

Avaliação do potencial das espécies de peixes mais cultivadas na piscicultura continental do estado de Santa Catarina



Luiz Fernando de Novaes Vianna¹

Resumo – A piscicultura continental no Brasil vem crescendo como atividade produtora de proteína animal. O estado de Santa Catarina vem contribuindo para esse crescimento, com destaque para a tilápia nilótica com 77% da produção, as carpas e trutas representam juntas 17% da produção estadual. As espécies nativas ainda são pouco representativas (6%), mas pesquisas para avaliar o potencial produtivo de algumas, como o jundiá e o lambari, estão em andamento. O território de Santa Catarina apresenta características edafoclimáticas e fisiográficas distintas, responsáveis por uma heterogeneidade ambiental perceptível através das diversas paisagens e ecossistemas. Conhecer o potencial ambiental de cada paisagem e/ou ecossistema favorece o planejamento da piscicultura tanto na escolha da espécie mais bem adaptada a uma determinada região, quanto na escolha do melhor local de cultivo para uma determinada espécie. O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial para a piscicultura continental da tilápia nilótica, das carpas, da truta, do jundiá e do lambari. Por meio de técnicas de análise espacial em Sistemas de Informações Geográficas, demonstramos que o potencial em Santa Catarina varia de acordo com as espécies e as regiões, em função, principalmente, da variação das condições de temperatura e relevo.

Termos para indexação: Aquicultura; Tilápia; Carpas; Truta; Lambari; Jundiá.

Potential evaluation of the main continental aquaculture fish species in Santa Catarina state

Abstract – The continental fish farming in Brazil has been growing in the last years and the state of Santa Catarina has been contributing significantly to this growth. The nilotic variety of tilapia (77%) and the carps and trout, that together represent 17% of the state production, are the main species. The native species are not very representative (6%), however researches to evaluate the productive potential of some, like the silver catfish and yellowtail tetra, are in progress. The Santa Catarina territory have distinct edaphoclimatic and physiographic characteristics, responsible for an environmental heterogeneity noticeable through the various landscapes and ecosystems. Knowing the environmental potential of each landscape and/or ecosystem favors the planning of fish farming, both in the choice of the species adapted to a particular region, and in the choice of the best place to grow a particular species. The objective of this work was to evaluate the potential for continental fish farming of the species nilotic tilapia, carp, trout, silver catfish and yellowtail tetra. Through spatial analysis techniques in Geographic Information Systems, we demonstrated that the potential in Santa Catarina varies according to the species and regions, mainly because of the variation in temperature and relief conditions.

Index terms: Aquaculture; Tilapia; Carps; Trout; Silver Catfish; Yellowtail tetra.

Introdução

A piscicultura catarinense tem algumas características que a distinguem de outros estados do Brasil. Em sua maioria ela se desenvolve em pequenas propriedades rurais, com média de 2 hectares de lâmina de água por propriedade e mão de obra familiar. Silva et al. (2017) afirmam que existem dois tipos de piscicultores continentais, os amadores e os comerciais. Enquanto os amadores investiram na piscicultura como alternativa complementar, sem representatividade significativa em ter-

mos de aumento de produtividade na última década, as tecnologias adotadas pelos produtores comerciais foram responsáveis pelo crescimento da produtividade, que passou de 4,8t ha⁻¹ em 2005 para 7,4t ha⁻¹ em 2015. Contudo, apesar do cenário otimista de crescimento e do destaque produtivo, a piscicultura continental necessita estar inserida numa perspectiva sustentável de produção a longo prazo.

A FAO vem destacando a importância em se adotar uma abordagem ecológica para a aquicultura (BRUGÉRE et al., 2018), com ênfase no planejamento espacial e na integração com as demais

atividades internas e externas ao setor aquícola. Um dos instrumentos indicados para isso é a avaliação de potencial em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) que, através da integração de dados de natureza ambiental, logística, socioeconômica e legal, permite gerar mapas indicativos das diversas condições de cultivo para cada espécie de peixe.

O território do estado de Santa Catarina apresenta características edafoclimáticas e fisiográficas distintas, responsáveis por uma heterogeneidade ambiental perceptível através das diversas paisagens e ecossistemas (SAN-

Recebido em 25/10/2022. Aceito para publicação em 06/02/2023.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i1.1569>

¹ Biólogo, Dr., Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri / Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina - Ciram, Rodovia Admar Gonzaga, 1347 – Itacorubi, Florianópolis, SC – Brasil – CEP 88034-901, E-mail: vianna@epagri.sc.gov.br.

TA CATARINA, 2016). Essa diversidade paisagística e ecossistêmica influencia no potencial produtivo das espécies de peixe utilizadas na piscicultura. Conhecer o potencial ambiental de cada paisagem e/ou ecossistema favorece o planejamento da piscicultura tanto na escolha da espécie mais bem adaptada a uma determinada região, quanto na escolha do melhor local de cultivo para uma determinada espécie (BRUGÉRE et al., 2018).

Através da avaliação de potencial em SIG é possível identificar, por exemplo, as regiões com temperatura ótima de crescimento para cada espécie, as áreas protegidas por lei, os terrenos com declividade e posição topográfica ideais para cada tipo de reservatório de cultivo, as condições de cobertura do solo no entorno dos projetos aquícolas e o acesso aos recursos hídricos.

