

LUANE DOS SANTOS SIMPLÍCIO

**AVALIAÇÃO E SUSTENTABILIDADE DOS SERVIÇOS
ECOSSISTÊMICOS DO MONUMENTO NATURAL DO SÃO
FRANCISCO**

Dissertação apresentada à Universidade
do Estado da Bahia a para obtenção do
Título de Mestre em Ecologia Humana e
Gestão Socioambiental

PAULO AFONSO

2021

LUANE DOS SANTOS SIMPLÍCIO

**AVALIAÇÃO E SUSTENTABILIDADE DOS SERVIÇOS
ECOSSISTÊMICOS DO MONUMENTO NATURAL DO SÃO
FRANCISCO**

Dissertação apresentada à Universidade
do Estado da Bahia a para obtenção do
Título de Mestre em Ecologia Humana e
Gestão Socioambiental

Orientador: Prof. Dr. Natan Silva Pereira

Co-orientador: Prof. Dr. Maristela Casé Costa Cunha

PAULO AFONSO

2021

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA HUMANA E
GESTÃO SOCIOAMBIENTAL – PPGECH**

Chefe do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais

Prof. Dr. Leonardo Diego Lins

Coordenador do Programa de Pós-Graduação

Prof. Dr. Dinani Gomes Amorim

PAULO AFONSO

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
por Regivaldo José da Silva/CRB-5-1169

S612a Simplício, Luane Santos

Avaliação e sustentabilidade dos serviços ecossistêmicos do monumento natural
/ Luane Santos Simplício. Juazeiro-BA, 2021.

71 fls.: il.

Orientador(a): Prof. Dr. Natan Silva Pereira.

Coorientador(a): Prof^a. Dr^a. Maristela Casé Costa Cunha.

Inclui Referências

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade do Estado da Bahia.

Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. Programa de Pós-Graduação em

BANCA EXAMINADORA

ORIENTADOR

Prof. Dr. Natan Pereira Silva

Professor Assistente da Universidade do Estado da Bahia, Brasil

MEMBRO INTERNO

Eliane Maria de Souza Nogueira

Professora Assistente da Universidade do Estado da Bahia

MEMBRO EXTERNO

Gustavo Hees de Negreiros

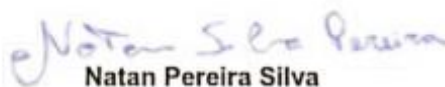
Professor Adjunto da Universidade Federal do Vale do São Francisco

FOLHA DE APROVAÇÃO

**"AVALIAÇÃO E SUSTENTABILIDADE DOS SERVIÇOS
ECOSSISTÊMICOS DO MONUMENTO NATURAL DO SÃO
FRANCISCO"**

LUANE DOS SANTOS SIMPLÍCIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental – PPGEcoH, em 31 de agosto de 2021, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestra em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental pela Universidade do Estado da Bahia, conforme avaliação da Banca Examinadora:

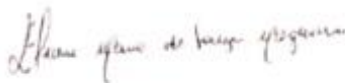


Natan Pereira Silva

UNEB

Doutorado em Geociência

Universidade Federal de Pernambuco

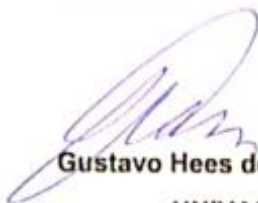


Eliane Maria de Souza Nogueira

UNEB

Doutorado em Ciências Biológicas (Zoologia)

Universidade Federal da Paraíba



Gustavo Hees de Negreiros

UNIVASF

Doutorado em Recursos Florestais – Análise de Ecossistemas

Universidade de Washington

*“Felicidade é conservar energia
para coisas que valem a pena.”*

Leandro Karnal

Dedicatória

Aos meus pais pela leveza de carrega-los comigo na pele, no
coração e na alma.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Grande Arquiteto Do Universo, pelo poder do discernimento, compreensão, pelo dom da vida e saúde para que eu pudesse concluir mais essa etapa.

Agradeço a Universidade do Estado da Bahia pela a importância da instituição que levo no coração desde 2012, quando iniciei minha trajetória acadêmica e profissional. Além disso, agradeço ao PPGECoH, especialmente ao professor Carlos Alberto e professora Dinani, pela competência, dedicação e entusiasmo com que conduz este Programa de Pós-graduação.

Agradeço o apoio oferecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Agradeço aos meus pais, Itamar e Lúcia, os maiores incentivadores e financiadores de toda a minha vida. Agradeço pela confiança, por acreditarem em mim até quando eu não sabia do que eu poderia ser capaz. O seu amor por mim é correspondido em forma de conquistas e essa eu dedico completamente a vocês. Obrigada por tudo!

Agradeço as minhas irmãs, Itamara e Laura, por estarem sempre comigo durante todas essas etapas, compreendendo todo o meu sufoco e vivendo comigo o meu sonho. Você faz parte dessa história!

Agradeço aos meus familiares que estiveram comigo nessa batalha também. Aos meus tios, a quem eu chamo de pais, Lúcia e Valter, que sempre aconchegam meu coração com amor e paz. Aos meus primos, que são meus irmãos de coração, Karla, Jailson e Jadilson. E aos meus filhos de alma, Júlia e Tiago. Meu amor por vocês é infinito!

Agradeço aos meus orientadores, Natan Silva Pereira e Maristela Casé, que em meio a tantas turbulências estiveram sempre acreditando em mim. Muito obrigada pelo incentivo, oportunidade, pelas conversas, pela amizade e por tudo que construímos nesse tempo.

Agradeço também aos professores que também me ensinaram, de diversas maneiras, a ser o melhor que eu posso ser.

Agradeço a minhas amigas da vida: Paula, Ingrid, e Lilian, por serem preciosidades na minha vida e compartilharem por cada vitória que é nossa. Vocês são pedras preciosas, carregue comigo no meu coração e na vida!

Agradeço a minha turma da PPGECoH, por toda a história que foi construída nesses 3 anos, risadas, discussões... Em especial a Edson, Ricardo, Dinoelma, Cinara, Larissa, Milena, Maíra e Deise. Com vocês viveria tudo de novo. Foi incrível!

Agradeço especialmente a minha equipe de seminários da faculdade, amor, ódio, risadas, sofrimento e histórias hilárias. Nós construímos um elo que seguirá por toda a vida. Aline e Monique, vocês são um presente pra mim, muito obrigada.

Dessa maneira agradeço a todos que em algum momento da vida contribuíram, torceram por mim, viveram meus sonhos, me incentivaram através de palavras, energia positiva e bons sentimentos. Gratidão!

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	13
RESUMO	14
INTRODUÇÃO GERAL	16
ARTIGO SUBMETIDO NA REVISTA AMBIENTE & SOCIEDADE.....	17
Avaliação do Monumento Natural do São Francisco: Serviços Ecossistêmicos, perspectivas e desafios para gestão ambiental.....	18
Resumo	19
Abstract	19
Resumen	20
Introdução	20
Metodologia.....	23
Área de estudo	23
Levantamento dos Serviços Ecossistêmicos	24
Resultados e discussão.....	25
Função de Regulação e manutenção	27
Função de provisão	28
Cultural	31
Relação entre Impactos e Serviços Ecossistêmicos.....	34
Conclusão	38
Referências bibliográficas	39
CAPITULO 2	50
Serviços ecossistêmicos associados a áreas aquícolas do Monumento Natural do São Francisco: um panorama de sua gestão e sustentabilidade	51
Resumo	51
Introdução	52
Metodologia.....	54
Área de Estudo	54
Levantamento das Áreas Aquícolas e seus Serviços Ecossistêmicos	55
Resultado e Discussão.....	56
Área aquícolas do MONA	56
Serviços Ecossistêmicos associados a áreas aquícolas	57
Serviço de Provisão.....	57
Serviço Cultural	60

Serviço de Manutenção/Regulação	62
Considerações finais	64
Referências	65
CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
Bibliografia da Introdução.....	71

APRESENTAÇÃO

O rio São Francisco, além de alcançar cerca de 521 municípios, possui uma grande influência econômica diversidade cultural em todo seu percurso. A construção do objetivo de estudo desse trabalho esteve baseada em como a região do semiárido são Francisco tem potencial social, econômico e ambiental, apesar dos impactos antrópicos presentes no seu histórico. Conhecer as atividades prestadas pela região e os benefícios oferecidos aos seres humanos é um passo crucial para que seja construída a gestão para as atividades que são sendo desenvolvidas na região.

A região do Monumento Natural do São Francisco, localizada no reservatório Xingó, possui grande influência para os estados de Alagoas, Sergipe e Bahia, oferecendo além de importância ecológica e beleza cênica, possui grande importância para a região por influenciar na construção da memória de um povo.

Nesta dissertação de mestrado, intitulada “Avaliação e Sustentabilidade dos Serviços Ecossistêmicos do Monumento Natural Do São Francisco”, O presente trabalho descreve os serviços ecossistêmicos do Monumento Natural do São Francisco e as possíveis contribuições dos serviços que podem ser prestados pelas áreas aquícolas e foi dividida em dois capítulos:

1 – O Artigo “Avaliação do Monumento Natural do São Francisco: Serviços Ecossistêmicos, perspectivas e desafios para gestão ambiental” - Revisão Ambiente & Sociedade

2 – O Artigo em construção “Serviços ecossistêmicos associados a áreas aquícolas do Monumento Natural do São Francisco: um panorama de sua gestão e sustentabilidade.”

Diante da importância deste tema, a pesquisa analisou os serviços ecossistêmicos da região, a relação de impacto entre eles e como a gestão aquícola possui influência nesse funcionamento. Foram analisadas imagens de satélite, artigos, livros e documentos que produziram informações referentes as atividades realizadas na região, no intuito de classifica-los entre serviços de manutenção/regulação, de provisão ou cultural.

Os capítulos construídos foram desenvolvidos no Programa de Pós-graduação em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental, do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Universidade do Estado da Bahia – UNEB campus III. A temática definida no intuito de contribuir com a gestão de uma Unidade de Conservação localizada em um reservatório no semiárido nordestino. Falar sobre Serviços Ecossistêmicos e detalhá-los é de suma importância dada a falta de trabalhos desenvolvidos na região.

RESUMO

O Monumento Natural do São Francisco fica localizado num importante reservatório dulcícola no semiárido brasileiro. A região oferece um conjunto de Serviços Ecossistêmicos (SE) que devem ser considerados para tomadas de decisões que visem o desenvolvimento sustentável. A produção aquícola, considerado importante serviço de provisão desenvolvido na região, tem grande potencial econômico e a sua gestão é determinante no aspecto ambiental. Este trabalho visa identificar os SE prestados pelo MONA e descrever de qual maneira as tomadas de decisões voltadas à aquicultura sustentável pode contribuir com os SE, tendo em vista a necessidade de que a atividade seja realizada da maneira mais sustentável possível. O levantamento dos SE foi baseado em indicadores ambientais observados em imagens de satélite, relacionados com bibliografias sobre a região. Foram observadas 18 classes ecossistêmicas, distribuídas em 7 grupos pertencentes a 5 divisões das 3 seções ecossistêmicas: Manutenção/Regulação, Provisão e Cultural. O grupo de provisão possui maior quantidade de serviços com 7, entre eles três foram considerados os mais importantes para a região: turismo, geração da energia elétrica e cultivos de animais aquáticos (pisciculturas). A gestão sustentável das áreas aquícolas tem capacidade de gerar 15 SE, sendo os serviços de provisão o mais diverso, com 7 funções, sendo a provisão de pescado considerada a mais importante. Porém, estudar, desenvolver e viabilizar métodos para que as atividades sejam desempenhadas de forma favorável é de grande importância, além de influenciar todo o meio onde está localizada.

Keywords: Piscicultura; Tilápia; Semiárido; Unidade de Conservação.

INTRODUÇÃO GERAL

O SNUC (Sistema Nacional de Unidade de Conservação) tem como objetivo preservar determinadas áreas para proteção ambiental, classificando-as em dois grupos: proteção integral e uso sustentável. O Reservatório Xingó, localizado no rio São Francisco, em 5 de junho de 2009 foi decretado como uma Unidade de Conservação (UC) de proteção integral, tornando-se o único reservatório dulcícola abrangente a classificação de Monumento Natural (BRASIL, 2009; CBHSF, 2020; CHESF, 2020a; ICMBIO, 2020a).

O decreto prevê que o Monumento Natural do São Francisco (MONA), deva ser preservado de alterações, admitindo apenas o seu uso indireto, não havendo danos a natureza. Fica permitido a realização da pesca artesanal e atividades agropecuárias, incluindo a aquicultura, desde que os empreendimentos tenham sido instalados antes da criação do decreto. Sobretudo, essas atividades devem ser regidas através do plano de manejo, visando à sua realização de forma sustentável (BRASIL, 2009).

A preservação descrita pela constituição federal, no Artigo 225, defende a utilização dos espaços naturais de maneira que as gerações futuras possam usufruir. Torna-se necessário que atividades que envolvam produção, comercialização e manejo aconteçam de forma que não coloquem em risco a qualidade de vida e meio ambiente.

De acordo com o Ecosystem Approach to Aquaculture (EAA), a aquicultura deve levar em consideração todos os serviços ecossistêmicos e suas funções, afim de não ameaçar a entrega do produto de maneira sustentável a sociedade (AGUILAR-MANJARREZ; SOTO; BRUMMETT, 2017; SOTO et al., 2008).

A aquicultura, figurado como um serviço ecossistêmico de provisão, é a produção de animais aquáticos cultivados em cativeiro. Esse setor, na indústria de alimentos, é altamente importante e vem crescendo rapidamente em todo o mundo (FAO, 2018). Entretanto, a atividade necessita de espaço e recursos que podem impactar, positiva ou negativamente o meio ambiente, influenciando o bem-estar humano (FROEHLICH; GENTRY; HALPERN, 2018; POORE; NEMECEK, 2018). Assim, um modo mais sustentável de abordagem ecossistêmica à gestão da aquicultura tem sido proposto, levando em consideração que a atividade tem uma relação entre os sistemas sociais e ecológicos, onde os serviços ecossistêmicos aparecem como moderador para tomadas de decisões mais responsáveis e sustentáveis (SOTO et al., 2008).

Os reservatórios do rio São Francisco possuem grande destaque na produção aquícola nacional, contribuindo com 17% da mesma. Os reservatórios presentes no médio, submédio e baixo São Francisco, chegaram a registrar uma produção média de 36 toneladas por ano (ACEB, 2014; BARONE et al., 2017; KUBITZA, 2015). A relação entre o manejo das pisciculturas e serviços ecossistêmicos é um passo importante para o desenvolvimento de estratégias em relação ao direcionamento de pesquisas e sustentabilidade (WEITZMAN, 2019).

