17	34.901,43

Fonte: Autora (2020).

Foram considerados que um ciclo de cultivo tem aproximadamente 243 dias, sendo os 3 primeiros dias para enchimento da lamina de água. O “mês 1” considerou o início de um cultivo com um período de enchimento da área em 3 dias (72 horas), somada as perdas e renovações para os restantes 27 dias de cultivo.

A partir do “mês 2” considera as perdas de água e renovações de acordo com o sistema de cultivo utilizado até o “mês 8”, em que ocorre a finalização da produção, com a despesca e preparo do solo para a próxima safra, considerando o número de dias de cada mês.

Do mesmo modo, a tabela 12 demonstra as vazões diárias para cada mês de cultivo em sistema intensivo de produção, com início em setembro e enchimento dos viveiros nos 3 primeiros dias.

**Tabela 12** - Vazão requerida diariamente (m<sup>3</sup>/dia) nos meses de cultivo em sistema intensivo.

<b>Mês</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>100</b>	<b>1.000</b>	<b>3.000</b>	<b>10.000</b>
1 (Setembro)		65.753,41	788.951,35	2.958.233,99	6.575.336,24
2 (Outubro)		75.379,84	904.455,25	3.391.324,21	7.537.978,65
3 (Novembro)		72.948,23	875.279,28	3.281.926,65	7.294.818,04
4 (Dezembro)		75.379,84	904.455,25	3.391.324,21	7.537.978,65
5 (Janeiro)		75.379,84	904.455,25	3.391.324,21	7.537.978,65
6 (Fevereiro)		68.085,02	816.927,33	3.063.131,54	6.808.496,84
7 (Março)		75.379,84	904.455,25	3.391.324,21	7.537.978,65
8 (Abril)		72.948,23	875.279,28	3.281.926,65	7.294.818,04

Fonte: Autora (2020).

De acordo com PESCA; ITUASSU (2018) para o enchimento de viveiros pequenos, de até 1.500 m<sup>2</sup> (0,15 ha), cerca de 8 dias é um período razoável. Para viveiros maiores, esse prazo pode ser consideravelmente maior, sendo são necessários 60 dias para encher 100 hectares de área alagada. Os prazos para enchimento de viveiros podem, entretanto, ser variáveis, uma vez que estes devem ser cheios o mais rápido possível, para que a criação de peixes possa ser iniciada o quanto antes. Além disto, a demora em encher viveiros pode fazer que o fundo do viveiro fique demasiadamente ressequido, levando ao aparecimento de rachaduras que podem resultar em processos de infiltração.

Entretanto, estas vazões são variáveis, ou seja, variam conforme a estação do ano. Dessa maneira, é prudente que as determinações das vazões ao longo de um ciclo hidrológico, a fim de que se conheçam as vazões máximas e mínimas do corpo hídrico e da bacia que se pretende usar como fonte de suprimento de água para o cultivo (PESCA; ITUASSU, 2018).

A portaria SDS nº 036, de 29 de julho 2008 estabelece que limite máximo individual para usos consuntivos a ser outorgado na porção da bacia hidrográfica limitada por cada seção fluvial considerada, é fixado em 20% da vazão outorgável. Deste modo, os limites outorgáveis para a aquicultura operam entre as faixas de 20% para mais sendo o limite máximo, e 20% para menos sendo o limite mínimo outorgável. A tabela 13 demonstram os limites máximos de consistência para sistema de cultivo semi-intensivo, e a tabela 14, abaixo, determina os limites mínimos o mesmo sistema.

**Tabela 13** - Limite máximo individual (m<sup>3</sup>/dia) em sistema semi-intensivo.

Mês	Área (m <sup>2</sup> )			
	100	1.000	3.000	10.000
1 (Setembro)	496,93	5.856,46	21.561,31	49.693,55
2 (Outubro)	432,78	5.070,74	18.555,58	43.277,77
3 (Novembro)	418,81	4.907,17	17.957,00	41.881,72
4 (Dezembro)	432,78	5.070,74	18.555,58	43.277,77
5 (Janeiro)	432,78	5.070,74	18.555,58	43.277,77
6 (Fevereiro)	390,90	4.580,03	16.759,87	39.089,60
7 (Março)	432,78	5.070,74	18.555,58	43.277,77
8 (Abril)	418,81	4.907,17	17.957,00	41.881,72

Fonte: Autora (2020).