O objetivo desse projeto foi avaliar o potencial do território de Santa Catarina para a piscicultura continental da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), das carpas comum (*Cyprinus carpio*), prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), cabeça grande (*Hypophthalmichthys nobilis*), capim (*Ctenopharyngodon idella*), da truta (*Oncorhynchus mykiss*), do jundiá (*Rhamdia quelen*) e do lambari (*Astianax* sp.). Especificamente objetivou-se: (i) identificar, selecionar e definir os fatores e critérios necessários à avaliação de potencial para cada espécie e/ou grupos de espécies; (ii) gerar e implementar os modelos conceituais de potencial para cada espécie e/ou grupos de espécies no SIG; (iii) gerar e validar os mapas de potencial para cada espécie e/ou grupos de espécies.

Material e métodos

Tanto as espécies quanto os fatores e critérios necessários à avaliação de potencial de cada uma foram definidos por especialistas. Os critérios aplicados na avaliação do potencial para o cultivo de tilápia, carpas, truta, jundiá e lambari e suas fontes bibliográficas estão detalhados na Tabela 1. A classificação e a ponderação dos critérios basearam-se na revisão bibliográfica e na experiência dos especialistas.

O critério fisiográfico declividade foi calculado a partir do modelo digital de elevação do Alos (ASF DAAC, 2015) utili-

zando o módulo *Spatial Analyst do ArcGis Pro*, v. 2.1. As classes de declividade e seus pesos foram definidos com base nos critérios de aptidão agrícola (UBERTI et al., 1991) e de engenharia de viveiros para aquicultura (ZACARKIM, 2018).

O critério fisiográfico 'posição topográfica' foi calculado a partir do modelo digital de elevação do Alos (ASF DAAC, 2015) utilizando o módulo *Spatial Analyst do ArcGis Pro*, v. 2.1. As classes de posição topográfica e seus pesos foram definidos com base nos trabalhos de Jenness et al. (2007) e Tagil & Jenness (2008).

O critério de proximidade dos recursos hídricos foi calculado através da ferramenta de distância euclidiana do ArcGis Pro. 2.1. A base utilizada foi o mapa hidrográfico de Santa Catarina, 1:10.000, da SDS/Engemap (2012). As classes de distância e seus pesos foram definidos pelos especialistas com base na legislação ambiental e na revisão bibliográfica.

O critério climático temperatura do ar foi utilizado em substituição à temperatura da água, que não possui dados climatológicos passíveis de uso para análise espacial em SIG para o estado de Santa Catarina. Climatologicamente existe uma correlação direta entre a temperatura do ar e a temperatura da água, tanto em sistemas lóticos como em sistemas lênticos continentais. Em regiões onde não há congelamento sazonal da água, como é o caso de Santa Catarina, as temperaturas médias mensais do ar e da água em um mesmo local são muito próximas, com diferenças que variam entre 0,8°C e 1°C (WEBB & NOBILIS, 1997; WEBB, et al., 2003).

A geração dos mapas de potencial em SIG seguiram as técnicas tradicionais de geoprocessamento e análise espacial que vêm sendo aplicadas para aquicultura em todo o mundo (AGUILAR-MANJARREZ & ROSS, 1995; NATH et al., 2000; VIANNA et al., 2002; MC. LEOD et al., 2002; HOSSAIN et al., 2007; BAKELAAR et al., 2008; ABDULLAH, 2008; HOSSAIN et al. 2009; AGUILAR-MANJARREZ et al., 2010; ROSS et al., 2013; FAO, 2015; VIANNA & FILHO, 2018; GIMPEL et al., 2018). A partir dos fatores e critérios foram gerados mapas de potencial, classificando-se os mapas climáticos, fisiográfico e hidrológico,

considerando os valores ótimos de cada fator para cada espécie ou grupo de espécies. A classificação foi feita por intermédio da padronização dos critérios para uma escala entre 0 e 1, onde 0 (0%) representa a pior condição aquícola e 1 (100%) a melhor, de cada critério (Tabela 1).

Os mapas de potencial de cada fator foram integrados no SIG através de álgebra de mapas, aplicando-se a média simples entre os fatores, o produto ou atribuindo-se pesos para cada fator em relação ao potencial produtivo de cada espécie ou grupo de espécies, utilizando-se a técnica do processo analítico hierárquico – AHP (SAATY, 1987).

Para avaliar o potencial climático das espécies de peixes cultivadas em Santa Catarina, foram utilizados os dados das temperaturas médias das mínimas, médias e média das máximas do ar para os meses de fevereiro (mês mais quente) e julho (mês mais frio), além da temperatura média anual. Os mapas de temperatura foram gerados utilizando o módulo *Spatial Analyst do ArcGis Pro*, v. 2.1, a partir do modelo digital de elevação do Alos (ASF DAAC, 2015), aplicando-se as equações de regressão para estimativa das temperaturas geradas por Massignam & Pandolfo (2006). Também foi adotado o critério climático do número médio de geadas anuais, calculado da mesma forma que as temperaturas, mas com base nas equações definidas por Massignam & Dittrich (1998). O número de geadas anuais restringe o potencial produtivo dos peixes tropicais. As classes de temperatura, número médio de geadas e seus respectivos pesos foram definidos em função das exigências fisiológicas de cada espécie de peixe e estão detalhados na Tabela 1. Definidos os critérios e pesos de cada classe, os mapas foram integrados através de média simples.