A aquicultura pode interferir em outros serviços ecossistêmicos presentes no local, por exemplo, o excesso de nutrientes despejados no meio aquático (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2010), podendo prejudicar a produção primária do reservatório e impactar a biodiversidade da região. De acordo com o Ecosystem Approach to Aquaculture (EAA), a aquicultura deve levar em consideração todos os serviços ecossistêmicos e suas funções, afim de não ameaçar a entrega do produto de maneira sustentável a sociedade (AGUILAR-MANJARREZ; SOTO; BRUMMETT, 2017; SOTO et al., 2008). Assim, é de caráter mandatório, conhecermos os diferentes tipos de serviços ecossistêmicos do Monumento Natural do São Francisco e compreendermos como as atividades de aquicultura podem influenciar/impactar os demais serviços ecossistêmicos.

Diante dessas explanações, este trabalho visa levantar os seguintes problemas: (i) quais os principais serviços ecossistêmicos providos pelo Monumento Natural do Rio São Francisco? (ii) quais são os principais serviços ecossistêmicos oferecidos pelas áreas aquícolas na região do MONA e como sua gestão pode contribuir para a conservação e manutenção desses SE?

Com base nesses questionamentos, este trabalho busca subsídios dentro do contexto dos serviços ecossistêmicos, confirmar se o MONA proporciona uma diversidade de serviços às comunidades locais e se as atividades da aquicultura estão em equilíbrio com os demais serviços ecossistêmicos da região.

Como objetivo, este trabalho visa identificar os diferentes serviços ecossistêmicos prestados pelo MONA e observar de qual maneira as tomadas de decisões voltadas à aquicultura podem atingir os outros serviços do ecossistema, visando a necessidade de que a atividade seja realizada da maneira mais sustentável possível.

ARTIGO SUBMETIDO NA REVISTA AMBIENTE & SOCIEDADE

Resumo

O Monumento Natural do São Francisco (MONA), um importante reservatório dulcícola no semiárido brasileiro, oferece um conjunto de Serviços Ecossistêmicos (SE). A importância desses serviços tornou-se crescente para tomadas de decisões com caráter mais holístico que visem o desenvolvimento sustentável em diferentes ambientes naturais. Este trabalho traz a primeira avaliação e levantamento dos serviços ecossistêmicos em um reservatório dulcícola do Semiárido brasileiro. A identificação dos SE foi realizada por meio de imagens de satélite, as quais foram relacionadas a informações sobre a região obtidas na bibliografia. Foram observadas 18 classes ecossistêmicas, distribuídas em 7 grupos pertencentes a 5 divisões das 3 seções ecossistêmicas: Manutenção/Regulação, Provisão e Cultural. Os resultados sobre os SE do MONA fornecem os primeiros dados sobre os aspectos gerais e desses serviços e da intrínseca relação entre as três seções ecossistêmicas identificadas nesse estudo.

Palavras-chave: funções ecossistêmicas, unidade de conservação, preservação, aquicultura, semiárido, CICES

Abstract

The Rio São Francisco Natural Monument (MONA), an important freshwater reservoir in the Brazilian semiarid region, offers a set of Ecosystem Services (ES). The importance of these services has been increasingly regarded in order to make decisions in a more holistic manner, one that aims for a sustainable development in different natural environments. This work presents the first report and data collection of ecosystem services in a freshwater reservoir in the Brazilian semiarid region. The recognition of the ecosystem services was carried out through satellite images, which were linked to the information regarding the displaced region obtained in the bibliography. 18 ecosystem classes were observed, then sorted into 7 groups belonging to 5 divisions of the 3 ecosystems sections: Maintenance / Regulation, Provisioning and Cultural. The results on the MONA's ES provide the first data on the general aspects of these

services and the intrinsic relationship between the three ecosystem sections identified in this study.

Keywords: ecosystem functions, conservation unit, preservation, aquaculture, semiarid, CICES

Resumen

El Monumento Natural São Francisco (MONA), importante reservorio de agua dulce en la región semiárida brasileña, ofrece un conjunto de Servicios Ecosistémicos (SE). La importancia de estos servicios se ha considerado cada vez más para una toma de decisiones más integral orientada al desarrollo sostenible en diferentes países. ambientes naturales. Este trabajo presenta la primera evaluación y levantamiento de los servicios ecosistémicos en un reservorio de agua dulce en la Región Semiárida de Brasil. La identificación de los ES se realizó mediante imágenes de satélite, las cuales se relacionaron con la información de la región obtenida en la bibliografía. Se observaron dieciocho clases de ecosistemas, distribuidas en 7 grupos pertenecientes a 5 divisiones de las 3 secciones de ecosistemas: Mantenimiento / Regulación, Provisión y Cultural. Los resultados sobre el SE de MONA proporcionan los primeros datos sobre los aspectos generales de estos servicios y la relación intrínseca entre las tres secciones del ecosistema identificadas en este estudio.

Palavras-chave: funciones del ecosistema, Unidad de Conservación, preservación, acuicultura, semi árido, CICES

Introdução

Baseado no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (Lei nº 9985 de 18 de julho de 2000), o decreto de 5 de junho de 2009, transforma o reservatório Xingó em Unidade de Conservação (UC). Nomeada como Monumento Natural do São Francisco (MONA), tem como principal objetivo a preservação, onde a utilização da área pode ser realizada de forma indireta, ou seja, não envolvendo consumo, coleta e dano ou destruição dos recursos naturais.

Segundo o decreto, a área foi classificada como Monumento Natural por possuir beleza cênica e importância ecológica para a região. Sua preservação

possibilita realização de pesquisas científicas, desenvolvimento de atividades relacionadas à educação ambiental, bem como o desenvolvimento do turismo ecológico. Apesar da disponibilidade hídrica ser um grande problema no bioma caatinga, esse é o único reservatório dulcícola classificado como Monumento Natural no semiárido nordestino (BRASIL, 2009; CHESF, 2020a; ICMBIO, 2020).

Por ser um reservatório de usos múltiplos, e possuir localização estratégica, pertencendo aos estados de Alagoas, Sergipe e Bahia, o lago artificial possui grande importância para a região. Além de ser grande provedor de energia elétrica, também dispõe de notoriedade no âmbito de produção aquícola (CHESF, 2020a). Tendo como base o artigo 225 da constituição federal, a relação entre preservação e conservação presente no decreto do SNUC gera a garantia de que as atividades sejam realizadas de maneira sustentável, ou seja, que as gerações futuras tenham direito de usufruir dos benefícios do meio ambiente e qualidade de vida.

O conjunto de benefícios advindos de processos naturais que uma determinada região oferece à sociedade, seja de forma direta ou indireta, são chamados de Serviços Ecossistêmicos (SE). O debate sobre a sustentabilidade, conservação e preservação de sistemas naturais e demandas para manutenção da sociedade moderna e o bem-estar do ser humano, vem destacando a importância dos estudos relacionados aos SE e suas funcionalidades (DELGADO; SEPÚLVEDA; MARÍN, 2013; KARABULUT *et al.*, 2016; MÜLLER, F.; BURKHARD, 2012; POSTEL; THOMPSON, 2005).

A Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA), no intuito de classificar os SE, os dividiu em quatro categorias: provisão, regulação, suporte e cultural (OVERPECK *et al.*, 2013). Serviços de provisão são diretamente relacionados com os produtos obtidos no ecossistema, como alimentos, água e produtos naturais. Os serviços de regulação estão relacionados ao controle de processos ecossistêmicos, como regulação hídrica e controle de enchentes. Os culturais são os serviços que contribuem com o bem-estar psicológico, como recreação e espiritualidade. E por fim os serviços de suporte, que auxiliam no

bom funcionamento de todos os outros, como ciclagem de nutrientes e manutenção de fertilidade do solo.

Apesar do sistema de classificação proposto pela MEA (2003), a Agência Ambiental Europeia (EEA), desde 2009, passou a elaborar um sistema internacional para a classificação dos SE no intuito de padronizar os serviços classificados em outras regiões do mundo. Diante disso, foi elaborado o chamado CICES (Classificação Internacional Comum de Serviços Ecosistêmicos). A CICES considera classificável apenas os serviços de provisão, regulação e cultural, a categoria de suporte foi excluída por ser julgada como uma função intermediária e já está presente na realização do funcionamento das outras funções, porém não devem ser ignorados ou negligenciados (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2018a).

Diversos estudos relacionados aos serviços ecossistêmicos têm sido registrados nos biomas brasileiros (ANDRADE, D. C. *et al.*, 2012; CARVALHO, D. W. De, 2015; GAUDERETO *et al.*, 2018; MMA, 2018; OLIVEIRA, A. M. . *et al.*, 2016; SALDANHA; COSTA, D. F. Da S., 2019; SILVEIRA; MACEDO; CALLISTO, 2018; TEREZINHA *et al.*, 2001; VASCONCELLOS; BELTRÃO, 2018) sendo a Mata Atlântica e Amazônia, os biomas mais estudados (MARONEZE *et al.*, 2014). A Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro e que ocupa cerca de 11% do território do país, possui uma alta variabilidade biológica (fauna e flora), geológica (solos), além de sua importância arqueológica, por conter a maior concentração de sítios arqueológicos das Américas (GIULIETTI; VIRGÍNIO; HARLEY, 2010; ICMBIO, 2020; MMA, 2020; SEYFFARTH; RODRIGUES, 2017). Sua vegetação desenvolveu diversos meios para resistir a escassez de água e baixa umidade, além do banco de sementes no solo como estratégia de sobrevivência a longo prazo (GIULIETTI; VIRGÍNIO; HARLEY, 2010; SANTOS, A. M. Da S. *et al.*, 2020). Em média, apenas 10% do seu território é protegido pelas UCs, sendo estas em sua maioria unidades de Uso Sustentável, ou seja, apesar do uso de maneira controlada, a extração e o uso dos recursos naturais são autorizados (FONSECA; LAMAS; KASECKER, 2010). Apesar de sua grande importância ecológica, escassez de estudos voltados aos SE no bioma Caatinga demanda um esforço por parte da comunidade científica e de órgãos e agências

competentes, a fim de gerar informações que venham a mitigar a criação de políticas públicas no Brasil que garantam a conservação desse bioma e da região do São Francisco (KULL; ARNAULD DE SARTRE; CASTRO-LARRAÑAGA, 2015; MAIA *et al.*, 2017; FERRAZ *et al.*, 2019).

O rio São Francisco ao longo dos anos vem demonstrando visualmente todas as intervenções humanas já sofridas por ele (AVELINO, P. G.; AVELINO, D.; SILVA, T., 2019; CHESF, 2019; FILHO, J. *et al.*, 2015; SILVA, W. *et al.*, 2018), seja por conta da falta de saneamento básico ou até mesmo as atividades agrícolas realizadas de forma exacerbada. Diante da contextualização apresentada, esse trabalho tem como pergunta central: Como o levantamento dos SE pode colaborar com o uso racional dos serviços providos na região do Monumento Natural do São Francisco, a fim de garantir a sua conservação e manutenção para o uso contínuo de comunidades locais?

Assim, com o propósito de auxiliar gestores nas tomadas de decisão e conservação desse ecossistema, nesse trabalho foram utilizadas imagens de satélite com o objetivo de realizar o levantamento e discutir o desempenho dos principais serviços ecossistêmicos oferecidos por uma Unidade de Conservação localizada na maior bacia hidrográfica do semiárido brasileiro.

Metodologia

Área de estudo

O Monumento Natural do São Francisco (Fig.1) é uma UC de proteção integral e está localizado no Baixo São Francisco, entre os estados de Alagoas, Bahia e Sergipe (CHESF, 2020a; ICMBIO, 2020). Encontra-se entre municípios de pequeno e médio porte, influenciando economicamente uma população média de 210 mil habitantes (IBGE, 2010).

Pertencente à região semiárida do Brasil, essa fração da bacia hidrográfica corresponde a 26.736 hectares de sua extensão, abrangendo parte do Complexo Paulo Afonso, a represa de Xingó e os sítios rupestres do complexo Malhada Grande/Rio do Sal, em Paulo Afonso-BA. Caracterizado pelos cânions do São Francisco, o espelho d'água chega a atingir até 190 metros de profundidade (ICMBIO, 2020), com extensão de 65 km e largura que

varia entre 50 e 300 metros. Com temperatura média entre 18°C a 26° C (INPE, 2020), a região é muito conhecida pela alta intensidade de atividades turísticas, culinária local e pesca artesanal (BRAGHINI; GOMES, L.; RIBEIRO, A., 2009).

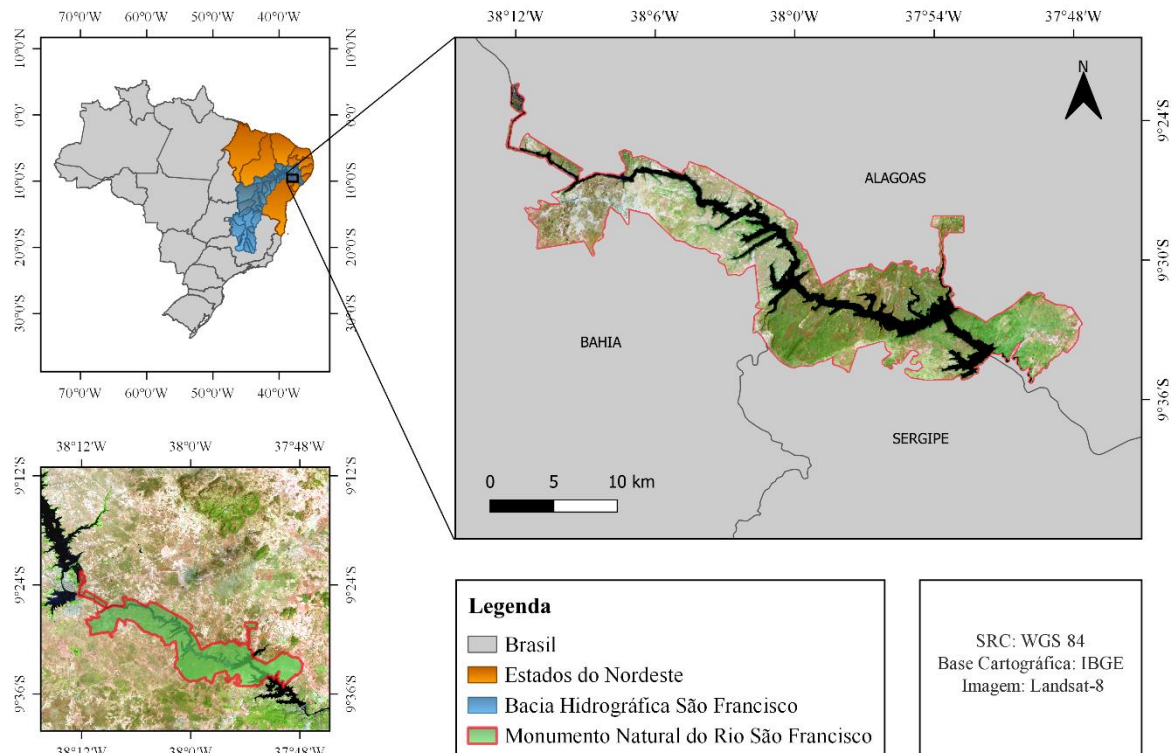


Figura 1. Mapa de localização e território ocupado pelo Monumento Natural do São Francisco – Fonte: Autores, 2021.