**Tabela 14** - Limite mínimo individual (m<sup>3</sup>/dia) em sistema semi-intensivo.

Mês	Área (m <sup>2</sup> )			
	100	1.000	3.000	10.000
1 (Setembro)	331,29	3.904,30	14.374,21	33.129,03
2 (Outubro)	288,52	3.380,50	12.370,38	28.851,85
3 (Novembro)	279,21	3.271,45	11.971,34	27.921,14
4 (Dezembro)	288,52	3.380,50	12.370,38	28.851,85
5 (Janeiro)	288,52	3.380,50	12.370,38	28.851,85
6 (Fevereiro)	260,60	3.053,35	11.173,25	26.059,74
7 (Março)	288,52	3.380,50	12.370,38	28.851,85
8 (Abril)	279,21	3.271,45	11.971,34	27.921,14

Fonte: Autora (2020).

Do mesmo modo, a tabela 15 determina os valores máximos individual para sistema intensivo de produção, enquanto a tabela 16, abaixo, demonstra os limites mínimos para o mesmo sistema.

**Tabela 15 - Limite máximo individual (m<sup>3</sup>/dia) em sistema intensivo.**

Mês \ Área (m <sup>2</sup> )	Área			
	100	1.000	3.000	10.000
1 (Setembro)	78.904,09	946.741,62	3.549.880,79	7.890.403,49
2 (Outubro)	90.455,81	1.085.346,30	4.069.589,05	9.045.574,38
3 (Novembro)	87.537,88	1.050.335,14	3.938.311,98	8.753.781,65
4 (Dezembro)	90.455,81	1.085.346,30	4.069.589,05	9.045.574,38
5 (Janeiro)	90.455,81	1.085.346,30	4.069.589,05	9.045.574,38
6 (Fevereiro)	81.702,02	980.312,80	3.675.757,85	8.170.196,21
7 (Março)	90.455,81	1.085.346,30	4.069.589,05	9.045.574,38
8 (Abril)	87.537,88	1.050.335,14	3.938.311,98	8.753.781,65

Fonte: Autora (2020)

**Tabela 16 - Limite mínimo individual (m<sup>3</sup>/dia) em sistema intensivo.**

Mês \ Área (m <sup>2</sup> )	Área			
	100	1.000	3.000	10.000
1 (Setembro)	52.602,73	631.161,08	2.366.587,19	5.260.268,99
2 (Outubro)	60.303,87	723.564,20	2.713.059,37	6.030.382,92
3 (Novembro)	58.358,58	700.223,42	2.625.541,32	5.835.854,43
4 (Dezembro)	60.303,87	723.564,20	2.713.059,37	6.030.382,92
5 (Janeiro)	60.303,87	723.564,20	2.713.059,37	6.030.382,92
6 (Fevereiro)	54.468,02	653.541,86	2.450.505,23	5.446.797,47
7 (Março)	60.303,87	723.564,20	2.713.059,37	6.030.382,92
8 (Abril)	58.358,58	700.223,42	2.625.541,32	5.835.854,43

Fonte: Autora (2020)

### 3.3 OUTORGA DE DIREITO DE USO DA ÁGUA EM SANTA CATARINA

De acordo com a Agência Nacional das Águas (2013), as vazões dispensadas de outorga são as captações menores que 1 m<sup>3</sup>/dia. A tabela 11 e 12 demonstram que para o abastecimento dos viveiros para aquicultura, por menores que estes sejam, as vazões de captação são bem maiores que 1 m<sup>3</sup>/dia, deste modo, é improvável que os empreendimentos aquícolas se enquadrem como uso com vazão insignificantes e dispensados da outorga.

Segundo a instrução normativa nº 6 de 19/05/2011, a inscrição de pessoa física ou jurídica no Registro Geral da Atividade Pesqueira (RGP), na categoria de aquicultor, estabelece-se de duas fases de caráter complementar, sendo o Registro de Aquicultor a primeira fase e a Licença de Aquicultor a fase conclusiva do processo, de acordo com artigo 2º:

III - Registro de Aquicultor: documento emitido em caráter individual e preliminar, em modelo adotado pelo MPA, considerado como instrumento comprobatório da primeira fase de inscrição do interessado junto ao RGP;

IV - Licença de Aquicultor: documento emitido em caráter individual, em modelo adotado pelo MPA, considerado como instrumento comprobatório da fase conclusiva de inscrição do interessado junto ao RGP, na categoria de Aquicultor, que o permite exercer a atividade de aquicultura.