As áreas com declividade superior a 100% e os topos de morro são de preservação permanente – APP (BRASIL, 2012). Desta forma, o potencial fisiográfico foi considerado nulo nas áreas com declividade superior a 45% e nas áreas com índices topográficos superiores a 2 desvios-padrão (Tabela 1). O potencial hídrico foi calculado considerando que quanto mais próximo dos recursos hídricos, melhor é o acesso à água. Para pis-

Tabela 1. Critérios utilizados na avaliação do potencial para o cultivo de tilápia, carpa, truta, jundiá e lambari em Santa Catarina
 Table 1. Criteria used in potential evaluation for tilapia, carp, trout, silver catfish, and yellowtail tetra culture in Santa Catarina

Fator	Tipo	Classificação/ponderação	Espécie	Fonte
Declividade	Critério fisiográfico	Considerar as APPs ≤8% - Ideal (1) 8% - 20% - Aceitável (0,5) 20% - 45% - Limitante (0,2) >45% - Inadequado (0)	Todas	UBERTI et al., 1991; ZACARKIM, 2018
Posição Topográfica	Critério fisiográfico	Considerar as APPs <-3DP – Limitante (0,2) -3 - -2DP – Aceitável (0,8) -2 - 1DP – Ideal (1) 1 – 2DP - Aceitável (0,8) >2DP – Inadequado (0)	Todas	JENNESS et al., 2007; TAGIL & JENNESS, 2008; Especialistas
Proximidade do recurso hídrico	Critério hídrico	Considerar as APPs < 100m de um curso d'água – Ideal (1) 100m – 200m – Aceitável (0,8) 200m – 300m – Aceitável (0,5) >300m – Limitante (0,2)	Todas	SDS/ENGEMAP, 2012; Especialistas
Temperatura média anual	Critério climático	Acima de 38°C – Inadequado (0) 32 a 38°C – Limitante (0,2) 30 a 32°C – Aceitável (0,7) 26 a 30°C – Ideal (1) 20 a 26°C – Aceitável (0,7) 16 a 20°C – Limitante (0,4) 12 a 16°C – Limitante (0,2) Abaixo de 12°C – Inadequado (0)	Tilápia	EPAGRI, 2018; KUBITZA, 2011
Temperatura média anual	Critério climático	Acima de 32°C – Inadequado (0) 30 a 32°C – Limitante (0,2) 28 a 30°C – Aceitável (0,7) 24 a 28°C – Ideal (1) 20 a 24°C – Aceitável (0,7) 8 a 20°C – Limitante (0,2) Abaixo de 8°C – Inadequado (0)	Carpas	MAKINOUCI, 1980; CASTAGNOLLI, 1986; GRAEFF & PRUNER, 1999; FERREIRA, et al., 2009
Temperatura média anual	Critério climático	Acima de 22°C – Inadequado (0) 20 a 22°C – Limitante (0,2) 17 a 20°C – Aceitável (0,7) 15 a 17°C – Ideal (1) 10 a 15°C – Aceitável (0,7) 0 a 10°C – Limitante (0,2) Abaixo de 0°C – Inadequado (0)	Truta	BLANCO CACHAFEIRO, 1995; TABATA & PORTZ, 2004; TABATA, 2006
Temperatura média do mês mais quente	Critério climático	Acima de 22°C – Inadequado (0) 20 a 22°C – Limitante (0,2) 17 a 20°C – Aceitável (0,7) 15 a 17°C – Ideal (1,0) 10 a 15°C – Aceitável (0,5) 0 a 10°C – Limitante (0,2) Abaixo de 0°C – Inadequado (0)	Truta	BLANCO CACHAFEIRO, 1995; TABATA & PORTZ, 2004
Temperatura média anual	Critério climático	Acima de 30°C – Inadequado (0) 28 a 30°C – Aceitável (0,7) 24 a 28°C – Ideal (1) 14 a 24°C – Aceitável (0,7) 10 a 14°C – Limitante (0,2) Abaixo de 10°C – Inadequado (0)	Jundiá	AMARAL et al., 2008; AMARAL, 2012; CHIPPARI-GOMES et al., 1999; GOMES et al., 2000
Temperatura média anual	Critério climático	Acima de 32°C – Inadequado (0) 28 a 32°C – Aceitável (0,7) 24 a 28°C – Ideal (1) 14 a 24°C – Aceitável (0,7) 8 a 14°C – Limitante (0,2) Abaixo de 8°C – Inadequado (0)	Lambari	COTAN et al., 2006; GARUTTI & BRITSKI, 2000
Número médio de geadas anuais	Critério climático	<2 – Ideal (1) 3-5 – Aceitável (0,8) 6-10 – Limitante (0,5) 11-20 – Limitante (0,2) >20 – Inadequado (0)	Tilápia e Carpas	MASSIGNAM & DITTRICH, 1998; Especialistas

cicultura é permitido o uso das APP em propriedades menores que 15 módulos fiscais (BRASIL, 2012). O cálculo do potencial hídrico e fisiográfico também levou em conta que há limitações técnicas e econômicas para a construção dos viveiros em função da declividade (UBERTI et al., 1991; ZACARKIM, 2018). Após a atribuição dos pesos às classes de cada critério, os mapas foram integrados através de uma média simples.

Para o cálculo do mapa final de potencial aquícola de cada espécie, foi feita uma multiplicação entre o mapa de potencial hídrico e fisiográfico e o mapa de potencial climático.