Levantamento dos Serviços Ecológicos

São necessários critérios para descrever de forma abrangente a interação entre os processos ecológicos, os componentes do ecossistema e os seus serviços, diante disso, a descrição de serviços ecossistêmicos por meio de indicadores é recomendada (GROOT, DE *et al.*, 2010; MÜLLER, F.; BURKHARD, 2012). Trabalhos comprovam a eficiência do método para avaliação ambiental em geral e também dos SE (BEHLING *et al.*, 2015; HAINES-YOUNG; POTSCHIN; KIENAST, 2012; JÚNIOR; MÜLLER, A. De P., 2000; VASCONCELLOS; BELTRÃO, 2018).

O indicador é um componente que trata de condições ambientais a fim de avaliar seu estado e suas mudanças (HEINK; KOWARIK, 2010). Existem critérios para a determinação de bons indicadores (MÜLLER, F.; BURKHARD,

2012), o método escolhido para o levantamento dos serviços ecossistêmicos por meio de imagens de satélite foi baseado em Gauderetto *et al.*, (2018), De Groot *et al.*, (2010), Burkhard *et al.*, (2012) e Martínez-Harms; Balvanera, (2012).

A coleta de dados teve como base imagens de satélite por meio dos softwares Google Earth e QGis. A partir das análises das imagens foram observados os componentes do ecossistema e relacionados com os serviços prestados aos seres humanos. Esses componentes são denominados indicadores visuais, cada um deles pode prestar mais de uma função (DE GROOT, *et al.*, 2010).

A classificação que será usada neste estudo é a da CICES (Common International Classification of Ecosystem Services)(HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2018b), que propõe a categorização hierárquica com divisões, grupos, classes e subclasses. O método de análise de imagens não tem competência suficiente para chegar ao nível de subclasses, sendo mantido o nível anterior para as funções.

Para o levantamento dos serviços ecossistêmicos é necessário que haja cautela ao serem avaliados, principalmente os componentes dos serviços de regulação que indiquem esse serviço, seu bom funcionamento é fundamental para que os serviços aconteçam de forma harmônica.

Diante da dificuldade de caracterizar os serviços da região baseado apenas em imagens de satélite, trabalhos afirmam a necessidade de dados qualitativos (GAUDERETO *et al.*, 2018; DE GROOT, *et al.*, 2010). Por isso, além da relação visual, houve também a necessidade de envolver outros componentes, como registros bibliográficos sobre as atividades da região. A avaliação de alguns serviços com a captura de imagens de satélite não tem tanta eficiência quando feitas somente em 2D. Nessa situação, as imagens não foram somente capturadas, também foram analisadas com auxílio do Google Earth.

Resultados e discussão

As análises das imagens de satélites permitiram verificar, através da classificação CICES, os serviços das três seções ecossistêmicas: provisão, regulação/manutenção e culturais. A região do MONA proporciona vários benefícios aos seres humanos, a presença de água e vegetação na região são os grandes indicadores dos SE que são oferecidos. Na Tabela 1 estão representadas de forma sintética as classes, grupos e divisões das suas respectivas seções.

Tabela 01: Classificação dos Serviços Ecossistêmicos prestados pelo Monumento Natural do São Francisco de acordo com CICES. Fonte: Elaborado pelos autores.

Seção	Divisão	Grupo	Classe
Regulação/Manutenção	Regulação das condições físicas, químicas e biológicas	Regulação do fluxo de linha de base e eventos extremos	Controle de taxas de erosão
			Ciclo hidrológico e regulação do fluxo de água (Incluindo controle de enchentes)
		Condições da água	Filtragem/purificação de água
Provisão	Biomassa	Plantas terrestres cultivadas para nutrição, materiais ou energia	Cultivo de plantas
		Animais criados para nutrição, materiais ou energia	Cultivo de animais
			Pesca
			Empreendimentos aquícolas
	Água	Água de superfície usada para nutrição, materiais ou energia	Água potável
			Água de superfície usada como um material (finalidade não potável)
			Energia elétrica

Cultural	Direto	Intelectual e interações com meio ambiente natural	Investigação científica ou conhecimento ecológico tradicional
			Experiências estéticas
	Indireto	Espiritual, simbólico e outras interações com ambiente natural	Religioso/sagrado
			Entretenimento
			Herança cultural

Função de Regulação e manutenção

A vegetação é um fator extremamente importante para o bom funcionamento do serviço de regulação. A região do Baixo São Francisco, por ter sua vegetação classificada como Floresta estacional semidecidual e em sua maior parte composta por Caatinga Arbustiva Arbórea (FEITOSA; SOUZA, Roberto; SILVA, M., 2018; MMA, 2006), faz com que o diagnóstico relacionado à vegetação por meio das imagens seja limitado.

A presença da mata ciliar é um indicador da ocorrência de filtração e purificação da água, além do controle da taxa de erosão (POSTEL; THOMPSON, 2005). A degradação das matas ciliares ao longo de algumas regiões do Rio São Francisco já foi estudada por Zellhuber e Siqueira, (2007), onde estima que 96% da mata ciliar do rio já foi destruída, ocasionada pela agricultura intensiva e produção de carvão vegetal. O repovoamento das matas ciliares, além da contribuição com o controle da taxa de erosão, pode contribuir com a geração de empregos e, consequentemente, com a economia da região (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2020). Imagens de satélites mostraram o estado de preservação das matas ciliares no MONA, as quais revelaram regiões bem preservadas e outras com alterações e substituição da mata por atividades agrícolas. (E a imagem?)

Alguns estudos realizados em outras regiões da caatinga e também no Baixo São Francisco consideraram as taxas de erosão baixas (CANTALICE et

al., 2009; MOURA, M. *et al.*, 2017). Esse fator pode estar relacionado a pouca variação de inclinação geográfica, baixa produção agrícola na região e baixa pluviosidade na região (MOMOLI; COOPER, 2016; MOURA, *et al.*, 2017).

Condições da água

A função de filtração e purificação, pode ser indicada de acordo com potencial hídrico de autodepuração da região. Entre os outros reservatórios do São Francisco, Xingó é considerado o que possui o menor espaço de tempo de renovação de suas águas (RIBEIRO *et al.*, 2015).

A avaliação da distribuição das chuvas na região é de grande importância para a gestão da drenagem das barragens, que são utilizadas para diminuir ou aumentar a vazão de acordo com os níveis do reservatório (MARCUIZZO; ANDRADE, L.; MELO, D., 2012; MOURA, M. *et al.*, 2017), o sistema de reservatórios em cascata é considerado importante para a função de controle de enchentes (CBHSF, 2018).

Foi observado a presença de áreas verdes, que pelo histórico do reservatório, deduziu-se que poderiam ser macrófitas na região (Fig. 2c). O sistema de cascata dos reservatórios pode colaborar com essa informação, tendo em vista que os reservatórios Itaparica e Sobradinho e Completo Paulo Afonso, registraram uma grande proliferação das espécies *Eichornia crassipes* e *Egeria densa* (CHESF, 2019; MINHONI *et al.*, 2018).

Além disso, em 2015, foi registrada a mancha negra, causada pelo dinoflagelados *Ceratium furcoides* e a cianobactéria *Cylindrospermopsis raciborskii* (SILVA, W. *et al.*, 2018) Esse desequilíbrio foi associado a grande carga de fósforo recebida pelo reservatório proveniente de derramamento de esgotos e relacionado com o deplecionamento ocorrido no reservatório Delmiro Gouveia, pertencente ao Complexo Paulo Afonso (LIMA; SEVERI, 2014; MPF, 2018).

Função de provisão

Biomassa

Foram observados pontos de cultivo de pequeno porte na região, a maior parte deles pertencente ao estado de Alagoas, indicando o serviço de

provisão de alimentos. Apesar do registro da diminuição da quantidade de estabelecimentos agropecuários entre os anos de 1996 e 2006 no estado alagoano (MMA, 2010), a vegetação nativa já foi muito degradada provenientes dos cultivos extensivos, onde são produzidos principalmente arroz, feijão, mandioca e milho (ALAGOAS, 2016; INCRA, 2017). Além disso, alguns projetos governamentais incentivam a agricultura familiar na região do Baixo São Francisco (CODEVASF, 2018; EMBRAPA, 2020).

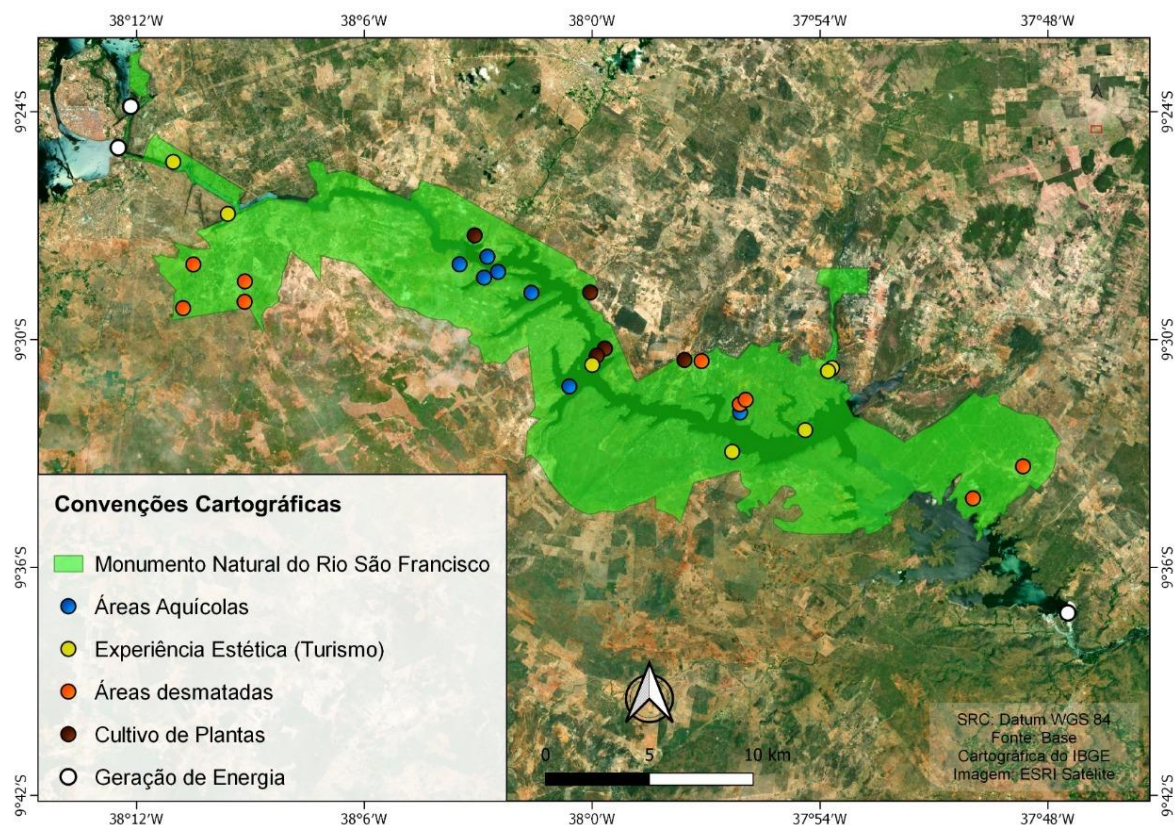


Figura 02: Localização dos Serviços Ecossistêmicos quantificáveis prestados pelo Monumento Natural do São Francisco de acordo com CICES. Fonte: Elaborado pelos autores.

Nas imagens foram identificados pontos de empreendimentos aquícolas, que é uma classe bem difundida na região, considerada parte do polo de piscicultura do São Francisco, produziu mais de 5 mil toneladas de Tilápia do Nilo no ano 2014 (RIBEIRO *et al.* 2015), gerando uma renda média de R\$ 25 milhões de reais.

A pesca artesanal também é exercida na região. Segundo Freitas *et al.*, (2015), as espécies mais capturadas e comercializadas de peixes são: pirambeba (*Serrasalmus brandti* Lütken, 1875), tucunaré (*Cichla* sp.), corvina (*Plagioscion squamosissimus* Heckel, 1840), traíra (*Hoplias malabaricus* Bloch, 1794) e tilápia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758). A maioria dos peixes capturados são para comercialização e consumo próprio dos pescadores, tornando-se alimento de grande importância para a nutrição da comunidade.

Água

Na divisão água cabe a classificação de itens que são considerados abióticos, onde está incluso o grupo “água superficial usada para nutrição, materiais ou energia”. A quantidade de água disponível é determinante para o funcionamento dos serviços de provisão (OLIVEIRA, A.; ARAÚJO, W.; COSTA, D., 2015).

O abastecimento e qualidade de água do MONA são baseados na vazão dos outros reservatórios anteriores a ele, no sistema de cascata, onde a água proveniente do reservatório Xingó é oriunda do reservatório Itaparica (LIMA; SEVERI, 2014; RIBEIRO *et al.* 2015). Esse abastecimento doméstico atinge cerca de 210 mil habitantes das cidades de Canindé do São Francisco, Paulo Afonso, Piranhas e Olho D’água (IBGE, 2010).

O serviço de geração de energia elétrica do MONA é indicado pela presença das Usinas Hidrelétricas do Complexo Paulo Afonso (PA I, II, III, IV e Apolônio Sales) e Xingó. Apesar da UHE Xingó não estar inclusa na UC, a água que está presente no MONA, a montante da hidrelétrica, influencia na potencialidade e no desempenho desse serviço fornecido pelo reservatório.

As UHE Xingó e Complexo Paulo Afonso, são responsáveis por produzir 72% de potência elétrica gerada pela Companhia Hidrelétrica do São Francisco – CHESF (CHESF, 2020b). A Compensação Financeira pelo Uso de Recursos Hídricos (CFUHR) são os valores que a companhia hidrelétrica deve pagar legalmente, aos municípios e estados inseridos na área de geração de energia. Segundo a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), em 2020 a CHESF pagou aos municípios e estados cerca de 124 milhões de reais, isso corresponde a 7% do valor da energia produzida no ano. Esse montante foi

distribuído entre os estados e municípios, além dos ministérios de meio ambiente, minas e energia e ciência e tecnologia e podem ser utilizados para o investimento das atividades da região.