Para ANDRADE (2020), a região com maior número de cadastros no Brasil é a região Sul, com 8.731 aquicultores, porém com apenas 95 licenças, sendo a região com o menor número. Essa desconformidade entre aquicultores registrados e licenciados na região Sul pode estar associada ao fato de que os estados dispensam a licença até determinado tamanho de área alagada e por apresentarem um processo simplificado de licenciamento.

As principais dificuldades relativas as implementações da outorga no estado de Santa Catarina envolvem tanto questões técnicas, administrativas e de disponibilidade de recursos hídricos. As questões técnicas envolvem definição clara de critérios e normativas referente a implantação da outorga, tais como vazão de referência, mitigação de conflitos, revisão e melhorias nas bases de referência hidrológica que possam auxiliar e dar maior segurança na tomada de decisão. As questões administrativas estão relacionadas a relação número de requerimentos de outorga e de técnicos envolvidos na análise dos processos de outorga. Cabe salientar que grande maioria dos processos protocolados apresentam documentação faltante ou equivocada, demandando frequentemente reanálise de processos, tendo em média três análises técnicas por processo.

Dentre as algumas soluções já identificadas destaca-se treinamento de técnicos, tanto da equipe interna, quanto de técnicos externos envolvidos nos requerimentos de outorga; padronização dos procedimentos de análise, necessidade de ampliação e valorização da equipe técnica efetiva de análise e fiscalização, contudo, envolve comprometimento do Estado.

Em Santa Catarina, está em andamento a implantação do “Sistema Estadual de Outorga” que irá contribuir para dar celeridade aos procedimentos relativos a análise, principalmente exigindo que os requerentes façam as suas solicitações somente após a apresentação da documentação mínima necessária para a análise.

Pretende-se que em 5 anos os procedimentos de análise de outorga ocorram de forma célere, com o processo ocorrendo em média de até 3 meses, e que, também, haja ampliação da equipe técnica efetiva. É almejado que os procedimentos de outorga envolvam muito mais que a análise de pedido de outorga, e que, conjuntamente, ocorra análise de ampliação de reservas e fontes alternativas, desenvolvimento do monitoramento qualitativo e quantitativo, como também, a fiscalização dos usos dos recursos hídricos.

A premissa que envolve a outorga por si só já representa um grande desafio que é garantir água em quantidade e qualidade para a atual e futuras gerações.

## 4 CONCLUSÃO

A aquicultura no estado de Santa Catarina representa uma importante atividade de geração de renda e emprego. Sabendo que cada vez mais o uso dos recursos hídricos será destinado para a produção de pescados, existe a necessidade de orientar o uso do território aquático planejando a manutenção, sustentabilidade e incremento da produção, sem negligenciar a importância da preservação do meio ambiente. Assim, existe uma necessidade eminente de se identificar a capacidade de suporte da produção aquícola, com intuito de evitar a eutrofização dos recursos hídricos, ordenar a quantidade de produtores que uma bacia comporta, sem prejudicar a biota aquática natural dos rios.

Para que haja um desenvolvimento econômico e sustentável da atividade de aquicultura, a regularização das aquiculturas continentais é um fator imprescindível na determinação de vazões reais, sendo o instrumento de outorga fundamental para que o produtor tenha a garantia da água e respaldo jurídico de sua propriedade.

A outorga de direito de uso da água é uma das ferramentas mais importantes na gestão dos recursos hídricos. Tanto para o estado de Santa Catarina quanto para a região Sul do país, os critérios e parâmetros técnicos das análises precisam de melhorias efetivas que contemplem fidedignamente a atividade.

Este estudo serve como uma análise prévia nas estimativas de demanda hídrica para aquicultura no estado, necessitando analisar de forma específica a demanda de água para aquicultura com as variáveis de cada região e bacia hidrográfica.

## 5 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL ÁGUAS – ANA. Atlas Brasil – Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos 2013/ Agência Nacional de Águas – ANA, Brasília, 2013.

ANA. Manual De Procedimentos Técnicos E Administrativos De Nacional De Águas. v. 2013, p. 240, 2014.

ANDRADE, A. S. . Brazilian Aquaculture: The view of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply based on the General Registration System for Fisheries and Aquaculture. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 10, p. e2759108398, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.8398. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8398>. Acesso em: 13 nov. 2020.