A vantagem da avaliação de potencial é que o seu produto é um mapa com uma escala percentual que sintetiza uma análise integrada de diversos fatores e critérios ponderados para representar os ótimos de produção aquícola. O potencial aquícola em Santa Catarina pode ser avaliado em duas escalas. A primeira é dada pelo potencial climático, representado em escala estadual pela temperatura e pelo número médio de geadas anuais. A segunda escala é representada pelo potencial climático combinado com o potencial fisiográfico e hídrico, dependentes da declividade, da posição topográfica e da distância dos rios.

Enquanto o potencial climático pode variar entre as espécies em função das diferentes necessidades fisiológicas, o potencial hídrico e fisiográfico pode ser considerado o mesmo para todas as espécies. Isso ocorre porque os sistemas de cultivos são semelhantes em termos de necessidade de acesso à água e de dependência das condições de relevo (e solo) para construção dos reservatórios.

Por ser medido em porcentagem, o potencial representa o quanto cada local do território atende aos critérios ideais para cada espécie. Em termos ecológicos, as espécies podem se desenvolver naturalmente bem em ambientes com potencial variado, mas em termos produtivos locais com potencial inferior a 30% podem representar maiores riscos ao desempenho zootécnico. Os resultados detalhados dessa avaliação de potencial podem ser acessados através do serviço de mapas disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/mapapotencialaquic/>

Resultados e discussão

Tilápia

O potencial máximo possível para produção de tilápia em Santa Catarina é de 85% (Figura 1), o que significa que o estado não apresenta condições climáticas que atendam ao ótimo produtivo, principalmente em relação à temperatura média anual. Por estar na Região Sul do país e possuir mais de 50% do seu território situado acima de 600m do nível do mar, Santa Catarina é considerado o estado mais frio do Brasil. Outro indicador relacionado à temperatura que influencia na produção da tilápia é o número médio de geadas anuais. A produção reduz drasticamente nas regiões onde o número médio de geadas anuais é superior a 10 (Figura 1, potencial<30%) e, onde ocorrem mais de 20 geadas anuais, a produção quase inexistente (Figura 1, potencial=0).

As melhores condições climáticas para o cultivo da tilápia (Figura 1, potencial>70%) estão no litoral norte e no Vale do rio Uruguai, no Extremo Oeste do Estado. Apesar disso, percebe-se que os municípios que mais produziram em 2019 apresentam potencial acima de 30%. Isso corrobora com as pesquisas que demonstram a versatilidade e a rusticidade da tilápia como uma alternativa

para cultivo em condições não ideais.

A tilápia nilótica tem relevância na produção aquícola, pois é a terceira espécie mais produzida no mundo, representando 8,8% da produção mundial em 2018 (FAO, 2020). Em Santa Catarina, segundo o Mapa interativo da produção de peixes (CEPA/EPAGRI, 2022), em 2019 a produção de tilápia correspondeu a 78,98% do total de peixes cultivados. Dentre os municípios com maior produção naquele ano, destacaram-se Armazém (2.057t), Massaranduba (1.775t), Rio Fortuna (1.641t), Petrolândia (1.416t), União do Oeste (1405t) e Joinville (1.268t) (Figura 1).

Carpas

As melhores condições para o cultivo das carpas, (Figura 2, potencial>70%) estão no litoral norte e numa pequena área no vale do rio Uruguai, no Extremo Oeste do Estado. Apesar disso, percebe-se que os municípios que mais produziram em 2019 apresentam potencial climático acima de 30%.

As regiões onde o potencial é inferior a 10% não devem ser recomendadas para o cultivo comercial, devido aos riscos de baixa produtividade em função das baixas temperaturas médias anuais e da ocorrência de um número anual de geadas superior a 20.

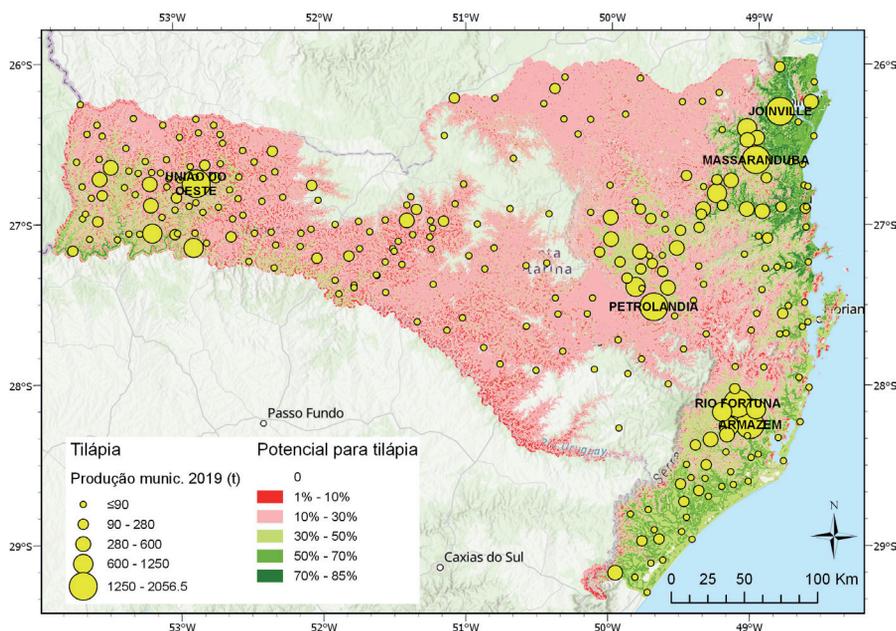


Figura 1. Potencial para o cultivo da tilápia e produção municipal em 2019 em Santa Catarina
Figure 1. Potential for tilapia cultivation and municipal production in 2019 in Santa Catarina