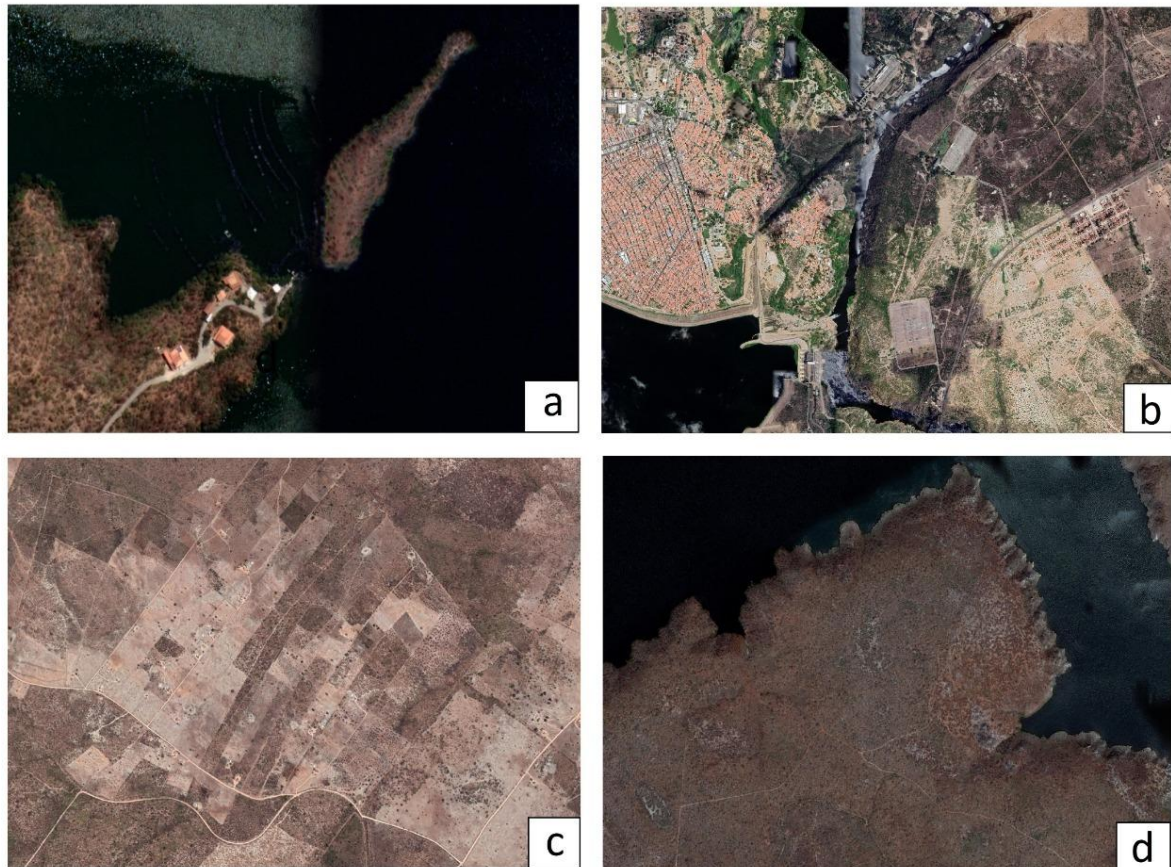


Figura 3. Indicadores visuais dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelo Monumento Natural do São Francisco: a) empreendimento aquícola; b) Complexo hidroelétrico de Paulo Afonso, usinas PA I, II, III e PA IV; c) imagem com área desmatada para atividade agropecuária; e d) imagem de uma área com vegetação da Caatinga preservada. Fonte: Elaborado pelos autores.

Cultural

Foram identificadas duas divisões no serviço cultural: direto e indireto. A divisão dos serviços diretos está relacionada com as interações da vida humana com o local de forma presencial fisicamente. Já os serviços indiretos são aqueles que não requerem essa presença física na configuração ambiental

e estão relacionados ao simbólico, espiritual e outros tipos de relação com o meio ambiente.

Direto

Duas classes que fazem parte desse grupo foram identificadas, uma é relacionada a investigação científica e ao conhecimento tradicional desenvolvido na região, e outra é sobre as experiências estéticas proporcionadas pelo local.

O MONA tem atraído o desenvolvimento de investigações científicas de diferentes áreas, como pesquisas ecológicas (ARAGÃO-TAVARES; SEVERIANO; MOURA, A., 2015; FREIRE; PACHECO, 2017), arqueológica (FAGUNDES, 2010), turísticas (BRAGHINI; GOMES, L.; RIBEIRO, A., 2009), socioambientais e econômicas (ARAUJO; NETTO; SALES, 2016; REZENDE; OLIVEIRA, I., 2015), além daquelas que estão relacionadas a pesca (FREITAS; NOGUEIRA, E.; MOURA, G., 2015).

A região do São Francisco, como já dito anteriormente, é composta por diversas comunidades tradicionais que fazem parte importante da sua caracterização. No baixo São Francisco, já foram registradas cerca de 17 etnias, totalizando uma média de 44 mil índios (FUNAI, 2020), além de 19 mil pescadores cadastrados em suas respectivas colônias (REZENDE; OLIVEIRA, I., 2015).

As comunidades tradicionais desenvolvem técnicas para viver em harmonia com o meio ambiente, tornando comum o conhecimento ecológico tradicional. O conhecimento em relação a pesca, como a densidade de peixes era influenciada na época de cheias e secas, como a construção dos barramentos influencia na escassez de pesca na região e o impacto causado pela transposição, são fatos relatados por pescadores e documentados em pesquisas (CARVALHO, K. *et al.*, 2020; HOLANDA *et al.*, 2011; SANTOS, K. *et al.*, 2019).

■ Apesar da grande potencialidade em relação ao ecoturismo, a complexidade territorial dos cânions faz com que a gestão turística seja difícil, e isso acaba interferindo no crescimento econômico (CORDEIRO; SOUZA,

2015). Em relação às outras cidades onde o cânion se encontra, Paulo Afonso – BA é a cidade com maior movimentação turística, acredita-se que essa movimentação aconteça devido a sua urbanização (CORDEIRO; SOUZA, 2015). Segundo a Secretaria de Turismo de Paulo Afonso (2020), além do interesse voltado a natureza da região, há o interesse também em praticar esportes radicais que são organizados basicamente por agências de turismo da cidade.

De acordo com Braghini *et al.*, (2009), o número de visitantes no ano de 2008, levantados por meio de dados oferecidos por agências de turismo, nos cânions do São Francisco foi superior a 56 mil. Em contrapartida, no Plano de Desenvolvimento do Turismo Sustentável, emitido pelo governo de Sergipe em 2012, o número de visitantes em 2008 foi de 120 mil pessoas. Essa discrepância nos dados é um reflexo da falta de controle em relação ao fluxo turístico, a supervisão econômica da atividade e ao seu desenvolvimento sustentável.

Indireto

Três classes que fazem parte desse grupo foram identificadas, a primeira está relacionada ao significado do valor espiritual, a segunda sobre os produtos de entretenimento proporcionadas pelo local e por fim o sentimento de herança cultural que a região proporciona.

É notório o envolvimento sentimental da comunidade com o rio chamado pelos ribeirinhos de Velho Chico. Segundo Carvalho *et al.*, (2020), a relação dos pescadores com o rio São Francisco vai além de seu local de trabalho. O rio é considerado o local de lazer, de encontro com a família, além da sua relação espiritual e religiosa com os mesmos.

As comunidades tradicionais (pescadores, quilombolas, fundo de pasto, ribeirinhos, entre outros) tem uma ligação intrínseca com o rio não somente econômica, mas também espiritual e histórica (ARAUJO; NETTO; SALES, 2016; BEZERRA, C.; AUGUSTA, 2019). Por essas comunidades terem como característica o desempenho de suas atividades em harmonia com a natureza, as mesmas são diretamente prejudicadas com as constantes

agressões ao rio (D'AVILLA; GOMES, M. V.; BRITO, 2017; HOLANDA *et al.*, 2011; TOMÁZ *et al.*, 2009).

A região também tem importância simbólica no contexto das crenças e do sagrado para as comunidades tradicionais. Foram estabelecidas algumas relações espirituais com o São Francisco, como o Toré, que é realizado por tribos indígenas como símbolo de resistência e união (CBHSF, 2015), a relação com os *encantados* que, sinteticamente falando, são antigos indígenas que agora pertencem ao rio e também são símbolo de forças espirituais de animais e plantas (TOMÁZ *et al.*, 2009), além do uso da planta Jurema em rituais espirituais (SANTOS, Reuber, 2020).

A relação dos ribeirinhos com o sertão vai além do que pertencer a um lugar, mas está relacionado ao lugar de existência, dos valores e de significados (SILVA, C.; VARGAS, M., 2019). A identidade e a herança cultural são presentes e isso é concretizado quando a procura pelo turismo cultural é o principal motivo para o fluxo de pessoas na região (CORDEIRO; SOUZA, 2015).

Os cânions do São Francisco têm grande representatividade cultural por ter feito parte das rotas traçadas pelo bando de lampião, disseminando a cultura do cangaço (CORDEIRO; SOUZA, 2015). Por conta disso, as classes herança cultural e entretenimento acabam se encontrando em alguns aspectos. Diversas músicas foram escritas em homenagem a região, por compositores como Luiz Gonzaga e Milton Nascimento. Em muitas das músicas se fala sobre a relação do ribeirinho com o rio, a seca, além da história que cruza a vida dos sertanejos: a saga dos cangaceiros – Lampião e Maria Bonita. Além das trilhas por onde andaram, ao serem mortos, suas cabeças decepadas foram expostas na cidade de Piranhas – AL que também se tornou um local de vistas turísticas (VANIA; PINHEIRO, 2019).

Relação entre Impactos e Serviços Ecossistêmicos

A atuação de alguns serviços, principalmente os de provisão, podem acabar gerando consequências a outros. A tabela 2 demonstra a relação entre as classes identificadas, os processos que impactam elas e suas causas. Cultivo de plantas e cultivo de animais foram considerados os processos que

mais podem influenciar nas classes de SE, seguidos por empreendimentos aquícolas.

Tabela 02: Relação de impacto de acordo com a atuação dos Serviços Ecossistêmicos prestados pelo Monumento Natural do São Francisco. Fonte: Elaborado pelos autores

Grupo	Classe	Processos influenciadores no SE	Causa do impacto
Regulação do fluxo de linha de base e eventos extremos	Controle de taxas de erosão	Cultivo de plantas, cultivo de animais, ciclo hidrológico	Alterações de cobertura do solo (via desmatamento)
	Ciclo hidrológico e regulação do fluxo de água (Incluindo controle de enchentes)	Cultivo de plantas, cultivo de animais, produção de energia elétrica	Alterações de cobertura do solo (via desmatamento), controle da vazão de água por barragem
Condições da água	Filtragem/purificação de água	Empreendimentos aquícolas, cultivo de plantas, cultivo de animais	Excesso de nutrientes na água, degradação da mata ciliar, alteração de cobertura do solo
Plantas terrestres cultivadas para nutrição, materiais ou energia	Cultivo de plantas	Ciclo hidrológico	Qualidade e disponibilidade da água
Animais criados para nutrição, materiais ou energia	Cultivo de animais	Ciclo hidrológico	Qualidade e disponibilidade da água
	Empreendimentos aquícolas	Cultivo de plantas, cultivo de animais e condições da água	Lixiviação e processos hidrodinâmicos que podem alterar a qualidade de água
Água de superfície usada para	Água potável	Empreendimentos aquícolas, cultivo de plantas, cultivo de	Excesso de nutrientes e alterações das condições físico-químicas da

nutrição, materiais ou energia		animais, ciclo hidrológico, experiências estéticas (turismo)	água
	Água de superfície usada como um material (finalidade não potável)	Ciclo hidrológico	Disponibilidade de água pode afetar na capacidade de navegação
	Energia elétrica	Ciclo hidrológico	Disponibilidade de água pode afetar geração de energia elétrica
Intelectual e interações com meio ambiente natural	Investigação científica ou conhecimento ecológico tradicional	Cultivo de plantas, cultivo de animais, empreendimentos aquícolas e produção de energia elétrica	Erosão de biodiversidade causada por atividade de cultivo e alagamento de áreas nativas por represamento
	Experiências estéticas (turismo)	Empreendimentos aquícolas, cultivo de plantas, cultivo de animais e ciclo hidrológico e fluxo de água	Excesso de nutriente e regulação do fluxo de água pode ocasionar proliferação de algas e macrófitas
	Pesca artesanal	Energia elétrica, empreendimentos aquícolas, experiência estéticas (turismo)	Barramentos, dificuldade de navegação
Espiritual, simbólico e outras interações com ambiente natural	Religioso/sagrado	Não foi constatado impacto evidente	-
	Entretenimento	Não foi constatado impacto evidente	-
	Herança cultural	Não foi constatado impacto evidente	-

O maior impacto causado pelo cultivo de plantas e cultivo de animais é oriundo das alterações da cobertura de solo, ou seja, o desmatamento. Além disso, o excesso de nutrientes que é liberado por essas atividades nos reservatórios é bastante influente em diversos SE que são desenvolvidos no MONA.

A preservação de dois elementos cruciais para que todos os SE do MONA funcionem em harmonia são: água e vegetação. Todo aquele SE que possa degradar de alguma maneira esses dois elementos, consequentemente causa impacto direto aos outros. Dentre os serviços observados e os possíveis impactos causados entre os SE, o cultivo de plantas e cultivo de animais podem ser considerados aqueles que oferecem a maior probabilidade de atingir esses dois elementos. Desmatamento, contribuição na alteração da qualidade, o consumo intensivo de água, além da utilização de fertilizantes e agrotóxicos, que acabam chegando ao corpo hídrico por meio de lixiviação são os impactos já observados na literatura (EERTHAL; BERTICELLI, 2018; SOUZA, M.; GHILARDI, 2017; ZHANG *et al.*, 2007).

A agricultura sustentável é considerada uma atividade de grande valor social e econômico, por isso é interessante que seu funcionamento ocorra de maneira consciente. O conceito de sustentabilidade na agricultura vai além de garantir a mesma produção para as próximas gerações, está também ligado ao fator de criar técnicas de desenvolvimento que não gere impacto no meio ambiente (PATERNIANI, 2001). A proposta de sustentabilidade dessa atividade vem com inúmeros aspectos positivos, principalmente quando se trata de desenvolvimento econômico, que está diretamente ligado ao desenvolvimento de renda da região, colaborando com pontos relacionados ao consumo de bens, como alimentos e energia (EERTHAL; BERTICELLI, 2018).

Os empreendimentos aquícolas, apesar de contribuírem positivamente com o desenvolvimento da região, despejam uma grande quantidade de nutrientes na água, o que contribui para a proliferação de macrófitas e algas, afetando diretamente todo SE que depende de água de qualidade (AMÉRICO *et al.*, 2013). Além disso, a instalação das gaiolas no rio, outros serviços acabam sendo atingidos como a pesca artesanal, por dificultar a passagem de

barcos (FREITAS; NOGUEIRA, E.; MOURA, G., 2015); além de poder influenciar o SE de experiência estética (turismo), pela mudança visual.