ARAI, F. K. Critérios para concessão de outorga e eficiência do uso dos recursos hídricos pela irrigação. p. 118, 2014.

BERTOL, I.; ALMEIDA, J. A. Tolerância de perda de solo por erosão para os principais solos do estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 3, p. 657-668, 2000.

BOF, L. H. N. **Análise de critérios de outorga de direito de uso de recursos hídricos**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, p.99. 2010.

BONETTI, J. Seleção de sítios para o cultivo de camarões marinhos em Santa Catarina com apoio de um sistema de informação geográfica. n. July, 2015.

BRASIL. Portaria SDS n. 036, de 06 de julho de 2008. Estabelece os critérios de natureza técnica para outorga de direito de uso de recursos hídricos para captação de água superficial, em rios de domínio do Estado de Santa Catarina e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 06 jul. 2008.

BRASIL. Instrução Normativa MPA n. 6, de 20 de maio de 2011. Dispõe sobre o Registro e a Licença de Aquicultor, para o Registro Geral da Atividade Pesqueira – RGP. Diário Oficial da União. Brasília. 2011.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BRASIL. Leis, Decretos, etc. Resolução Conama nº 413, de 26 de junho de 2009. Dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 30 jun. 2009.

BEZERRA, S. et al. Criação de tilápia em tanques. Sebrae, p. 1–28, 2014.

CASACA, J.M. **Policultivo de peixes integrados à produção vegetal: avaliação econômica e sócio ambiental**. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, p. 162. 2008.

CEPA, E. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2016-2017. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina**, [S. l.], 2019. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/SAA/article/view/521>. Acesso em: 13 nov. 2020.

CONEJO, G. L. A Outorga De Usos Da Água Como Instrumento De Gerenciamento Dos Recursos Hídricos. v. 27, n. 2, p. 28–62, 1993.

DE DEUS, Franciny Oliveira; DE OLIVEIRA LATUF, Marcelo. Outorga e suas implicações na piscicultura no entorno do reservatório de Furnas. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 2, p. 143-157, 2019.

DE OLIVEIRA, L. F. C.; FIOREZE, A. P. Estimativas de vazões mínimas mediante dados pluviométricos na bacia hidrográfica do ribeirão Santa Bárbara, Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 9–15, 2011.

EPAGRI CEDAP. Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca. 2019. Disponível em: <<https://cedap.epagri.sc.gov.br/index.php/estudos/#estatisticas>> Acesso em: 13 de nov. de 2020.

FONSECA, Sthelio Braga da et al. Cultivo do camarão marinho em água doce em diferentes densidades de estocagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1352-1358, 2009.

GIEHL, A.L.; et al. Números da Agropecuária Catarinense – 2020. Florianópolis: **Epagri**, p. 264. 2020.

DE FREITAS GIL, Ana Helena Correa; GIL FILHO, Sylvio Fausto. Geografia do cotidiano: uma leitura da metodologia sócio-interacionista de Erving Goffman. **Ateliê Geográfico**, v. 2, n. 2, p. 103-118, 2008.

GLEICK, P. H. A look at twenty-first century water resources development. **Water International**, v. 25, n. 1, p. 127–138, 2000.

GODINHO, H. P.; Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção Reproductive strategies of fishes applied to aquaculture: bases for development of production technologies. v. 31, n. 3, p. 351–360, 2007.

GONÇALVES, F. N. Índices de precipitação para o estado de Santa Catarina. p. 202, 2017.

GUERRA, A. T. Recursos naturais do Brasil/ Antônio Teixeira Guerra. 3 ed. / Rio de Janeiro: IBGE, 220p. 1980.

LORENSI, Raquel Paula et al. A utilização dos recursos hídricos no sistema de irrigação por superfície (inundação) na cultura do arroz mediante as normatizações Use of water resources

in irrigation system by surface (flood) in rice cultivation by the standards. **Ambiência**, v. 6, n. 2, p. 355-364, 2010.

LOUREIRO, B.R.; ROUTLEDGE, E.A.B; NUÑER, A.P.O. Subsídios para a regularização ambiental da aquicultura brasileira. In: Livro **Engenharia de Aquicultura no Brasil: Pesquisas, Tendências e Atualidades**. p 52. 2018.

MEIRELLES, H. L. **Direito administrativo brasileiro**. 32. ed. São Paulo: Malheiros, 2006. 1016p.