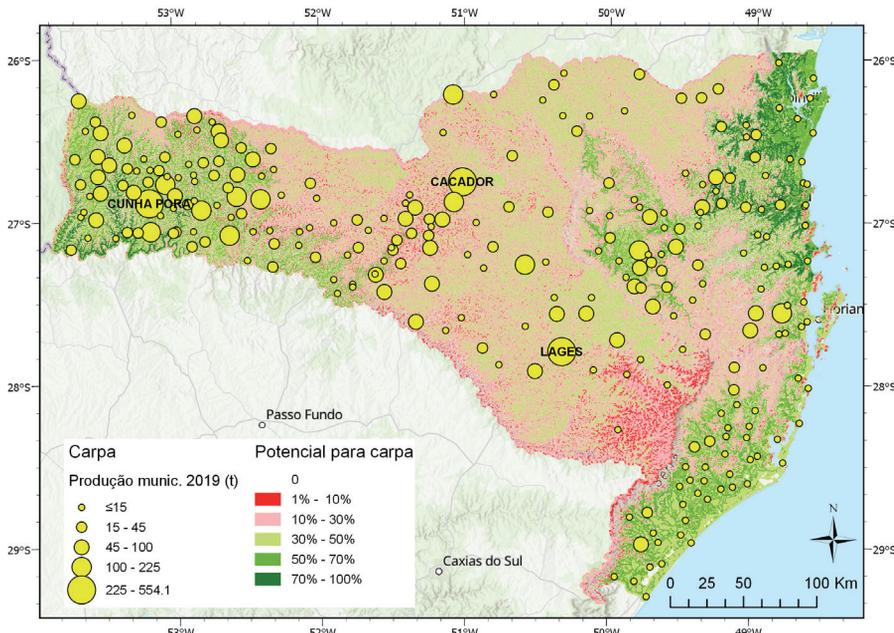


Figura 2. Potencial para o cultivo das carpas e produção municipal em 2019 em Santa Catarina
 Figure 2. Potential for carps cultivation and municipal production in 2019 in Santa Catarina

Segundo a FAO (2020), em 2018 as carpas representavam 34,1% da produção mundial de peixes, com destaque para a carpa capim (10,5%), a carpa prateada (8,8%) e a carpa comum (7,7%). Em Santa Catarina, segundo o Mapa interativo da produção de peixes (CEPA/EPAGRI, 2022), em 2019 a produção de carpas correspondeu a 16,69% do total de peixes cultivados, com destaque para a carpa comum (7,64%). Os municípios com maior produção de carpas foram Cunha Porã (554t), Lages (380t) e Caçador (229t) (Figura 2).

Truta

O potencial climático e fisiográfico para o cultivo da truta está detalhado na Figura 3. As regiões onde o potencial é inferior a 10% não devem ser recomendadas para o cultivo comercial, devido aos riscos de baixa produtividade em função das temperaturas médias anuais acima de 20°C e das dificuldades de implantação dos cultivos em relação ao terreno e ao acesso às fontes de água. As melhores condições climáticas para o cultivo da truta (acima de 70%) estão no Planalto Serrano e no Planalto Norte. Apesar disso, percebeu-se que em 2019 também houve produção em locais com potencial entre 30% e 50%.

Em 2018 a truta arco-íris representava 1,6% da produção mundial de peixes (FAO, 2020). Em Santa Catarina, segundo os dados do Mapa interativo da produção de peixes (CEPA/EPAGRI, 2022) em 2019 a produção de trutas correspondeu a 0,77% do total de peixes cultivados. Os municípios com maior produção de trutas foram Bocaina do Sul (99t) e Painei (75t) (Figura 3).

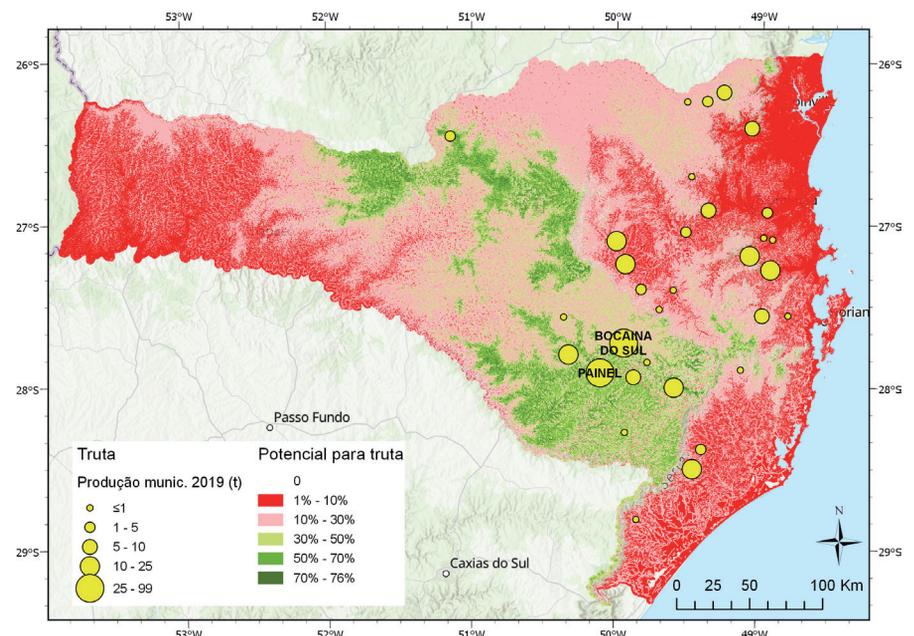


Figura 3. Potencial para o cultivo da truta e produção municipal em 2019 em Santa Catarina
 Figure 3. Potential for trout cultivation and municipal production in 2019 in Santa Catarina

Jundiá e lambari

O potencial para cultivo do jundiá e do lambari é semelhante (Figura 4). Isto ocorre porque os dois peixes, além de serem nativos, se desenvolvem idealmente em temperaturas entre 24°C e 28°C. Ambos apresentam uma resposta produtiva semelhante em relação à temperatura, exceto nos extremos, onde o lambari é mais tolerante cerca de 2°C acima e abaixo das temperaturas máximas e mínimas toleráveis para o jundiá (Tabela 1).