O MONA tem grande potencial não só por ser parte do grande polo de áreas aquícolas, mas em se tornar uma região referência de preservação e sustentabilidade. Por ser uma unidade de conservação de uso integral, não pode haver novas atividades agrícolas e isso faz com que haja um grande incentivo de que os produtos cultivados ali tenham um diferencial. Além dos pontos positivos para o meio ambiente (ARAÚJO, J.; SÁ, 2009; CYRINO *et al.*, 2010), a sustentabilidade é um fator que viabiliza o comércio, tendo em vista que diversos países procuram saber a procedência do produto comprado. Apesar de todos os benefícios socioambientais, é importante frisar que qualquer atividade produtiva é impactante ao meio ambiente, porém é necessário que sejam aplicadas técnicas para que seja desenvolvida da forma menos agressiva possível (ELER; MILLANI, 2007).

O serviço de experiência estética é uma atividade bastante requisitada na região, geradora de renda e por isso merece uma atenção especial. Apesar de movimentar economicamente a região, pescadores já relataram sobre a falta de conscientização dos turistas nos locais, que acabam colaborando com a sujeira e desorganização, e consequentemente contribuindo com a falta de pescado (FREITAS; NOGUEIRA, E.; MOURA, G., 2015). A quantidade de resíduo sólido gerado, que influencia também na qualidade de água da região. Santos *et al.* (2020) descreve a influência do turismo na geração de micro plástico em Paulo Afonso – BA, onde foi observado maior quantidade microplástico em períodos que há maior fluxo turístico. O desenvolvimento do ecoturismo consciente e planejado é uma forma de disseminar a preservação ambiental, além de garantir a fonte de renda para os moradores ribeirinhos.

Conclusão

O Monumento Natural do São Francisco é um ambiente que possui uma importante diversidade de riqueza natural, que além do potencial econômico associado a esse patrimônio natural, há um forte significado cultural e religioso para a população local. O levantamento dos SE é o passo inicial para a análise do potencial ecossistêmico da região; a constante avaliação do estado dos

serviços ecossistêmicos pode colaborar ainda mais com seu uso racional por ter competência em explicar como, onde e até quando explorar determinado serviço para que outro não seja afetado. As três seções ecossistêmicas observadas estão intimamente ligadas. O turismo, a geração de energia e os empreendimentos aquícolas são serviços cruciais para a região, tendo em vista que são os principais geradores de renda e emprego. Porém, essas atividades podem gerar pressão na complexa rede que interliga todos os SE do MONA, a qual tem como pilar principal de sua manutenção, a qualidade da água e a cobertura de vegetação. Assim, é de caráter mandatório, o monitoramento efetivo desses SE, a fim de evitar efeitos prejudiciais, em curto, médio e longo prazo, aos recursos naturais proporcionada pelo MONA e consequente impacto na economia da região. Estratégias para o planejamento e gestão adequados, que busquem como base os princípios da sustentabilidade, poderão avaliar, de maneira mais eficiente, as ações para minimização do impacto e contribuir como ferramenta no monitoramento do MONA.

Referências bibliográficas

AFONSO, S. T. P. **Turismo em Paulo Afonso - BA**. Disponível em: <<http://www.pauloafonso.ba.gov.br/turismo/internas/atrativos/?id=24>>. Acesso em: 10 novembro 2020.

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio. **Estudo sobre a agricultura familiar em Alagoas**. Maceió: Seplag, 2016.

AMÉRICO, J. H. P. et al. Piscicultura em tanques-rede: impactos e consequências na qualidade da água. **Revista científica ANAP Brasil**, v. 6, n. 7, p. 137-150, 2013.

ANDRADE, D. C. et al. Dinâmica do uso do solo e valoração de serviços ecossistêmicos: notas de orientação para políticas ambientais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 25, p. 53-71, 2012.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos. 2021. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/cmpf/gerencial/>>. Acesso em: 31 março 2021.

ARAGÃO-TAVARES, N. K. C.; SEVERIANO, J. S.; MOURA, A. N. Phytoplankton composition of the Itaparica and Xingó reservoirs, São Francisco River, **Brazil. Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 3, p. 616-627, 2015.

ARAÚJO, J. S. de; SÁ, M. F. P. de. Sustentabilidade da piscicultura no baixo São Francisco alagoano: condicionantes socioeconômicos. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 405-424, 2008.

ARAUJO, S. S. de; NETTO, A. O. A.; SALES, J. M. J. O peixe, o pescador e a barragem de Xingó no baixo São Francisco em Sergipe e Alagoas no Brasil. **Revista Interdisciplinar de Pesquisa e Inovação**, v. 2, n. 1, p. 1-14, 2016.

AVELINO, P. G.; AVELINO, D. F. G; SILVA, T. A. Impactos provocados pelo descarte do *Limnoperna fortunei* em pisciculturas do sub-médio rio São Francisco. **Revista Interfaces**, v. 7, n. 2, p. 282-288, 2019.

BEHLING, R. et al. Automated GIS-based derivation of urban ecological indicators using hyperspectral remote sensing and height information. **Ecological Indicators**, v. 48, p. 218-234, 2015.

BEZERRA, C. B. VARGAS, M. A. M. Em busca dos sentidos de ser ribeirinho sertanejo: jornadas de campo no baixo rio São Francisco. **InterEspaço**, Grajaú, MA, v. 5, n. 17, p. 1-20, 2019.

BRAGHINI, C. R.; GOMES, L. J.; RIBEIRO, A. S. Perspectivas de sustentabilidade ecológica do turismo em Xingó, SE/AL. **Revista Geografia Acadêmica**, v. 3, n.1, p. 56-69, 2009.

BRASIL. Decreto s/n, de 5 de junho de 2009. Cria o Monumento Natural do Rio São Francisco, localizado nos Municípios de Piranhas, Olho D'água do Casado e Delmiro Gouveia, no Estado de Alagoas, Paulo Afonso, no Estado da Bahia, e Canindé de São Francisco, no Estado de Sergipe, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 jun. 2009. Seção 1, p. 2.

BURKHARD, B. et al. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. **Ecological Indicators**, v. 21, p. 17-29, 2012.

CANTALICE, J. R. B. et al. Hidráulica e taxas de erosão em entressulcos sob diferentes declividade e doses de cobertura morta. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 68-74, 2009.

CARVALHO, D. W. de. Os serviços ecossistêmicos como medidas estruturais para prevenção dos desastres. **Revista de Informação Legislativa**, v. 52, n. 206, p. 53-65, 2015.

CARVALHO, K. M. de et al. Rio Abaixo, rio acima: O Pescador, o rio e os riscos no baixo São Francisco. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 23, 2020.

CBHSF - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. ONS apresenta estudo de controle de cheias na bacia do Rio São Francisco. 2018. Disponível em: <<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/ons-apresenta-estudo-de-controle-de-cheias-na-bacia-do-rio-sao-francisco/>>. Acesso em: 20 out. 2020.

CHESF - COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO. Programa de monitoramento do rio São Francisco durante o período de vazão reduzida. **Subprograma de Monitoramento de Ocorrência de Macrófitas Aquáticas**: relatório técnico, Recife, 2019.

_____. Xingó. 2020a. Disponível em: <<https://www.chesf.gov.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGeracao/Xingo.aspx>>.

_____. Sistemas de Geração. b2020. Disponível em: <<https://www.chesf.gov.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGeracao/SistemasGeracao.aspx>>. Acesso em: 31 mar. 2021.

CODEVASF. Canal de Xingó. 2018. Disponível em: <<https://www.codevasf.gov.br/linhas-de-negocio/irrigacao/projetos-publicos-de-irrigacao/elenco-de-projetos/em-estudo/canal-de-xingo>>. Acesso em: 20 out. 2020.

CORDEIRO, T.; SOUZA, Regina. A complexidade territorial do canyon do rio São Francisco e suas várias instâncias de governança para o turismo. **RDE - Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 1, n. 39, p. 361, 2015.

CYRINO, J. E. P. et al. A piscicultura e o ambiente - o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 68–87, 2010. Suplemento spe.

D'AVILLA, T.; GOMES, M. V. T.; BRITO, M. F. G. A percepção dos pescadores e a educação ambiental como subsídios para a conservação do baixo São Francisco. **Revista Ecologias Humanas**, v. 3, n.3, p. 98-119, 2017.

DELGADO, L. E.; SEPÚLVEDA, M. B.; MARÍN, V. H. Provision of ecosystem services by the Aysén watershed, Chilean Patagonia, to rural households. **Ecosystem Services**, v. 5, p. 102-109, 2013.

EERTHAL, E. S.; BERTICELLI, R. Sustentabilidade: agricultura irrigada e seus impactos ambientais. **Ciência e Tecnologia**, v. 2, p. 64-74, 2018.

ELER, M. N.; MILLANI, T. J. Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados a aquicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 33–44, 2007. Suplemento.

EMBRAPA. Agricultura familiar: Projeto vai desenvolver agricultura familiar em municípios do Baixo São Francisco. 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54161851/projeto-vai-desenvolver-agricultura-familiar-em--municipios-do-baixo-sao-francisco>>. Acesso em: 20 out. 2020.

FAGUNDES, M. Entendendo a dinâmica cultural em Xingó na perspectiva inter sítios: indústrias líticas e os lugares persistentes no baixo vale do rio São Francisco, nordeste do Brasil. **Arqueologia Iberoamericana**, v. 6, p. 3–23, 2010.

FEITOSA, R.; SOUZA, Roberto; SILVA, M. Geoprocessamento e aspectos socioambientais do Monumento Natural Grota do Angico em Sergipe, Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 4, p. 341, 2018.

FILHO, J. A. S. et al. O caos da biodiversidade do Rio São Francisco e a inércia da sociedade brasileira. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador, BA, v. 1, p. 276-289, 2015. Edição especial.

FONSECA, M.; LAMAS, I.; KASECKER, T. O papel das Unidades de Conservação. **Scientific American**, v. 39, p. 18–23, 2010.

FREIRE, N. C. F.; PACHECO, A. da P. Uma abordagem geoespacial e espectro-temporal da degradação ambiental no bioma Caatinga na Região de Xingó, Brasil. **Ciência & Trópico**, v. 41, n. 2, p. 97–128, 2017.

FREITAS, L. O. de; NOGUEIRA, E. M. S.; MOURA, G. J. B. de. Pesca artesanal no cânion do rio São Francisco: modo de vida, desafios e percepções. In: NOGUEIRA, E. M. S.; Sá, M. F.P. de (org.). **A pesca artesanal no Baixo São Francisco: atores, recursos, conflitos**. 1. ed. Petrolina, PE: SABEH, 2015. p. 45–103.

FUNAI. CR Baixo São Francisco. 2020. Disponível em: <<http://www.funai.gov.br/index.php/terras-indigenas-baixo-sao-francisco>>. Acesso em: 9 nov. 2020.

GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368p.

GAUDERETO, G. L. et al. Avaliação de serviços ecossistêmicos na gestão de áreas verdes urbanas: promovendo cidades saudáveis e sustentáveis. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, p. 1–29. 2018.

GIULIETTI, A. M. et al. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministerio do Meio Ambiente, 2004. p. 48-90.

GROOT, R. S. de et al. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. **Ecological Complexity**, v. 7, n. 3, p. 260–272, 2010.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. b2018. Disponível em: <<https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2020.

_____. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): 2011. Update Paper prepared for discussion at the expert meeting on ecosystem accounts organised by the UNSD, the EEA and the World Bank. 2018b.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M.; KIENAST, F. Indicators of ecosystem service potential at European scales: mapping marginal changes and trade-offs. **Ecological Indicators**, v. 21, p. 39-53, 2012.

HEINK, U.; KOWARIK, I. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. **Ecological Indicators**, v. 10, n. 3, p. 584–593, 2010.

HOLANDA, F. et al. Percepção dos ribeirinhos sobre a erosão marginal e a retirada da mata ciliar do rio São Francisco no seu baixo curso. **RA'E GA - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 22, p. 219–237, 2011.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico - 2010**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9673&t=o-que-e>>. Acesso em: 19 fev. 2020.

ICMBIO. Mona do Rio São Francisco. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO - CAATINGA, 2020. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/caatinga/unidades-de-conservacao-caatinga/2128-mn-do-rio-sao-francisco>>. Acesso em: 19 fev. 2020.

INCRA - INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Relatório de análise de mercados de terras do estado de Alagoas**. Maceió, AL, 2018.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
MONITORAMENTO BRASIL. 2020. Disponível em:
<<http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>>. Acesso em: 19 fev. 2020.

JÚNIOR, O. B.; MÜLLER, A. de P. Indicadores ambientais georreferenciados para a área de proteção ambiental de Guaraqueçaba. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, n. 99, p. 105–119, 2000.

KARABULUT, A. et al. Mapping water provisioning services to support the ecosystem-water-food-energy nexus in the Danube river basin. **Ecosystem Services**, v. 17, p. 278-292, 2016.

KULL, C. A.; SARTRE, X. A. de; CASTRO-LARRAÑAGA, M. C. The political ecology of ecosystem services. **Geoforum**, v. 61, p. 122-134, 2015.

LIMA, A. E.; SEVERI, W. Estado trófico na cascata de reservatórios de um rio no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, p. 124-133, 2014.

MAIA, J. M. et al. Motivações socioeconômicas para a conservação e exploração sustentável do bioma Caatinga. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 41, p. 295-310, 2017.

MARCUZZO, F. F. N.; ANDRADE, L. R. de; MELO, D. C. R. Métodos de interpolação matemática no mapeamento de chuvas do estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, p. 793-804, 2011.

MARONEZE, M. M. et al. A tecnologia de remoção de fósforo: gerenciamento do elemento em resíduos industriais. **Revista Ambiente e Agua**, v. 9, n. 3, p. 445-458, 2014.

MARTÍNEZ-HARMS, M. J.; BALVANERA, P. Methods for mapping ecosystem service supply: A review. **International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management**, v. 8, n. 1-2, p. 17-25, 2012.

MINHONI, R. T. A. et al. Monitoramento de macrófitas aquáticas no rio São Francisco no trecho urbano de Petrolina-PE. **Scientia Plena**, v. 14, n. 3, p. 1–9, 2018.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno da Região Hidrográfica do São Francisco**. Brasília: MMA, 2006. 148 p.

_____. Mapeamento dos Serviços Ecossistêmicos no Território. Cartilha Metodológica: A experiência de Duque de Caxias (RJ), 2018.

_____. Caatinga. 2020. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/biomas/caatinga.html>>. Acesso em: 4 nov. 2020.

MOMOLI, R. S.; COOPER, M. Erosão hídrica em solos cultivados e sob mata ciliar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1295-1305 2016.

MOURA, M. M. et al. Estimativa de perda de solo no baixo São Francisco sergipano. **Revista Scientia Agraria**, v. 18, n. 2, p. 126-135, 2017.