MENDES, L. A. Vazões Mínimas E Em Vazões De Permanência. 2007.

MESQUITA, L. F. G. River basin committees and integrated management in the brazilian national water resources policy. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 45, p. 56–80, 2018.

MORI, G. S. **Gestão dos recursos hídricos em Santa Catarina: uma exemplificação de cenários de usos da água**. Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, p. 69. 2010.

ONO, E. A.; CAMPOS, J. L.; KUBITZA, F. Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes. Parte 3: As estruturas hidráulicas. **Panorama da Aquicultura**, v. 12, n. 74, p. 15–29, 2002.

PAZ, V. P. DA S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, Agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 3, p. 465–473, 2000.

PAZ, R.J. et al. Eixo Temático 01-007 - Gestão Ambiental Licenciamento ambiental de empreendimentos aquícolas Ronilson José da Paz; Rodrigo Dutra Escarião; Alexandre Parente de Lima; Priscilla Torquato Tavares. v. 1, p. 37–42, 2013.

PANACHUKI, Elói et al. Perdas de solo e de água e infiltração de água em latossolo vermelho sob sistemas de manejo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1777-1786, 2011.

PEIXE, B. R. Anuário PeixeBr da Piscicultura 2020. 2020. **Acesso em**, v. 28, 2019.

PERES, R. B.; SILVA, R. S. DA. Interfaces da gestão ambiental urbana e gestão regional: análise da relação entre Planos Diretores Municipais e Planos de Bacia Hidrográfica. **URBE - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, n. 480, p. 13, 2013.

PERHSC. Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina, p.66. 2018

PESCA, E. DE; SPERA, S. T. Abordagem prática do dimensionamento da demanda hídrica em projetos de piscicultura 2. 2018.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 43–60, 2008.

QUEIROZ, J. F. DE; SILVEIRA, M. P. Recomendações Práticas para Melhorar a Qualidade da Água e dos Efluentes dos Viveiros de Aquicultura. **Embrapa**, v. 12, p. 1–14, 2006.

RAMOS, Maria Camila Alves. **Critérios de valoração da água com base na sazonalidade das vazões e na efetiva demanda hídrica das culturas**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016.

RITTER, F. et al. Análise da viabilidade econômica do policultivo de Carpas, Jundiás e Tilápias-do-Nilo como uma alternativa de modelo de cultivo de peixes para pequenas propriedades. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 17, n. 2, p. 27, 2014.

ROCHA, J. L. O. **Caracterização do solo de viveiros de cultivo intensivo e extensivo de *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931): um estudo de caso no nordeste do Brasil**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p.52. 2020.

SIDONIO, L. et al. Biblioteca Digital Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades **Panorama da aquicultura no Brasil : desafios e oportunidades** Luiza Sidonio. Agroindústria, 2012.

SILVA, A. M. DA et al. Vazões mínimas e de referência para outorga na região do Alto Rio Grande, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 374–380, 2006.

SILVA, D. D.; PRUSKI F.F. **Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais**. Viçosa-MG: Ed. Folha de Viçosa, p.659. 2000.

SILVA, J. B. W. Piscicultura intensiva e semi-intensiva. **Manual sobre manejos de reservatórios para produção de peixes FAO Itália**, p.8.1. 1988.

SDS. **Secretária de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável Recursos Hídricos De Santa Catarina - Rede Hidrográfica Catarinense**. p. 31, 2018.

SDS. **Panorama dos Recursos Hídricos no Estado de Santa Catarina**. 2006.

SENAR, SENAR. Piscicultura: criação de tilápia em viveiros escavados (SENAR). v. 1, n. 1, p. 124, 2018.

SIMOES, Jose Antonio Beirao. Avaliação do impacto ambiental de duas truticulturas em raceway sobre seus córregos receptores. 2016.

SIRHESC. Sistema de Informações e Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina, Bibliotecas. 2019.

STEINMETZ, Silvio; BRAGA, H. J. Zoneamento de arroz irrigado por épocas de semeadura nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. **Embrapa Clima Temperado-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2001.

TABATA, Y. A.; SILVA FILHO, J. M. Boas Práticas Na Truticultura. p. 68, 2012.

TUCCI, C. Inundações Urbanas. Inundações Urbanas na América do Sul, p. 15–29, 2000.

UNESCO. Relatório-mundial-ONU-sobre-recursos-hídricos. 2016.