Excluindo-se as áreas onde ocorrem mais de 20 geadas anuais, o potencial para o cultivo do jundiá e do lambari em Santa Catarina é superior a 30% na maior parte dos vales e encostas com declividade inferior a 8% (Figura 4).

O jundiá apresenta duas vantagens aquícolas, uma econômica e outra ecológica. A econômica está ligada ao fato de o rendimento do filé do jundiá ser superior ao rendimento do filé de tilápia, a principal espécie de água doce produzida no sul do Brasil (MELO et al., 2002; SOUZA & MARANHÃO, 2008). A vantagem ecológica é que o jundiá é uma espécie nativa, diferentemente das tilápias, carpas e trutas (ESQUIVEL, 2005; FRACALOSI et al., 2004; ZANIBONI FILHO, 2004).

Por ser um peixe nativo de Santa Catarina e apresentar um ciclo de vida

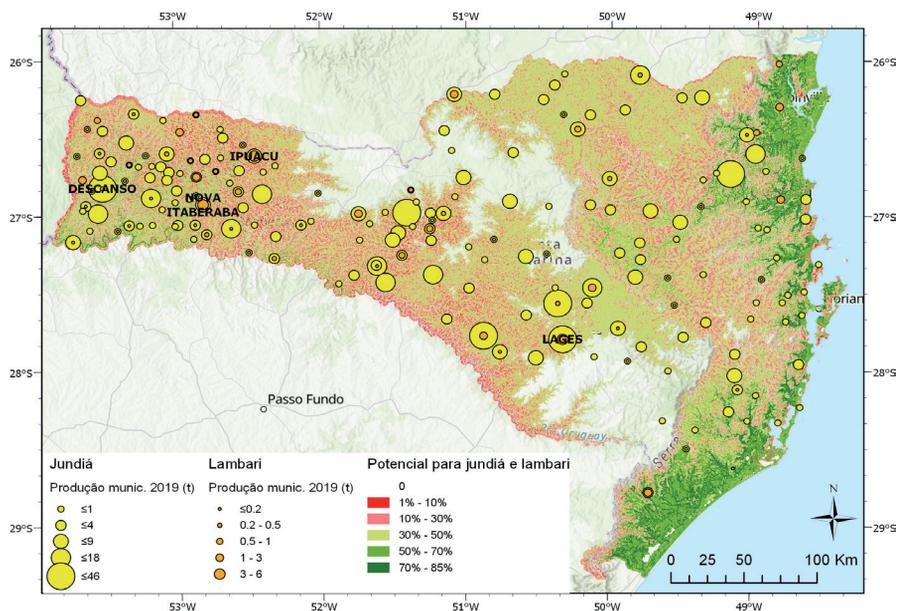


Figura 4. Potencial para o cultivo do jundiá e do lambari e produção municipal em 2019 em Santa Catarina

Figure 4. Potential for silver catfish and yellowtail tetra cultivation and municipal production in 2019 in Santa Catarina

curto, o lambari também desempenha um papel ecológico importante, alimentando-se de plâncton e pequenos organismos aquáticos, como larvas de mosquito e reproduzindo-se em grande quantidade, servindo de alimento para espécies maiores (GARUTTI & BRITSKI, 2000). Na aquicultura é comercializado para alimentação, ornamentação e para ser utilizado como isca viva para pesca esportiva.

Conclusões

- Os fatores e critérios adotados neste estudo de avaliação de potencial mostraram-se satisfatórios de acordo com os especialistas em piscicultura.
- O estado de Santa Catarina não apresenta 100% de potencial para todas as espécies.
- As áreas que concentram a maior taxa de produção das cinco espécies avaliadas apresentaram potencial superior a 30%.

Referências

ABDULLAH, A.Y. The Use of Geographic Information System (GIS) for the Evaluation of Land Based Fresh Water Fish Farming Potentials in Nigeria. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GIS/SPATIAL ANALYSIS IN FISHERY*

AND AQUATIC SCIENCES, 4, Rio de Janeiro. **Proceedings**[...]. Rio de Janeiro, 2008. p.26.

AGUILAR-MANJARREZ, J.; ROSS, L.G. Geographical information system (GIS) environmental models for aquaculture development in Sinaloa state, Mexico. **Aquaculture International**, v.3, p.103–115, 1995.

AGUILAR-MANJARREZ, J.; KAPETSKY, J.; SOTO, D. **The potential of spatial planning tools to support the ecosystem approach to aquaculture**. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Rome, 2010.

AMARAL, H. JR.; ALMEIDA, D.R.; SILVA, F.Q.; GARCIA, S. Performance of jundiá (*Rhamdia quelen*), in different cultivation systems for the north coast zone of Santa Catarina, Brazil. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v.9, p. 01-08, 2008.