MPF. MPF obtém liminar contra Chesf por mancha no Rio São Francisco no sertão alagoano. 2018. Disponível em: <<https://mpf.jusbrasil.com.br/noticias/692468696/mpf-obtem-liminar-contrachesf-por-mancha-no-rio-sao-francisco-no-sertao-alagoano?ref=amp>>. Acesso em: 29 out. 2020.

MÜLLER, F.; BURKHARD, B. The indicator side of ecosystem services. **Ecosystem Services**, v. 1, n. 1, p. 26-30, 2012.

OLIVEIRA, A.; ARAÚJO, W.; COSTA, D. Serviços ecossistêmicos prestados por reservatórios no semiárido do Brasil. **Revista do CERES**, v. 1, n. 2, p. 36-43, 2015.

OLIVEIRA, A. M. et al. Análise dos serviços ecossistêmicos em reservatórios da Região Nordeste Semiárida do Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 1447-1458, 2016. Número Especial.

OVERPECK, J. et al. Summary for decision makers. In: GARFIN, G.; JARDINE, A.; MERIDETH, R.; BLACK, M.; LEROY, S. (eds). **Assessment of Climate Change in the Southwest United States**. NCA Regional Input Reports. Washington, DC.: Island Press, 2013.

PATERNIANI, E. Agricultura sustentável nos trópicos. **Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, p. 303-326, 2001.

FERRAZ, R. P. D. et al. **Marco Referencial em Serviços Ecossistêmicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 160p.

POSTEL, S. L.; THOMPSON, B. H. Watershed protection: capturing the benefits of nature's water supply services, **Natural Resources Forum**, v. 29, n. 2, p. 98-108, 2005.

REZENDE, P. C.; OLIVEIRA, I. M. Descrição socioeconômica dos pescadores no baixo São Francisco, nordeste-Brasil. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, p. 671-689, 2015. Edição spe.

RIBEIRO, M. R. F. et al. A piscicultura nos reservatórios hidrelétricos do submédio e baixo São Francisco, região semiárida do nordeste do Brasil. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 3, n. 1, p. 91–108, 2015.

SALDANHA, D. S.; COSTA, D. F. S. Classificação dos serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas úmidas na zona estuarina do Rio Piancó-Piranhas-Açu (Nordeste, Brasil). **Ateliê Geográfico**, v. 13, n. 3, p. 263–282, 2019.

SANTOS, A. M. S. et al. Variabilidade espacial do banco de sementes em área de Caatinga no Nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 2, p. 542–555, , 2020.

SANTOS, F. L. B. et al. Avaliação quali-quantitativa de microplásticos em sedimentos e na coluna d'água no balneário Canto das Águas – Glória/BA e balneário da Prainha – Paulo Afonso/BA. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 8439-8453, 2020.

SANTOS, K. S. S. et al. O Panorama da pesca artesanal praticada por povos e comunidades tradicionais no nordeste brasileiro. **Geoambiente On-line**, v. 35, p. 65-83, 2019.

SANTOS, R. **O uso da jurema em rituais neoxamanicos de grupos não tradicionais**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental) – Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, 2020.

SERGIPE. Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável. 2012.

SEYFFARTH, J. A. S.; RODRIGUES, V. Impactos da seca sobre a biodiversidade da Caatinga. **Parcerias Estratégicas**, v. 22, n. 44, p. 41-62, 2017.

SILVA, C.; VARGAS, M. Viver entre margens: sentidos de ser ribeirinho sertanejo no Baixo São Francisco. **Geosaberes**, v. 10, n. 22, p. 177-188, 2019.

SILVA, W. J. et al. Expansion of invasive *Ceratium furcoides* (Dinophyta) toward north-central Brazil: new records in tropical environments. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 30, e210, 2018.

SILVEIRA, C. R. S.; MACEDO, D. R.; CALLISTO, M. Serviços ecossistêmicos na bacia hidrográfica de um reservatório hidrelétrico em cenário de extrema escassez hídrica. **Revista Espinhaço**, v. 7, n. 1, p. 11–20, 2018.

SOUZA, M. C. S. A. de; GHILARDI, H. T. Recursos hídricos, agropecuária e sustentabilidade: desafios para uma visão ecológica do planeta. **Revista Jurídica**, v. 2, n. 47, p. 78, 2017.

TEREZINHA, B. et al. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 4, p. 877-883, 2001.

TOMÁZ, A. et al. (Org.). **Povos Indígenas do Nordeste Impactados com a Transposição do rio São Francisco**. Relatório de Denúncia, 2009.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **A Água**. São Carlos: Editora Scienza, 2020.

VANIA, L.; PINHEIRO, R. Informação e Sociedade: Patrimônio e Memória Documental. [S.l.]: [s.n.], 2019.

VASCONCELLOS, R. C. De; BELTRÃO, N. E. S. Avaliação de prestação de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais através de indicadores ambientais. **Interações**, Campo Grande, v. 19, n. 1, p. 209, 2018.

ZELLHUBER, A.; SIQUEIRA, R. Rio são francisco em descaminho: degradação e revitalização. Cadernos do CEAS: **Revista crítica de humanidades**, n. 227, 2007.

ZHANG, W. et al. Ecosystem services and dis-services to agriculture.
Ecological Economics, v. 64, n. 2, p. 253-260, 2007.

CAPITULO 2

Serviços ecossistêmicos associados a áreas aquícolas do Monumento Natural do São Francisco: um panorama de sua gestão e sustentabilidade

L. Simplício¹, N.S Pereira^{1,2}, M. Casé^{1,3}

¹ *Programa de Pós-Graduação em Ecologia humana e gesto socioambiental (PPGEcoH), Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, 48608-240, Brasil.*

² *Departamento de Ciências Exatas e da Terra (DCET), Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 41000-000, Brasil.*

³ *Departamento de Educação, DEDC, Campus VIII, Universidade do Estado da Bahia, Paulo Afonso, 48608-240, Brasil.*

Resumo

Configurada como função de provisão, a aquicultura tem grande potencial de preservação do meio ambiente, porém sua gestão é determinante nesse aspecto. Esse trabalho realizou o levantamento dos serviços ecossistêmicos que podem estar sendo oferecidos pelas áreas aquícolas e propor uma perspectiva de como viabilizar a sustentabilidade da atividade em uma Unidade de Conservação localizada no semiárido São Francisco. A descrição dos serviços foi feito por meio de revisão sistemática de literatura, a classificação dos serviços avaliação foi baseada na Classificação Internacional Comum de Serviços Ecossistêmicos – CICES. O serviço de provisão foi considerado o mais importante entre os oferecidos, pela alta demanda de produção na região e pelos produtos que podem ser gerados. Entre as formas de cultivo de tilápia, o desenvolvimento em tanques-rede possui maior sucesso quando relacionado a preservação ambiental, por preservar a vegetação (base do bom funcionamento dos serviços de manutenção/regulação). Estudar, desenvolver e viabilizar métodos para que a atividade seja desempenhada de forma favorável é de grande importância para a mesma, além de influenciar todo o meio onde está localizada.

Keywords: Piscicultura; Tilápia; Semiárido; Unidade de Conservação; Ecologia de ambientes aquáticos.

* autora para correspondência: Luane Simplício e-mail: luanesimplicio@gmail.com

Introdução

A geração de energia elétrica a partir de fonte hidráulica impulsionou a criação dos reservatórios aquáticos na região do semiárido brasileiro, ao longo da bacia do Rio São Francisco, se tornando uma esperança de desenvolvimento econômico e social, por possibilitarem a geração de novas oportunidades para a população ao seu redor (LIMA; SEVERI, 2014). Considerados reservatórios de usos múltiplos, proporcionam diversos serviços ecossistêmicos (SE), como recreação, dessedentação animal, abastecimento urbano, irrigação e produção aquícola.

Divididos entre médio, submédio e baixo São Francisco, os reservatórios Sobradinho, Itaparica, Moxotó e Xingó formam de maneira estrutural um sistema em cascata (LIMA; SEVERI, 2014) e com o passar dos anos se tornaram locais de referência em relação ao cultivo de peixes. De acordo com Araújo (2008), a instalação de tanques-rede começou a partir de 1990, sendo considerado o pioneiro na atividade entre os reservatórios do São Francisco. Porém, a EMBRAPA (2014) afirma que o primeiro registro da atividade no reservatório foi feito em 2005, mas ainda assim foi considerado o pioneiro na atividade, gerando uma média de 1440 toneladas de pescado por ano. Ribeiro et al. (2015) afirmam que a atividade iniciou em 1997 no reservatório, sendo a administração do município de Paulo Afonso (BA) a grande incentivadora, os autores afirmam que durante o ano de 2014 o reservatório chegou a gerar 5652 toneladas de tilápia.

Além da aquicultura, a geração de energia e turismo são os serviços ecossistêmicos que mais geram renda para a população na região do reservatório Xingó. Por ser considerado um local que possui beleza cênica, pela presença dos cânions, e por possuir importância ecológica, o reservatório foi decretado como a primeira Unidade de Conservação de Proteção Integral do rio São Francisco, nomeada como Monumento Natural do São Francisco (MONA)(BRASIL, 2009).

Ao ser instalada, o maior intuito de uma Unidade de Conservação (UC) é a preservação do local, para que as gerações futuras possam usufruir da mesma maneira que as atuais, ou seja, garantir a eficiência do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2002). Em meio a isso, o decreto referente ao MONA permite que as atividades agropecuárias que estavam ativas desde a sua efetivação tem permissão de continuar de acordo com o plano de manejo da unidade, porém não poderão haver novas áreas de cultivo (BRASIL, 2009).

A aquicultura, considerada um serviço ecossistêmico de provisão, é uma atividade que pode impactar outros serviços ecossistêmicos. A gestão desse serviço ecossistêmico tem sido alvo de discussões referentes a sua influência nos sistemas sociais, ecológicos e econômicos (FRANCO; ARAÚJO, A. R. D. R.; FRANKE, 2018; IGARASHI, 2019). Os métodos utilizados numa área aquícola localizada em uma unidade de conservação devem ter como intuito não somente a lucratividade, mas a perpetuidade da atividade a fim de preservar o bioma e suas peculiaridades, na caatinga isso não seria diferente.

Segundo Weitzman (2019), os estudos relacionados aos serviços ecossistêmicos como apoiador para decisões nas áreas aquícolas é escasso. O autor afirma que, além disso, mesmo a aquicultura em água doce ser a grande influenciadora da economia mundial nesse âmbito, são escassos os estudos relacionando-as com os SE, esse fato se torna correspondente a falta de estudos específicos sobre as áreas aquícolas.

É importante entender a peculiaridade de cada local e configurar um olhar particular para as situações. Encarar a aquicultura como um ecossistema que oferece serviços ecossistêmicos é uma maneira de mitigar problemas (WILLOT *et al.*, 2019). Dessa forma, entender quais são essas particularidades que as áreas aquícolas oferecem ao Monumento Natural do São Francisco é de grande importância. Neste contexto, o presente trabalho levanta o seguinte questionamento: quais são os principais SE oferecidos pelas áreas aquícolas na região do MONA e como sua gestão pode contribuir para a conservação e manutenção desses SE?

Assim, com o propósito de auxiliar gestores nas tomadas de decisão e conservação desse ecossistema, esse trabalho tem como objetivo realizar o levantamento dos serviços ecossistêmicos que podem estar sendo oferecidos pelas áreas aquícolas e propor uma perspectiva de como viabilizar a sustentabilidade da atividade em uma Unidade de Conservação localizada no semiárido São Francisco.

Metodologia

Área de Estudo

O reservatório Xingó, decretado em 5 de junho de 2009 como Monumento Natural do São Francisco, está localizado na Bacia do São Francisco no encontro dos limites dos estados da Bahia, Alagoas e Sergipe. O reservatório encontra-se localizado na região do baixo São Francisco onde o bioma predominante é a caatinga com mais de 24% do território. O MONA atende uma população média de 210 mil habitantes (IBGE, 2010), com temperatura média é entre 18°C a 26° C (INPE, 2020). A região é muito conhecida pela alta intensidade de atividades turísticas, culinária local e pesca artesanal (BRAGHINI; GOMES; RIBEIRO, 2009).

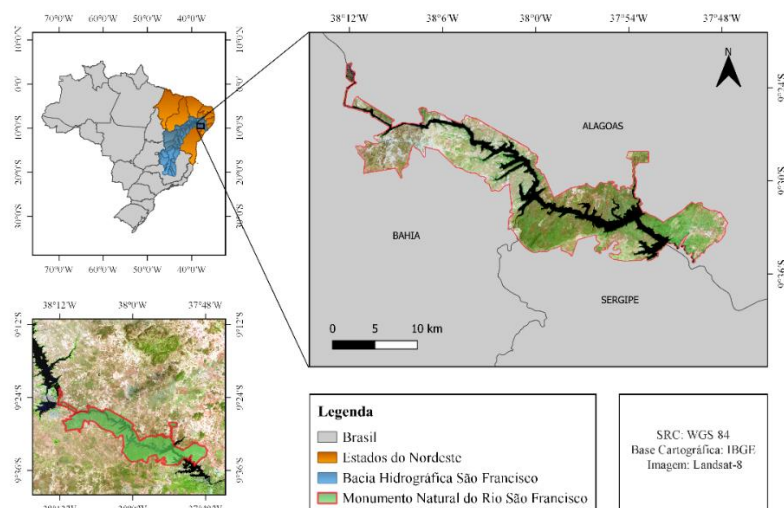


Figura 1. Mapa de localização e território ocupado pelo Monumento Natural do São Francisco. Fonte: Autores, 2021.

Levantamento das Áreas Aquícolas e seus Serviços Ecossistêmicos

A localização das áreas aquícolas no MONA teve como base imagens de satélite por meio dos softwares Google Earth e QGIS. A descrição do funcionamento das mesmas foi realizada por meio de revisão de literatura, bem como a descrição dos serviços.

A construção desse estudo foi baseada em uma revisão sistemática de literatura com artigos nacionais e internacionais, relatórios científicos e literatura cinza. O título, resumo e palavras-chave dos artigos foram pesquisados usando termos específicos (em inglês e português): serviços ecossistêmicos and ecosystem services, aquicultura and aquaculture, piscicultura and pisciculture, cultivo de peixes and farm-fishing. As pesquisas foram feitas no Google Acadêmico com o foco em artigos publicados em revista revisada por pares.

Foram selecionados 20 artigos, apenas 3 tratavam diretamente de serviços ecossistêmicos e o restante foi selecionados por, de alguma forma, descreverem o benefício das mesmas aos seres humanos. De acordo com o objetivo desse artigo, a pesquisa concentrou artigos que se enquadram dentro de determinados padrões que possam colaborar com a pesquisa:

- a) artigos que mencionaram a influência positiva da piscicultura aos seres humanos;
- b) artigos que mencionaram os SE oferecidos pelas áreas aquícolas.
- c) artigos que mencionaram os benefícios oferecidos pela tilápia.