AMARAL, H. JR. O cultivo do Jundiá (*Rhamdia quelen*) em Santa Catarina. *In: WORKSHOP SOBRE O CULTIVO DO JUNDIÁ*, 5, 2012. **Anais** [...]. Passo Fundo RS, 2012.

ASF DAAC 2015, ALOS PALSAR Radiometric Terrain Corrected low res; Includes Material © JAXA/METI 2007. DOI: <https://doi.org/10.5067/JBYK3J6HFSVF>

BAKELAAR, C.N.; GEILING, W.D.; KRALL, G.; CRESSEY, S. Developing a GIS-based decision support tool for identifying potential freshwater aquaculture sites. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GIS/SPATIAL ANALYSIS IN FISHERY AND AQUATIC SCIENCES*, 4, Rio de Janeiro. **Proceedings**[...]. Rio de Janeiro, 2008. p.117.

BLANCO CACHAFEIRO, M.C. **La Trucha - Cría Industrial**. 2a ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 503p, 1995.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Institui o novo código florestal brasileiro. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm. Acesso em: 25 out. 2022

BRUGÉRE, C.; AGUILAR-MANJARREZ, J.; BEVERIDGE, M. C. M.; SOTO, D. The ecosystem approach to aquaculture 10 years on - a critical review and consideration of its future role in blue growth. **Reviews in Aquaculture**, p.1–22, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1111/raq.12242>

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura nos trópicos**. São Paulo: Manole. 152p, 1986.

CEPA/EPAGRI. **Mapa interativo da produção de peixes**. Disponível em: <https://www.infoagro.sc.gov.br/index.php/safra/producao-animal-2>. Acesso em: 25 out. 2022.

CHIPPARI-GOMES, A.R.; GOMES, L.C.; BALDISSEROTTO, B. Lethal temperature for silver catfish, *Rhamdia quelen*, fingerlings. **J. Appl. Aquac.**, v.9, p.11-21, 1999.

COTAN, J.L.V.; LANNA, E.A.T.; BOMFIM, M.A.D.; DONZELE, J.L.; RIBEIRO, F.B.; SERAFINI, M.A. Níveis de energia digestível e proteína bruta em rações para alevinos de lambari também. **Brazilian Journal of Animal Science**, v.35, n.3, p.634-640, 2006.

EPAGRI. Importância do manejo alimentar na criação de tilápia. Folder técnico. 2018. Disponível em: http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_epagri/Cedap/Folder/34-Piscicultura-tilapia-gestao-nutricao.pdf. Acesso em: 18 agosto 2021.

ESQUIVEL, B.M. **Produção de Jundiá (*Rhamdia quelen*) em áreas de entorno do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro em Paulo Lopes-SC**. 2005. 102f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

FAO. **Aquaculture zoning, site selection and area management under the ecosystem approach to aquaculture**. 75p, 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/4c777b3a-6afc-4475-bfc2-a51646471b0d/>. Acesso em: 15 janeiro 2017.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action**. Rome: 244p. 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9229en>. Acesso em: 12 novembro 2021.

Ferreira, P.M.F.; Barbosa, J.M.; Santos, E.L.; Lima, M.R.; Cabral, J.A.L. Efeito da temperatura sobre a taxa metabólica da carpa-comum *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). **Rev. Bras. Eng. Pesca**, v.4, n.2, p.1-10, 2009.