A classificação dos SE tomou como base o estudo de Willot *et al.* (2019) que tem como objetivo comparações entre tipologia de estudos sobre os serviços ecossistêmicos oferecidos pelas áreas aquícolas, a classificação da CICES é a mais indicada e leva em consideração os serviços de provisão, cultural e manutenção, diferente da MEA que considera também os serviços de habitat. Os serviços de habitats foram “excluídos” porque de acordo com desempenho de um tipo de serviço o de habitat também está acontecendo. Nesse estudo foi utilizado apenas até a classificação “classe”, que é o penúltimo tipo possível. A última classificação é basicamente em relação a

quantificar os serviços, como em toneladas, porém com a metodologia adotada não é possível alcançar esses valores.

Resultado e Discussão

Área aquícolas do MONA

Foram observadas 7 pisciculturas nas imagens de satélite, 5(cinco) delas localizadas no estado da Bahia e duas localizadas no estado de Alagoas. Ribeiro et al afirma que em 2014, no reservatório Xingó 9 pisciculturas estão cadastradas entre os estados da Bahia e Alagoas.

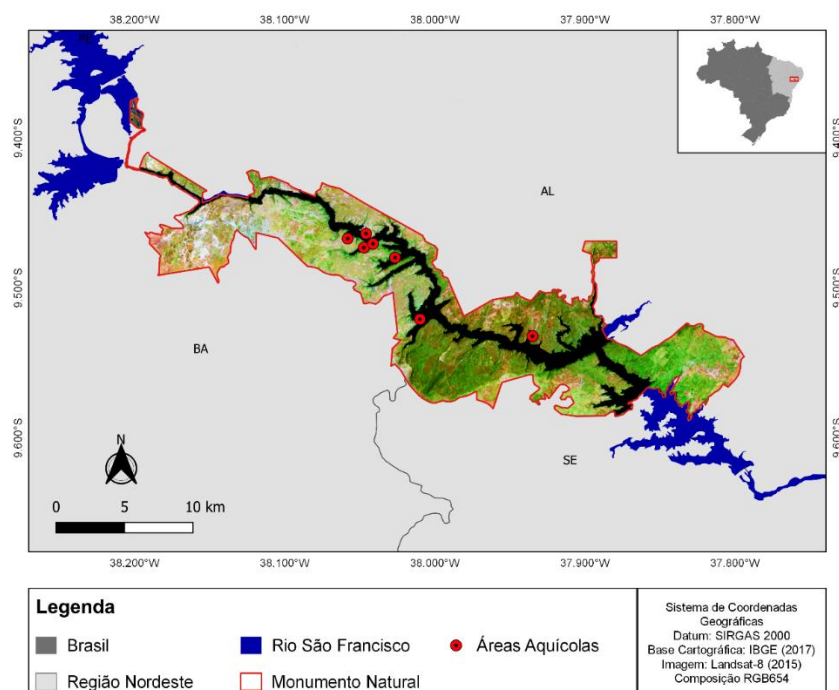


Figura 2. Mapa de localização Monumento Natural do São Francisco e localização das áreas aquícolas da região. Fonte: Autores, 2021.

Segundo Ribeiro; Santos; Silva, (2015), a margem baiana do reservatório Xingó possui uma produção menor que a margem alagoana, com 696t e 4956 t de produção, respectivamente. Apesar da margem baiana ocupar visualmente uma área maior de pisciculturas, a característica dos seus tanques é de 6m³, enquanto que no lado alagoano possuem gaiolas com volumes maiores de 80m³.

De acordo com Brabo *et al.* (2014), o aumento da concentração de nutrientes pode ser proveniente do metabolismo do peixe e também por conta

do uso de ração, quanto mais intensivo for o sistema, maior será a sua produção, devido à maior densidade de estocagem e maior dependência de ração. Além disso, a região possui característica apenas áreas de cultivo, não possuindo áreas de indústrias de beneficiamento do pescado com relevância.

Serviços Ecológicos associados a áreas aquícolas

As análises realizadas por meio de levantamento bibliográfico e avaliações através da classificação CICES, os serviços de três seções ecológicas relacionados às áreas aquícolas: provisão, regulação/manutenção e culturais. Nas Tabelas 1, 2 e 3 estão representadas de forma sintética as classes, grupos e divisões em suas respectivas seções.

Serviço de Provisão

Foram identificadas 6 classes de funções ecológicas, distribuídas em três grupos: biomassa, água e à base de biomassa fontes de energia, que são pertencentes à três divisões, respectivamente, nutrição, material e energia (tabela 1).

Dentre as classes identificadas, a função de produção aquícola é considerada a principal oferta do serviço de provisão das áreas aquícolas (WILLOT *et al.*, 2019). No reservatório Xingó, a produção aquícola registrada em 2014 chegou a 5.652 toneladas no decorrer do ano (RIBEIRO; SANTOS; SILVA, 2015), chegando a gerar mais de 28 milhões de reais de renda para a região.

Tabela 01: Classificação dos Serviços de Provisão prestados ao Monumento Natural do São Francisco pelas áreas aquícolas de acordo com CICES. Fonte: Elaborado pelos autores.

Serviço de provisão		
Divisão	Grupo	Classe
Nutrição	Biomassa	Animais selvagens e suas saídas
		Animais da aquicultura in-situ
Material	Água	Água superficial para fins não-beber

		Fibras e outros materiais de plantas, algas e animais para uso direto ou processamento
Energia	À base de biomassa fontes de energia	Recursos baseados em animais

O aumento de animais selvagens ao redor dos tanques foi registrado por em áreas de piscicultura marinha (GENTRY *et al.*, 2020) e em áreas de cultivo em reservatórios isso também (RAMOS, I. P. *et al.*, 2013). Os tanques-rede se tornam uma espécie de abrigo e fontes de nutrientes para os peixes da região (RAMOS, I. P. *et al.*, 2013). Tendo em vista que o reservatório Xingó, por ser o último reservatório presente no sistema de cascata, possui menor quantidade de nutrientes, quando comparados aos outros (LIMA; SEVERI, 2014), esse fato sugere que as áreas aquícolas oferecem a classe de provisão de animais selvagens e suas saídas, tendo em vista que a presença dos tanques-rede podem aumentar a sua biomassa.

A emissão de fósforo, matéria orgânica e nitrogênio, tanto na água como no sedimento são considerados os grandes impactos gerados pelas áreas aquícolas, causados pela ração, fezes e produtos utilizados (BRABO *et al.*, 2014; MALLASEN *et al.*, 2012), entre esses produtos utilizados, estão fármacos (antibióticos, antifúngicos e bactericidas) porém ainda há uma carência de estudos sobre o impacto dos mesmos em ambientes aquáticos (CARDOSO *et al.*, 2021). Apesar disso, a produção aquícola em tanques-rede torna-se positiva por acabar favorecendo também a não depreciação de outros serviços ecossistêmicos, quando comparados a outros cultivos de peixes, como *raceways* e viveiros escavados (AMÉRICO *et al.*, 2013). O reservatório Xingó tem uma alta capacidade de renovação das suas águas (RIBEIRO; SANTOS; SILVA, 2015), a capacidade de diluição dos efluentes depende, principalmente da circulação da água, a partir do momento que a carga de nutrientes for maior que a carga de suporte do reservatório, resultará em eutrofização (BRABO *et al.*, 2014).

Mesmo com evidente possibilidade de eutrofização, a utilização dessa água rica em nutrientes para a irrigação, principalmente oriunda de cultivo em viveiros escavados, oferecendo assim a função de água superficial para fins não domésticos já foi sugerida (BAIONI *et al.*, 2017), apesar do evidente cuidado com o monitoramento de cianobactérias no local (LACHI; SIPAÚBA-TAVARES, 2008). Porém, os cultivos de peixes observados por imagens de satélite no MONA não são próximos aos cultivos de plantas. De acordo com o decreto do MONA (BRASIL, 2009), não há possibilidade de serem instalados novas áreas de cultivo de plantas também.

Boa parte da matéria orgânica gerada pelo cultivo fica depositada no sedimento, causando a diminuição da biodiversidade e da biomassa de organismos bentônicos, o que pode acabar gerando uma futura eutrofização. Estudos mostram que a utilização desse sedimento rico em orgânicos pode contribuir em cultivo de plantas, sendo então considerada a função materiais de plantas, algas e animais para uso agrícola.

O perfil das áreas aquícolas localizadas no MONA são de cultivo monofásico, ou seja cultivo de engorda, ainda uma grande fragilidade em relação ao beneficiamento do pescado (RIBEIRO; SANTOS; SILVA, 2015). Com a introdução do beneficiamento, o que hoje é considerado resíduo, pode passar a ter uma nova configuração. Estudos realizados com os resíduos de tilápia trazem um olhar sobre a perspectiva de aumentar a capacidade de sustentabilidade, além de aumentar ainda a possibilidade de aumento dos serviços oferecidos.

Com a introdução do beneficiamento, um novo destino poderá ser dado ao couro e as vísceras de tilápia. Estudos já apontaram o processamento das vísceras de tilápia na produção de biodiesel (MOTA; COSTA FILHO; BARRETO, 2019), gerando a função de produção de energia. A resistência do couro de tilápia é diretamente proporcional ao peso do animal, ou seja, quanto maior sua massa mais resistente será o couro, além da influência do processo do curtimento (SANTOS, F. V. Dos *et al.*, 2021), tornando-se de grande importância para o departamento de confecção.

Estudo sobre a utilização do couro na área da saúde também foram realizados (NUNES ALVES *et al.*, 2015). Lima-Junior *et al.* (2017) observaram o efeito da utilização do couro de tilápia no tratamento de queimaduras em ratos, com o propósito de aplicar esse método em humanos posteriormente. Observou-se que o couro da tilápia apresentou boa aderência e uma boa resposta ao tratamento, por possuir características microscópicas semelhantes a pele humana.

Serviço Cultural

Foram identificadas quatro classes de funções ecossistêmicas, distribuídas em dois grupos: Intelectual e representativo interações e Espiritual e / ou emblemático (tabela 2).

Turismo e recreação são considerados os principais serviços culturais (SMITH; RAM, 2017). Apesar de se tratar de um local onde a alta frequência turística acontece por conta da beleza cênica da região, as áreas aquícolas influenciam nesse âmbito de outra forma, com a grande colaboração para a culinária local (BRAGHINI; GOMES, L.; RIBEIRO, A., 2009).

Segundo Braghini; Gomes, L.; Ribeiro, A., (2009), a tilápia representa a maior massa entre as espécies mais consumidas nos restaurantes da região. Apesar de não ser uma espécie nativa, é uma grande influenciadora da culinária, chegando a ser considerada por turistas uma espécie típica, podendo ser considerada um patrimônio histórico por ser um item que se tornou uma das marcas para o lugar e, além de ser também um atrativo turístico (TOMAZ, 2010).

Tabela 02: Classificação dos Serviços Culturais prestados ao Monumento Natural do São Francisco pelas áreas aquícolas de acordo com CICES. Fonte: Elaborado pelos autores.

Serviços de Cultura		
Divisão	Grupo	Classe
Interações físicas e intelectuais com biota, ecossistemas e	Intelectual e representativo interações	Entretenimento
		Científico

terrestre/marinhas		Patrimônio cultural
Interações espirituais, simbólicas e outras com biota, ecossistemas e terrestre/marinhas	Espiritual e / ou emblemático	Sagrado e/ou religioso

Apesar de alguns estudos realizados com a tilápia, em âmbito nacional (BAIONI *et al.*, 2017; SIPAÚBA-TAVARES; MILLAN; MILSTEIN, 2016; VICENTE; ELIAS, 2014), as bibliografias e informações sobre o cultivo realizado de forma nacional e também no MONA não são tão amplas (ARAÚJO, J. S. De, 2008; MARIANA; MARIA, 2019; RIBEIRO-NETO *et al.*, 2016; RIBEIRO; SANTOS; SILVA, 2015). Essa falta de dados é um fator preocupante para os produtores, pois os consumidores não possuem o domínio sobre a origem do produto, o que acaba não valorizando o cultivo (LOPES; OLIVEIRA, R. G. De; RAMOS, F. M., 2016).

Apesar do baixo consumo de peixes no Brasil, o nordeste é a segunda região que mais o consome, ficando atrás apenas da região norte (LOPES; OLIVEIRA, R. G. De; RAMOS, F. M., 2016). Apesar disso, mesmo os benefícios da proteína sendo conhecidos, o consumo de peixe ainda não é maior devido o valor de comercialização. Segundo Ribeiro; Santos; Silva (2015), as pisciculturas do reservatório Xingó são dominadas por uma determinada empresa, monopolizando a comercialização, e consequentemente tendo o poder de determinação de valores. A monopolização de grandes empresas, também representa trade-offs negativos em relação a biodiversidade, tornando de grande importância o apoio ao pequeno produtor, por viabilizar a sustentabilidade social em região com poucos recursos (BOSMA; VERDEGEM, 2011; RIBEIRO-NETO *et al.*, 2016).

A função sagrado/religioso é constatada principalmente por conta da relação do peixe com o cristianismo, o norte e nordeste a presença do

catolicismo é muito forte (ALVES, J. E. *et al.*, 2017). De acordo com Baptiston *et al.* (2019), a religiosidade possui grande influência no consumo do pescado, no Brasil o consumo de pesca chega a aumentar principalmente na época da semana santa e do natal.

O curtimento do couro da tilápia e do bode são grandes influenciadores no artesanato local, onde são confeccionados bolsas, sandálias e outros itens. Além de gerar renda para a população, o curtimento de couro faz parte da cultura do sertanejo (GONDIM *et al.*, 2015).

Serviço de Manutenção/Regulação

Foram identificadas 7 classes de funções ecossistêmicas, distribuídas em cinco grupos: que são pertencentes à três divisões: mediação de resíduos, toxinas e outros incômodos, mediação de fluxos e manutenção de física, química e condições biológicas (tabela 3).

Como já dito anteriormente, foi observado o registro em trabalhos sobre o aumento de populações de peixes ao redor de tanques-rede. Além de ver esse fator como uma seção de nutrição em relação a função de prover animais selvagens, a presença dessa mesma população pode significar também a existência da função de manutenção de populações. Segundo Ramos *et al.* (2013), esse aumento de espécies pode contribuir para o controle de eutrofização no local, por serem espécies oligotróficas e tem o potencial de fazer o reaproveitamento da oferta de ração naquele local.

Tabela 03: Classificação dos Serviços de regulação e manutenção prestados pelo Monumento Natural do São Francisco de acordo com CICES.