- FRACALOSSO, D.M.; MEYER, G.; MAZZOTI, F.; WEINGARTNER, M.; ZANIBONI, E.F.; Criação do jundiá, *Rhamdia quelen*, e dourado, *Salminus brasiliensis* em viveiros de terra na região Sul do Brasil. **Acta Sci.**, Maringá, v.26, n.3, p.43-49, 2004.
- GARUTTI, V.; BRITSKI, H.A. Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. **Comun. Mus. Ciênc. Tecnol.** v.13, p.65-88, 2000.
- GIMPEL, A.; STELZENMÜLLER, V.; TÖPSCH, S.; GALPARSORO, I.; GUBBINS, M.; MILLER, D.; WATRET, R.A. GIS-based tool for an integrated assessment of spatial planning trade-offs with aquaculture. **Science of The Total Environment**, v.267, p.1644-1655, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.133>
- GRAEFF, A.; PRUNER, E.N. Efeito da densidade de estocagem na produtividade final de carpas, *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (var. *specularis*) na fase de engorda período-inverno. **Ciênc. Agrotec.** v.23, n.4, p.958-967, 1999.
- GOMES, L.C.; GOLOMBIESKI, J.I.; GOMES, A.R.C.; BALDISSEROTTO, B. Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.179-185, 2000.
- HOSSAIN, M.S.; CHOWDHURY, S.R.; DAS, N.G.; RAHAMAN, M.M. Multi-criteria evaluation approach to GIS-based land-suitability classification for tilapia farming in Bangladesh. **Aquaculture International**, v.15, n.6, p.425-443, 2007. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10499-007-9109-y>
- HOSSAIN, M.S.; CHOWDHURY, S.R.; DAS, N.G.; SHARIFUZZAMAN, S.M.; SULTANA, A. Integration of GIS and multicriteria decision analysis for urban aquaculture development in Bangladesh. **Landscape and Urban Planning**, v.90, p.119-133, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.10.020>
- JENNESS, J.; REA, S.U.A.; TIN, F. **Some Thoughts on Analyzing Topographic Habitat Characteristics Surface Area**. Jenness Enterprises, AZ, USA, 2007. 26p.
- KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiá: Aqua Supre Com. Suprim. Aquicultura. 316p, 2011.
- MAKINOUCI, S. Criação de carpa em água parada. **Inf. Agrop.**, v.6, n.67, p.30-47, 1980.
- MASSIGNAM, A.M.; DITTRICH, R.C. Estimativa do número médio e da probabilidade mensal da ocorrência de geadas para o estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria. v.6, n.2, p.213-220, 1998.
- MASSIGNAM, A.M.; PANDOLFO, C. **Estimativa das médias das temperaturas máximas, médias e mínimas do ar decendiais e anuais do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri. 2006. (Documentos, 224).
- MC. LEOD, I.; PANTUS, F.; PRESTON, N. The use of a geographical information system for land-based aquaculture planning. **Aquaculture Research**, v.33, n.4, p.241-250, 2002. Doi: <https://doi.org/10.1046/j.1355-557x.2001.00667.x>
- MELO, J.F.B.; RADÜNZ NETO, J.; SILVA, J.H.S. DA.; TROMBETTA, C.G. Desenvolvimento e composição corporal de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.481-490, 2002. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782002000200023>
- NATH, S.S.; BOLTE, J.P.; ROSS, L.G.; AGUILAR-MANJARREZ, J. Applications of geographical information systems (GIS) for spatial decision support in aquaculture. **Aquacultural Engineering**, v.23, p.233-278, 2000. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(00\)00051-0](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(00)00051-0)
- ROSS, L. G.; TELFER, T. C.; FALCONER, L.; SOTO, D.; AGUILAR-MANJARREZ, J. Site selection and carrying capacities for inland and coastal aquaculture. **FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 21**, 2013.
- SAATY, R.W. The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. **Math Model.**, v.9, p.61-76, 1987.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Estatística e Cartografia. **Atlas Geográfico de Santa Catarina: Diversidade da Natureza – Fascículo 2**. Santa Catarina. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Estatística e Cartografia; Isa de Oliveira Rocha (Org.) – 2.ed. – Florianópolis: Ed. da UDESC, 2016.
- SILVA, B.C.; GIUSTINA, E.G.D.; MARCHIORI, N.C.; MASSAGO, H.; SILVA, F.M. **Desempenho produtivo da piscicultura catarinense em 2015**. Florianópolis, SC: Epagri, 17p, 2017.
- SDS/ENGEMAP. Base Hidrográfica 1:10.000, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS/Engemap. Método: Restituição Aerofotogramétrica – 2012.
- SOUZA, M.L. DE; MARANHÃO, T.C.F. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, (*Oreochromis niloticus*), em função do peso corporal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.23, p. 897-901, 2008. Doi: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v23i0.2643>
- TABATA, Y.A.; PORTZ, L. Truticultura nos trópicos. In: José Eurico Possebon Cyrino; Elisabeth Crisciolo Urbinati; Débora Machado Fracalossi; Newton Castagnolli. (Org.). **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. Jaboticabal, SP: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, p.309-342, 2004.
- TABATA, Y.A. **Criação de truta arco-íris**. 2006. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Truta/Index.htm. Acesso em: 12 novembro 2021
- TAGIL, S.; JENNESS, J. GIS-Based Automated Landform Classification and Topographic, Landcover and Geologic Attributes of Landforms Around the Yazoren Polje, Turkey. **Journal of Applied Sciences**, v.8, n.6, p.910-921, 2008.
- UBERTI, A.A.A.; BACIC, I.L.Z.; PANICHI, J. de A.V.; LAUS NETO, J.A.L.; MOSER, J.M.; PUNDEK, M.; CARRIAO, S.L. **Metodologia para classificação da aptidão de uso das terras do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Empasc; Acaresc. 19p., 1991. (Empasc. Documentos, 119)
- VIANNA, L.F. DE N.; SCOTT, P.C.; MATHIAS, M.A. DE C. Diagnóstico da Cadeia Aqüícola para o Desenvolvimento da Atividade no Estado do Rio de Janeiro. **Panorama da Aquicultura**, v.12, n.71, p.14-25, 2002.
- VIANNA, L.F. DE N.; FILHO, J.B. Spatial analysis for site selection in marine aquaculture: An ecosystem approach applied to Baía Sul, Santa Catarina, Brazil. **Aquaculture**, v.489, p.162-174, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.12.039>
- WEBB, B.W.; NOBILIS, F. Long-term perspective on the nature of the air-water temperature relationship: A case study. **Hydrological Processes**, v.11, p.137-47, 1997.
- WEBB, B.W.; CLACK P.D.; WALLING, D.E. Water-air temperature relationships in a Devon River system and the role of flow. **Hydrological Processes**, v.17, n.15, p.3069-3084, 2003.
- ZACARKIM, C.E. Construções de reservatórios para piscicultura comercial – Parte II. **Aquaculture Brasil**, 2018. Disponível em: <https://www.aquaculturebrasil.com/artigo/95/construcoes-de-viveiros-para-piscicultura-comercial-parte-ii>. Acesso em: 08 jun. 2021.
- ZANIBONI FILHO, E. Piscicultura das espécies nativas de água doce. In: POLI, C.R.; POLI, A.T.B.; ANDREATTA, E.R.; BELTRAME, E. (Eds) **Aquicultura: experiências brasileiras**. 1. ed. Santa Catarina: Multitarefa, p.337-368, 2004.