Fonte: Elaborado pelos autores

Serviços de regulação e manutenção		
Divisão	Grupo	Classe
Mediação de resíduos, toxinas e outros incômodos	Mediação via biota	Filtração/sequestro/armazenamento/acumulação através de microrganismos, algas, plantas e animais

Mediação de fluxos	Fluxos de massa	Estabilização em massa e controle das taxas de erosão
	Fluxos líquidos	Proteção contra inundações
	Fluxos de gás/ar	Proteção contra tempestades
		Ventilação e transpiração
Manutenção de física, química e condições biológicas	Manutenção do ciclo de vida, proteção de habitats e grupos genéticos	Manutenção de populações e habitats de berçários
		Controle de doenças

Estudos já investigaram a funcionalidade do hábito alimentar da tilápia do Nilo, que possui hábito onívoro, e sugere como um método básico controle de florações de cianobactérias. Apesar de ser levado também em consideração o acúmulo de cianotoxinas na biomassa desses peixes (PANOSSO *et al.*, 2007), isso enfatiza a importância do controle da qualidade de água na áreas dos tanques, além do controle da qualidade do pescado oferecido, para que o serviço ocorra com excelência.

Nas imagens observadas (figura 3), a mata ciliar na região dos cultivos é praticamente preservada, exceto pelas estradas que são de acesso à essas áreas. Com o aumento da demanda por pescado, a produção em tanques-rede se torna mais viável também por isso.

A preservação da mata ciliar está diretamente ligada ao funcionamento das funções de manutenção/regulação. A contribuição da função de controle de inundação, enchentes, controle de taxas de erosão, regulação climática não são oferecidas diretamente, mas com a realização das áreas aquícolas em tanque rede isso é preservado.



Figura 3. Indicadores visuais da conservação das mata ciliares no entorno dos empreendimentos aquícolas localizados no Monumento Natural do São Francisco

Considerações finais

O levantamento dos serviços ecossistêmicos é o passo inicial para a análise do potencial ecossistêmico das áreas aquícolas para a região. As classes das seções ecossistêmicas observadas estão ligadas. A provisão de pescado é considerada a função mais importante das áreas aquícolas, porém é essencial reconhecer que a aplicação de novas tecnologias para beneficiamento é de grande importância para que o intuito de desenvolvimento sustentável seja atingido, além ampliar o capital financeiro na região. Além disso, apesar do seu evidente impacto, as atividades das pisciculturas tornam-se quase desprezíveis em comparação ao impacto ambiental de efluentes domésticos e industriais, por possuir o próprio sistema de regulação. A alta demanda de cultivo de peixes alerta sobre a importância da atividade realizada em tanque-rede e como essa é o melhor método para a preservação local. Estratégias para o planejamento e gestão adequados, que busquem como base os princípios da

sustentabilidade, poderão avaliar, de maneira mais eficiente, as ações para minimização do impacto e contribuir como ferramenta no monitoramento dos empreendimentos aquícolas.

Referências

- ALVES, J. E. *et al.* Distribuição espacial da transição religiosa no Brasil. **Tempo Social**, 2017. v. 29, n. 2, p. 215–242.
- AMÉRICO, J. *et al.* Piscicultura em tanques-rede: Impactos e consequências na qualidade da água. **Revista científica ANAP Brasil**, 2013. v. 6, p. 137–150.
- ARAÚJO, J. S. De. Sustentabilidade da piscicultura no baixo São Francisco alagoano : condicionantes socioeconômicos. 2008. p. 405–424.
- BAIONI, J. C. *et al.* EFLUENTE DE PISCICULTURA NA PRODUÇÃO CONSORCIADA DE CEBOLINHA E COENTRO. **Nucleus Animalium**, 2017. v. 9, n. 1, p. 143–150.
- BOSMA, R. H.; VERDEGEM, M. C. J. Sustainable aquaculture in ponds: Principles, practices and limits. **Livestock Science**, 2011. v. 139, n. 1–2, p. 58–68. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2011.03.017>>.
- BRABO, M. F. *et al.* APROVEITAMENTO AQUÍCOLA DOS GRANDES RESERVATÓRIOS BRASILEIROS. **Bol. Inst. Pesca**, 2014. v. 40, n. 1, p. 121–134.
- BRAGHINI, C.; GOMES, L.; RIBEIRO, A. Perspectivas de sustentabilidade ecológica do turismo em Xingó, SE/AL. **Revista Geografia Acadêmica**, 2009. v. 3, p. 56–69.
- BRASIL. DECRETO Nº 4.340, DE 22 DE AGOSTO DE 2002. **Lei no 9.985 - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC**, 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm>. Acesso em: 28 maio 2021.
- _____. DECRETO DE 5 DE JUNHO DE 2009. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVil_03/_Ato2007-2010/2009/Dnn/Dnn12057.htm#:~:text=Cria o Monumento Natural>

do,Sergipe%2C e dá outras providências.>. Acesso em: 19 fev. 2020.

CARDOSO, A. S. *et al.* Análise ecotoxicológica de fármacos utilizados em cultivo de alevinos. **Gestão da Piscicultura & Sustentabilidade**. [S.l.]: [s.n.], 2021, p. 222.

EMBRAPA. Histórico da piscicultura no Sertão de Itaparica. **A Tilápia e o Desenvolvimento do Sertão de Itaparica/PE - Análise Econômica para Investimentos de Desenvolvimento na Região**. [S.l.]: [s.n.], 2014, p. 44.

FERNANDA BAPTISTON, L. *et al.* Comportamento Do Consumidor Paulista De Pescado. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, 2019. v. 21, n. 1–3, p. 161–172.

FRANCO, I.; ARAÚJO, A. R. D. R.; FRANKE, C. R. Aspectos Socioambientais da Aquicultura na Região do Baixo São Francisco, Sergipe, Brasil. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, 2018. v. 14, n. 7.

GENTRY, R. R. *et al.* Exploring the potential for marine aquaculture to contribute to ecosystem services. **Reviews in Aquaculture**, 2020. v. 12, n. 2, p. 499–512.

GONDIM, R. D. *et al.* Curtimento artesanal de couro de tilápia (*Oreochromis sp.*) a partir de três curtentes naturais. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, 2015. v. 9, n. 2, p. 172–184.

IBGE. Censo Demográfico. 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9673&t=o-que-e>>. Acesso em: 19 fev. 2020.

IGARASHI, M. ASPECTOS DO POTENCIAL ECONÔMICO DA PISCICULTURA, CONTRIBUIÇÃO E PERSPECTIVAS DA ATIVIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO BRASIL. **Revista Unimar Ciências**, 2019. v. 28, n. 1–2, p. 1–18.

LACHI, G. B.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Qualidade de água e composição fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação. **Boletim do Instituto de Pesca**, 2008. v. 34, n. 1, p. 29–38.

- LIMA-JUNIOR, E. M. *et al.* Uso da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*), como curativo biológico oclusivo , no tratamento de queimaduras The use of tilapia skin (*Oreochromis niloticus*), as an occlusive biological dressing , in the treatment of burn wounds El uso de piel de ti. **Rev Bras Queimaduras.**, 2017. v. 16, n. 1, p. 10–17.
- LIMA, A. E.; SEVERI, W. Estado trófico na cascata de reservatórios de um rio no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 2014. v. 9, p. 124–133.
- LOPES, I. G.; OLIVEIRA, R. G. De; RAMOS, F. M. Perfil do consumo de peixes pela população brasileira. **Biota Amazônia**, 2016. v. 6, p. 62–65.
- MALLASEN, M. *et al.* Qualidade da água em sistema de piscicultura em tanques-rede no reservatório de Ilha Solteira, SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, 2012. v. 38, n. 1, p. 15–30.
- MARIANA, J.; MARIA, A. GESTÃO SOCIOAMBIENTAL DA PESCA E DA PISCICULTURA NO RESERVATÓRIO HIDRELÉTRICO DE XINGÓ , DELMIRO GOUVEIA-AL. 2019. v. 5, p. 54–60.
- MOTA, F. A. S.; COSTA FILHO, J. T.; BARRETO, G. A. The Nile tilapia viscera oil extraction for biodiesel production in Brazil: An economic analysis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2019. v. 108, n. March, p. 1–10. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.03.035>>.
- NUNES ALVES, A. P. N. *et al.* Avaliação microscópica, estudo histoquímico e análise de propriedades tensiométricas da pele de tilápia do Nilo. **Rev Bras Queimaduras**, 2015. v. 14, n. 3, p. 203–210.
- PANOSSO, R. *et al.* CIANOBACTÉRIAS E CIANOTOXINAS EM RESERVATÓRIOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE E O POTENCIAL CONTROLE DAS FLORAÇÕES PELA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*). **Oecologia Brasiliensis**, 2007. v. 11, n. 03, p. 433–449.
- RAMOS, I. P. *et al.* Interference of cage fish farm on diet, condition factor and numeric abundance on wild fish in a Neotropical reservoir. **Aquaculture**, 2013.

v. 414–415, p. 56–62. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.07.013>>.

RIBEIRO-NETO, T. F. *et al.* Piscicultura familiar extensiva no baixo São Francisco, estado de Sergipe, Brasil. **Acta of fisheries and Aquatic Resources**, 2016. v. 4, p. 62–69.

RIBEIRO, M. R. F.; SANTOS, J. P. Dos; SILVA, E. M. Da. A piscicultura nos reservatórios hidrelétricos do submédio e baixo São Francisco, região semiárida do nordeste do Brasil. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, 2015. v. 3, p. 91–108.

SANTOS, F. V. Dos *et al.* Qualidade de resistência de peles de Tilápia do Nilo submetidas ao curtimento com tanino vegetal. **Research, Society and Development**, 2021. v. 10, n. 8, p. e36110817277.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; MILLAN, R. N.; MILSTEIN, A. Limnology of an integrated cage-pond aquaculture farm. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 2016. v. 28, n. 0, p. 1–8.

SMITH, M.; RAM, Y. Tourism, landscapes and cultural ecosystem services: a new research tool. **Tourism Recreation Research**, 2017. v. 42, n. 1, p. 113–119. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/02508281.2016.1253206>>.

TOMAZ, P. C. A preservação do patrimônio cultural e sua trajetória no Brasil. **Revista de História e Estudos Culturais**, 2010. v. 7, n. 2, p. 12. Disponível em: <http://www.revistafenix.pro.br/PDF23/ARTIGO_8_PAULO_CESAR_TOMAZ_FENIX_MAIO_AGOSTO_2010.pdf>.

VICENTE, I. S. T.; ELIAS, F. Perspectivas da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil Prospects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) production in Brazil. 2014. v. 37, p. 392–398.

WEITZMAN, J. Applying the ecosystem services concept to aquaculture: A review of approaches, definitions, and uses. **Ecosystem Services**, 2019. v. 35, n. October 2018, p. 194–206. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.12.009>>.

WILLOT, P. A. *et al.* Ecosystem service framework and typology for an ecosystem approach to aquaculture. **Aquaculture**, 2019. v. 512, n. December 2017, p. 734260.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É imprescindível que os responsáveis pela gestão ambiental tenham conhecimento das atividades que são realizadas em determinada região para poder formular, de maneira coerente, seu plano de gestão. A frequência que os estudos sobre a quantificação de como os serviços ecossistêmicos são realizados e ofertados, tornam-se uma forma de monitoramento ambiental, trazendo informações sobre seu funcionamento e possíveis impactos na região.

A aquicultura, como um dos principais serviços ecossistêmicos gerados pelos reservatórios do São Francisco, possui grande valor econômico e social, sua gestão tem potencial de corroborar ainda mais com a região e com uma gestão sustentável. O investimento na indústria de beneficiamento da pesca, além de gerar renda, tem como grande potencial colaborar com o meio ambiente.

Esta pesquisa discutiu os serviços ecossistêmicos como um tema inerente as questões socioambientais por admitir a relação entre os benefícios da preservação com o bem estar humano. Diante disso, é notória a importância de tornar constrante registrar, pesquisar e compartilhar as informações acerca dos serviços ecossistêmicos e suas interrelações.

Bibliografia da Introdução

ACEB. (2014). 1st Brazilian Fishery and Aquaculture Yearbook. Associação Cultural e Educacional Brasil, 134.

Aguilar-Manjarrez, J., Soto, D., & Brummett, R. (2017). Aquaculture zoning, site selection and area management under the ecosystem approach to aquaculture. A handbook. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/4c777b3a-6afc-4475-bfc2-a51646471b0d/>

Barone, R. S. C., Lorenz, E. K., Sonoda, D. Y., & Cyrino, J. E. P. (2017). Fish and fishery products trade in Brazil, 2005 to 2015: A review of available data and trends. Scientia Agricola, 74(5), 417–424. <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2016-0300>

Brasil. (n.d.). DECRETO DE 5 DE JUNHO DE 2009. Retrieved February 19, 2020, from [http://www.planalto.gov.br/CCIVil_03/_Ato2007-010/2009/Dnn/Dnn12057.htm#:~:text=Cria o Monumento Natural do,Sergipe%2C e dá outras providências.](http://www.planalto.gov.br/CCIVil_03/_Ato2007-010/2009/Dnn/Dnn12057.htm#:~:text=Cria%20o%20Monumento%20Natural%20do,Sergipe%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAncias.)

CBHSF. (2020). A Bacia. <https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>

CHESF. (2020). Xingó. <https://www.chesf.gov.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGeracao/Xingo.aspx>

FAO. (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture (Vol. 29, Issue 3). <https://doi.org/10.1111/fog.12466>

Froehlich, H. E., Gentry, R. R., & Halpern, B. S. (2018). Global change in marine aquaculture production potential under climate change. Nature Ecology and Evolution, 2(11), 1745– 1750. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0669-1>

ICMBio. (2020). Monótipo do Rio São Francisco. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO - CAATINGA. <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomasbrasileiros/caatinga/unidades-de-conservacao-caatinga/2128-mn-do-rio-sao-francisco>

Kubitza, F. (2015). Aquicultura no Brasil. Panorama Da Aquicultura, 25, 10–23.

Macedo, C. F., & Sipaúba-Tavares, L. H. (2010). Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: Consequências e Recomendações. *Bol. Inst. Pesca*, 36(2), 149–163.

Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987–992.
<https://doi.org/10.1126/science.aag0216>

Soto, D., Aguilar-Manjarrez, J., Brugère, C., Angel, D., Bailey, C., Black, K., Edwards, P., Costa-Pierce, B., Chopin, T., Deudero, S., Freeman, S., Hambrey, J., Hishamunda, N., Knowler, D., Silvert, W., Marba, N., Mathe, S., Norambuena, R., Simard, F., ... Wainberg, A. (2008). Applying an ecosystem-based approach to aquaculture: principles, scales and some management measures. *FAO*, December 2014, 15–35.
<http://www.beijer.kva.se/ftp/WIOAQUA/FAOEAA2007.pdf#page=23>

Weitzman, J. (2019). Applying the ecosystem services concept to aquaculture: A review of approaches, definitions, and uses. *Ecosystem Services*, 35(October 2018), 194–206. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.12.009>